

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Curso de Graduação em Farmácia-Bioquímica

COMPARAÇÃO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE IOGURTES COM DIFERENTES
QUANTIDADES DE ESPESSANTES E ESTABILIZANTES

Raul Luiz Tadei

Trabalho de Conclusão do Curso de
Farmácia-Bioquímica da Faculdade de
Ciências Farmacêuticas da
Universidade de São Paulo.

Orientador:

Prof. Dr. João Paulo Fabi

São Paulo

2021

AGRADECIMENTOS:

Ao meu orientador, Prof^o. Dr. João Paulo Fabi, pelo incentivo para a realização do trabalho e atenção.

Aos meus pais Delcy Mota Tadei e Antonio Raul Tadei pelo incentivo neste trabalho e ao longo de todo curso.

SUMÁRIO

	Pág.
Lista de Abreviaturas	1
RESUMO	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS	4
3. MATERIAIS E MÉTODOS	4
4. RESULTADOS	15
5. DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÃO	28
7. BIBLIOGRAFIA	29
8. ANEXOS	30

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
g	grama ou gramas
l	litro ou litros
ml	mililitro ou mililitros
m_{fas}	massa do filtrado para sinérese
m_{facs}	massa do filtrado e copo para sinérese
m_{cs}	massa do copo para sinérese
m_{ias}	massa inicial da amostra para sinérese
m_{iacs}	massa inicial da amostra e copo para sinérese
S	sinérese
m_{iau}	massa inicial da amostra para umidade
m_{su}	massa seca para umidade
m_{afu}	massa da amostra e fôrma para umidade
m_{fu}	massa da fôrma de umidade
m_{sfu}	massa seca e fôrma de umidade
m_{fu}	massa da fôrma de umidade
U	umidade
s	segundo ou segundos

RESUMO

TADEI, Raul Luiz. **Comparação das propriedades reológicas de iogurtes com diferentes quantidades de espessantes e estabilizantes.** Trabalho de Conclusão de Curso de Farmácia-Bioquímica - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo, São Paulo, ano 2021.

Palavras-chave: iogurtes, espessantes, estabilizantes, alimentos

INTRODUÇÃO: O iogurte é um alimento rico em proteínas obtido a partir da fermentação do leite pasteurizado com adição de bactérias lácticas. O consumo traz diversos benefícios para a saúde humana e tem aumentado de decorrência da busca por alimentos saudáveis. Os iogurtes podem ser facilmente produzidos de forma caseira utilizando receitas obtidos na internet e pela facilidade para obter os ingredientes necessários. Neste trabalho foram comparadas algumas características de iogurtes preparados de forma caseira e iogurtes comerciais. As análises foram realizadas de forma adaptada para sua realização ser viável de forma caseira em decorrência da pandemia de Covid-19, evitando a ida ao laboratório. As propriedades avaliadas foram umidade, sinérese e viscosidade. **OBJETIVO:** Comparar as formulações caseiras de iogurtes com adição de ingredientes facilmente encontrados por consumidores com os iogurtes industrializados em relação à umidade, sinérese e viscosidade. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Os materiais, ingredientes e métodos para preparação das amostras de iogurte e análises de viscosidade, sinérese e umidade foram adaptados para que todas as atividades pudessem ser feitas de forma caseira. Entre os ingredientes foram utilizados leite em pó integral, amido de milho, gelatina sem sabor, polvilho doce, goma xantana, iogurte natural e água. Entre os materiais foram utilizados utensílios de plástico e vidro, balança e termômetro de cozinha, fogão e geladeira. O método de preparo foi baseado em vídeos com receitas obtidos na internet. As análises também foram adaptadas com a finalidade de torná-las viáveis em casa. **RESULTADOS:** Entre as amostras de 01 a 04, preparadas com 15 horas no forno desligado, houve aumento da viscosidade e diminuição da sinérese e umidade conforme a massa de leite em pó foi aumentada. Entre as amostras de 05 a 12, preparadas com diferentes quantidades de amido, gelatina, polvilho e xantana, as amostras com gelatina perderam as características de iogurte e as amostras com polvilho apresentaram resíduos visíveis. As amostras com mais de 1 g de xantana ficaram com aspecto de massa, por isso os testes posteriores com este ingrediente foram realizados com massas menores de xantana. O amido manteve as características de iogurte e por isso as massas dos primeiros testes foram mantidas para os testes seguintes com este ingrediente. Os testes de viscosidade realizados com iogurtes comerciais em diferentes temperaturas evidenciaram que o aumento da

temperatura aumenta a viscosidade dos iogurtes. **CONCLUSÃO:** Foi possível concluir que uma amostra de iogurte feita com leite em pó, água e com a reconstituição realizada de acordo com a recomendação do fabricante possui características parecidas com a amostra preparada com 25% a menos de leite em pó, 1% de massa de amido de milho, 0,1% de goma xantana e que a amostra com amido e xantana tem custo cerca de 13% menor.

1. INTRODUÇÃO

O iogurte é um alimento rico em proteínas obtido a partir da fermentação do leite pasteurizado com adição de bactérias lácticas. O consumo traz diversos benefícios para a saúde humana (FERNANDES, 2014).

O consumo deste alimento tem aumentado devido à busca por uma alimentação mais saudável (SILVA e PANDOLFI, 2020). Atualmente, há grande facilidade para o preparo do produto de forma caseira pois há uma crescente oferta de receitas em redes sociais e plataformas de vídeos. Soma-se a estes fatos a praticidade para obtenção de ingredientes em diversas lojas virtuais, supermercados e lojas especializadas.

Industrialmente diversos ingredientes podem ser acrescidos ao iogurte com diversas finalidades (ROBERT, 2008). Neste projeto utilizaremos ingredientes como estabilizantes que tem como objetivo a redução da sinérese e espessantes que aumentam a viscosidade dos produtos. Alguns exemplos de ingredientes muito utilizados são goma xantana, goma guar, goma carragena, amido e carboximetilcelulose.

Existem vários tipos de iogurtes que podem variar de acordo com os ingredientes utilizados e os aspectos sensoriais finais dos produtos (ROBERT, 2008). Neste projeto avaliaremos algumas diferenças físicas existentes entre iogurtes caseiros preparados com diferentes ingredientes e métodos de produção com os iogurtes industrializados. As propriedades avaliadas serão umidade, sinérese e viscosidade. A umidade foi avaliada por meio de pesagem das amostras antes e depois de expostas a aquecimento no forno a 148°C, a comparação de

viscosidade foi realizada monitorando o tempo que 150 ml de cada amostra leva para passar por um funil e a sinérese pela massa de líquido filtrado em 04 horas comparada a massa antes da filtração.

O uso de ingredientes acessíveis no mercado será avaliado com a finalidade de aperfeiçoar preparações caseiras disponíveis nas redes sociais e plataformas de vídeo. Os ingredientes polvilho doce, amido de milho e goma xantana são facilmente encontrados e foram testados nas formulações. Também foram avaliadas combinações destes ingredientes em diferentes proporções.

As características de iogurtes industrializados foram utilizadas como referência e as preparações caseiras foram testadas em relação à umidade, sinérese e viscosidade, pois estas características são frequentemente associadas à qualidade sensorial dos produtos acabados.

2. OBJETIVO(S)

Comparar as formulações caseiras de iogurtes com adição de espessantes e estabilizantes facilmente disponíveis aos consumidores com os iogurtes industrializados em relação à umidade, sinérese e viscosidade.

Observar o efeito da goma xantana sobre a viscosidade, umidade e sinérese de iogurtes preparados de forma caseira.

Observar o efeito do amido de milho sobre a viscosidade, umidade e sinérese de iogurtes preparados de forma caseira.

Observar o efeito do polvilho doce sobre a viscosidade, umidade e sinérese de iogurtes preparados de forma caseira.

Comparar o custo do iogurte caseiro com o iogurte industrializado.

Comparar viscosidade de produtos comerciais em diferentes condições de temperatura.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram:

- Copos de vidro com massa de 146 g e volume de cerca de 220 ml.
- Copos de vidro com massa de 162 g e volume de cerca de 220 ml.
- Taças de vidro com massa de 196 g e volume de cerca de 210 ml.
- Copo de plástico para medidas com massa de 46 g e volume de cerca de 500 ml.
- Copo de plástico para medidas com massa de 92 g e volume de cerca de 500 ml.
- Caneca de metal com volume de cerca de 350 ml.
- Colheres de sopa.
- Colheres com volumes diversos.
- Panos de prato.
- Funil de plástico com volume de cerca de 200 ml e orifício inferior com cerca de 1 cm de diâmetro.
- Fôrmãs para empadas com massa de 9 g e volume de cerca de 50 ml.
- Filtros de papel.
- Balança de cozinha.
- Termômetro de cozinha.
- Geladeira com temperatura de 6,9°C.
- Fogão e forno a gás.
- Aparelho celular com cronômetro e câmera fotográfica;
- Leite em pó integral Italc com reconstituição sugerida de 2 colheres de sopa para 200 ml de água;



- logurte natural integral Nestlé composto apenas por leite pasteurizado integral e/ou leite reconstituído integral e fermento lácteo;
- logurte Fazenda Bela Vista composto por Leite integral, preparado de mel (açúcar, água, mel, aroma idêntico ao natural de mel, espessante goma xantana, corante artificial caramelo IV, acidulante ácido cítrico, conservante sorbato de potássio e espessante goma guar), leite em pó desnatado, fermento lácteo e estabilizante pectina;
- logurte Carrefour composto por leite parcialmente desnatado e/ou leite parcialmente desnatado reconstituído, açúcar, preparado de mel (água, amido modificado, mel, acidulante ácido cítrico, conservador sorbato de potássio, aroma sintético idêntico ao natural de mel e corante caramelo I), amido modificado, culturas lácteas e estabilizante gelatina;



- Amido de milho marca Maizena.



- Gelatina sem sabor marca Fleischmann.



- Polvilho doce marca Carrefour.



- Goma xantana.



- Água filtrada.

O método para preparação dos iogurtes foi selecionado preferencialmente utilizando uma receita caseira facilmente obtida em um vídeo na internet (<https://youtu.be/JfKWJsdzaaU>). As etapas para preparação da receita caseira utilizada foram as seguintes:

- Levar 02 litros de leite ao fogo;
- Retirar do fogo pouco antes de começar a ferver;
- Deixar esfriar até temperatura que permita inserir o dedo no leite e contar dez segundos sem sentir desconforto;

- Adicionar o iogurte ao leite. Para dois litros de leite é necessária uma embalagem de iogurte natural de 170 g;
- Misturar bem;
- Passar a mistura para um recipiente e tampá-lo;
- Envolver o recipiente em um pano;
- Deixar no forno desligado por 08 a 12 horas;
- Passar o iogurte para a geladeira.

Algumas adaptações foram realizadas com a finalidade de padronizar o preparo e os volumes de cada amostra. As etapas de preparação para este trabalho foram as seguintes:

1. Pesar a quantidade de leite em pó para a amostra que será analisada. Foi padronizado que cada colher de sopa é equivalente a 20 g de leite em pó;
2. Pesar a quantidade de ingrediente adicional para cada amostra;
3. Misturar o leite em pó com os ingredientes;
4. Medir o volume de água equivalente a amostra que será analisada;
5. Adicionar a água medida aos ingredientes;
6. Mexer até diluição total;
7. Levar a mistura até temperatura próxima de ferver;
8. Retirar do fogo;
9. Aguardar resfriar até 52°C;
10. Pesar 20 g do iogurte natural;
11. Misturar o iogurte pesado com a mistura resfriada;
12. Tampar o recipiente com o conteúdo;
13. Envolver o recipiente em um pano;
14. Ligar o forno por dois minutos na temperatura mínima que segundo o fabricante fica na faixa de 140 até 160°C, mas que segundo termômetro utilizado neste trabalho atingiu no máximo 102°C;
15. Colocar o recipiente por 08 a 12 horas no forno desligado;
16. Passar o recipiente para a geladeira até temperatura da geladeira, 6,9°C;

As composições das quatro primeiras amostras variaram em relação à massa de leite em pó e foram mantidas no forno por 15 horas:

Amostra	Tempo no forno	Reconstituição Leite	
		Leite em pó	Água
1	15 horas	30 g	150 ml
2	15 horas	23 g	150 ml
3	15 horas	15 g	150 ml
4	15 horas	8 g	150 ml

Para a comparação de viscosidade foram realizadas as seguintes etapas tanto para as amostras comerciais como para as preparadas de forma caseira:

17. Retirar amostra da geladeira;
18. Homogeneizar;
19. Aguardar atingir a temperatura de 20°C;
20. Passar 150 ml da amostra para o funil, bloqueando a passagem da amostra com o dedo;
21. Posicionar um copo embaixo do funil;
22. Remover o dedo do funil junto com o cronômetro do aparelho celular;
23. Registrar o tempo para que toda a amostra passe pelo funil.

Para a comparação de sinérese e umidade foram utilizadas massas definidas e a obtenção das amostras para estes testes foram obtidas da seguinte maneira:

24. Pesar 30 g da amostra passada pelo funil em uma fôrma para empada e tampá-la;
25. Pesar 100 g da amostra passada pelo funil em uma a taça e tampá-la;
26. Manter a fôrma para empada e o funil na geladeira até equilíbrio térmico.

Para o teste da sinérese foram seguidas as seguintes etapas tanto para as amostras comerciais como para as preparadas de forma caseira:

27. Posicionar um filtro de papel em um funil;
28. Posicionar o funil sobre um copo;
29. Colocar o conteúdo da taça no papel de filtro;
30. Manter o conjunto na geladeira por 04 horas;
31. Pesar o soro passado pelo filtro;
32. Realizar o seguinte cálculo:

$$S (\%) = m_{\text{facs}} - 92$$

Para o teste de umidade foram realizadas as seguintes etapas tanto para as amostras comerciais como para as preparadas de forma caseira:

33. Ligar o forno na segunda faixa de temperatura indicada pelo fabricante, 160 até 180°C;
34. Manter a fôrma de empada no forno ligado por 05 horas;
35. Pesar a fôrma de empada com a amostra seca;
36. Realizar o seguinte cálculo:

$$U (\%) = [20 - (m_{sfu} - 9)] \times 5$$

Para a comparação de viscosidades em diferentes temperaturas foram utilizadas as amostras dos iogurtes comerciais. As etapas foram as seguintes:

37. Manter os iogurtes na geladeira a 6,9°C;
38. Retirar da geladeira;
39. Aguardar a chegada a 10°C;
40. Repetir os passos 20, 21, 22 e 23;
41. Aguardar a chegada a 15°C;
42. Repetir os passos 20, 21, 22 e 23;
43. Aguardar a chegada a 20°C;
44. Repetir os passos 20, 21, 22 e 23;

Após a avaliação das primeiras quatro amostras, foram produzidas oito novas amostras, da seguinte maneira:

Amostra	Tempo no forno	Reconstituição Leite		Adicionais			
		Leite em pó	Água	Amido	Gelatina	Polvilho	Xantana
5	12 horas	8 g	150 ml	1 g			
6	12 horas	8 g	150 ml	2 g			
7	12 horas	8 g	150 ml		1 g		
8	12 horas	8 g	150 ml		2 g		
9	12 horas	8 g	150 ml			1 g	
10	12 horas	8 g	150 ml			2 g	
11	12 horas	8 g	150 ml				1 g
12	12 horas	8 g	150 ml				2 g

As linhas em vermelho indicam amostras que foram inviáveis para a continuação dos testes devido à perda das características intrínsecas ao iogurte, principalmente devido ao aspecto de viscosidade.

Após a avaliação das oito amostras foram feitas novas amostras combinando os ingredientes, da seguinte maneira:

Amostra	Tempo no forno	Reconstituição Leite		Adicionais		
		Leite em pó	Água	Amido	Gelatina	Xantana
13	12 horas	23 g	150 ml			
14	12 horas	23 g	150 ml	1 g		0,2 g
15	12 horas	23 g	150 ml	2 g		0,2 g
16	12 horas	23 g	150 ml		1 g	0,6 g

As linhas em vermelho indicam amostras que foram inviáveis para a continuação dos testes devido à perda das características intrínsecas ao iogurte, principalmente devido ao aspecto de viscosidade.

3.1. Estratégias de pesquisa

Com a finalidade de testar o método de produção de iogurte retirado de vídeos da internet, foram produzidas algumas amostras de iogurtes com diferentes leites e iogurte. Os iogurtes testados foram:

- Iogurte natural integral Nestlé composto apenas por leite pasteurizado integral e/ou leite reconstituído integral e fermento lácteo;
- Iogurte desnatado Nestlé composto por leite desnatado e fermento lácteo.

Os leites testados foram:

- Leite integral Piracanjuba com 3% de gordura (contém estabilizantes);
- Leite desnatado Piracanjuba (contém estabilizantes);
- Leite integral Ninho fortificado com vitaminas A, B, C, D e E (sem estabilizantes);
- Leite integral Fazenda Bela Vista (sem estabilizantes);
- Leite integral Xandô (sem estabilizantes);
- Leite em pó integral Italac com reconstituição sugerida de 2 colheres de sopa para 200 ml de água. Com este leite foram produzidas várias amostras com diferentes reconstituições, utilizando massas de leite em pó menores do que o recomendado pelo fabricante.

3.2. Critérios de inclusão

Foram selecionados ingredientes facilmente obtidos para uso doméstico, sendo alguns presentes em iogurtes comerciais e outros que não são utilizados

comercialmente. Após as primeiras análises, foram mantidos os ingredientes com características semelhantes às características dos iogurtes.



3.3. Critérios de exclusão

Após os testes iniciais, foram excluídos os ingredientes que atribuísem características que tornassem as amostras finais diferentes de iogurtes.



3.4. Coleta e análise dos dados

Todas as amostras viáveis foram testadas em relação à viscosidade, sinérese e umidade e os dados foram utilizados com o objetivo de comparar com amostras sem estabilizantes e espessantes.

3.5. Análise estatística

A amostra com massa menor de leite em pó e com estabilizantes e espessantes em sua composição foi comparada em relação ao custo com a amostra produzida apenas com leite em pó reconstituído e água que apresentou viscosidade, sinérese e umidade aproximadas.

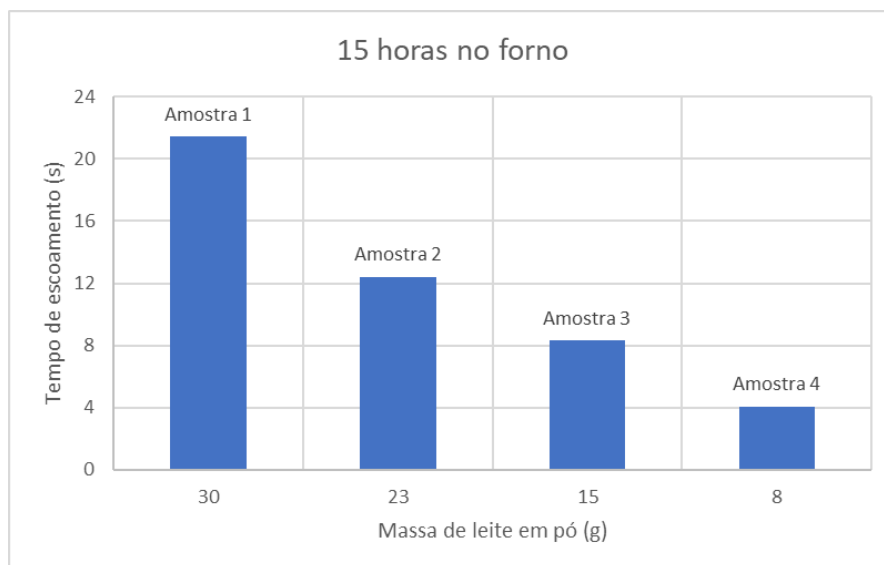
4. RESULTADOS

Abaixo temos a composição das amostras 1 a 4, a foto das quatro amostras e os resultados obtidos com estas amostras, produzidas com diferentes massas de leite em pó, água e iogurte natural e com 15 horas no forno:

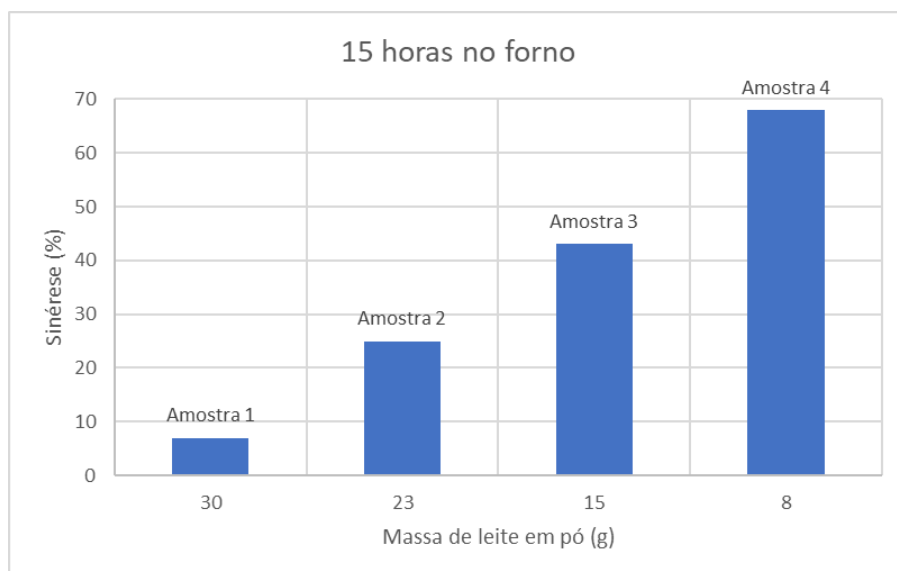
Amostra	Tempo no forno	Reconstituição Leite	
		Leite em pó	Água
1	15 horas	30 g	150 ml
2	15 horas	23 g	150 ml
3	15 horas	15 g	150 ml
4	15 horas	8 g	150 ml



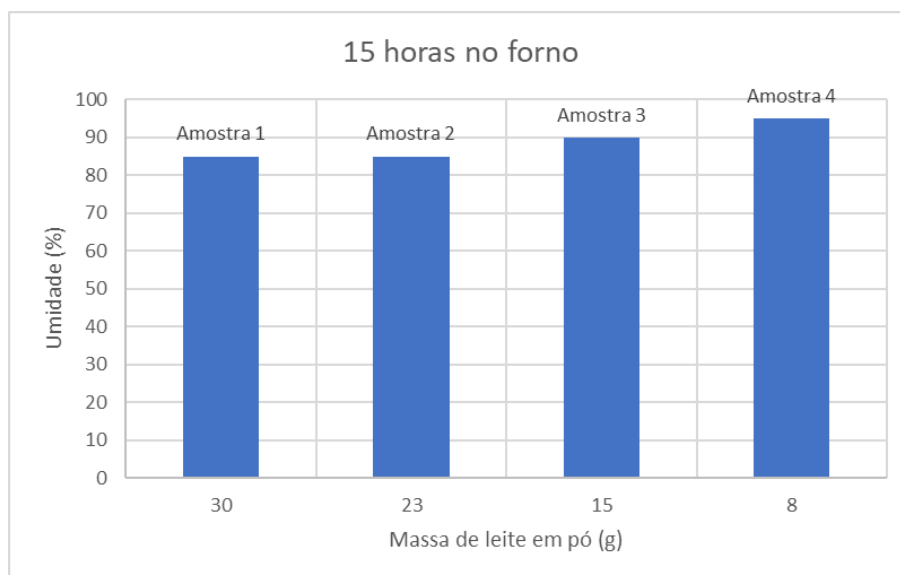
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Tempo de escoamento (s)
1	30	21,43
2	23	12,42
3	15	8,31
4	8	4,08



S (%) = mfacs - 92			
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Massa final (g)	Sinérese (%)
1	30	99	7
2	23	117	25
3	15	135	43
4	8	160	68



$U (\%) = [20 - (msfu - 9)] \times 5$			
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Massa final (g)	Umidade (%)
1	30	12	85
2	23	12	85
3	15	11	90
4	8	10	95

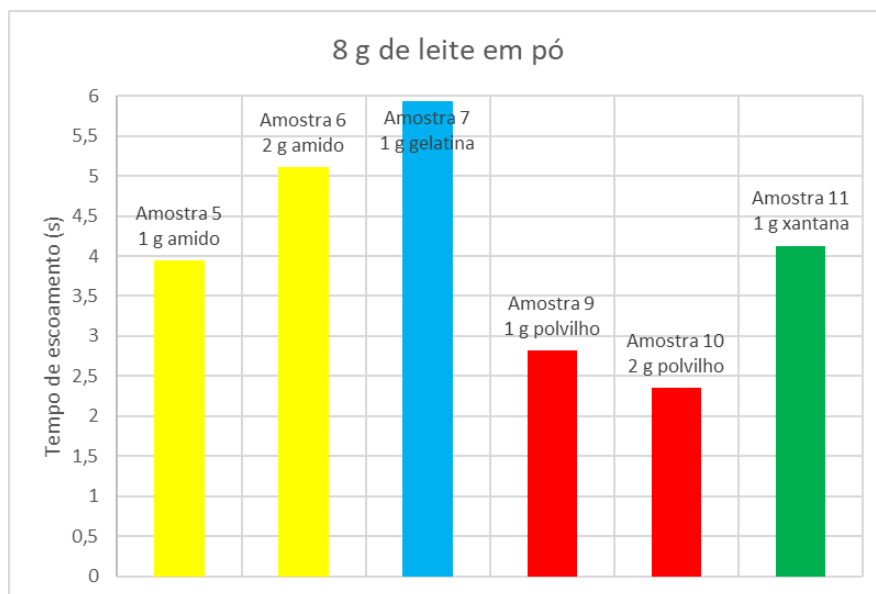


Abaixo temos a composição das amostras 5 a 12. A primeira foto se refere às amostras 5 a 8 e a segunda foto se refere às amostras 9 a 12 (embora estejam numeradas de 1 a 4) e os resultados obtidos com estas amostras, produzidas com 8 g de leite em pó, água, iogurte natural e apenas um ingrediente adicional podendo ser de amido de milho, gelatina, polvilho doce e goma xantana:

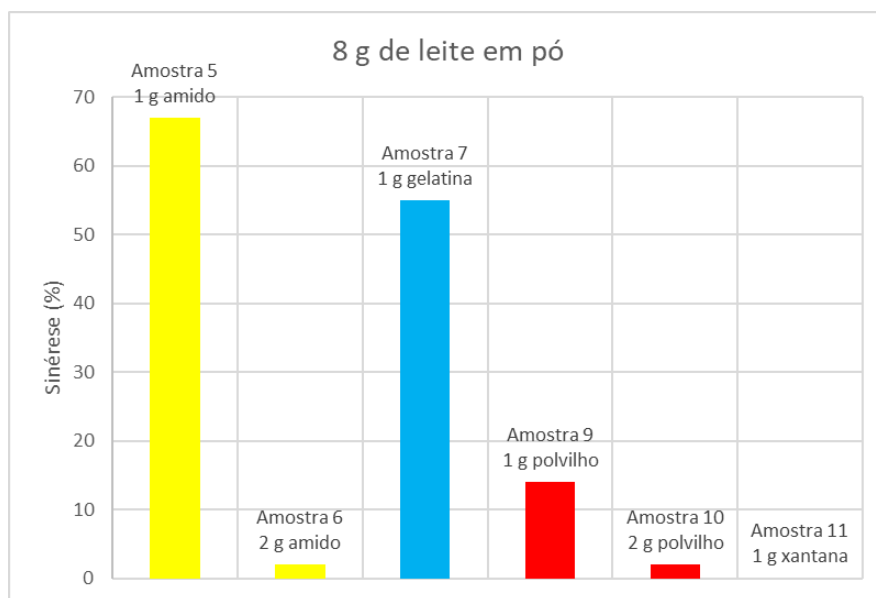
Amostra	Tempo no forno	Reconstituição Leite		Adicionais			
		Leite em pó	Água	Amido	Gelatina	Polvilho	Xantana
5	12 horas	8 g	150 ml	1 g			
6	12 horas	8 g	150 ml	2 g			
7	12 horas	8 g	150 ml		1 g		
8	12 horas	8 g	150 ml		2 g		
9	12 horas	8 g	150 ml			1 g	
10	12 horas	8 g	150 ml			2 g	
11	12 horas	8 g	150 ml				1 g
12	12 horas	8 g	150 ml				2 g



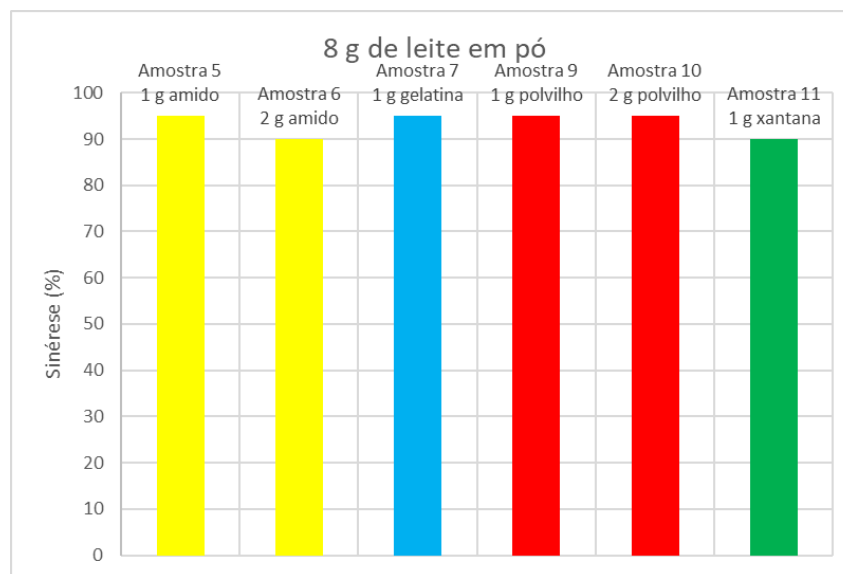
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Amido (g)	Gelatina (g)	Polvilho (g)	Xantana (g)	Tempo de escoamento (s)
5	8	1				3,95
6	8	2				5,11
7	8		1			5,93
9	8			1		2,82
10	8			2		2,35
11	8				1	4,13



S (%) = mfacs - 92							
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Amido (g)	Gelatina (g)	Polvilho (g)	Xantana (g)	Massa final (g)	Sinérese (%)
5	8	1				159	67
6	8	2				94	2
7	8		1			147	55
9	8			1		106	14
10	8			2		94	2
11	8				1	92	0



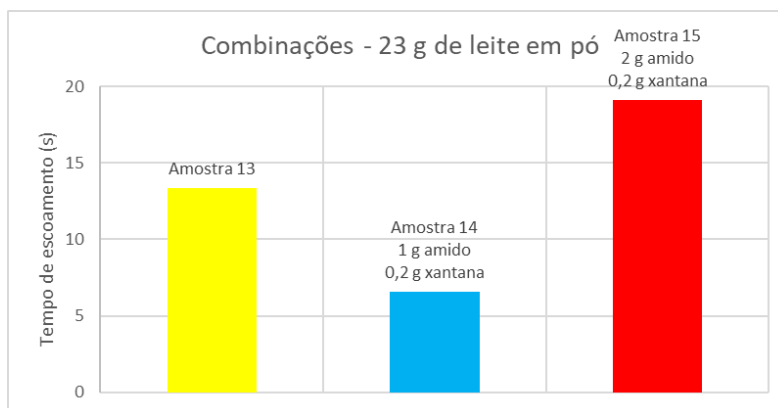
U (%) = [20 - (msfu - 9)] x 5							
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Amido (g)	Gelatina (g)	Polvilho (g)	Xantana (g)	Massa final (g)	Umidade (%)
5	8	1				10	95
6	8	2				11	90
7	8		1			10	95
9	8			1		10	95
10	8			2		10	95
11	8				1	11	90



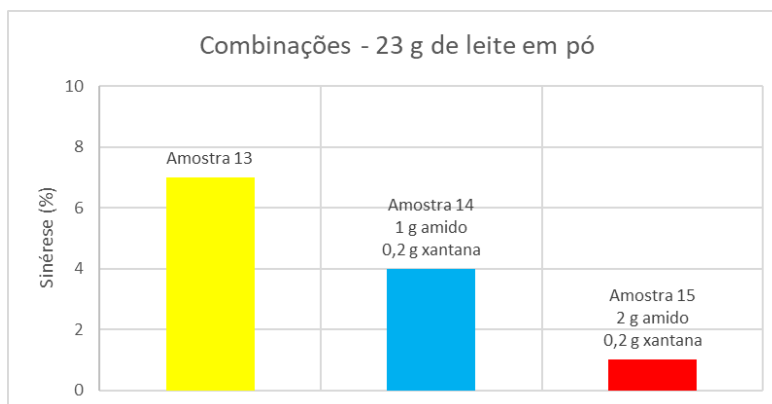
Abaixo temos a composição das amostras 13 a 16 e os resultados obtidos com estas amostras, produzidas com 23 g de leite em pó, água, iogurte natural e combinando ingredientes utilizados nas amostras anteriores:

Amostra	Tempo no forno	Reconstituição Leite		Adicionais		
		Leite em pó	Água	Amido	Gelatina	Xantana
13	12 horas	23 g	150 ml			
14	12 horas	23 g	150 ml	1 g		0,2 g
15	12 horas	23 g	150 ml	2 g		0,2 g
16	12 horas	23 g	150 ml		1 g	0,6 g

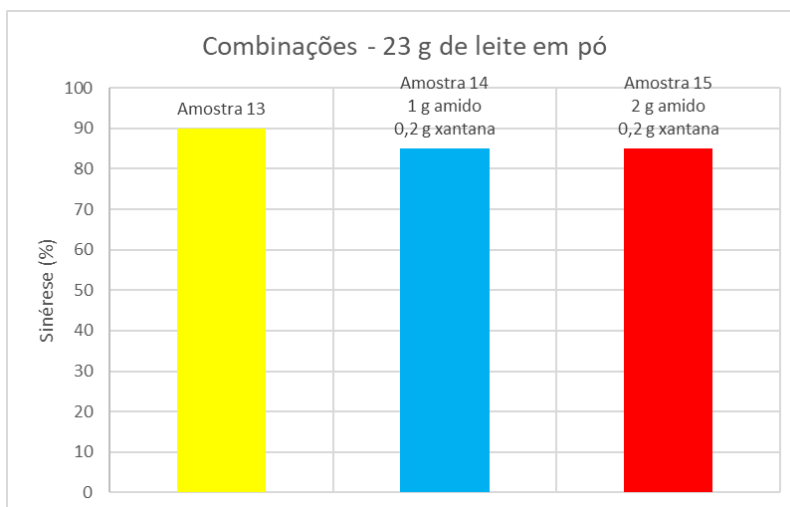
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Amido (g)	Xantana (g)	Tempo de escoamento (s)
13	23			13,35
14	23	1	0,2	6,55
15	23	2	0,2	19,1



S (%) = mfacs - 92					
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Amido (g)	Xantana (g)	Massa final (g)	Sinérese (%)
13	23			99	7
14	23	1	0,2	96	4
15	23	2	0,2	93	1

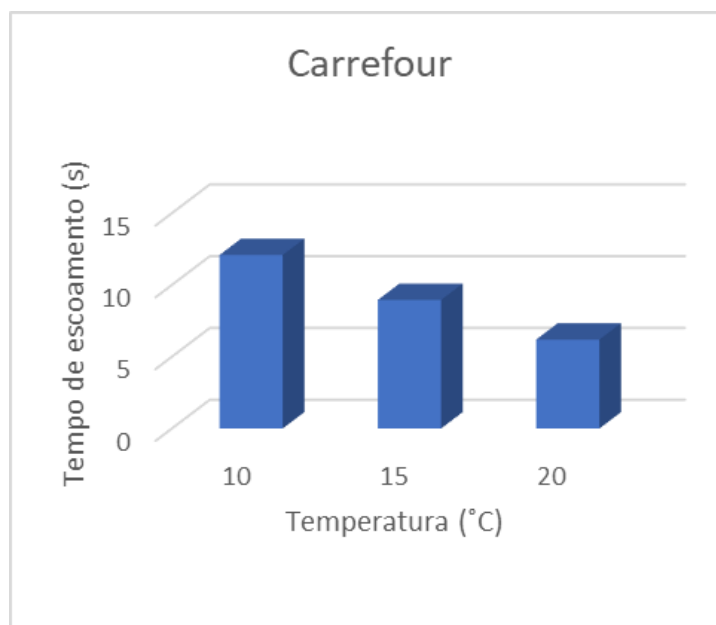


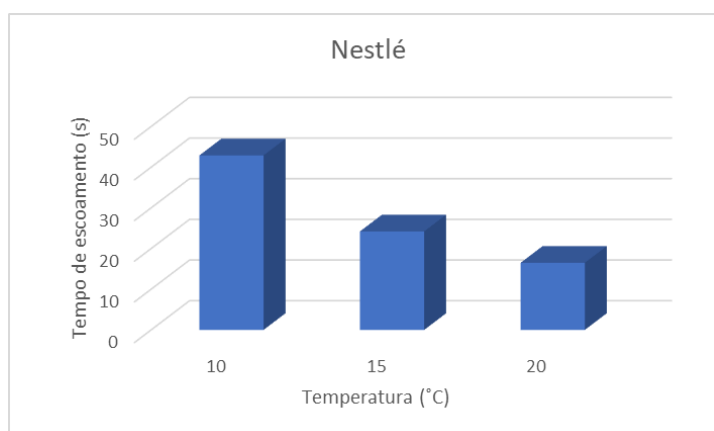
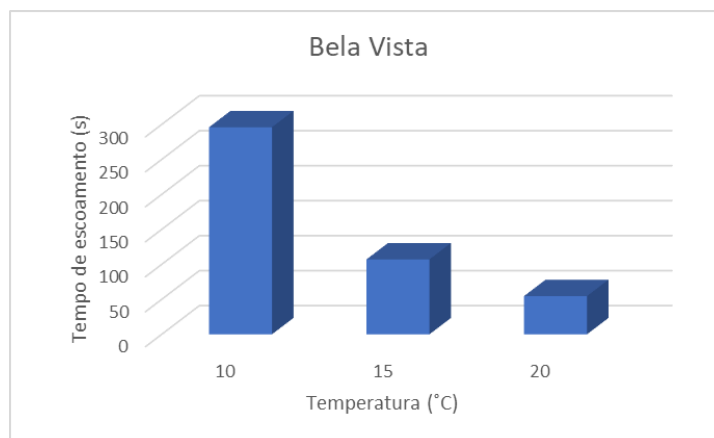
U (%) = [20 - (msfu - 9)] x 5					
Amostra	Massa de leite em pó (g)	Amido (g)	Xantana (g)	Massa final (g)	Umidade (%)
13	23			11	90
14	23	1	0,2	12	85
15	23	2	0,2	12	85



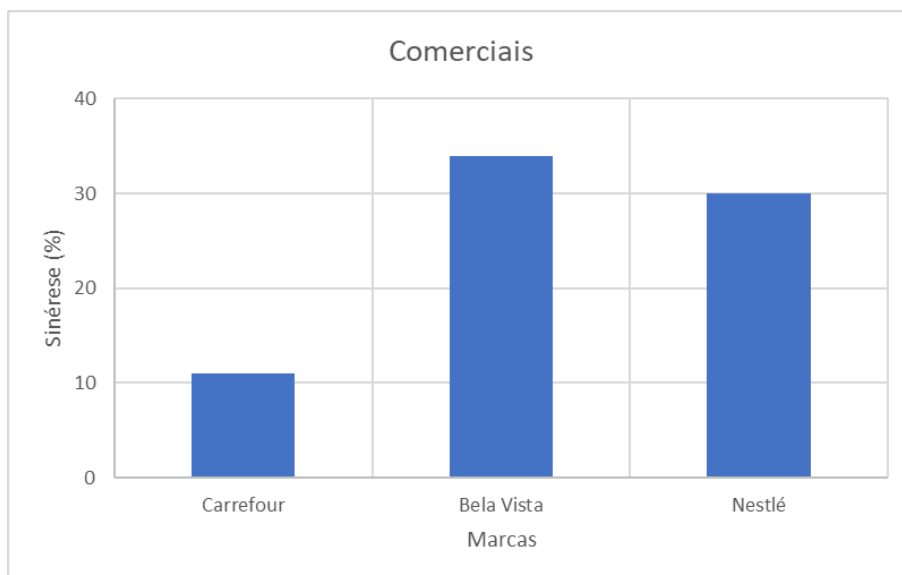
Os iogurtes comerciais foram testados com a finalidade de ter suas características utilizadas como referência e com o objetivo de comparar o efeito da temperatura sobre a viscosidade. Os resultados foram os seguintes:

Marcas	10	15	20
Carrefour	12,08	8,95	6,19
Bela Vista	295,95	107,08	54,56
Nestlé	42,89	24,21	16,49



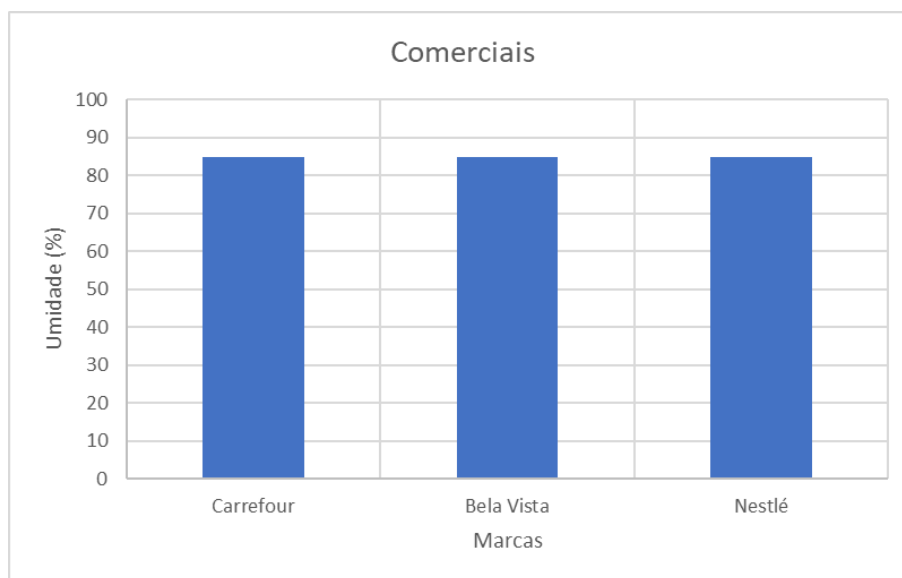


S (%) = mfacs - 92		
Marcas	Massa final (g)	Sinérese (%)
Carrefour	103	11
Bela Vista	126	34
Nestlé	122	30



$$U (\%) = [20 - (\text{msfu} - 9)] \times 5$$

Marcas	Massa final (g)	Umidade (%)
Carrefour	12	85
Bela Vista	12	85
Nestlé	12	85



5. DISCUSSÃO

O link do vídeo selecionado para ser a base do modo de preparo adaptado dos iogurtes é o seguinte:

<https://youtu.be/JfKWJsdzaaU>

Inicialmente foram produzidas amostras com diferentes leites e iogurtes com a finalidade de testar os ingredientes e o modo de preparo e para fazer as adaptações necessárias.

Durante a preparação do iogurte existem etapas importantes como o aquecimento que tem a finalidade de destruir microrganismos nocivos e aqueles que competem com os microrganismos que precisarão se desenvolver na fase de fermentação. A fase de fermentação também é fundamental para o preparo do iogurte. No momento da incubação o leite aquecido deve ser resfriado até cerca de 45°C, pois é a temperatura ideal para o desenvolvimento do microrganismo presente no iogurte (ROBERT, 2008). Neste trabalho as amostras foram resfriadas até 52°C, pois é a temperatura na qual é possível manter o dedo no leite por cerca de 10 segundos sem sentir desconforto, procedimento recomendado pelos vídeos na internet. Neste trabalho foi utilizado iogurte comercial na fase de inoculação, mas os microrganismos utilizados comercialmente são *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* em proporção igual (ROBERT, 2008). Outras bactérias também podem contribuir com a preparação do iogurte, como *Lactobacillus lactis* (ROBERT, 2008).

Durante o processo de fermentação o principal produto formado é o ácido láctico. Os vídeos da internet costumam recomendar a permanência dos iogurtes no forno por 08 a 12 horas. Neste trabalho algumas amostras foram mantidas por 15 horas no forno, mas não houve diferença. As amostras cujas únicas diferenças foram tempo no forno são 02 (15 horas) e 13 (12 horas).

O forno utilizado nos testes de umidade possui cinco faixas de temperatura com as seguintes temperaturas indicadas: faixa 1 (140 até 160°C), faixa 2 (160 até 180°C), faixa 3 (180 até 220°C), faixa 4 (220 até 250°C) e faixa 5 (250 até 280°C). A primeira faixa chegou à temperatura máxima de 102°C e a temperatura utilizada para o teste de umidade é de 105°C (ARAÚJO, 2006), por isso foi utilizada a segunda faixa de temperatura que se manteve em cerca de 148°C. A equação utilizada para o cálculo da umidade foi:

$$U (\%) = (m_{\text{iau}} - m_{\text{su}}) / m_{\text{iau}} \times 100$$

Como $m_{iau} = m_{afu} - m_{fu}$, a massa da fôrma de empada tem 9 g de massa, a massa inicial da amostra foi padronizada em 20 g e $m_{su} = m_{sfu} - m_{fu}$:

$$U (\%) = [20 - (m_{sfu} - 9)] / 20 \times 100$$

$$U (\%) = [20 - (m_{sfu} - 9)] \times 5$$



A balança adquirida para este trabalho não apresenta casas decimais, apenas números inteiros, o que torna as medidas pouco confiáveis. Uma das amostras precisou de pesagem com número decimal. Como alternativa, foi pesado 1 g e o volume foi dividido em cinco volumes iguais, considerando cada volume como 0,2 g.



O teste de sinérese seria feito a vácuo em temperatura de 4°C (REVERS, 2016), mas o teste foi realizado sem vácuo e na temperatura da geladeira disponível para o teste, 6,9°C.

A equação utilizada para o cálculo da sinérese foi:

$$S (\%) = m_{fas} / m_{ias} \times 100$$

Como $m_{fas} = m_{facs} - m_{cs}$ e $m_{ias} = m_{iacs} - m_{cs}$:

$$S (\%) = (m_{facs} - m_{cs}) / (m_{iacs} - m_{cs}) \times 100$$

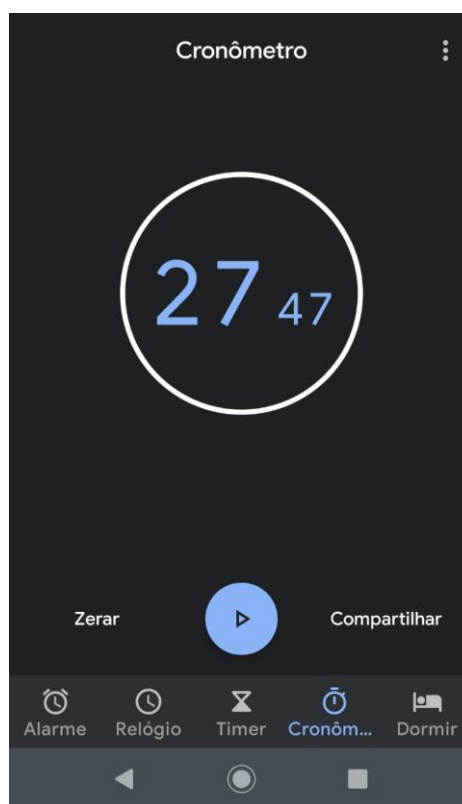
Como a massa do recipiente é 92 g e a massa inicial de amostra foi padronizada em 100 g:

$$S (\%) = (m_{facs} - 92) / (192 - 92) \times 100$$

$$S (\%) = m_{facs} - 92 / 100 \times 100$$

$$S (\%) = m_{facs} - 92$$

Para avaliar a diferença entre viscosidades, foi improvisado funil e utilizado aparelho celular para monitorar o tempo para que a amostra passe pelo funil.



Embora o projeto não previsse testes com gelatina, o ingrediente foi testado pois estava presente em uma das amostras comerciais. A gelatina contribuiu para aumentar a viscosidade da amostra, mas alterou pouco a sinérese. Os resultados

com as quantidades utilizadas atribuíram aspecto de gelatina às amostras, o que não é condizente com os aspectos sensoriais de um iogurte.

O polvilho doce aumentou a estabilidade das amostras, reduzindo a sinérese, mas não contribuiu com o aumento da viscosidade. As amostras com este ingrediente apresentaram resíduos visíveis, provavelmente devido à dificuldade de solubilidade do polissacarídeo, ou ainda, devido à formação de “grumos” devido ao inchaço momentâneo dos grânulos de amido.

A amostra com 2 g de goma xantana ficou inviável antes do aquecimento. A amostra com 1 g de goma xantana apresentou textura diferente de um iogurte. Esta amostra apresentou 0% de sinérese, mas não houve diferença significativa em relação à viscosidade.

As amostras com amido apresentaram características parecidas com os iogurtes. Amostras com 1 g de amido não tiveram a sinérese alterada e apresentaram viscosidade menor do que amostras sem amido. Amostras com 2 g de amido apresentaram aumento considerável da viscosidade e redução considerável da sinérese.

A comparação do custo (em reais) foi feita considerando as amostras 1 e 15 devido aos resultados comparáveis:

	Amostra 1	Amostra 15
Tempo de escoamento	21,43 s	19,1 s
Sinérese	7%	1%
Umidade	85%	85%
Valor por ingrediente		
Leite em pó	R\$ 0,90	R\$ 0,69
Iogurte natural	R\$ 0,22	R\$ 0,22
Amido de milho		R\$ 0,05
Goma xantana		R\$ 0,01
Custo por amostra	R\$ 1,12	R\$ 0,97

A amostra 15 tem custo aproximadamente 13% menor do que a amostra 1.

6. CONCLUSÃO(ÕES)

Embora todas as amostras e análises tenham sido realizadas de forma caseira, foi possível compará-las e concluir que há formulações viáveis sensorialmente e com custo menor do que as vendidas em mercados ou produzidas seguindo as

recomendações dos fabricantes em relação à reconstituição do leite em pó. Uma amostra de iogurte feita com leite em pó, água e com a reconstituição realizada de acordo com a recomendação do fabricante possui características parecidas com a amostra preparada com 25% a menos de leite em pó, 1% de massa de amido de milho e 0,1% de goma xantana. A amostra com amido e xantana tem custo cerca de 13% menor do que a amostra produzida com a reconstituição do leite em pó recomendada pelo fabricante e tem custo cerca de 50% menor do que a média dos três iogurtes comerciais comparados neste trabalho.

O custo 13% menor pode ser considerável se avaliarmos uma produção de grande volume e o custo 50% menor em relação aos produtos comerciais pode ter impacto importante na renda de famílias se avaliarmos que o salário mínimo no Brasil é de R\$ 1.100,00 desde 01/12/2021, segundo site do governo federal (2021).

A ideia inicial do trabalho era não ser extremamente técnico podendo ser entendido facilmente e que contribuísse com o cotidiano de quem se interessa por iogurtes. Na minha rotina passei a fazer iogurtes e as preparações são diferentes das testadas neste trabalho. Selecionei meu leite integral preferido, mas ao invés de aumentar a massa de água e adicionar espessantes e estabilizantes, adicionei cerca de 4% de massa do leite em pó às minhas preparações e embora não tenham sido testadas todas as características como feito com as outras amostras, o teste realizado do tempo de escoamento foi de 27,47 s, superior aos 21,43 s da amostra 1, preparada conforme recomendação do fabricante do leite em pó.

7. BIBLIOGRAFIA

1. MATHIAS, Thiago et al. Avaliação do comportamento reológico de diferentes iogurtes comerciais. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-67232013000100002&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 15/09/2020.
2. REVERS, Ligia M. et al. Obtenção e caracterização de iogurtes elaborados com leites de ovelha e de vaca. Rev. Ceres, Viçosa, v. 63, n.6, p. 747-753, novembro /dezembro, 2016.

3. ARAÚJO, Adriano A. S. et al. Determinação do teor de umidade e cinzas de amostras comerciais de guaraná utilizando métodos convencionais e análise térmica. Revista brasileira de ciências farmacêuticas. Vol. 42. Número 2. Páginas 269 a 277. Abril / Junho, 2006.
4. BROCK, Josiane et al. Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. Ciência e tecnologia de alimentos. Páginas 564 a 570. Julho / Setembro, 2008.
5. SCHMIDT, Helena; OLIVEIRA, Viviani R. Avaliação reológica e sensorial de espessantes domésticos em diferentes líquidos como alternativa na disfagia. Brazilian Journal of Technology. Vol. 18. Número 1. Páginas 42 a 48. Janeiro / Março, 2015.
6. ROBERT, Noely. Dossiê técnico fabricação de iogurtes - Julho, 2008.
7. FERNANDES, Poliana A. et al. Fatores que apontam a relevância do iogurte saboresado com inhame e poupa de umbu. Revista Faculdade Montes Belos (FMB), v. 7, nº 1, páginas 64 a 75, 2014.
8. SILVA, Isadora S. C.; PANDOLFI, Marcos A. C. Análise das principais tendências no mercado brasileiro de iogurtes. Disponível em: <file:///C:/Users/rltad/Downloads/899-Arquivo%20do%20artigo%20em%20formato%20DOCX-4233-1-10-20210326.pdf>. Acesso em 14/06/2021.
9. Novo salário mínimo 2021: veja como registrar o reajuste no eSocial Doméstico. Site do governo federal, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/esocial/pt-br/noticias/novo-salario-minimo-2021-veja-como-registrar-o-reajuste-no-esocial>. Acesso em: 17/06/2021.

8. ANEXOS

Os valores dos produtos da planilha abaixo foram coletados no mesmo dia para evitar a variação de preço ao longo do trabalho. A coluna (R\$ / g) foi configurada para calcular o valor do produto por unidade de massa, valor utilizado para o cálculo de custo de cada amostra:

Produto	Massa (g)	Preço (R\$)	R\$ / g
Leite em pó integral Italac	200	5,99	0,0300
logurte Fazenda Bela Vista	170	1,99	0,0117
logurte Carrefour	170	1,79	0,0105
logurte Nestlé dois ingredientes	170	1,89	0,0111
Maizena	200	4,59	0,0230
Gelatina Fleischman	24	5,99	0,2496
Polvilho doce Carrefour	500	6,29	0,0126
Goma Xantana	508	14,60	0,0287

A planilha abaixo mostra a composição das amostras testadas e o custo para a preparação de cada uma delas:

Amostra	Tempo no forno	Reconstituição Leite		Adicionais				Custo (R\$)
		Leite em pó	Água	Amido	Gelatina	Polvilho	Xantana	
1	15 horas	30 g	150 ml					1,12
2	15 horas	23 g	150 ml					0,91
3	15 horas	15 g	150 ml					0,67
4	15 horas	8 g	150 ml					0,46
5	12 horas	8 g	150 ml	1 g				0,48
6	12 horas	8 g	150 ml	2 g				0,51
7	12 horas	8 g	150 ml		1 g			0,71
8	12 horas	8 g	150 ml		2 g			
9	12 horas	8 g	150 ml			1 g		0,47
10	12 horas	8 g	150 ml			2 g		0,49
11	12 horas	8 g	150 ml				1 g	0,49
12	12 horas	8 g	150 ml				2 g	
13	12 horas	23 g	150 ml					0,91
14	12 horas	23 g	150 ml	1 g			0,2 g	0,94
15	12 horas	23 g	150 ml	2 g			0,2 g	0,97
16	12 horas	23 g	150 ml		1 g		0,6 g	
Carrefour								1,79
Bela Vista								1,99
Nestlé								1,89

Paul Luiz Sadei

18/06/2021

Data e assinatura do aluno(a)

AA

17/06/2021

Data e assinatura do orientador(a)