



**MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Material Textual / Livro Paradidático

**APRENDENDO QUÍMICA COM SABOR – BIOQUÍMICA DO DOCE DE
LEITE E DO QUEIJO – TEMAS GERADORES PARA O ENSINO DE
QUÍMICA**

**PAULO HENRIQUE DE SOUZA
DR. JOÃO ROBERTO RESENDE FERREIRA**

2020



APRENDENDO QUÍMICA COM SABOR

BIOQUÍMICA DO DOCE DE LEITE E DO QUEIJO

TEMAS GERADORES PARA O ENSINO DE QUÍMICA



*PPEC - Mestrado Profissional em Ensino de
Ciências - UEG - Câmpus Henrique Santillo -
Anápolis, Goiás*

**PAULO HENRIQUE DE SOUZA
JOÃO ROBERTO RESENDE FERREIRA**



Aprendendo Química com Sabor

Bioquímica do Doce de Leite e do Queijo

Temas geradores para o Ensino de Química

**PPEC - Mestrado Profissional em Ensino de
Ciências** - UEG - Câmpus Henrique Santillo - Anápolis,
Goiás

Paulo Henrique de Souza
João Roberto Resende Ferreira

Universidade Estadual de Goiás
Anápolis, Goiás, Agosto/2020

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DD467a De Souza, Paulo Henrique
Aprendendo Química com Sabor - Bioquímica do Doce de Leite e do Queijo -
Temas Geradores para o Ensino de Química / Paulo Henrique De Souza;
orientador João Roberto Resende Ferreira. -- Anápolis, 2020.
128 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em
Ensino de Ciências) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade
Estadual de Goiás, 2020.

1. Química/Bioquímica. 2. Ensino de Química. 3. Temas geradores. 4. Doces
de leite e Queijos. 5. Momentos Pedagógicos. I. Ferreira, João Roberto
Resende, orient. II. Título.

Bioquímica do Doce de Leite e do Queijo

Paulo Henrique de Souza
João Roberto Resende Ferreira

Caro leitor,

Tudo que envolve boa qualidade pode ser comparado ao queijo, para adquirir boa apreciação, exige um bom período de maturação, ou seja, envolve amadurecimento e demanda tempo. Já dizia o jargão: “é o tempo que cura o queijo”. De fato, o tempo é muito precioso e, é um dos bens mais sublimes para os indivíduos humanos, em outras palavras, não temos uma vida longa para ser vivida em sua totalidade. Não temos tempo a perder. Não queremos que venha perder seu tempo lendo este trabalho árduo, sem nenhuma contribuição. Propusemos assim com uma pesquisa relativamente robusta, integrar o conhecimento de Química e a produção de queijos e doces de leite.

Este trabalho resulta de uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, qual utilizou-se da temática da bioquímica presente no doce de leite e no queijo, para o ensino de Química e fora desenvolvida no âmbito do PPEC-UEG (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências - Universidade Estadual de Goiás- Campus Henrique Santillo - Anápolis - GO). Objetivou integrar o conhecimento de bioquímica promovido pelo currículo vigente e as práticas cotidianas da fabricação do doce de leite e queijo. Este material serve para aqueles professores e alunos que buscam uma educação emancipadora, capaz de transformar o ensino, que muitas vezes serve apenas para a estagnação social e alienação, como abordaremos mais adiante.

Recomendamos ao leitor e a leitora que não fique preso/presa à escola, não espere ações particulares de professores,

coordenadores, diretores para se realizar o que se é proposto neste livro. Seja audacioso/audaciosa, especialmente se quiser adquirir conhecimento sobre a temática, não espere “cair dos céus” a boa vontade de outros para consolidar currículos que privilegiam um ensino como este. Sejam ousados e ousadas! Todos os procedimentos deste livro podem ser feitos em casa, na parte de experimentos com materiais do cotidiano.

Há neste pequeno guia uma mistura de várias metodologias para o ensino: aula experimental, lúdica, pesquisa com projetos, vídeos... Buscando sempre com a reflexão, a prática e o conflito positivo, repensar os valores impregnados no currículo oculto de cada unidade escolar.

Assim te desejamos uma boa leitura e um bom aprendizado!

SUMÁRIO

Introdução	9
Capítulo I	11
A Bioquímica do Leite.....	11
Biossíntese do Leite	13
Os constituintes do leite	18
A Agricultura Familiar.....	24
Experimentos com Leite	25
Ensaio 1 - Gorduras do leite: por que o leite derrama quando ferve?.....	26
Ensaio 2 - O leite tem água?	32
Verificando osmose e água no leite	34
Ensaio 3 - As proteínas do leite: caseínas	38
Extração da caseína em laboratório	39
Ensaio 4 - Cola de Caseína	43
Ensaio 5 - Influências na coagulação do Leite.....	46
Ensaio 6 - Verificando a formação do ácido láctico	50
Ensaio 7 - Leite adulterado e seus perigos biológicos	55
Atividade lúdica 1 - Dimensão espacial de compostos bioquímicos do leite.....	61
Atividade lúdica 2 - Estudando Isomeria óptica pelo ácido láctico.....	65
Capítulo II.....	67
O queijo.....	67
Introdução	70
Momentos pedagógicos: fabricação de queijo	72
Processo artesanal de fabricação do queijo.....	75

Propriedades Químicas e Métodos de Separação de Misturas.....	78
Momentos Pedagógicos: Fazendo Requeijão Caseiro	84
Processo artesanal de fabricação do requeijão caseiro.....	86
Momentos Pedagógicos - Conhecendo os defeitos dos queijos.....	90
Capítulo III.....	99
O Doce de Leite	99
Aula 1 - Conhecendo carboidratos.....	101
Aula 2 - Dimensão espacial das reações de ciclização dos carboidratos ...	105
Aula 3 - Fórmulas dos compostos.....	108
Momentos Pedagógicos - Fazendo doce de leite	110
Processo artesanal de fabricação do doce de leite.....	115
Conhecendo as Reações de Maillard	117
Conclusão.....	121

Introdução

Para se promover a reflexão, criticidade, transformação social e científica, é importante, como afirma os documentos nacionais para o ensino de Química, mencionar a contextualização, interdisciplinaridade, História da Ciência, experimentação, e acrescentamos aqui o *conflito positivo*, termo que pedimos emprestado de Michael Apple (2006) a fim de consolidar novos valores úteis.

Trabalhar novas formas de abordagem para o ensino aprendizagem é complexo, pois, o ser humano também o é. Se tona para o professor tarefa desafiadora, diante de tantas intempéries educativas: espaço adequado, ausência de laboratórios, materiais didáticos básicos, dificuldades de aprendizagem, tempos escasso, rotina exaustiva e excesso de conteúdo.

É praticamente impossível falar de queijos e doce de leite sem antes conhecer as propriedades do leite. Neste primeiro módulo buscamos contextualizar o leite, sua importância, principais características, estruturas bioquímicas presentes e experimentos práticos para observação. Buscou-se compreender também as relações sociais que tal produto gera nas concepções estruturais da sociedade.

Em um segundo módulo é levantado a questão do queijo minas frescal, seu processo de fabricação e questões bioquímicas envolvidas. Usamos de uma metodologia adaptada de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) para o Ensino de Ciências com temáticas como estas. No último Módulo, findamos com a temática do doce de leite e com destaque para as reações de Maillard, valorizando a agricultura familiar em sala, ou em outros espaços educativos não formais.

Neste sentido, mesmo o trabalho no campo sendo por vezes desmerecido em sala de aula, sinônimo de preconceito, pouco conhecimento (ignorância)... Tem-se o conhecimento histórico e cultural que o Brasil hoje como conhecemos, se desenvolveu

devido a produtos advindos do campo como o leite, a cana-de-açúcar, o café e entre outros... Tanto que em um período histórico a política recebeu o nome de “café-com-leite”, indicando a suma importância deste produto econômico para a sociedade. Porém, estes produtos mencionados apesar de desconhecidos pelos nativos desta terra, demonstraram particularmente serem muito importantes e facilmente absorvidos por estes.

LEITE

A bioquímica presente no leite

APRENDENDO QUÍMICA COM SABOR



Capítulo I

A Bioquímica do Leite

A Bioquímica é a parte da Ciência que estuda as estruturas moleculares da vida, seus mecanismos e formas de existência. Muito ainda deve-se conhecer sobre esta ciência, mas, por vezes é pouco estudada no Ensino Médio, especialmente na rede pública, infere-se esta conjectura a partir do vasto conteúdo e do pouco tempo dado pelo currículo a este conhecimento.

Objetivos

1. *A partir das características físico-químicas do leite problematizar conceitos científicos importantes como: a solubilidade das gorduras, a porcentagem de água no leite, solubilidade das caseínas e principais açúcares do leite, a exemplo, a lactose dissacarídeo formado por glicose e galactose.*
2. *Compreender no que diz respeito a biossíntese do leite as principais estruturas celulares e suas funções nas células epiteliais secretoras, bem como, entender a atuação de hormônios como a ocitocina nas glândulas mamárias dos mamíferos.*
3. *Assimilar pela prática de experimentação os principais fatores que favorecem o “aumento” do leite durante a fervura, do dissabor provocado após seu congelamento e sua necessária pasteurização para a saúde humana.*
4. *Consolidar a partir de uma prática reflexiva a importância do leite como produto de subsistência para as famílias oriundas da agricultura familiar, elencando as formas modernas de nutrição animal em detrimento das formas tradicionais de manejo e pastagens dos pequenos produtores de leite.*

-
5. *Elencar a história do leite e por meio de dados municipais verificar sua importância para a economia local, como matéria prima geradora de renda, segurança alimentar e fonte de proteínas.*

Conhecimento

Química

Métodos de separação de misturas, isomeria, cadeias carbônicas, escala de pH, acidez e basicidade, sais anidros e sais hidratados, osmose, micelas, solubilidade e reações químicas.

Biologia:

Pasteurização, biossíntese do leite, estruturas celulares, microbiota, cultivo indicador, relações ecológicas (competição) e antibióticos, biogênese e abiogênese.

Bioquímica:

Proteínas, carboidratos, lipídios e reações vinculadas.

Tema Gerador: Leite

Agricultura familiar - Biossíntese do leite - Carboidratos - Célula animal - Estruturas celulares - Forças intermoleculares - História do leite - Lipídeos - Proteínas - Sais minerais - Segurança alimentar - Sistema digestório.

Biossíntese do Leite

O leite é um produto de coloração branca derivado das glândulas mamárias dos mamíferos e com uma variedade interessante de substâncias. Basicamente por serem mamíferos, todos os seres humanos ao menos alguma vez em suas vidas, devem ter ingerido o leite.

É um alimento muito nutritivo - se não for o mais - sendo que o tempo de amamentação de alguns dos filhotes do grupo dos mamíferos, aponta diretamente este fator escultento¹, chegando assim, alguns mamíferos a mais de anos de amamentação.

Quimicamente uma grande quantidade de compostos está presente no leite, desde as proteínas, embora não sejam as maiores, mas tem tamanho considerável e até os quase insignificantes, mas, não menos importantes sais minerais.

A presença de carboidratos os conhecidos açúcares e dos lipídeos que são as gorduras do leite, ambos de grande importância para suas características de propriedades físico-químicas, também são significativas, especialmente no sabor. Junto a estes compostos estão os seus isômeros².

A domesticação dos animais proporcionou o aproveitamento amplo destes nutrientes para a vida humana. Historicamente, os crescentes férteis dos rios Tigre e Eufrates na Mesopotâmia devem ter testemunhado tal façanha. Estima-se que nesta região, a 8.000 a. C se começou às práticas rudimentares de conservação do leite com o processamento primitivo de queijos. Esses processos

1- SWAISGOOD, Harold E. *Características do Leite*. In: FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. *Química de alimentos de Fennema*. Tradução: Adriano Brandelli...[et al.]. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 689-715. ISBN: 978-85-363-2248-3.

2 - **Isômeros:** são compostos químicos que apresentam a mesma fórmula molecular, entretanto suas propriedades físico-químicas se diferem drasticamente chegando, por exemplo, um ser de uso econômico e outro extremamente tóxico, carcinogênico, como são o caso das dioxinas, presentes nos xampus, entre elas uma carcinogênica. A indústria modifica seus processos para evitar, ou produzir em menor escala, certos isômeros. Caso se assemelha na indústria alimentícia como o caso das carcinogênicas nitrosaminas, sintetizadas por bactérias, em queijos em que há a adição de nitritos e nitratos para conter agentes patogênicos (PERRY, 2004).

podem ser encontrados também em outras regiões descritas, por exemplo, nos escritos sânscritos dos sumérios a 4000 a. C, nos babilônios a 2000 a. C, hieróglifos egípcios a 1500 a. C, no antigo testamento judaico-cristão a 1520 a. C³.

Os indígenas brasileiros com certeza tiveram surpresa ao verem vacas sendo ordenhadas e o uso do leite para o consumo humano. Para os Europeus, em contrapartida, devem ter sido surpresa também o desconhecimento deste produto pelos indígenas brasileiros⁴. Sem considerar o grande e promissor charco⁵ que teve sua importância reconhecida na pecuária brasileira, especialmente com seus imensos campos.

As moléculas nutritivas do leite modificaram o mundo como conhecemos, e assim, regiões devem seu grande desenvolvimento a este produto lácteo. Hoje novos mecanismos foram desenvolvidos, como a produção do leite em pó, que facilita a estocagem, durabilidade e transporte.

O leite é uma mistura muito complexa, chega-se a mais de cem mil constituintes distintos, se formos pensar o quão vasto seus mecanismos, que ainda por alguns pesquisadores mais experientes lhes são desconhecidos. A exemplo, no leite de vaca uma simples mudança de alimentação do animal se modifica também alguns teores e constituintes básicos do leite, especialmente gorduras. O que se sabe na ciência, é que ainda muitas coisas carecem de melhor compreensão, nestas estão as complexas misturas, mecanismos e propriedades que formam o leite. Vejamos a seguir um pouco mais do assunto.

Quimicamente o leite é considerado uma *emulsão de gorduras*, uma vez que consiste na ocorrência de compostos líquidos (água e lipídios) que não se misturam, sendo assim considerado uma

3 - ORDÓÑEZ, Juan A. et al. *Tecnologia de alimentos - Alimentos de Origem animal*. Porto Alegre: Artmed, v. 2, p. 85-103 2005. ISBN 85-363-0431-6.

4 - ORNELLAS, Lieselotte Hoeschl. *Alimentação através dos tempos*. In: *Alimentação através dos tempos*. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 307p. 2000.

5 - *Região do sul do Brasil*.

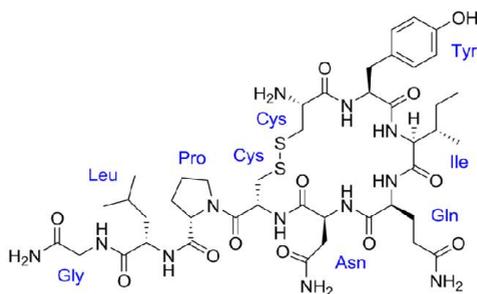
dispersão coloidal, em que a água é o *dispergente*, pois está em maior quantidade, e em menor, as gorduras chamadas neste caso de disperso. Esta mistura entre líquidos imiscíveis é estabilizada por uma *dispersão coloidal* de proteínas, especialmente as caseínas, que veremos em mais detalhes a frente, todas em meio a uma *solução aquosa* de sais, vitaminas, peptídeos e outras partículas totalizando um pH entre 6,5 e 6,7⁶.

Com relação aos sais minerais presentes no leite, estes estão dissolvidos na água que corresponde a até 86% do leite, ou acoplado em proteínas como as caseínas as quais se tornam solúveis pela presença destes sais em pH adequado. Os sais mais comuns do leite são os íons cálcio (Ca), fósforo (P), zinco (Zn) e cobre (Cu).

O mecanismo biológico para sua produção é muito interessante, e envolve uma complexidade de estruturas e moléculas que regulam desde sua produção e mecanismos até participar ativamente de sua composição.

Um hormônio importante nesse processo é a oxitocina (Figura 1), produzida na hipófise e liberada na corrente sanguínea, em sua estrutura podemos perceber inúmeros aminoácidos ligados entre si por ligações denominadas *peptídicas*.

Figura 1: Molécula da oxitocina.

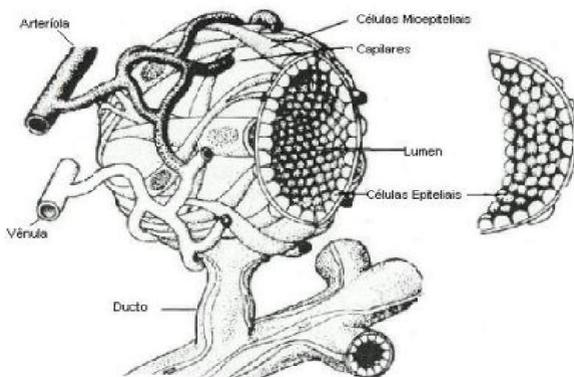


6 - GONÇALVES, Jaylei Monteiro et al. Determinação qualitativa dos íons cálcio e ferro em leite enriquecido. *Química Nova na Escola*, n. 14, p. 43-45, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a10.pdf>. Acesso em Março de 2020.

Fonte: Domínio público.

Sua presença ante aos alvéolos mamários (Figura 2) os fazem contrair liberando o leite armazenado nos ductos advindos do lúmen. O lúmen é um espaço formado de um grande conjunto de células epiteliais secretoras, e serve para armazenar o leite produzido nessas últimas estruturas⁷.

Figura 2: Alvéolo Mamário.



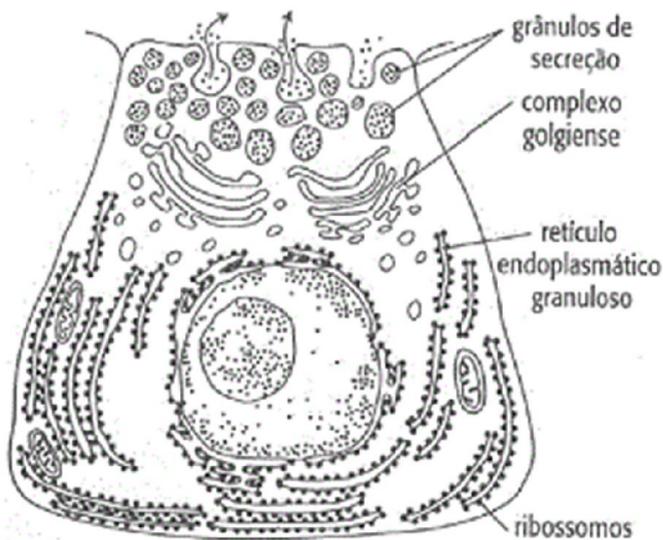
Fonte: Domínio público⁸.

⁷ - SWAISGOOD, Harold E. *Características do Leite*. In: FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. *Química de alimentos de Fennema*. Tradução: Adriano Brandelli...[et al.]. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 689-715. ISBN: 978-85-363-2248-3.

⁸ Disponível em: <https://3rlab.wordpress.com/2016/10/03/frequencia-de-ordenha-e-producao-de-leite-em-vacas-leiteiras-parte-1/>. Acesso em Março de 2020.

Nas células epiteliais secretoras (Figura 3) há um conjunto de organelas; mitocôndrias, retículos endoplasmáticos, complexo de golgiense, vesículas secretoras, ribossomos e entre outras, responsáveis por mecanismos bioquímicos importantes na produção deste produto. Como já mencionado, assim sendo, o leite é composto por uma diversidade de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, cinzas e sais minerais, estes, serão produzidos e selecionados nestas estruturas. Sendo cada parte responsável por produzir um ou mais destes componentes.

Figura 3: Célula epitelial secretora de um mamífero



Fonte: Domínio público.

Na célula (figura 3) há o retículo endoplasmático granuloso, que sintetiza boa parte dos componentes básicos do leite, sendo suprido constantemente com energia advinda das mitocôndrias, organelas fundamentais para a respiração celular e produção de energia nos seres vivos eucariontes animal e vegetal. O retículo endoplasmático rugoso possui ribossomos aderidos em suas estruturas e que sintetizam proteínas. Outra organela visível é o complexo golgiense responsável pela síntese e armazenamento de

substâncias onde as micelas de caseínas aparecem pela primeira vez⁹.

Desse modo os componentes do leite são produzidos nas organelas celulares como o complexo de golgiense e, é armazenado e liberado por vesículas membranosas e expulso das células epiteliais secretoras (Figura 3). Ocorre todo um movimento, a partir disso o leite já produzido é armazenado no lúmen, expelido pela contração do alvéolo mamário, via ação hormônio ocitocina e lançado aos ductos e posteriormente no úbere¹⁰.

O úbere é formado por vários alvéolos mamários, que possuem todas estas estruturas citadas acima, não sendo difícil imaginar a complexidade do mecanismo de formação do leite. Vários fatores influenciam diretamente na formação do leite: tipo de animal, raça, idade, alimentação, dieta rica em lipídeos, proteínas entre outros. Hoje já se há centros de pesquisas que se dedicam em meios de melhorar o processamento e a produção do leite.

Os constituintes do leite

Quem nunca deixou o leite derramar? Ou ainda, não “chorou sobre o leite derramado”? São frases de conotação popular que remetem a sentimentos pessoais, mas, que vão diretamente às características do leite.

Em sua infinidade de moléculas umas merecem destaque mais que outras por darem traços únicos. Uma delas é a nossa conhecida água, muito abundante e chegando a totalidade de 86%

⁹ SWAISGOOD, Harold E. *Características do Leite*. In.: FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. *Química de alimentos de Fennema. Tradução: Adriano Brandelli...[et al.]*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 689-715. ISBN: 978-85-363-2248-3.

¹⁰ SWAISGOOD, Harold E. *Características do Leite*. In.: FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. *Química de alimentos de Fennema. Tradução: Adriano Brandelli...[et al.]*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 689-715. ISBN: 978-85-363-2248-3.

do leite e juntamente com as gorduras são responsáveis pelo derramamento do leite durante a fervura.

É constituído por uma diversidade de compostos, alguns solúveis outros insolúveis. No quadro abaixo, alguns dos constituintes do leite e suas características.

Quadro 1 – Os constituintes do leite

ÁGUA – Sendo o componente em maior do leite chega a 86%, nela estão dissolvidos dos compostos solúveis e misturados compostos não solúveis como as gorduras do leite. Justifica assim, a necessidade da ingestão de grandes quantidades de água pelo gado leiteiro.

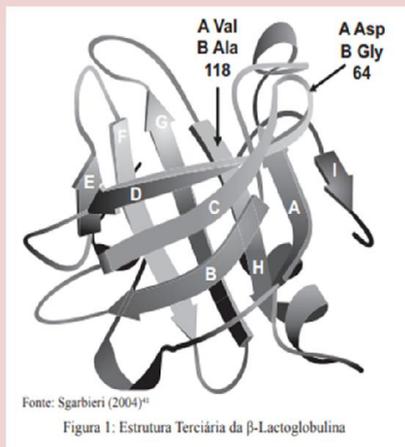
GORDURAS – Sendo as partículas com maior volume espacial do leite. Em relação aos lipídeos do leite, estão em sua maioria na forma de tiacilglicerol de 96% a 98%, conhecidos também como triglicerídeos¹¹, ou seja, lipídeos formados por três ácidos graxos, constituídos de ao menos um agrupamento ácido carboxílico (-COOH). As gorduras são insolúveis à água. Também servem como fonte de energia pela quantidade elevada de vitaminas A e D que possuem.

SAIS MINERAIS - São solúveis e se apresentam totalmente dissolvidos na água presente no leite, com predomínio de alguns principais como o cálcio.

PROTEÍNAS – Sendo os compostos orgânicos mais comuns das células, as proteínas são formadas a partir da reação de polimerização e condensação dos aminoácidos, grupos químicos que possuem basicamente em sua estrutura elementos químicos como carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio. As caseínas formam cerca de 80% das proteínas do leite. Há

¹¹ Ver formação dos ácidos graxos e triglicerídeos In.: *Atividade lúdica 1 - Dimensão espacial de compostos bioquímicos do leite.*

também as proteínas do soro, como as lacto-albuminas e albumina sérica.



Fonte: (DIAS, LOBATO, VERRUMA-BERNARDI; 2009)¹²

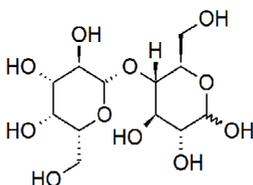
CARBOIDRATOS – conhecidos como açúcares são no leite representado pela lactose (Figura 4), um dissacarídeo solúvel, unido por galactose e frutose. A lactose é solúvel em água, insolúvel em álcool e éter. Sendo de coloração branca e cristalina apresentando-se em pó. É fundamental nas reações de Maillard do doce de leite, como veremos à frente.

Fonte: (SILVA; LOYOLA, 2016 - Adaptado¹³)

¹² DIAS, Sabrina da Silva; LOBATO, Verônica y VERRUMA-BERNARDI, Marta Regina. Metodologias para identificar adulteração em queijos produzidos com leite de diferentes espécies de animais. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)* [online]. 2009, vol.68, n.3, pp. 327-333. ISSN 0073-9855.

¹³ SILVA, Renata Cristina Zital da, LOYOLA, Wagner. *Composição química e práticas experimentais com leite*. In: Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE 2016. Cadernos PDE – Versão Online, 2016. ISBN: 978-85-8015-093-3.

Figura 4: Molécula da lactose.



Fonte: Domínio público.

A classificação do leite

Hoje o leite é encontrado no mercado, com várias opções sendo classificado como: leite tipo A, B ou C, UHT, longa vida, desnatado, semidesnatado, integral, baixa lactose, em pó, enriquecido com vitaminas. Algumas destas nomenclaturas foram extintas. Vejamos:

Tabela 1 – Classificação do leite

TIPO DE LEITE	CARACTERÍSTICAS
Leite Cru	Esse tipo de leite é caracterizado por não ser submetido a nenhum tipo de tratamento, com a finalidade de eliminar os microorganismos patogênicos. De acordo com a legislação vigente no Brasil a venda direta do leite cru ao consumidor final é proibida.
Leite tipo A	É o leite obtido de um único rebanho, não há contato manual em nenhuma parte do processo, contém mais gordura que proteína e também é conhecido como leite pasteurizado, sendo aquecido e em seguida resfriado, possuindo menor quantidade de microrganismos.

Leite tipo B - extinto	Era obtido de rebanhos diferentes, de ordenha manual ou mecânica, refrigerado no local da ordenha por até 48 horas.
Leite tipo C - extinto	É obtido de rebanhos diferentes, após a ordenha o leite é transportado em tanques para a indústria láctea, até as 10:00 horas do dia de sua obtenção, possui uma quantidade maior de micro-organismos devendo ser fervido e consumido dentro de 2 ou 3 dias.
Leite UHT (Ultra High Temperature)	Utiliza-se o processo de ultrapasteurização, aquece o leite em temperaturas muito altas de 130°C a 150°C de 2 a 4 segundos e em seguida resfria a uma temperatura menor que 32°C, deixando o totalmente livre de bactérias conservando-o por um longo prazo. O leite UHT possui embalagem que o protege da exposição à luz e ao oxigênio, para evitar alterações químicas.
Leite longa vida	Passa pelo processo de ultrapasteurização e é envasado em embalagens esterilizadas, possui uma quantidade reduzida de micro-organismos.
Leite Integral	Não se retira nada de gordura deste tipo de leite, encontra-se por volta de 3% de gordura saturada.
Leite Semidesnatado	Um teor de gordura saturada menor que o integral podendo ser de 2,9% a 0,6%
Leite Desnatado	Baixo teor de gordura saturada, sendo chamado de “leite magro”, possui cerca de 0,5% ou menos de gordura.
Leite com baixo teor de lactose	Em média menos de 90% de lactose do que o leite comum

Leite enriquecido com vitaminas, minerais, ômega 3 ou fibras	São leites acrescentados quantidades significativas de vitaminas tais como: A, D, B6, B12, C e E, ou de minerais como: ferro, cálcio, ômega 3 ou fibras.
Leite em pó	O leite em pó é feito a partir da evaporação da água do leite comum, esse processo não compromete as proteínas do leite.

Fonte: (SILVA; LOYOLA, 2016 - Adaptado¹⁴)

Para saber mais acesse: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

¹⁴ SILVA, Renata Cristina Zital da, LOYOLA, Wagner. *Composição química e práticas experimentais com leite*. In: *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE 2016. Cadernos PDE – Versão Online*, 2016. ISBN: 978-85-8015-093-3.

A Agricultura Familiar

No momento em que estamos produzindo este material está ocorrendo a pandemia do Covid-19, doença causada pelo coronavírus, um tipo de retrovírus que surgiu na China, advindo dos morcegos. Praticamente a estrutura desta sociedade parou. Sendo que dentre os autores deste material, um é professor da educação básica e vem lecionando em quarentena e com aulas online. Os alunos menos privilegiados em relação às condições materiais estão padecendo muito neste período, chegando boa parte a evadirem, por não terem condições e acesso à internet, ou muito menos, ferramentas básicas para a proposta de ensino atual e necessária, como *smartphone* ou computador.

Parece que nunca se foi falado tanto em crise. Percebe uma verdadeira polêmica em torno do comércio, na mídia e na estrutura deste modelo econômico, provando cada vez mais que o trabalhador é a fonte fundamental e geradora de riquezas na sociedade.

A agricultura/agropecuária familiar, responsável pelo abastecimento de 70% dos alimentos consumidos pela população brasileira¹⁵, é afetada diretamente pelas crises do capital, onde os grandes possuem as formas de controle social, como por exemplo, não existindo nenhuma outra forma de sobreviver o trabalhador se submete a situações extremas de precarização do trabalho. Entretanto o lucro é inviolável. Dados de agora apontam que grandes empresas chegaram até dobrar seu capital¹⁶.

O leite é um produto de grande viabilidade de exploração econômica, apesar de que historicamente os donos deste produto

15 - MST - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. DEISTER, Jaqueline. Movimento Agricultura familiar é responsável por 70% dos alimentos consumidos no Brasil. As atividades organizadas pelo Movimento dos Pequenos Agricultores ocorrem em cerca de 17 estados do Brasil. nov, 2017. Disponível em: <https://mst.org.br/2017/11/03/agricultura-familiar-e-responsavel-por-70-dos-alimentos-consumidos-no-brasil/>. Acesso em Mai de 2020.

16 - Cf. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2020/07/30/amazon-dobra-o-lucro-e-fica-perto-de-clubes-exclusivo-1-milhao-de-funcionarios>. Acesso em Jul de 2020.

neste país com grande expressividade foram os grandes pecuaristas, que de uma forma ou de outra exploraram a força de trabalho de outros para seu proveito e acumulação econômica.

Romper com esse tipo de estrutura se faz necessário, especialmente para uma divisão justa de renda e valorização do ser humano. Esta abordagem de aprendizagem para a fabricação do doce de leite e do queijo é uma das formas de valorizar o conhecimento cotidiano especialmente das pessoas excluídas das formas de produção mais sofisticadas, lançando possibilidade de romper com estes tipos de sistemas que valorizam apenas uns poucos.

Experimentos com Leite

Procuramos de acordo com o que foi exposto até aqui, possibilitar ao leitor empregar o conhecimento do tema gerador leite às práticas experimentais.

A experimentação é muito importante para a Ciência, ela aproxima o conhecimento teórico da realidade que, em boa parte está distante de quem está buscando o conhecimento, ou serve apenas para a estagnação dos alunos aos diversos mecanismos estruturais da escola (APPLE, 2006). Desvinculado da realidade este conhecimento se apoia em estruturas de dominação, por meio da rotulação, memorização de conceitos, respostas empobrecidas, repetição sistemática de definições como já apontado pelos autores Delizoicov (2008) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009).

Os experimentos propostos, podem ser realizados facilmente em casa, caso o legente seja professor, poderá adotar uma metodologia chamada de sala de *aula invertida*¹⁷, em que a grosso modo, o aluno estuda em casa, ou em outro ambiente, e traz as dúvidas para serem sanadas em sala de aula. Esse momento pode

17 - Para saber mais: BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem* 1. ed. Rio de Janeiro, LTC, 2018. ISBN 978-85-216-3045-6.

ser registrado por meio de vídeos e fotografias, o que permite a posterior comparação e discussão em sala do assunto.

Nesta unidade, por meio da experimentação busca-se problematizar a realidades do aluno e os conceitos químicos que podem ser explorados por meio da temática do leite.

Para saber mais:

APPLE, Michael W. **Ideologia e currículo**. Tradução: Vinícius figueira. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006. 288p.; 23 cm. ISBN: 978-85-363-0598-1.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem**. 1. ed. Rio de Janeiro, LTC, 2018. ISBN 978-85-216-3045-6.

DELIZOICOV, Demétrio. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.

Disponível

em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37486>. Acesso em mai de 2020.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. Colaboração: Antônio Fernando Gouvêa da Silva. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. 365p. – (Coleção Docência em Formação / Coordenação Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta). ISBN 798-85-249-0858-9.

EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DO COTIDIANO!

APRENDENDO COM A PRÁTICA



Estes experimentos podem ser feitos em casa! Caso use fogo tenha a supervisão de um adulto. E se for adulto seja responsável!

Ensaio 1 - Gorduras do leite: por que o leite derrama quando ferve?

Perguntas problematizadoras

1. *Você conhece ou já ouviu falar em pasteurização? Sabe quem a inventou? Como e em que contexto foi criada?*
2. *A água ferve a que temperatura? E o leite?*
3. *Por que o leite derrama?*
4. *Você conhece os termos abiogênese e biogênese? Que relação tem estas teorias com a pasteurização?*

Materiais

CUIDADO! EXPERIMENTO COM O USO DE FOGO.

100 mL de leite cru

1 béquer de 400 mL / ou vasilha para aquecer o leite

1 colher de madeira ou com cabo de plástico

1 termômetro

1 Fogão (em casa) / bico de bunsen ou Chapa elétrica¹⁸
(laboratório)

Procedimentos

Vidro não apresenta sinais de aquecimento! Então se utilizar um Béquer, use luvas térmicas e tenha muita atenção!

- Com o uso do fogão ou aparelhagem para aquecimento, esquentar em uma vasilha, o leite. Como este está em pouca quantidade, não irá demorar até ferver.
- Caso tenha um termômetro, tente colocar o mesmo em um sistema de garras e suporte universal, de modo que possa quantificar o tempo da temperatura de ebulição do leite. Marque a temperatura de minuto a minuto. Caso não tenha suporte universal, faça a aferição da temperatura antes, durante e depois da fervura.
- Ao atingir o ponto de ebulição, experimente retirar com a colher a camada de gordura que está na parte superior do leite e colocar em outro recipiente. Observe o que ocorre.

¹⁸ O uso da chapa elétrica facilita o trabalho, além de proporcionar maior segurança também evita a montagem de grande aparelhagem como tela de amianto, tripé entre outros, indispensáveis quando se usa o bico de bunsen.

-
- Procure abaixar o fogo que está sob a panela e observe.
 - Ao terminar de ferver o leite, pode consumir o mesmo como de costume. Se estiver em laboratório, descarte o mesmo, ou, guarde para os próximos experimentos.

Norteando o experimento

O que foi observado durante este experimento? (durante a retirada da camada superficial do leite)

O que foi observado durante este experimento? (quando reduziu a incidência da chama sob a panela)

No seu experimento você esqueceu ou não conseguiu controlar para que o leite não derramasse? Que fenômenos podem ser observados quando o leite derrama?

Resultados e discussões

O leite apresenta em seu interior uma mistura de mais de 100.000 tipos de triacilgliceróis - gorduras formadas por três ácidos graxos¹⁹ - sendo distribuídos em diferentes tipos destes lipídeos. Em uma temperatura de -40°C o leite é completamente sólido e totalmente líquido à temperatura de 38°C ²⁰, sendo características assim praticamente exclusivas.

As gorduras do leite são diversas, pode se destacar algumas relacionadas diretamente ao aumento do colesterol, a exemplo, os ácidos graxos: láurico, palmítico e mirístico. Há também aquelas

¹⁹ Ver formação dos ácidos graxos e triglicerídeos In.: *Atividade lúdica 1 - Dimensão espacial de compostos bioquímicos do leite*.

²⁰ NUNES, Gisele Fátima Morais et al. **Modificação bioquímica da gordura do leite**. *Química Nova*, v. 33, n. 2, p. 431-437, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200034&script=sci_arttext. Acesso em Abr de 2020.

que estão pontualmente relacionados a benefícios a saúde como o ácido butírico, totalizando quase que 4% das gorduras do leite, sendo a de maior quantidade. Ele traz benefícios como combate a diabetes, a obesidade, a modulação do sistema imunológico e crescimento ósseo²¹.

Estas gorduras apesar de formarem estruturas maiores que as caseínas, - que veremos nos próximos experimentos - são menos densas que as demais partículas do leite. Devido sua estrutura hidrofóbica, apresenta pouca afinidade à água, assim, não se solubilizam neste meio.

Algumas destas estão presentes ainda em estado sólido, o que diante de todos estes fatores e características, criam uma barreira de gordura na superfície do leite, acentuado por ligações intermoleculares.

As ligações intermoleculares são interações que ocorrem entre as moléculas e promovem a atração umas com as outras, sendo essenciais para manterem uma substância como a água, a exemplo, ou outra qualquer, no estado sólido ou estado líquido. Dentre elas, no caso do leite, está a *interação de hidrogênio*, que é a mais forte interação intermolecular de ocorrência entre as substâncias, comumente associada principalmente à água (H₂O) e com moléculas que contém os elementos: F (Flúor), O (Oxigênio) e N (Nitrogênio). Estes elementos devido à alta eletronegatividade, e como mencionado alta interação e forças consideráveis, propiciam a formação de bolhas, viscosidade e gotas.

Assim justifica, durante a fervura, o aparecimento de uma espessa camada de bolhas formadas por vapores de água, e gorduras, culminando no fenômeno do derramamento do leite, uma vez que os impedem de serem lançados à superfície.

15 - NUNES, Gisele Fátima Morais et al. **Modificação bioquímica da gordura do leite**. *Química Nova*, v. 33, n. 2, p. 431-437, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200034&script=sci_arttext. Acesso em Abr de 2020.

A água entra em ebulição a 100° C no nível do mar, o leite por sua vez, é levemente maior que a água tendo ebulição em torno de 100 ° e 101°²². Este fenômeno pode facilmente ser observado neste experimento com o auxílio de um termômetro. Como sabemos, poucos microrganismos do leite conseguem a sobreviver a temperaturas altas e prolongadas, restando apenas os microrganismos esporulados, o que torna muito importante o processo de pasteurização do leite.

A pasteurização é uma técnica de aquecimento usada nos alimentos. Consiste no aquecimento dos materiais a uma determinada temperatura, com a finalidade de reduzir ou eliminar por completo os microrganismos.

O francês Louis Pasteur foi seu desenvolvedor, sendo muito importante para romper com a ideia da teoria da *abiogênese*, conhecida como teoria da geração não espontânea, - vida surge da matéria inanimada - que na época, mesmo questionada ainda perdurava até entre os biólogos e químicos mais influentes. Prevalecendo hoje a teoria da biogênese, onde uma vida se origina de uma vida pré-existente.

Existem sofisticados tipos de pasteurização como o HTST, do inglês: *High Temperature, Short Time* (alta temperatura em curto tempo) que consiste em aquecer o leite em torno de 72° C durante 15 segundos e o processo LTH, *Low Temperature Holding* (baixa temperatura em um longo tempo) com 64° em 30 minutos.

Na produção de queijos, a exemplo, com maturação superior a dois meses a pasteurização pode ser omitida, entretanto no Brasil se consolidou uma forma de processamento de queijo, que pelo sabor e aroma desafiam os procedimentos atuais, - como o caso do queijo minas frescal que em certos locais -, se omite a pasteurização e, seu consumo pelas famílias tradicionais tem se

²² SILVA, Paulo Henrique Fonseca da. Leite: aspectos de composição e propriedades. *Química Nova na Escola*, v. 6, p. 5, 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc06/quimsoc.pdf>. Acesso em Março de 2020.

dado em períodos inferiores aos propostos pela legislação²³, fato que tem gerado muita polêmica e discussões. Tem-se buscado sanar estas questões científicas e culturais com o manejo adequado dos animais e, medidas sanitárias do rebanho, ordenha e processamento imediato, sem armazenamento.

Entretanto, apesar de necessária, a pasteurização para a produção de queijos reduz a propriedade coagulante do leite, com perdas de 8 a 30% do cálcio solúvel, - sendo preciso a adição de cloreto de cálcio ao leite. Por meio dela há a eliminação, tanto de bactérias não esporuladas patogênicas quanto bactérias da biflora láctica, essenciais na coagulação, fazendo-se necessário a adição de um *cultivo indicador*²⁴ que no caso é a adição de microrganismos não patogênicos que atuarão nos processos de fermentação láctica coagulando o leite.

Para saber mais:

PONTOCIÊNCIA - Por que o leite sempre derrama quando tiramos os olhos da panela? Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BM2QE8H76LI>. Acesso em mai de 2020.

SUPERINTERESSANTE. Por que o leite sobe quando ferve? Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/por-que-o-leite-sobe-quando-ferve/>. Acesso em mai de 2020.

²³ IPHAN. *Modo artesanal de fazer queijo de Minas : serro, serra da canastra e serra do salitre (alto Paranaíba) / Instituto do Patrimônio histórico e artístico nacional. – Brasília, DF : Iphan, 2014. 140 p. – (Dossiê Iphan ; 11) ISBN: 978-85-7334-244-4. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Dossie_Queijo_de_Minas_web.pdf. Acesso em: dez. 2019.*

²⁴ ORDÓÑEZ, Juan A. et al. Tecnologia de alimentos - Alimentos *de Origem animal*. Porto Alegre: Artmed, v. 2, p. 87, 2005. ISBN 85-363-0431-6.

EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DO COTIDIANO!

APRENDENDO COM A PRÁTICA



Estes experimentos podem ser feitos em casa! Caso use fogo tenha a supervisão de um adulto. E se for adulto seja responsável!

Ensaio 2 - O leite tem água?

Perguntas problematizadoras

1. O que nos remete a palavra hidratado? Que terno pode ser considerado o antônimo de hidratado?
2. Como é feito a desidratação dos alimentos? O leite pode ser desidratado? Se pode, sabe que nome é dado e quais benefícios trazem o processo?
3. Por que o homem utiliza da desidratação em alguns alimentos? Ele tentou resolver problemas com isso? O que é liofilização?

Materiais

50 mL de leite cru

5 g de sulfato de cobre (CuSO_4) - encontrado em casas agropecuárias.

1 lamparina ou vela

1 tubo de ensaio / copo de vidro

1 pinça de madeira / Ou suporte para tela

1 conta gotas / pipeta de Pasteur

1 Isqueiro ou fósforo

Procedimentos

1.º passo - Preparo do sulfato de cobre anidro

ATENÇÃO: O Vidro não apresenta sinais de aquecimento, então se utilizar um tubo de ensaio, use luvas térmicas e muita atenção!

Usando máscara, óculos de proteção e luvas, aquecer em um tubo de ensaio 3 gramas de sulfato de cobre. Para isso segure o tubo de ensaio com uma pinça de madeira. Se caso tenha acesso a balança analítica, fazer a pesagem do reagente para posterior comparação com o peso pós-aquecimento. Caso não tenha, não precisa aferir peso.

Atenção! Em aquecimentos sempre inclinar o tubo de ensaio de modo que os vapores sejam expelidos em lado oposto ao rosto. Muito cuidado!

Figura 1 - Técnica 1 - Uso de lamparina, suporte para tela, tela de amianto e vidro de relógio para aquecer o sulfato de cobre pentahidratado.



Fonte: Disponível em:

<http://viciencia.blogspot.com/2012/03/desidracao-reversivel-do-sulfato-de.html>. Acesso em out de 2019.

Figura 2 - Técnica 2 - Uso de bico de Bunsen, tubo de ensaio e pinça de madeira para aquecer sulfato de cobre pentahidratado.



Fonte: Domínio público²⁵

Norteando o experimento

O que foi observado durante este experimento?

2.º passo - Verificando a presença de água no leite

²⁵BEATRIZ, Maria de Lara Palmeira de Macedo Arguelho. *TÉCNICA DE AQUECIMENTO DE SOLUÇÕES*. Aula 7. Disponível em: https://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/14492231052012Laboratorio_de_Quimica_Aula_7.pdf. Acesso em out de 2019.

Com o auxílio de um conta gotas pingue no sulfato de cobre anidro, 5 gotas de leite. Observe. Deixe por algum tempo reservado, depois compare com a amostra de sulfato de cobre que não fora aquecida.

Norteando o experimento

O que foi observado durante este experimento?

Verificando osmose e água no leite

- 1 Fralda descartável
- 50 mL de leite
- 1 conta-gotas (pipeta de Pasteur)
- 1 par de luvas
- 1 óculos de proteção
- 1 máscara
- 1 papel toalha
- 1 vidro relógio ou pirex

ATENÇÃO!! Este experimento não pode ser realizado por pessoas alérgicas. Os sais presentes nas fraldas podem variar, normalmente é o poliacrilato de sódio, que em contato direto com a pele e mucosas causam urticária.

Usando máscara, luvas, óculos, recorte a fralda descartável, em seguida retire os sais presentes no interior da mesma. Certifique que apenas os sais estejam separados.

Pegue um conta-gotas e pingue o leite nos sais da fralda, e observe o fenômeno.

Norteando o experimento

O que foi observado durante este experimento?

Resultados e discussões

O conceito de hidratado remete a ideia primordial de hidratação, água, não ressecado. Um composto hidratado é aquele que está acoplado a moléculas de água, como a exemplo, o sulfato de cobre penta-hidratado. Quimicamente o oposto de hidratado é chamado de anidro, o sulfato de cobre anidro tem coloração diferente e de fácil distinção da sua forma hidratada. Também o termo *desidratado*, se refere a matéria ou substância que perdeu água.

Sempre foi preocupação do homem buscar meio de conservar os alimentos, assim, várias formas se empregou para ao menos assegurar alguns dias à conservação dos alimentos. A cocção, salga, defumação, caramelização, refrigeração, congelamento, impedimento do contato direto com o ar - embalagens, imersão em óleos ou gorduras - pasteurização e a desidratação²⁶ são processos para a conservação dos alimentos. Sendo que no leite a desidratação é responsável pela fabricação do leite em pó.

A desidratação pode ser feita por meio de secagem ao sol, ou por meio de calor, com temperatura controlada para evitar perda de nutrientes importantes. O processo de conservação dos alimentos permite prolongar o tempo para seu consumo. Hoje em cursos de tecnologia de alimentos, há disciplinas voltadas especificamente a esta questão. Merecem destaque pela sofisticação e pelo tempo de conservação: a *irradiação* que, a exemplo, permite a batata ser estocada em até um ano sem apodrecer ou brotar - o peixe em até nove meses conservado²⁷- e a *liofilização*, técnica inventada pelos indígenas andinos, que consiste na desidratação por baixa temperatura e baixa pressão provocando a passagem direta da água no estado sólido no alimento para o estado gasoso, não alterando em quase nada o sabor dos alimentos. O processo de *liofilização* é amplamente utilizado na aeronáutica para a conservação dos alimentos em viagens espaciais.

²⁶ Santos WLP, Mól GS, et al. *Química cidadã*. v. 3. São Paulo: Editora AJS, 3ª edição; 2016.

²⁷ Cf. Santos, et al. (2016).

No primeiro experimento, houve a desidratação do sulfato de cobre penta-hidratado, sendo transformado em sulfato de cobre anidro, assim, a água presente no composto responsável pela característica de azul turquesa “vivo” hidratado e de aspecto arenoso molhado é substituída pelo composto de coloração azul turquesa claro, mas com aspecto de granulados secos, dependendo da forma como se apresentam, os grãos ficam muito finos depois de triturados em um almofariz com pistilo.

No segundo experimento facilmente perceptível, o processo inverso ocorreu com a hidratação do sulfato de cobre com leite. O leite contém uma porcentagem média de 86,6% de água, 4,1% de lipídeos, 3,6% de proteínas, 5,0% de lactose e 0,7% de cinzas²⁸. Assim, se consegue verificar a presença de água no leite, uma vez que a água deste composto hidrata novamente o sulfato de cobre anidro.

Caso tenha sido possível a pesagem do sulfato de cobre hidratado e do anidro formado no primeiro experimento, percebe-se facilmente a perda de massa pela evaporação da água. Pode-se pensar também na pecuária a importância de se dar água em abundância ao rebanho, especialmente em estado de *lactação*.

Verifica-se a absorção da água também no terceiro experimento, por meio da absorção da mesma por *osmose*. Dentre as *propriedades coligativas*, esta é caracterizada pela absorção de água por um meio.

Os sais na fralda, possuem esta propriedade de absorver água vinda da urina dos bebês, permitindo que estes, mesmos depois de realizarem suas necessidades fisiológicas, ficam secos e aparentemente limpos. A água igual no experimento anterior é facilmente absorvida pelos sais da fralda, e notavelmente observado, o aumento do volume dos sais como o *poliacrilato de sódio*.

²⁸ SWAISGOOD, Harold E. *Características do Leite*. In.: FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. *Química de alimentos de Fennema*. Tradução: Adriano Brandelli...[et al.]. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 689-715. ISBN: 978-85-363-2248-3.

Podemos com este experimento perceber que o uso do leite em pó, é uma das formas de conservar o leite por mais tempo, sendo que, seu volume pode ser reduzido por mais que a metade, facilitando o transporte de um lugar para outro.

Para saber mais

Disponível em: <http://viciencia.blogspot.com/2012/03/desidratacao-reversivel-do-sulfato-de.html>. Acesso em out de 2019.

Disponível em: https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjAjuq70PrmAhXuELkGHjd5C9QQjB16BAGBEAM&url=http%3A%2F%2Fwww.ebah.com.br%2Fcontent%2FABAAe8HoAC%2Fapostila-qumica-geral-1%3Fpart%3D4&psig=AOvVaw3eSFr78AEzMIRRA32fWx_L&ust=1578800521217318. Acesso em out de 2019.

EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DO COTIDIANO!

APRENDENDO COM A PRÁTICA

Estes experimentos podem ser feitos em casa! Caso use fogo tenha a supervisão de um adulto.



Ensaio 3 - As proteínas do leite: caseínas

Perguntas problematizadoras

1. De onde surgiu o Queijo? Por que o homem se interessou em fabricar queijos?
2. Qual o motivo de se adicionar coalho na fabricação do queijo? Que importância têm as proteínas para a vida?
3. Que outras substâncias poderiam substituir o coalho na fabricação do queijo? Você conhece alguma outra?

Materiais

- 40 mL de leite cru
- 5 mL de vinagre
- 50mL de solução 0,1M de cloreto de cálcio (ver em laboratórios de química)
- 1 lamparina ou vela
- 2 béqueres 50 mL/ copos de vidros
- 1 béquer de 200 mL / vasilha de metal ou vidro que caiba o copo
- 1 Suporte para tela
- 1 tela de amianto
- 1 conta gotas / pipeta de Pasteur
- 1 termômetro (não obrigatório)
- 1 suporte universal
- 1 garra
- 1 bastão de vidro ou colher pequena
- 1 Isqueiro ou fósforo
- 1 bomba a vácuo / tropa d' água /

1 filtro de porcelana

1 funil simples

Procedimentos

Este experimento pode ser simplificado, mas caso tenha os equipamentos de laboratório pode se utilizar o banho-maria, ou a chapa elétrica para os procedimentos.

1. Monte um sistema de banho-maria, e em seguida adicione o leite no béquer de 50 mL, ajuste o suporte universal de modo que esteja acoplado o termômetro na garra, mergulhado no leite. Deixe espaço para agitar com um bastão de vidro o leite, de modo que não fique batendo este no termômetro. 2. Regule o fogo de modo a atingir a temperatura de 42° C.

3. Adicione 5 gotas de vinagre. Homogenize e observe.

4. Assim que a caseína precipitar completamente, filtre o material com um pano fino (tipo organza).

5. Reserve o lactossoro e as caseínas para os próximos experimentos.

Extração da caseína em laboratório

1. Com o uso de uma Aquecer 1L de leite entre 35 a 40°C;

2. Adicionar 50mL de uma solução 0,1M de cloreto de cálcio e 8 mL de coalho;

3. Homogeneizar a mistura e aguardar a completa precipitação da caseína;

4. Filtrar a caseína formada usando um pano fino (tipo organza).

5. Reservar o lacto-soro e as caseínas para os próximos experimentos.

Norteando o experimento

O que foi observado durante este experimento?

Resultados e discussões

A história mostra que o homem desde que deixou sua condição de homem das cavernas, adaptou a natureza a si e buscou novas formas de sobrevivência. Seu objetivo primordial se norteava nas principais necessidades de existência; dentre elas a segurança e a alimentação. Essa última, se desenvolve pelo aparecimento de técnicas de produção e conservação dos alimentos, permitindo assim a sedentarização humana.

Uma das técnicas já conhecida por manuscritos egípcios, está na conservação do leite através da produção de queijos²⁹. O queijo de leite cru, é um produto derivado do leite, cujo processamento consiste em retirar o lacto-soro do leite para a produção de um produto branco e sólido (caseínas).

Para a precipitação das *caseínas* são utilizados *coalhos*, que podem ter de diversas procedências: animal, vegetal ou até mesmo técnicas de DNA recombinante. Outra forma possível é aumentando o pH do meio, até atingir o ponto isoelétrico das caseínas, pH= 4,6. Para fabricar o queijo sem a presença do coalho pode se utilizar do processo de *coalhada láctica* que será estudado mais à frente.

As proteínas são fundamentais nos organismos vivos e tem função estrutural, fazendo parte como o nome já diz das estruturas celulares. No leite as proteínas mais abundantes, como já mencionado são as caseínas, formadas por grande quantidade de cadeias de aminoácidos ligados entre si pela ligação química entre aminoácidos: a *ligação peptídica*. O ser humano depende essencialmente dos aminoácidos, que parte são sintetizados pelo próprio organismo, e outros adquiridos pela alimentação, a combinação de do arroz com feijão contém todos os aminoácidos que o ser humano necessita para sobreviver. Na tabela 1, pode se ver as principais estruturas das proteínas.

²⁹ PERRY, Katia S. P. *Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos*. *Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3951. Acesso em: mar. 2019.

Tabela 1 – Estruturas das proteínas

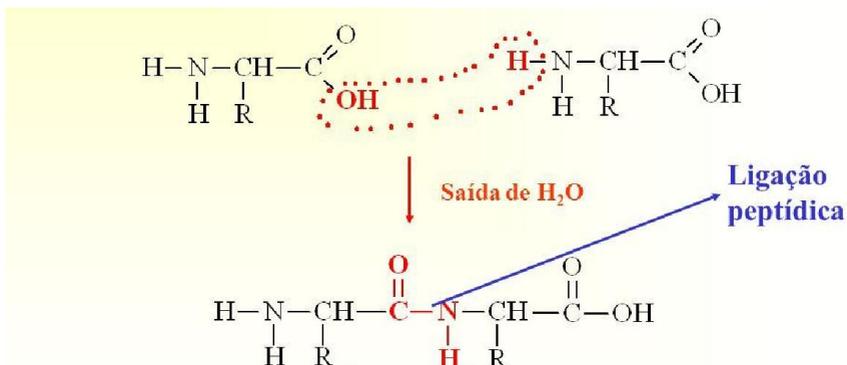
<p>- Estrutura Primária - a formação molecular da proteína é linear, é a sequência de aminoácidos presentes na cadeia polipeptídica;</p>	<p>- Estrutura Secundária - a cadeia polipeptídica pode rodar em torno de três ligações diferentes: ligações por ponte de hidrogênio, hélice - alfa, folha - beta;</p>
<p>- Estrutura Terciária - é o arranjo tridimensional da cadeia polipeptídica, segmentos distantes podem interagir;</p>	<p>- Estrutura Quaternária - é o arranjo tridimensional de mais de uma cadeia polipeptídica.</p>

Fonte: (SILVA; LOYOLA, 2016 - Adaptado³⁰)

Para o estudo das proteínas, como já referido, a Bioquímica tem seu modo particular de classificação. Estas podem ser divididas em primária, secundária, terciária ou quaternária de acordo com a linearidade ou não de sua cadeia carbônica (Tabela 1). As proteínas são polímeros naturais, portanto, são constituídos por uma infinidade de monômeros. Os *monômeros* de uma proteína são chamados de *aminoácidos*, cujos constituintes químicos básicos são os *ácidos carboxílicos* (-COOH) e os agrupamentos *aminas* (-NH₂), daí o termo aminoácido. As ligações entre um ácido carboxílico e uma amina gera sempre uma amida, e libera par o meio uma molécula de água (figura 1).

Figura 1 – Reação entre aminoácidos e formação de proteínas

30 SILVA, Renata Cristina Zital da, LOYOLA, Wagner. *Composição química e práticas experimentais com leite*. In: *Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE 2016*. Cadernos PDE – Versão Online, 2016. ISBN: 978-85-8015-093-3.



Fonte: Domínio público³¹

Para saber mais

PERRY, Katia S. P. *Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3951. Acesso em: mar. 2019.

SWAISGOOD, Harold E. *Características do Leite*. In: FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. *Química de alimentos de Fennema*. Tradução: Adriano Brandelli...[et al.]. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 689-715. ISBN: 978-85-363-2248-3.

³¹ Créditos de imagem: disponível em: <https://biologiaparaavida.com/2018/03/08/bioquimica-aminoacidos-peptideos-e-proteinas/>. Acesso em abr de 2020.

EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DO COTIDIANO!

APRENDENDO COM A PRÁTICA



Estes experimentos podem ser feitos em casa! Caso use fogo tenha a supervisão de um adulto. E se for adulto seja responsável!

Ensaio 4 - Cola de Caseína

Perguntas problematizadoras

1. Em quais locais seriam viáveis o uso de colas menos tóxicas?
2. Se fosse possível a invenção de um plástico biodegradável, qual seria sua importância? Por que as grandes indústrias não abraçam a causa?
3. Já ouviu falar em galatite?

Materiais

90 mL de leite cru

1 colher de Bicarbonato de sódio

10 ml Vinagre

2 béqueres / copos de vidro

1 colher

1 Filtro de café ou tecido para filtragem.

Procedimentos

- Adicione o leite no copo quase até enchê-lo, em seguida adicione o vinagre. Reserve a mistura até ocorrer a decantação das caseínas.
- Filtre a substância, de modo que as caseínas fiquem separadas do material. Deixe por até 15 minutos para finalizar o processo e o filtrado ficar bem seco.
- Colocar o filtrado em um frasco e adicionar o bicarbonato de sódio. Mexer até atingir o aspecto homogêneo.

Norteando o experimento

O que foi observado durante este experimento?

Resultados e discussões

A proteína expelida do leite, para este experimento é a caseína. Proteínas são macromoléculas constituídas de *monômeros* denominados *aminoácidos*. Estes últimos são essenciais para a vida humana, sendo fundamental para a estruturação das células. O experimento acima reproduziu uma das formas de se fabricar cola, atóxica, e com grande aplicabilidade comercial. Na primeira guerra mundial, os aviões eram feitos de madeira e suas junções eram ligadas por cola de caseína.

A caseína por ser um polímero, ainda pode ter outras aplicabilidades, como a produção de bioplástico, tão necessário para a nossa era. Teremos no futuro grandes complicações devido ao uso indiscriminado do plástico não degradável, o planeta e suas espécies estão padecendo com esta postura humana e pelo modelo econômico vigente. O que atualmente devido as formas de perpetuação do sistema capitalista nos parece ser inconcebível, ou ainda fora da realidade o uso de outros materiais com boa aplicabilidade e baixa poluição. Entretanto é muito simples e até economicamente viável.

Pode se questionar: *que interesses estão por detrás de se assegurar o uso do plástico não degradável?*

Um exemplo é o uso da galalite, um plástico biodegradável formado por caseínas e formaldeído (apesar de tóxico), usado em botões durante um bom tempo pela humanidade. Será que a era do petróleo, terá de colher seus frutos de descuido e indelicadeza com a natureza para assim poder pensar em modificar seus hábitos? Não deixemos de refletir.

Para saber mais

AFINAL, O QUE É GALALITE?. Disponível em: <https://www.fefumerj.com.br/afinal-o-que-e-galalite>. Acesso em Mai de 2020.

MANUAL DO MUNDO. Cola de leite (EXPERIÊNCIA QUÍMICA + receita de cola). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SJtQyG-oPZs>. Acesso em mai de 2020.

APRENDENDO COM A PRÁTICA



Estes experimentos podem ser feitos em casa! Caso use fogo tenha a supervisão de um adulto. E se for adulto seja responsável!

Ensaio 5 - Influências na coagulação do Leite

Este experimento pode ser realizado em casa, por meio de uma metodologia chamada de sala de aula invertida, em que o aluno estuda em casa, ou em outro ambiente, e traz as dúvidas para serem sanadas em sala de aula. Esse momento pode ser registrado por meio de vídeos e fotografias, o que permite a posterior comparação e discussão em sala do assunto.

Perguntas problematizadoras

1. Qual a diferença entre o congelamento do leite e a coagulação do leite?
2. Você já observou em sua casa ou em outro local o leite talhado? Sabe por que este fenômeno ocorre?
3. Conhece algum processo industrial, ou doméstico que se beneficia da coagulação do leite?

Materiais

- 600 mL de leite cru (Não pode ser pasteurizado)
- 7 Béqueres ou copos transparentes
- 1 Bastão de vidro ou colher.
- 30 mL de coalho
- 1 termômetro (pode ser dispensável)
- 1 pitada de cloreto de cálcio (CaCl_2)

Procedimentos

Rotular, e adicionar em cada béquer (A até D) ou copo de vidro transparente, 50mL de leite na temperatura indicada abaixo - se

possível medir via termômetro - e, em seguida adicionar coalho (agente coagulante) de acordo com a indicação do fabricante sob agitação. Deixar em repouso, marcar tempo e analisar minuciosamente os fenômenos que ocorrem.

- A) Leite congelado (abaixo de 18°C)
- B) Leite morno (Entre 25° a 42°C)
- C) Leite quente (acima de 60°)
- D) Leite morno com temperatura exata de 40 °C

Após identificar os béqueres (E e F), adicionar o leite em temperatura ambiente, e em seguida adicionar o coalho de acordo com a indicação do fabricante. Deixar em repouso, marcar o tempo e observar simultaneamente os fenômenos em ambos os frascos.

- E) Leite à temperatura ambiente (amostra negativa)
- F) Leite à temperatura ambiente com uma pitada de Cloreto de Cálcio

Na amostra abaixo (F) sem adicionar coalho, se possível checar a temperatura, deixar reservado em espaço separado, até o momento que se observar o fenômeno (normalmente de um a dois dias).

- F) Leite à temperatura ambiente

Perguntas norteadoras

Em quais frascos houve formação de coalhada? E em quais não houveram? E passado quanto tempo ocorreu?

Que conclusões podem ser tiradas dos experimentos?

Para se produzir um queijo o que ainda seria necessário?

Resultados e discussões

O leite é uma mistura de várias substâncias desde gorduras, proteínas, sais minerais à até água. Ele contendo 12,5% de extrato seco (4,75% de lactose e 0,1% de cloretos), ao atingir a temperatura de 0,531°C o leite tem seu *ponto de congelamento*³², ou seja, seu *ponto de solidificação* (PS) também conhecido como *ponto de fusão* (PF) é pouco mais que a metade de 1°C.

Isso se difere da água, que tem seu ponto de fusão ao nível do mar de 0°C. O ponto de congelamento é um fenômeno físico, e é reversível. Está relacionado à grandeza física chamada temperatura.

A coagulação é a ação em que o leite “talha”, ou seja, coagula formando uma estrutura parecida com um gel à coalhada. Por sua vez é um fenômeno químico, pois as estruturas químicas que constituem o leite são alteradas.

Existem dois tipos de coagulação: *láctica* e *enzimática*. A exemplo, na coagulação láctica, uma reação característica na formação da coalhada é a conversão da lactose em ácido láctico (Frasco F), aumentando a acidez do meio e tornando o leite azedo. Neste caso a acidez do meio faz que os íons cálcio se solubilizam juntamente com os fosfatos, tornando as macromoléculas de caseínas insolúveis.³³

As coagulações ocorridas nas amostras de A a E são coagulações do tipo enzimática, onde as enzimas presentes no agente coagulante, rompem as ligações em alguns pontos fixos das estruturas dos aminoácidos, presentes nas cadeias proteicas. Isso faz com que estas, se insolubilizem no meio.

Esse processo da coagulação láctea é muito importante na indústria de produtos derivados do leite como queijos, iogurtes,

32 SILVA, Paulo Henrique Fonseca da. *Leite: aspectos de composição e propriedades*. Química Nova na Escola, v. 6, p. 5, 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/quimsoc.pdf>. Acesso em Março de 2020.

33 ORDÓÑEZ, Juan A. et al. *Tecnología de alimentos - Alimentos de Origen animal*. Porto Alegre: Artmed, v. 2, p. 219-239, 2005. ISBN 85-363-0431-6.

requerimentos, e entre outros. Sendo estes fenômenos fundamentais na indústria, pois assim, consegue-se beneficiar e conservar este alimento muito nutritivo.

Este experimento permitiu verificar alguns fatos interessantes no que diz respeito ao processamento de queijos³⁴:

- Enzimas do coalho são inativadas em temperaturas abaixo de 18°C e acima de 55-60°C, nestes casos não ocorrem a formação da coalhada;

- A ação do coalho é beneficiada por temperaturas próximas a 40 °C que o estimula e reduzem o período de coagulação;

- Com pH aproximado de 6,0 as enzimas do coalho tem sua ação favorável (pH ótimo) o que torna melhor e maior a força da coalhada;

- A concentração de cálcio solúvel auxilia diretamente na formação do coágulo dando-lhe consistência. Assim, quanto maior a quantidade deste íon solúvel presente no meio mais rápido será a formação do coágulo e maior a sua firmeza;

- Quanto maior a porcentagem de proteínas do leite melhor será a sua coagulabilidade; e,

- A concentração enzimática influencia diretamente no período de coagulação do leite, neste caso, quanto maior a concentração menor tempo gasto para o processo.

³⁴ DE PAULA, Junio César Jacinto; DE CARVALHO, Antônio Fernandes; FURTADO, Mauro Mansur. *Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico à salga*. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367, p. 22, 2009. Disponível em: <https://rilct.emnuvens.com.br/rilct/article/view/76>. Acesso em Março de 2020.

APRENDENDO COM A PRÁTICA



Estes experimentos podem ser feitos em casa! Caso use fogo tenha a supervisão de um adulto. E se for adulto seja responsável!

Ensaio 6 - Verificando a formação do ácido láctico

O pH chamado de potencial hidrogeniônico ou potencial de hidrogênios iônicos, é um índice usado para verificar a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio. O bioquímico dinamarquês Soren Peter Lauritz Sorensen, em 1909, com a finalidade de caracterizar o meio em que uma substância se encontra desenvolveu a escala de pH. Consiste em uma espécie de parâmetro graduado de 0 a 14, da qual uma substância pode ser caracterizada como ácida ou básica, uma vez que quanto mais próximo do 0 maior a acidez e quanto mais próximo do 14 menor a acidez. Sendo esta última, a acidez mínima possível de uma substância.

Neste experimento, com o uso do repolho roxo, buscaremos usar a escala de pH,

Esta atividade apesar de simples requer um bom tempo para se observar os fenômenos. Pode ser feita em casa, ou ainda, caso se queira aplicar em espaços formais do conhecimento, parte do experimento pode iniciar em ambiente doméstico e depois ser levado à unidade escolar, ou se a escola possuir espaço adequado pode ser feito de um dia para o outro.

Perguntas problematizadoras

1. Por que o leite azeda? Qual o motivo deste gosto azedo e qual fenômeno Bioquímico envolvido? Que relação tem esse fenômeno com a temperatura?
2. Que medidas o pequeno produtor de leite deve tomar para evitar que o leite azede?

Materiais

Atenção! Não desperdiçar alimentos!

50 mL de leite cru

1 folha de repolho roxo

3 tubos de ensaio ou copos descartáveis (usando estes dobrar a quantidade de leite)

10 mL água

1 conta gotas / pipeta de Pasteur

1 Faca ou tesoura para triturar o repolho roxo

Procedimentos

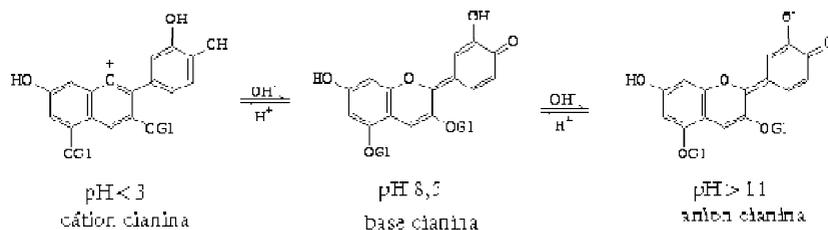
1.º passo - Preparo do leite

Retirar aproximadamente meio copo de leite e deixar fora da geladeira, de modo a deixá-lo formar coágulo. Nesse processo as bactérias da microflora do leite irá converter a lactose em ácido pirúvico e depois em ácido láctico, mecanismo também denominado coalhada láctica. Normalmente demora de um a dois dias.

2.º passo - Preparo do repolho roxo

Usando luvas triture o repolho roxo e coloque em um copo descartável com água até submergir o repolho picado. Quanto mais concentrado, melhor será a concentração das antocianinas, responsáveis por indicar por meio da mudança de coloração se os meios são ácidos ou básicos.

Figura 1: Antocianina do repolho roxo



Disponível em: <https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>. Acesso em Jan. de 2020.

3.º passo - Observando a acidez

Coloque nos tubos de ensaio ou copos, uma amostra contendo:

- A) leite coagulado,
- B) leite que ficou na geladeira e
- C) apenas extrato de repolho roxo.

Adicione nas amostras que contém leite extrato de repolho roxo, agite bem e em seguida observe o fenômeno.

Norteando o experimento

O que foi observado durante este experimento?

Resultados e discussões

O leite azeda devido à ação da microbiota láctica, que é muito importante na fabricação de queijos e seus derivados. Esse fenômeno observado é chamado de fermentação láctica, onde ocorre a coagulação láctica. Baixas temperaturas inibem tais fenômenos, enquanto que temperatura ambiente facilita a proliferação dos micro-organismos envolvidos. É comum o uso da refrigeração a 4° C para o leite que não será pasteurizado de imediato, com finalidade de inibir tais microrganismos.

O experimento realizado, por si só tem o poder de atrair a atenção de quem o faz, aliado ao método rigoroso e científico de observar a proliferação dos microrganismos do leite, pela produção de suas moléculas características, vários pontos podem ser observados em que houve uma transformação química: mudança de sabor (embora NUNCA possa se experimentar substâncias químicas em laboratório), mudança de odor, coloração do leite, formação de uma camada de gorduras no leite, mas com a adição do extrato de repolho roxo outro fator é visível o aumento da acidez pela produção de ácidos, entre eles o ácido láctico.

O leite, a água, o sangue e a saliva possuem pH neutro entre 6,5 e 7,5. A solução de água de torneira com repolho roxo adquire

coloração do repolho, pois, está com pH neutro. A coloração rósea é indicativo que o leite atingiu pH próximo de 4.

Figura 2: Leite coagulado com solução de repolho roxo - Ácido láctico (rosa) e Leite natural.



Fonte: Próprios autores³⁶

Figura 3: Leite coagulado, extrato de repolho roxo e leite supostamente adulterado³⁵.



Fonte: Próprios autores

Figura 4: Extrato de repolho roxo, leite supostamente adulterado e leite sem adição de extrato de repolho roxo.



Fonte: Próprios autores.

Na fermentação láctica ocorre a produção do ácido láctico, importante para a formação do coágulo em queijos moles como a ricota e o requeijão. Como o meio quando ocorre esse tipo de coagulação (láctica) se torna ácido devido a formação do ácido

³⁵ Supostamente, pois o teste com o leite deveria apresentar coloração próximo ao violeta, outras medições foram feitas com outro fornecedor e apresentou coloração violeta. Pelo teste este leite está com o pH básico pH= 8. Cf. Disponível em: <https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>. Acesso em Jan. de 2020.

³⁶ Experimentos com leite e repolho roxo (Março de 2020).

pirúvico e se converte posteriormente em ácido láctico, tem-se assim um pH mais ácido. Fazendo com que ao se inserir a solução de repolho roxo indicar a presença de meio ácido pela coloração rósea.

Para saber mais

Disponível em: <https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>. Acesso em Jan. de 2020.

Disponível em: <http://www.explicatorium.com/biografias/soren-sorensen.html>. Acesso em Jan de 2020.

EXPERIMENTOS COM MATERIAIS DO COTIDIANO!

APRENDENDO COM A PRÁTICA



Estes experimentos podem ser feitos em casa! Caso use fogo tenha a supervisão de um adulto. E se for adulto seja responsável!

Ensaio 7 - Leite adulterado e seus perigos biológicos

O leite é um produto perecível, assim estraga com facilidade. Deixe um pouco de leite, sem refrigeração num copo durante algum tempo. Logo se percebe a ação dos micro-organismos presentes neste composto.

Aspectos químicos são visíveis: se tornará impróprio para o consumo, azedo, modificando o odor, a coloração e a coagulação de algumas partículas com a precipitação química de outras. Biologicamente nosso organismo rejeita qualquer comida com aspecto não palatável, isto é uma autodefesa nossa, para não sofrermos danos. Seres microscópicos, presentes desde o úbere da vaca, estão escondidos no leite e não podem ser vistos a olho nu.

Muitos são os riscos à saúde, desde infecções bacterianas à doenças graves como a salmonela. Como se trata de um produto de grande valor econômico e ainda por parte dos produtores se há pouco conhecimento, ou até mesmo, negligência a respeito de quão danosos são os malefícios da adulteração, ainda em tempos em tempos, se é descoberto tais práticas da adulteração do leite.

Ela ocorre naturalmente pela inserção de compostos visando camuflar alguns problemas que podem inviabilizar a venda, mas que futuramente se tornar mais sérios ao consumidor.

Conhecer as formas de adulteração, de identificação de fraudes e os motivos pelos quais essas práticas são ainda comuns, ajudam a buscar novos meios para que estes problemas do leite que ainda

necessitam de estudos aprofundados, possam levar a conscientização por toda a cadeia de consumo e produção.

Perguntas problematizadoras

1. Um produtor conhecendo um pouco de química, sugeriu adicionar bicarbonato de sódio para evitar o azedume, uma vez que neutralizaria a acidez do leite. Ele estaria correto?

2. Que riscos biológicos o consumo de leite adulterado pode provocar no consumidor?

Organizando o conhecimento

Tabela 1 – Matéria sobre a adulteração do leite

Adulteração do leite é comum e está espalhada pelo Brasil

Diversas investigações estão em curso para desmascarar empresas e grupos criminosos que modificam e vendem a bebida como um produto de boa qualidade

Por Naiara Infante Bertão* - 17 maio 2014, 18h11

É prática comum entre as mães brasileiras “empurrar” mamadeiras e copos de leite às crianças pensando nos nutrientes que vão ajudá-las a crescer fortes e saudáveis. O que poucas mães sabem é que seus filhos podem estar ingerindo junto com o leite outras substâncias que não fazem tão bem assim à saúde, *como ureia, soda cáustica, água oxigenada e cal virgem*. Em 12 meses, uma operação conjunta do Ministério da Agricultura (MAPA), Ministério Público do Rio Grande do Sul, Polícia Federal e Poder Judiciário confiscou milhões de litros de leite contaminado e 32 caminhões-tanque saíram de circulação. Vinte e seis pessoas foram denunciadas, sendo que 13 foram presas e quatro estão em liberdade provisória. Os processos na cidade de Ibirubá (RS) foram os únicos já concluídos em primeira instância e seis pessoas tiveram suas sentenças decretadas – uma delas chegou a ser condenada a 18 anos e seis meses de cadeia em regime fechado. O que parecia ser o fim de um pesadelo, na verdade, pode ser o início de um grave problema nacional – e o grande vilão pode estar na prateleira de qualquer mercadinho ao lado de casa.

Fonte: (VEJA, 2014³⁷)

Tabela 2 - Conhecendo os perigos biológicos do leite

37 - Disponível em: <https://veja.abril.com.br/economia/adulteracao-do-leite-e-comum-e-esta-espalhada-pelo-brasil/>. Acesso em: Março de 2020.

As bactérias podem contaminar o leite através de diversas fontes. Essas incluem **o próprio animal, o homem e o ambiente da fazenda**. Algumas bactérias causam doenças nos animais e podem ser eliminadas no leite. Essas incluem os agentes da mastite, da tuberculose e da brucelose. Vacas com mastite podem eliminar microrganismos como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* e *Escherichia coli*, que possuem o potencial de causar doenças no homem. Outras bactérias podem contaminar acidentalmente o leite (durante e após a ordenha) e não causam doenças nos animais, embora causem problemas para o homem. As vacas podem ser portadoras de microrganismos patogênicos nos pêlos ou na pele, devido ao contato com o solo, dejetos, fontes de água natural ou outras fontes do ambiente. A contaminação do leite pode ocorrer quando se ordenham tetas sujas e úmidas.

Os indivíduos que lidam com os animais podem eliminar microrganismos patogênicos nas fezes ou se contaminar com dejetos e solo, causando contaminação do leite ou equipamentos de ordenha ou utensílios, se a higiene pessoal for deficiente.

Na propriedade rural, o leite pode ser contaminado com bactérias de outras espécies animais, como, por exemplo, *Yersinia enterocolitica* de origem suína ou *Salmonella spp.* de aves. A transmissão dos agentes do carbúnculo ou antraz (*Bacillus anthracis*), nocardiose (*Nocardia asteroides*) e pasteurelose (*Pasteurella multocida*) no leite é considerada possível, embora extremamente remota nas condições de infecções naturais.

Pontos importantes para se evitar a disseminação de microrganismos patogênicos no leite são (a) a manutenção do rebanho sadio, isto é, livre de tuberculose, brucelose e com baixos índices de mastite; e (b) a redução da contaminação microbiana do leite durante e após a ordenha.

Bactérias produtoras de toxinas

Algumas bactérias produzem toxinas que permanecem no alimento mesmo após a eliminação do agente, durante o processamento industrial (pasteurização ou outro tratamento térmico). Quando o agente é uma toxina previamente elaborada por um determinado microrganismo no alimento, a doença resultante é denominada toxínose. Células viáveis de bactérias não precisam estar presentes para que a doença ocorra. Exemplos de toxínoses alimentares são: botulismo, toxínose estafilocócica e quadro emético do *Bacillus cereus*.

Bactérias que causam infecção alimentar

Algumas bactérias necessitam ser ingeridas com o alimento, para terem condições de se multiplicar no organismo e aí exercerem sua ação patogênica. Quando a doença envolve a ingestão de células viáveis do microrganismo patogênico, colonização e/ou invasão, a doença é denominada infecção alimentar. São exemplos de infecções: salmonelose, shigelose e listeriose.

Bactérias causadoras de toxinfecção alimentar

O termo é usado para caracterizar o resultado da colonização do organismo com bactérias, seguido da ação de toxinas. São consideradas toxinfecções as doenças causadas por *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens*.

Fonte: Embrapa – (Texto original- **grifo nosso**) - adaptado³⁸

Aplicação do conhecimento

Imagine que uma região produtora de leite tenha 15 propriedades, e que seja dependente quase que exclusivamente

38 - EMBRAPA- *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*. Perigos biológicos. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_212_21720039247.html. Acesso em abr de 2020.

desse tipo de atividade. E também constantemente vem sofrendo reclamações por parte dos consumidores, com os respectivos problemas: leite azedar com facilidade, ter mau cheiro e possivelmente o índice de doenças como tuberculose e disenterias, podem ter aumentado, devido a esse tipo de atividade.

Como se poderiam resolver estes problemas com medidas que os próprios produtores pudessem tomar e que o custo-benefício seria prolongado a todos sem provocar danos à saúde de nenhum consumidor e afetar a economia?

Para saber mais

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Perigos biológicos.

Disponível em:

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_212_21720039247.html. Acesso em abr de 2020.

MATERIAIS ALTERNATIVOS

APRENDENDO COM CRIATIVIDADE



Atividade lúdica 1 - Dimensão espacial de compostos bioquímicos do leite

Durante este módulo, vimos muitas moléculas que estão presentes no leite, e que dão as características próprias deste produto. Compreender a dimensão espacial das moléculas, é complicado. Uma série de conhecimentos químicos estão envolvidos na temática.

Nesta atividade lúdica buscamos compreender melhor a questão das ligações químicas, as quais são fundamentais para a constituição das moléculas. Em especial estudaremos as ligações covalentes, das quais os átomos dos elementos químicos buscam estabilidade com oito elétrons em sua camada de valência. Vejamos os principais átomos e a quantidade de ligações covalentes que fazem:

Átomo de Carbono (C)	4 ligações - representada por 4 traços
Átomo de Carbono (H)	1 ligação - representada por 1 traço
Átomo de Oxigênio (O)	2 ligações - representada por 2 traços
Átomo de Enxofre (S)	2 ligações - representada por 2 traços
Átomo de Nitrogênio (N)	3 ligações - representada por 3 traços

Átomo de Fósforo (P)	3 ligações - representada por 3 traços
Halogênios Flúor (F), Cloro (Cl) Br (Bromo) Iodo (I)	1 ligação - representada por 1 traço

Exercitando a criatividade

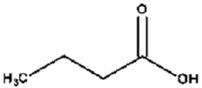
Usando palitos e bolinhas de isopor, monte as principais moléculas de gordura do leite descritas logo abaixo.

<p><chem>CCCCCCCCCCCCCCCCCCCC(=O)O</chem></p> <p>Ácido palmítico - 25,0 - 41,0% Composição de gordura do leite³⁹.</p> <p>“O efeito hipercolesterolêmico da gordura do leite na dieta humana é associado principalmente aos ácidos láurico, mirístico e palmítico” (Nunes et. al., 2010, p. 432)40.</p> <p><chem>CCCCCCCC=CCCCCCCC(=O)O</chem></p> <p>Ácido oleico - 18,7 – 33,4 % Composição de gordura do leite</p>	<p><chem>CCCC=CCCC=CCCCCCCC(=O)O</chem></p> <p>Ácido Linolênico</p> <p><chem>CCCC=CCCC=CCCCCCCC(=O)O</chem></p> <p>Ácido Linoleico</p> <p>Fonte: Braibante ⁴¹</p> <p>Ácido linolênico - 0,5 % Composição de gordura do leite</p> <p>Ácido Linoleico - 0,9 - 3,7 % Composição de gordura do leite</p> <p>Ácidos linoleicos conjugados (Conjugated Linoleic Acid - CLA) – “Combate a diabetes e à obesidade, a modulação do sistema imunológico e do crescimento ósseo, e sua ação anticarcinogênica, principalmente no que diz</p>
---	--

³⁹ Dados de: Firestone, D.; *Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes*, 2nd ed. AOCs PRESS: Washington, 2006. Apud Nunes et. al. 2010 (ver próxima nota).

⁴⁰ NUNES, Gisele Fátima Moraes et al. Modificação bioquímica da gordura do leite. *Química Nova*, v. 33, n. 2, p. 431-437, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000200034&script=sci_arttext. Acesso em Abr de 2020.

⁴¹ Estrutura química dos ácidos linoleico e linolênico. Fonte: Bruice, 2014. Figura 4- uploaded by Mara E F Braibante Content may be subject to copyright. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Estrutura-quimica-dos-acidos-linoleico-e-linolenoico-Fonte-Bruice-2014_fig1_33463933. Acesso em Mai de 2020.

	respeito ao câncer de mama” (Nunes et. al., 2010, p. 432).
 <p>Ácido butírico - 2,8 – 4,0% Composição de gordura do leite</p>	<p>“Igualmente benéfico é o ácido butírico, que tem sido sugerido como potente inibidor da proliferação de células cancerígenas e indutor da diferenciação e apoptose de diferentes linhagens destas células” (Nunes et., 2010, p. 432).</p>

Para refletir:

- Quais as funções orgânicas presentes nas estruturas?
- Qual a fórmula molecular de cada uma?
- Existe(m) alguma(s) que e/são isômeros?
- Quais funções são comuns nos carboidratos?

Reações de formação dos lipídeos

Abaixo está à reação de esterificação, no qual se é produzida um éster pela reação de condensação de um álcool (R-OH) com um ácido carboxílico (R-COOH). Processo pelo qual ocorre a formação dos lipídeos. Faça esse processo com o auxílio de bolinhas e palitos, para representar esta reação química, muito importante para os seres vivos.

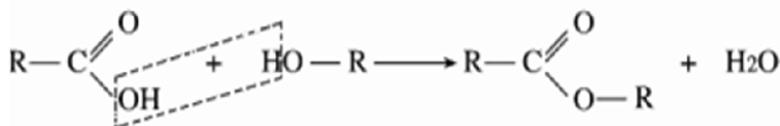
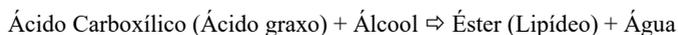
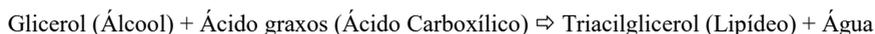


Figura 1 – Domínio público⁴²

Faça agora a reprodução com o auxílio de palitos e bolinhas as estruturas e reações de formação dos triacilgliceróis.



⁴² Créditos de imagem Disponível em: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcR1M2aug6QbAGVvVvEnZKYbwACKXsuONDQKBajPep7AKihcwykD&usqp=CAU>. Acesso em mai. de 2020.

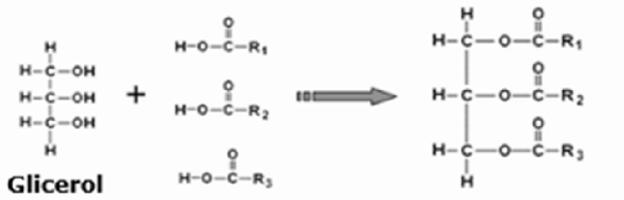


Figura 2 – Domínio público⁴³

Os triacilgliceróis ou triglicerídeos são lipídios formados da união do glicerol com três ácidos graxos. Há mais de 400 tipos de ácidos graxos diferentes encontrados apenas no leite.

Para saber mais

DIAS, Diogo Lopes. "Química do leite"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/quimica-leite.htm>. Acesso em 22 de fevereiro de 2020.

⁴³ Créditos de imagem: Disponível em: [https://2.bp.blogspot.com/-WjyUXmmCkCg/UcMLaOhdujI/AAAAAAAAAEw/7jSievNLVGk/s1600/images+\(2\).jpg](https://2.bp.blogspot.com/-WjyUXmmCkCg/UcMLaOhdujI/AAAAAAAAAEw/7jSievNLVGk/s1600/images+(2).jpg). Acesso em mai 2020.

APRENDENDO COM CRIATIVIDADE



Atividade lúdica 2 - Estudando Isomeria óptica pelo ácido láctico

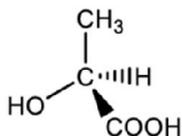
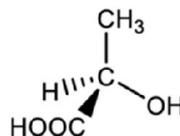
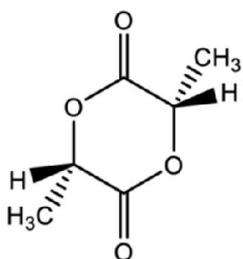
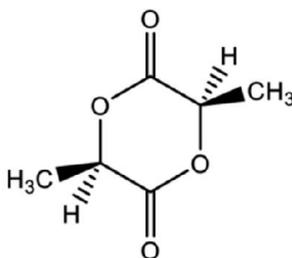
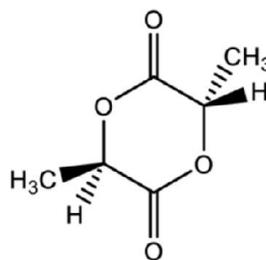
Sabemos que, a posição de um único elemento em uma estrutura de glicose, a faz diferente em propriedades físico-química das demais. Isto, muitas vezes é difícil representar por escrito e as vezes é pouco perceptível. Nesse sentido as atividades lúdicas, além de incentivar a criatividade, auxiliam os alunos a compreenderem melhor estruturas complexas especialmente dos compostos bioquímicos. Propomos para esse módulo o uso de materiais que facilitam a cognição do aluno.

Materiais:

- Bolinhas de isopor de vários tamanhos (encontradas em bazar)
- Palitos de dente
- Tinta guache
- Lousa e pincel.



Monte as estruturas abaixo do ácido láctico usando bolinhas de isopor e palitos. Em seguida compare as diferenças entre as moléculas.

**L-ácido láctico****D-ácido láctico****L-lactídeo****D-lactídeo****meso-lactídeo**

Fonte: Domínio público⁴⁴.

Facilitando a compreensão espacial das moléculas, pinte para o carbono as bolinhas na cor preta, para o hidrogênio bolinhas azuis, para o oxigênio use a cor vermelha e azul para o nitrogênio.

Exercitando a criatividade

- Monte as moléculas do L-ácido láctico e D-ácido láctico.
- Defina a fórmula molecular para estes compostos, em seguida verifique se são isômeros.
- Monte outras estruturas com a fórmula molecular do ácido láctico.
- Identifique o carbono quiral de cada composto se houver.

⁴⁴ Créditos de imagem. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-9-Isomeros-do-acido-lactico-e-lactideo_fig2_319176074. Acesso em mar. 2020.

QUEIJO

A bioquímica presente no queijo

APRENDENDO QUÍMICA COM SABOR



Capítulo II

O queijo

Objetivos

1. *Exercitar por meio da experimentação o uso de processos de separação de misturas como: filtração simples, filtração á vácuo por bomba de sucção ou trompa d'água, separação por densidade, centrifugação... Por meio da fabricação do queijo especialmente no processo de corte e prensagem da massa.*
2. *Refletir motivos dos quais alguns produtos lácteos são valorizados pelo mercado, enquanto outros também com qualidade própria não são tão reconhecidos. E assim elencar meios de apreciação destes produtos como mudanças na forma do processamento, organização de cooperativas, desenvolvimento de marcas e boas práticas de produção.*
3. *Verificar na ação de pH, tempo e temperatura as suas influências diretas no aumento e redução da microflora láctica e patogênica, da mesma maneira que a salga, e umidade relativa do ar afeta o processo de maturação de queijos minas frescal nestes organismos e pelos fenômenos de osmose e evaporação.*
4. *Analisar por meio da história da Ciência e dos povos as formas que se consolidou o processamento de queijos e suas diferenças típicas de região para outra, como o uso dos cardos em Espanha e Portugal como agente coagulante, e o uso dos coalhos derivado do abomaso dos bezerros cujo o princípio ativo é a quimosina (no Brasil). Evidenciando os valores culturais imateriais dos quais a ciência pode se desenvolver ainda mais por meio de novas descobertas de mecanismos ainda desconhecidos.*
5. *Montar as estruturas espaciais das principais moléculas presentes nos queijos, bem como, reproduzir a reação de produção do ácido láctico, integrando a produção deste e a fabricação de queijos duros como o parmesão e o romano e moles como a ricota e o contage.*

6. *Compreender o efeito da presença de gorduras, lactosoro (albuminas) concentração de ácidos lácticos, temperatura, umidade, salga, e tipo de microrganismos (leveduras, bactérias, mofo azuis, mofo artificiais e outros) na composição dos diversos tipos de queijos. Possibilitando deste modo a aprendiz no que tange às reações químicas perceber que fatores externos influenciam diretamente nestas que estão ocorrendo em todo o processo de fabricação de queijos.*
7. *Testar pelas relações ecológicas para a competição em meios concentrados de micro-organismos como no cultivo indicador, pingo e coalho, a influência destes na produção de bons queijos.*
8. *Promover a conscientização sanitária de boas práticas de fabrico do queijo minas frescal, tal como, o processo de ordenha, trato dos animais, atenção as pastagens, animais doentes e vacinação destes. Compreender por evidências que o uso de antibióticos quando necessário nos animais, altera a bioflora láctica, sendo necessária a retirada destes do rebanho.*
9. *Deduzir por meio de experimentos a solubilidade das caseínas principais proteínas do leite e, identificar deste modo a coalhada formada pelas vias enzimática e láctica. Construir pela observação relações entre acidez e solubilidade das caseínas, comparando com a literatura do fabrico dos queijos pela precipitação ácida. Indicando desse modo o motivo da introdução de cloreto de cálcio em alguns processos de fabricação de queijo.*
10. *Alvitrar de maneira a conhecer as formas de processamento dos queijos possibilitando ao aluno identificar os principais defeitos decorrentes deste processo influenciado por diversos fatores reconhecendo queijos inchados, estufados, contaminados com ácaros, fungos, agentes patógenos e, que provocam dissabor.*
11. *Reconhecer as principais técnicas de pasteurização, e sua importância como frenagem para os principais defeitos dos queijos oriundos dos organismos patógenos. Assim perceber a importância de leis que garantam as boas práticas sanitárias.*

Conteúdos abordados

Química

Cadeias carbônicas, fórmulas químicas, isomeria, e reações químicas.

Biologia

Características dos componentes bioquímicos, fórmulas químicas e sua presença no leite.

Bioquímica

Proteínas, carboidratos, lipídios e reações vinculadas.

Tema gerador: Queijo

Acidez e basicidade - Agentes patogênicos - Agricultura familiar- Albuminas- Antibióticos - Bactérias da bioflora - Caseínas - Cultivo microbiológico - Defeitos dos queijos - Enzimas lácticas - Escala de pH - Fatores que alteram a velocidade das reações - Formação de gases - História da Ciência - Métodos de separação de misturas - Mistura heterogênea - Mistura homogênea - Mudança de coloração - Osmose - Precipitação ácida - Processamento de queijos - Reações do ácido láctico - Reações químicas - Relações ecológicas - Saberes culturais - Salga - Segurança alimentar - Solubilidade de sais - Temperatura - Umidade relativa do ar.

Introdução

No queijo há diversos processos e que podem ser variáveis dependendo do tipo de queijo e maturação. O queijo é uma boa forma de conservação do leite, alimento consideravelmente perecível (PERRY, 2004; ORDÓÑEZ ET. AL, 2005). No Brasil devido à colonização portuguesa e a expansão da pecuária, juntamente com a dificuldade de escoamento da produção, houve a necessidade de aproveitar melhor o leite, fazendo-se por meio da produção de queijos e outros derivados do leite como os doces, especialmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo (IPHAN, 2014).

O IPHAN lançou a pouco tempo uma cartilha da coleção Dossiê IPHAN, intitulada: “Modo Artesanal de Fazer Queijo de Minas” no ano de 2014, sendo abordado como patrimônio imaterial, o modo de fabricar queijos minas frescal. Nela se destaca alguns pontos que é de grande contribuição para este trabalho: o aspecto cultural, a sociabilidade que o queijo traz, suas principais tradições de fabricação e sua relação com a semelhança do modo de produção típico de Goiás.

A valorização fabricação de Queijos artesanais pode se enquadrar no movimento nascido em 1989, “Slow Food” que busca promover a biodiversidade e a diversidade cultural, contrapondo diretamente aos interesses capitalistas das grandes indústrias das comidas prontas e em larga escala os “Fast Food” (IPHAN, 2014, p. 25). Esta mesma instituição aponta que desde o ano 2000, o “Slow Food”, promove campanhas em defesa dos queijos de leite cru e produtores, frente a leis higiênico-sanitárias e tecnicistas.

O queijo ao modo que é produzido em Minas Gerais e em Goiás, utiliza-se do leite cru, que contém grande diversidade de microrganismos, alguns inofensivos ao homem e outros patogênicos.

Por não ocorrer a pasteurização do leite no modo de produção típico, em caso de existência de agentes patogênicos, ocorre a

passagem direta destes para a massa do queijo, constituída em boa parte de caseínas. Pesquisas apontam que há aspectos positivos do uso do leite cru, uma vez que o sabor, odor e aspecto visual, estão diretamente relacionados a microflora das bactérias lácticas. O IPHAN (2014), ao defender o modo de fazer queijo na região do Serro, Serra da canastra, Serra do Salitre e Alto Paranaíba, ambas regiões no Estado de Minas Gerais, apontou ser fundamental para o sabor, aroma e características do queijo os usos dos métodos tradicionais de fabrico do queijo, sendo que a mudança de localidade, tempo de maturação ou ambiente, modifica também a microflora das bactérias lácticas típicas da região - presente exclusivamente naquela altitude, pastagens e solo - necessárias para as reações bioquímicas de maturação do queijo.

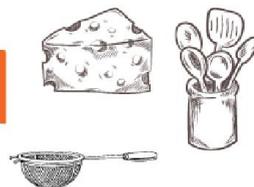
Fenômenos a serem explorados na fabricação dos queijos

- A) decantação das caseínas e reparação do lacto-soro
- B) solubilidade
- C) osmoscopia

Para organizar melhor este material neste tópico, optamos em conciliar a metodologia proposta de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009)⁴⁵, com adaptações que achamos pertinentes para o ensino, e que fosse mais direto à aqueles que querem aprender e ensinar de uma forma reflexiva.

⁴⁵ DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. Colaboração: Antônio Fernando Gouvêa da Silva. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. 365p. – (Coleção Docência em Formação / Coordenação Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta). ISBN 798-85-249-0858-9.

APRENDENDO COM SABOR



Receitas caseiras

Momentos pedagógicos: fabricação de queijo

Problematização inicial

1. *Você já viu de perto a fabricação de queijos? Que tipo de queijo mais gosta? Por que há diferença entre os queijos fabricados?*
2. *A química pode contribuir na melhoria da produção de queijos? Se sim de que forma ela poderia?*
3. *Por que o sabor do queijo varia de uma região para outra?*
4. *Que procedimentos de laboratório são aplicados na fabricação dos queijos?*

Conhecendo a realidade

Em grupos de cinco pessoas, procure em sua região famílias ou empresas que fabricam artesanalmente ou até mesmo por técnicas industriais doces de leite e queijos. Pesquise e registre em uma planilha:

- a) quais ingredientes,
- b) seu processamento (modos como são feitos),
- c) modo como se obtém os ingredientes,
- d) se tem conhecimento do tipo de alimentação dos animais,
- e) modo como são consumidos os produtos fabricados (consumo próprio, feiras, vendidos em mercados locais ou regionais...).

Peça permissão e registre a atividade de pesquisa com fotografias, vídeos para que depois possam montar um pequeno relatório para se discutir em sala com professor e colegas.

O preparo do queijo

Esse processo pode facilmente ser reproduzido no ambiente escolar, desde que se tenha predefinidos, alguns pontos de atenção básicos:

Tempo estimado: 1h e 40 Min - 2 aulas.

Grupos definidos: Máximo cinco alunos.

Materiais e Métodos

4 L de leite cru

2 colheres de coalho

1 Vasilha de metal para 4 L de leite

1 colher de metal

1 Forma para prensagem do queijo

1 Tábua de madeira ou plástico para prensagem

1 Fogão ou Banho-maria para aquecer o leite

1 vasilha para guardar o lacto-soro

50 g de Sal

Para se preparar o queijo fresco

Figura 1 - Etapas da produção do queijo Minas Frescal.



Fonte: (EMBRAPA; 2005, p. 13)

Para a fabricação artesanal de queijos, ora se omite algumas etapas como a pasteurização (não recomendado sem manejo adequado de animais) e embalagem que na maioria das vezes é feito para consumo próprio ou local, sem muitas exigências.

Etapas: pasteurização do leite, se a unidade escolar possuir um termômetro, assegurar temperatura de 65°C durante 30 min, e esfriar a 35°C para preparo do queijo.

Organização do Conhecimento

Processo artesanal de fabricação do queijo

Figura 1: Adição de leite em uma panela.



Fonte: (Próprios autores⁴⁶)

Figura 2: Adição de coalho ao leite.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 3: Adição de sal.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 4: Reservar leite morno para o descanso da massa e início da coagulação.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 5: Início da coagulação enzimática

Figura 6: Corte da coalhada

⁴⁶ *Produção artesanal e tradicional do queijo minas frescal, (chamado de queijo fresco) em Inhumas - GO (Março de 2020).*



Fonte: (Próprios autores)

Figura 7: Coalhada



Fonte: (Próprios autores)

Figura 8: Descanso da massa



Fonte: (Próprios autores)

Figura 9: Escoamento do excesso de lactosoro e repetição do processo por aproximadamente três vezes deixando a massa descansar nestes intervalos.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 10: Início da prensagem.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 12: Corte da coalhada



Fonte: (Próprios autores)



Fonte: (Próprios autores)

Figura 11: Início da prensagem.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 13: Adição da massa sem exercer muita força na prensagem, possibilitando a organização das micelas.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 14: Prensagem finalizada.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 15: Salga do queijo. Facilita a expulsão do lactossoro restante.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 16: Mecanismo de coleta do pingo - *cultivo indicador*.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 17: Descanso do queijo e início da maturação.



Fonte: (Próprios autores)

Aplicação do conhecimento

Propriedades Químicas e Métodos de Separação de Misturas

“A pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema,

recorrendo a procedimentos científicos.” Silveira, Córdova (2009, p. 31)

A *matéria* é constituída por tudo aquilo que ocupa lugar no espaço, sendo a substância pelas quais os corpos são formados. Ela e pode estar no estado sólido, líquido ou gasoso. É chamado *corpo* toda a porção limitada de matéria e de *objeto* o corpo que foi modificado pelo homem a seu proveito, atribuindo-lhe utilidade.

Alguns fenômenos envolvem a matéria. Estes podem ser denominados de *físicos* ou *químicos*. Físicos quando a matéria é deformada, mas não ocorre nenhuma alteração em nível molecular, a exemplo, ao agitar o leite com uma camada nítida de gordura, esta se espalha em todo o composto, porém as substâncias não se transformaram e outras. Químico é o fenômeno que se manifesta pela alteração da matéria em nível molecular. A substância que formava a matéria original se tornou outra. No caso do leite ao azedar, a lactose presente no leite, se torna ácido pirúvico, e este por sua vez, ácido láctico, ocorrendo assim dois fenômenos químicos simultaneamente.

Algumas propriedades caracterizam certos materiais. São usadas para mensurar a matéria, e suas propriedades, regem a formação destes.

Propriedade da solubilidade: a solubilidade é a capacidade de um corpo se dissolver em outro, chamado de solvente e que está no meio em maior quantidade que o primeiro, soluto. A solubilidade pode ser afetada por vários fatores: pressão, temperatura e acidez, como é o caso do leite logo abaixo. A formação do coágulo é o processo mais demorado depois da maturação. Os íons cálcio são solúveis em meios ácidos, dissolvendo-se com facilidade no solvente mais abundante do leite: a água. Isso possibilita as caseínas, proteínas mais abundantes do leite, se precipitam em meio ácido uma vez que perde estes íons juntamente com os fosfatos, que aliado a acidez e atingem seu ponto isoelétrico pH 4,6.

Figura 1: Adição de agente coagulante. A maior parte das partículas do leite estão solúveis. ($t=0$ min)



Fonte: Próprios autores

Figura 2: Formação da coalhada. ($t=10$ min)



Fonte: Próprios autores

Figura 3: Corte da coalhada. Partículas insolúveis são visíveis a olho nu. ($t=38$ min)



Fonte: Próprios autores

Processo de decantação: Consiste na separação de materiais com densidades diferentes e insolúveis por meio da força gravitacional. Os corpos de maior densidade, que são aqueles que possuem maior massa em um pequeno volume, decantam, ficando ao fundo e as partículas com menor densidade estarão acima do de maior densidade.

Figura 4: Decantação das caseínas ($t=0$ s)



Fonte: Próprios autores.

Figura 5: Decantação das caseínas ($t=60$ s).



Fonte: Próprios autores.

Figura 6: Decantação das caseínas ($t=180$ s).



Fonte: Próprios autores.

Processo de Filtração: Consiste na retenção de partículas sólidas misturadas em meio líquido por meio de filtros.

Tamisação ou peneiração: Comum na prática de separação entre sólidos, pelo uso de uma peneira.

Processo de Filtração a vácuo: é um processo muito utilizado na indústria acelera a filtração da mistura por meio de uma bomba elétrica que gera sucção no meio. Neste caso se faz necessário do uso de um kitassato e um funil de porcelana.

Melhorando o processamento

A padronização dos produtos é algo sempre pensado na indústria de larga escala, os produtores pequenos também podem pelo conhecimento sempre melhorar suas formas de produção.

Um mecanismo interessante que envolve muitos conceitos químicos e bioquímicos está no uso do cultivo indicador, e o uso de agentes coagulantes.

Tipos de agentes coagulantes

A formação da coalhada é um processo fundamental na fabricação de queijos, e consiste na adição de coalho ao meio. Por meio dela, se possibilita à coagulação das caseínas, evidenciando assim uma série de reações químicas irreversíveis.

A origem do coalho pode ser diversa, e tem se demonstrado um verdadeiro patrimônio cultural entre os povos. A exemplo, em Portugal e Espanha, devido a presença árabe, se consolidou durante muito tempo o coalho de origem vegetal oriundo da planta do Cardo (Figura 7).

Figura 7: Flor do cardo (*Cynara cardunculus* L.)⁴⁷



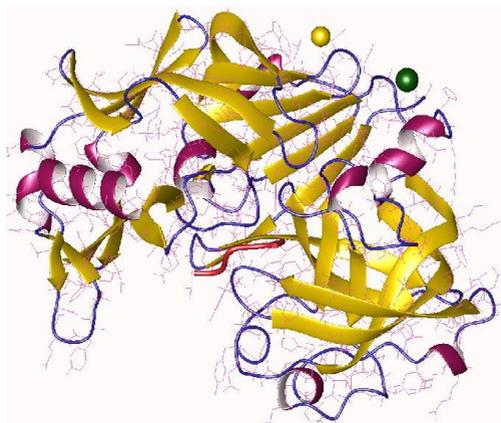
Em outros países sem restrição a coalhos de origem animal, tem se utilizado o extrato do abomaso de bezerros lactentes, que contém a quimosina, proteína e princípio ativo responsável pela coagulação. Neste extrato se contém também pepsina.

Hoje inclusive há extratos de mofos (fungos) cujas enzimas coagulantes fazem bem seu papel na produção de queijos, *Mucor mihei*, *M. pusilus* e *Endothia parasítica* são as principais espécies utilizadas com essa finalidade. Há também extratos de enzima

⁴⁷ Flor do cardo (*Cynara cardunculus* L.) - planta rica em peptidases sendo usada especialmente nos países ibéricos como agente coagulante. Imagem disponível em: < <https://www.flickr.com/photos/emoitas/698624853>. Acesso em Fev de 2020.

coagulante originada pelas técnicas modernas de DNA recombinante⁴⁸.

Figura 8: Quimosina - (*Bos taurus*)⁴⁹

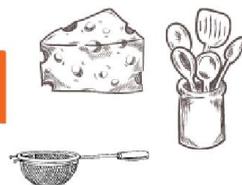


No Brasil, em Minas Gerais se adiciona o *cultivo indicador* chamado de pingo⁵⁰, que é o lacto-soro coletado a noite durante o *deassadoramento*, o que também irá facilitar a coagulação. Um dos pontos positivos do pingo é a padronização do queijo, uma vez que a cepa responsável pela coagulação é a mesma, e está em constante reprodução e sendo (re) coletada durante o fabrico.

INTEGRANDO CULINÁRIA TRADICIONAL E ENSINO

APRENDENDO COM SABOR

Receitas caseiras



⁴⁸ Cf. Ordóñez et. al. (2005, p. 87)

⁴⁹ Quimosina – típica do gado bovino (*Bos taurus*) - Oriunda do abomaso dos ruminantes caracteriza-se como uma proteína do tipo peptidases que conduzem a formação de coágulos no leite. Imagem disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Quimosina>. Acesso em Abr de 2020.

⁵⁰ O pingo é uma solução contendo grande quantidade de microbiota láctica, coletada durante o período noturno após a salga dos queijos minas. É muito útil como agente de padronização no flavor nos queijos artesanais Cf. IPHAN (2015).

Momentos Pedagógicos: Fazendo Requeijão Caseiro

O requeijão caseiro para ser produzido requer um processo diferente do queijo minas frescal, mas, os princípios são quase os mesmos (Figura 1). Nos relatos dos moradores locais, neste processo não ocorre à adição de coalho e nem cultivo indicador. O leite é deixado em descanso à temperatura ambiente, a fim de que a própria lacto-flora, inicie o processo de coagulação da massa, ocorrendo proliferação contínua da biota láctica, e produção de ácido láctico⁵¹. Como já aprendemos coalhadas lácticas produzem queijos moles.

Neste fenômeno se evidencia a produção de um tipo de coalhada chamada de *coalhada láctica*, onde as próprias bactérias lácticas fazem a coagulação do leite. Demanda tempo, por volta de dois a três dias. Após a coagulação láctica, há a separação do lacto-soro ocorre à adição contínua de leite para “lavar” a massa e, é omitido o mecanismo de prensagem, no entanto, adicionado aquecimento contínuo. Como diz Ordóñez et. al. (2005) um importante teórico na área de Tecnologia de Alimentos, a *cocção* da massa é um processo comum em alguns tipos de queijos, que por meio deste cozimento expulsa com maior facilidade o lacto-soro (Figura 2). Em maiores temperaturas a expulsão do soro é maior. Quimicamente estes fatores como temperatura e a contínua agitação, favorecem ligações intermicelares, também aliado a constante retração do coágulo, o que permite a formação típica do queijo em questão. Dependendo do grau de aquecimento e cocção é comum ocorrer uma característica mudança de coloração no requeijão, como no caso da figura 1. Nela houve um controle rígido na cocção da massa e expulsão do lacto-soro, evitando o escurecimento demasiado. Estes processos variam de região para outra.

⁵¹ Cf. verificando a formação do ácido láctico.

Figura 1: Requeijão produzido por moradores da cidade de Inhumas-GO.



Fonte: (Próprios autores)⁵²

Figura 2: Requeijão produzido e lactossoro comumente coletado para o trato de animais.



Fonte: (Próprios autores)

Pode se perguntar o que se pode aprender com a química da fabricação dos tipos de queijos? Além de ganhar e aprimorar o patrimônio cultural e científico, esse tipo de pensamento nos permite pensar uma ciência mais próxima da nossa realidade.

Algumas questões já foram respondidas por artigos de como se aproveitar melhor o lacto-soro, e podem ser discutidas por pesquisa em sala de aula.

Podemos ainda pensar como, desenvolver um trabalho prático para o desenvolvimento da agricultura familiar a partir do lacto-soro que contém importantes proteínas como as lacto-albuminas e ainda o açúcar lactose, no qual pesquisas já vêm o usando para manter cultivos biológicos na produção de etanol.

⁵² *Produção artesanal e tradicional do requeijão caseiro em Inhumas - GO (Março de 2020). Manufaturado por família que conhecem tradicionalmente o processo e viveram desta renda.*

Processo artesanal de fabricação do requeijão caseiro

Figura 1: Adição de leite em uma panela em temperatura ambiente.



Fonte: (Próprios autores⁵³)

Figura 2: Repouso do leite por um período de 48h. Camada de gordura visível.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 3: Retirada da camada de gordura.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 4: Pré-aquecimento da massa e retirada do lactossoro.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 5: Massa pré-aquecida colocada para início da filtragem.

Figura 6: Adição de leite à massa para retirar o sabor azedo (repetir 2 a 3 vezes)

⁵³ *Produção artesanal e tradicional do requeijão em Inhumas - GO (Abril de 2020).*



Fonte: (Próprios autores)

Figura 7: Massa dessorada.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 9: Cocção da massa até o queijo apresentar filagem (ponto deste tipo de queijo).



Fonte: (Próprios autores)

Figura 8: Adição da gordura do leite retirada no item 3, na panela para terminar a cocção do queijo.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 10: Queijo artesanal pronto não modelado. Aspecto variável de grupo para outro.



Fonte: (Próprios autores)



Fonte: (Próprios autores)

Aplicação do Conhecimento

Por se utilizar da coalhada láctica onde ocorre a produção de ácido láctico, favorecendo a insolubilidade das caseínas, neste tipo de processo se perde grande quantidade de lacto-soro. Uma vez que a coalhada é porosa e frágil, pouco contrátil e por fim difícil de dessorar. Desse modo se justifica o emprego da temperatura e adição de leite cru, para facilitar o dessoramento.

A) Sendo a produção de lacto-soro considerável, pesquise meios pelos quais se possa reaproveitar este subproduto advindo dos queijos e também que pesquisas vêm sendo publicadas neste sentido. Em seguida pense como esses processos de utilização do soro poderiam ser viáveis a produtores de sua região.

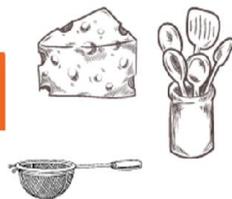
B) A partir da guia para saber mais, exercite o que aprendeu, identificando as principais diferenças na maneira de preparo de queijos, de modo que, possa classificar o modo de produção por: tipo de coalhada, de agente coagulante, modo de dessoramento e de maturação.

Para saber mais

Como fazer queijo prato: <https://globoplay.globo.com/v/4462047/> Acesso em mar de 2020.

Fazendo queijo provolone. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cruffc7ddn4>. Acesso em mar de 2020.

APRENDENDO COM SABOR



Receitas caseiras

Momentos Pedagógicos - Conhecendo os defeitos dos queijos

Queijos podem apresentar defeitos dependendo do modo como são preparados, estes defeitos causam diversos prejuízos, inclusive, à saúde daqueles que os consomem. Muitas características destes defeitos, estão diretamente relacionadas aos processos químicos e bioquímicos envolvidos em sua fabricação, a exemplo, os de fermentação, realizados principalmente por agentes patogênicos.

Outros defeitos estão também relacionados a reações bioquímicas que produzem produtos amargos, como algumas reações com peptídeos. Há ainda, aqueles casos em que o excesso de umidade, colaboram para a proliferação de agentes não desejáveis.

Reconhecer os problemas e defeitos dos queijos e assegurar meios de evitá-los de acordo com as pesquisas atuais fazem parte desse módulo.

Problematização inicial

1. *Por que há leis rígidas quanto a produção de queijos e sua maturação?*
2. *Que desafios o pequeno produtor enfrenta na fabricação de queijos artesanais? (agricultura /agropecuária familiar)*
3. *Que medidas o pequeno produtor deve tomar para evitar que o queijo fique com má qualidade?*

Organização do Conhecimento

Várias são as causas de defeitos: manejo inadequado dos animais, pastagem, águas e solos contaminados com coliformes fecais, silagem contaminadas, ausência de boas práticas de ordenha. Excesso de coagulante na massa, excesso de salga, utensílios contaminados entre outros. Os principais defeitos podem ser visualizados na tabela 1, logo abaixo:

Tabela 1: Principais defeitos dos queijos minas frescal

Defeito	
1. Queijo Salgado	<p>Principais motivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Excesso de salga. ● Acidez e umidade influencia na absorção de cloreto de sódio e demais sais. <p>Danos ao consumidor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Compromete a flora bacteriana e enzimas desejáveis e responsáveis pela maturação e obtenção do sabor e textura do queijos artesanais. ● Esconde problemas da má qualidade (“<i>sabor de curral</i>”) do leite advinda de manejo inadequado dos animais e ordenha e contaminação do leite. ● Acelera o processo de dessoramento e maturação dos queijos. ● Encobre os efeitos do ranço hidrolítico, que produz aromas provenientes das liberação de ácidos graxos livres (AGL).
2. Queijo Amargo	<p>Principais motivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Entre os principais está o acúmulo de peptídeos amargos. ● Excesso da atividade da enzima coagulante. ● Doses de coalho acima das recomendadas pelo fabricante. ● Uso de coagulante de origem vegetal. ● Acidez elevada, retém coagulante na massa. ● Pingo com pouca atividade. ● Falta de higiene das superfícies de utensílios e panos higienizadores ocasionando a formação de leveduras. <p>Danos ao consumidor:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Altera o sabor gerando produtos de pouca aceitação no mercado.
3. Queijo Rançoso	<p>Principais motivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Degradação da gordura (lipólise). ● Ranço oxidativo ocorre pelo excesso de luz e calor. ● Ranço hidrolítico: ocorre pela ação das lipases (enzimas advindas do leite ou de sua microbiota), havendo a liberação de ácidos graxos livres (AGL) de cadeia curta:

butírico, caprótico, caprílico e cáprico) - aromatizantes para o queijo contribuindo positivamente ou negativamente.

- Excesso de bombeamento ou turbulência no leite.
- Quando não há pasteurização: há grande número de microbiota e as lipases naturais não são inativadas.

Danos ao consumidor:

- Queijos com gostos indesejáveis como o sabor de ranço ou sabão.
- Quando ocorre regulação do processo podem ocasionar gostos desejáveis (picantes - ainda com aceitação dependendo do tipo de queijo).
- Em casos de agitação demasiada do leite ocorre o rompimento de glóbulos de gorduras sendo estes suscetíveis aos ataques das lipases, aparecendo o gosto de ranço.

4. Defeito na Casca

Principais motivos:

- Quebra da proteção natural do queijo por agentes externos: fungos, poeiras, bolores, ácaros, moscas e entre outros.

Danos ao consumidor:

- Perda da umidade.
- Aceleram a venda de queijos sem maturação podendo ocasionar riscos ao consumidor.
- Tricas no queijo, manchas, cores desiguais, mofo, casca grossa

5. Manchas causadas por micro-organismos

Principais motivos:

- Contaminação na elaboração ou maturação do queijo.
- Em queijos artesanais contaminação pode vir diretamente do leite (cru).

Danos ao consumidor:

- Ocorrem a formação de manchas que podem ter sua origem nas diferentes etapas do processo, como também nas práticas, materiais e ambiente.

6. Manchas Amarelas

Principais motivos:

- Falta de viragens regulares e a presença de corredores de circulação nas prateleiras de maturação.
- Diferença de homogeneidade na massa devido a prensagem não uniforme.
- Contato direto entre peças de queijo nos períodos de maturação.

Danos ao consumidor:

- Compromete a qualidade do produto desvalorizando o mesmo.

7. Trincas nas cascas

Principais motivos:

- Falta do íon cálcio na massa. Desmineralização excessiva.
- Remoção da gordura na casca.
- Prensagem com massa fria.

Danos ao consumidor:

- Acarreta aspecto não homogêneo no queijo, favorecendo a entrada de micro-organismos pela poeira, insetos entre outros.

8. Estufamento precoce / queijo inchado / rendado

Principais motivos:

- Ocasionalizado pela produção de gás por bactérias, algumas de origem fecal.
- Uso de água contaminada.
- Ausência de boas práticas sanitárias de produção.
- Contaminação das pastagens especialmente em épocas chuvosas. Pode ser evitado com a fabricação imediata após ordenha, uma vez que bactérias lácticas se multiplicam antes dos coliformes.
- Uso do pingo do dia contaminado.

Danos ao consumidor:

- Formação de pequenas e numerosas olhaduras indesejáveis no queijo, nos primeiros momentos de fabricação do produto.
- Olhaduras pequenas e em grande quantidade são perigosas pois podem indicar a presença de agentes patógenos.
- Sabor e odor desagradável. Não confundir com as olhaduras naturais promovidas pelas bactérias lácticas selvagens, cujo a ação não produz sabor e odores desagradáveis.

9. Estufamento tardio

Principais motivos:

- Processo fermentativo indesejável provocado por bactérias *Clostridium spp*, encontradas no solo.
- A silagem pode ser a fonte de esporos para o leite constituindo o problema tardio.

Danos ao consumidor:

- Apresentam trincas internas, sabor e odor indesejáveis. Muitas vezes manifestado na sala de maturação, ponto de venda ou casa do consumidor.

Fonte: EPAMIG, 2019 - Adaptado⁵⁴

No Brasil, apesar de grande produtor de queijos e, exclusivo produtor de queijo tipo minas frescal, quase pouco se divulga os defeitos dos queijos ao público consumidor, especialmente em meios escolares. O que existe não pouco, é a mídia por vezes sensacionalista e não muito distante dos interesses do grande mercado capital que acabam por (des)contribuir com o efetivo trabalho de conscientização do produtor e do consumidor.

Como sabemos pelos nossos estudos sobre a temática do queijo, hoje até a Ciência está inserida no mercado dos grandes produtores, certamente em primeiro lugar devido aos incentivos para a Ciência infelizmente vir quase que somente das empresas privadas, e em segundo lugar podemos dizer como Apple (2006), se dá pela hegemonia cultural que coloca como normal estas tendências na cultura, no meio social, propagado pelos mecanismos sociais de conservação da sociedade como a própria escola, que “faz tudo parecer normal”.

Há inclusive meios midiáticos, que divulgam abertamente a impossibilidade de produção de certos tipos de queijos por parte de produtores, que não tenham um dado equipamento. Sabemos que para boa parte das famílias da agricultura familiar isto é impossível, entretanto entra diretamente em contradição o fato de estes processos consagrados ao longo dos tempos terem surgidos nestes ambientes rurais e com equipamentos desenvolvidos ao longo dos tempos. O que carece assim, uma mudança de pensamento que agregue valor e conhecimento as práticas tradicionais da agricultura/agropecuária familiar.

No que diz ao conhecimento básico dos defeitos dos queijos estes podem Como se apresenta estes queijos, podem ser vistos, nas *figuras de 1 a 4* a seguir.

⁵⁴ Sugerimos a leitura do material completo: EPAMIG. **Queijo Minas Artesanal - Principais problemas de fabricação**: manual técnico de orientação ao produtor. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. 40p. ISBN 978-85-99764-43-5. Disponível em: <http://www.epamig.br/download/queijo-minas-artesanal-principais-problemas-de-fabricacao/>. Acesso em: dez. 2019.

Figura 1 – Queijos com olhaduras



Fonte: EPAMIG, 2019, p. 20 – *texto do autor*.

Figura 2 – Queijos estufados



Fonte: EPAMIG, 2019, p. 22 - *texto do autor*.

Figura 3 – Queijos manchados

Presença de manchas vermelhas que indicam possível presença de *Propionibacterium rubrum* e manchas brancas indicando zonas limitadas de putrefação



Fonte: EPAMIG; 2019, p. 30 - *texto do autor*.

Figura 1 – Queijos empoeirados

Presença de ácaros na superfície do Queijo Minas Artesanal notada pela poeira na casca



Ácaro do queijo visto no microscópio



Fonte: EPAMIG, 2019, p. 36 - *texto do autor*.

Aplicação do Conhecimento

Pesquisa e ação

A) Faça um levantamento em sua região dos principais locais onde ocorre a venda do queijo artesanal, busque registrar por meio de fotografias, o produto que é vendido.

B) Consulte moradores e moradoras locais, ou colegas que vivenciam a prática de fabricação de queijos, sem nenhum tipo de julgamento (muitos dos entrevistados nunca estudaram processos químicos ou processos sofisticados de preparação de queijos, e inclusive podem possuir processos mais sofisticados e próprios que ainda não foram estudados pelos centros de pesquisa, fique atento, pois o achado científico está sempre nos olhos astuciosos), conhecer a realidade local, também as principais atitudes tomadas pelos agricultores quando os queijos apresentam estufamento, olhaduras, rachaduras, salga em excesso, amargor, cores diferentes entre outros.

C) Verifique também as principais queixas por parte dos produtores e consumidores com relação aos queijos produzidos, em relação a sabor, qualidade e outras que acharem pertinentes.

Em sala

A) Esboce uma tabela, com as principais medidas tomadas pelos produtores, e em sala de aula com o auxílio do professor busque outras alternativas, para que as situações sejam evitadas.

B) Explique com suas palavras os procedimentos técnicos e bioquímicos fundamentais para uma boa qualidade nos queijos produzidos em uma pequena fábrica de queijos artesanais.

Modificando a realidade

A) A partir do que foi estudado nesta unidade, levante meios pelos quais se pode melhorar o processamento de queijos em uma

fábrica oriunda da agricultura familiar apontando: as principais medidas sanitárias, de boas práticas e técnicas de processamento em relação à/ ao:

1) produção do leite

- a) Manejo e trato dos animais
- b) Ordenha
- c) Armazenamento do leite cru

2) Processo de fabricação de queijos

- a) Estrutura da queijaria
- b) Adição de coagulante
- c) Uso de pH correto
- d) Controle de agentes patogênicos
- e) Controle de peptídeos
- f) Cura dos queijos

B) Veja a possibilidade e promova na unidade escolar um dia voltado para discutir, amostrar, debater, interagir e partilhar técnicas de produção de queijos e outros produtos lácteos⁵⁵.

⁵⁵ Caso use este material ou estas propostas envie para a gente!!! Queremos partilhar ideias. paulohcienciaquimica@gmail.com.

DOCE DE LEITE

A bioquímica presente no doce de leite

APRENDENDO QUÍMICA COM SABOR



Capítulo III

O Doce de Leite

Objetivos

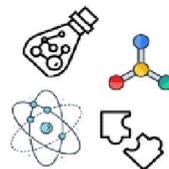
1. *Compreender as principais reações dos carboidratos, bem como, suas estruturas e ciclização, reconhecendo as principais funções químicas presentes nesses grupos destes compostos.*
2. *Conceber o conhecimento sobre a ciclização dos carboidratos, como a frutose e a glicose que se unem para formar a sacarose, dissacarídeo presente no açúcar de mesa, ingrediente fundamental na produção do doce de leite.*
3. *Identificar a lactose como açúcar presente no leite e formado pela união da glicose e galactose, que participa nas reações de escurecimento não enzimático como a reação de Maillard.*
4. *Possibilitar a compreender as características únicas do doce de leite, de aspecto homogêneo e pastoso, como sabor característico. Observando a dimensão da lactose e sua solubilidade baixa produzindo cristais característicos.*
5. *Verificar por meio da experimentação a ação da temperatura sobre o leite e o açúcar na formação do doce de leite. Compreender a necessidade de contínua agitação para o processo de fabricação do doce.*
6. *Possibilitar o debate no que diz respeito a forma de produzir doces de leite, e atinar a possibilidade de conflitar a ciência, que até o momento, não tem bem esclarecido parte dos mecanismos bioquímicos presentes no fabrico do doce de leite, possibilitando assim, verificar a Química e seus processos como uma Ciência em construção e não neutra.*
7. *Levantar meios de valorizar a produção local de doces, e pesquisar os incrementos culturais locais ao doce de leite como a adição de amendoim torrado, coco ralado a exemplo. Conflitar meios pelos quais estes processos são valorizados nas grandes indústrias porém com adição de amido, modificando o sabor tradicional.*

-
8. *A partir de dados históricos compreender fatores que favoreceram a estruturação do Brasil como um país que conseguiu desenvolver esta receita do doce de leite, usando de propriedade de moléculas muito significativas para a economia.*

Tema gerador: Doce de Leite

Velocidade reação - Açúcares redutores - Agricultura familiar - Cálculos estequiométricos - Ciclização da frutose - Ciclização das aldoses - Condução térmica - Dissacarídeos - Formação de gás - Ligação glicosídica - Monossacarídeos - Oligossacarídeos - Polissacarídeos - Reações de caramelização - Reações de fermentação - Reações de Maillard - Solubilidade - Vaporização.

APRENDENDO COM CRIATIVIDADE



Aula 1 - Conhecendo carboidratos

Sabe-se atualmente que os carboidratos são as biomoléculas que em maior quantidade estão na Terra. Eles estão presentes, a exemplo, na fotossíntese que converte mais de 100 bilhões de toneladas métricas de CO_2 e H_2O em celulose e outros produtos vegetais além do gás oxigênio, fundamental, para a manutenção da vida terrestre (NELSON; COX, 2015).

Fazem parte de uma diversa rede de produtos consumidos diariamente, como o açúcar de mesa e o amido, sendo que sua oxidação é a principal via de produção de energia na maioria das células não fotossintéticas (NELSON; COX, 2015). Carboidratos estão também presentes nas estruturas dos seres vivos, como

- *Glicogênio*; no interior das células animais e material reserva de fungos,
- Também na forma de *quitina*; nos exoesqueletos dos artrópodes, como por exemplo: cigarras, camarões e entre outros,
- E *celulose*; na parede das células vegetais.
- Protegem e estruturam a menor unidade viva dos seres vivos, que se chama *célula*.

Conhecê-los é de fundamental importância, para o estudo dos seres vivos, possibilitando compreender as reações químicas vinculadas à vida.

Os carboidratos de acordo com a quantidade de unidades de açúcares constituintes, são divididos em: monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Para não

fugirmos da proposta do estudo do doce de leite, buscaremos estudar os monossacarídeos e os dissacarídeos fundamentais para compreender a lactose e a sacarose, carboidratos essenciais na fabricação do doce.

Os monossacarídeos são divididos em: aldoses e cetoses. Segue no quadro 1, estão representadas suas principais estruturas.

Usando a criatividade

Em grupo de no máximo 4 pessoas, montem as moléculas do quadro 1, usando bolinhas de isopor e palitos, em seguida verifique a fórmula molecular e a diferença entre as estruturas.

Quadro 1 – Aldoses e Cetoses

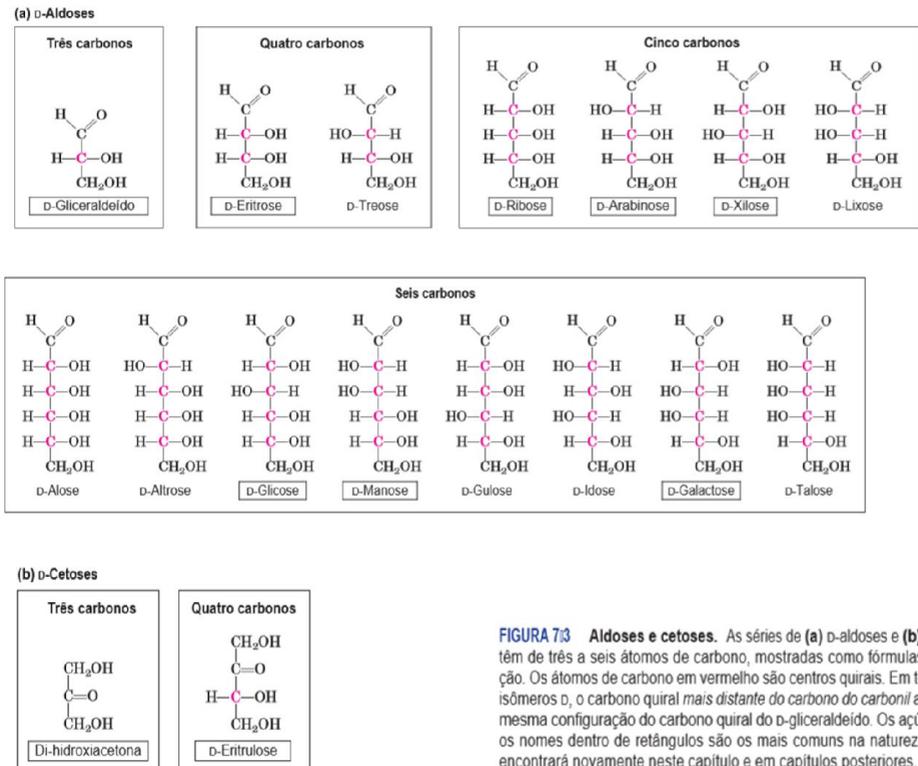


FIGURA 7.3 Aldoses e cetoses. As séries de (a) D-aldoses e (b) D-cetoses têm de três a seis átomos de carbono, mostradas como fórmulas de projeção. Os átomos de carbono em vermelho são centros quirais. Em todos estes isômeros D, o carbono quiral mais distante do carbono do carbonil apresenta a mesma configuração do carbono quiral do D-gliceraldeído. Os açúcares com os nomes dentro de retângulos são os mais comuns na natureza; você os encontrará novamente neste capítulo e em capítulos posteriores.

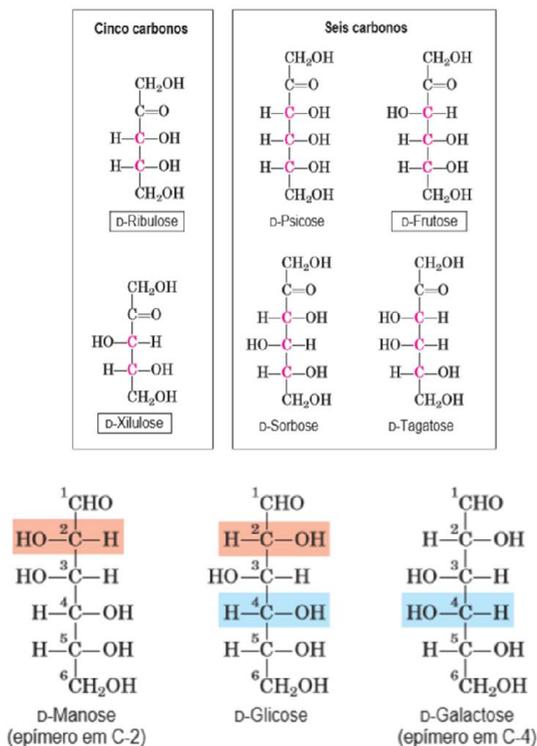


FIGURA 7/4 Epimeros. D-Glicose e dois de seus epimeros são mostrados como fórmulas de projeção. Cada epimero difere da D-glicose na configuração de um centro quiral (sombreado em cor salmão ou azul).

Fonte: NELSON, D. L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 5ª. Ed, 2011, p. 246.

Para refletir:

a) Se uma única mudança em relação à localização de um elemento na cadeia reordenam todas as propriedades das moléculas, como então, se conseguem sintetizar em laboratórios compostos orgânicos preferenciais? Que papel tem a ciência química neste processo?

b) Pesquise com seus colegas como que os cientistas descobriram esta diversidade de compostos, e ainda, como continuam a descobrir.

Aprendizagem

No que diz respeito à aprendizagem, especialmente para aqueles que ainda estão em desenvolvimento do estado *operatório formal* (PIAGET, 1999), as operações de aprendizagem em *nível concreto*, facilitam a compreensão dos conceitos. Em outras palavras, à aprendizagem é mais clara, pois parte de analogias. Outro fator, é que se o conceito parte da realidade em que vivemos, com estruturas menos complexas, o processo de aprendizagem é facilitado.

Na atividade desenvolvida a exemplo, fora possível observar os isômeros dos carboidratos. Moléculas que tem a mesma fórmula molecular, porém modificando apenas a organização espacial de seus elementos. Os químicos estudam estas propriedades. E por teorizações e ensaios verificam meios, como a temperatura, pH, catalizadores, tempo e cinética das reações para produzir compostos preferenciais.

Para saber mais

PIAGET, Jean. Seis estudos de psicologia Trad. **Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga... et. al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2011. p. 1-12. ISBN 978-85-8271-073-9.

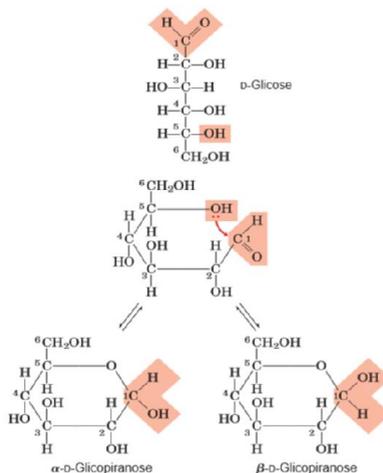
APRENDENDO COM CRIATIVIDADE



Aula 2 - Dimensão espacial das reações de ciclização dos carboidratos

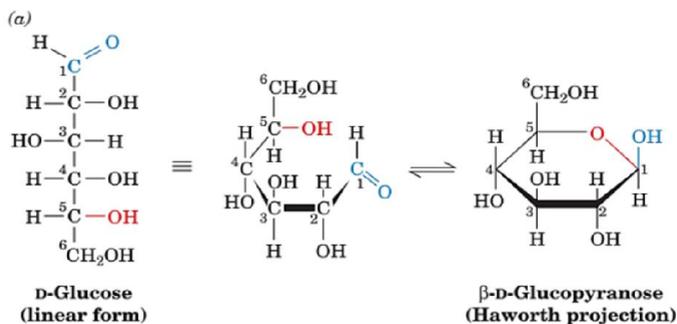
Abaixo temos a reação de ciclização da D-glicose, reações comuns nos carboidratos. Faça agora por meio dos modelos já conhecidos de bolinhas e isopor, as moléculas de carboidratos abaixo. Verifique a semelhança e diferença entre os compostos. E procure identificar isômeros.

Figura 1 – Reações de ciclização da D-Glicose



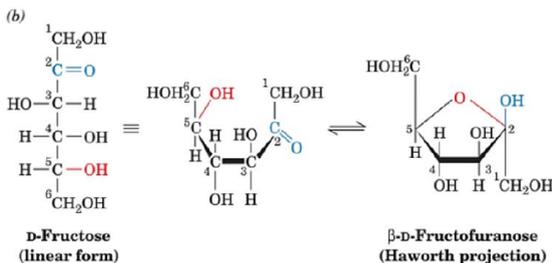
Fonte: NELSON, D. L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 5ª. Ed, 2011, p. 238.

Figura 2 – Reação de ciclização da D-Glucose



Fonte: NELSON, D. L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 5ª. Ed, 2011, p. 238.

Figura 3 – Reação de ciclização da D-Frutose



Em solução aquosa os monossacarídeos se encontram predominantemente na forma cíclica devido a reação da carbonila com a hidroxila da própria molécula. A figura (a) mostra a forma beta da glicose, enquanto a (b) demonstra a forma beta da frutose.

Fonte: NELSON, D. L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 5ª. Ed, 2011, p. 238.

Usando a criatividade

1. A partir das reações acima e em grupo, monte com bolinhas de isopor e palitos, o processo para formar as duas estruturas possíveis para a ciclização da molécula de D-Glicose.

2. No caderno, desenhe as fórmulas em perspectiva de Haworth para a-D-glicopiranosose e a-d-glicopiranosose.

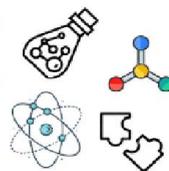
3. Certos conhecimentos são adquiridos por generalização, visto que a Ciência verifica padrões na natureza. Torna-se assim, fundamental a repetição e a previsão de novas moléculas. Em uma

folha a parte monte a partir da (aula 1) deste capítulo, as possíveis ciclizações para as moléculas de aldoses.

Treine assim sua criatividade e generalização para outros compostos.

MATERIAIS ALTERNATIVOS

APRENDENDO COM CRIATIVIDADE



Aula 3 - Fórmulas dos compostos

Para se representar os diversos compostos existentes durante a elaboração e organização do conhecimento de química e bioquímica, várias fórmulas foram estruturadas para fazer estas representações. Os motivos são diversos desde facilitar a escrita, ter mais vínculo com a realidade e representar os isômeros reais, existentes em diversas conformações e propriedades.

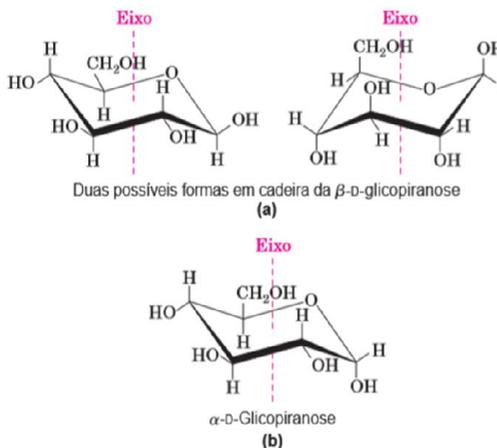
Figura 1 – Moléculas dos carboidratos



Fonte: Domínio público

As moléculas podem ser escritas e existir espacialmente falando, na conformação “barco” ou “cadeira”. Sendo a primeira mais incomum e em menor quantidade nos compostos devido a repulsão dos pares de elétrons.

Figura 2 – Moléculas em conformação cadeira



Fonte: NELSON, D. L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 5ª. Ed, 2011, p. 238.

Faça agora com o auxílio de massa de modelar e palitos, ou bolinhas de isopor e palitos as estruturas acima. Busque colocar os hidrogênios presentes nos compostos observando os atritos entre os átomos o que facilita a conformação em cadeira.

Para saber mais

Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/quimica-leite.htm>. Acesso em out de 2019.

Disponível em: <http://mundodabioquimica.blogspot.com/2017/07/ciclizacao-dos-monossacarideos.html>. Acesso em out de 2019.

APRENDENDO COM SABOR



Receitas caseiras

Momentos Pedagógicos - Fazendo doce de leite

O doce de leite para ser preparado necessita de dois ingredientes básicos: o leite e o açúcar, em seu processo de fabrico, ocorrem inúmeras reações químicas, algumas ainda não definidas em sua totalidade. Destaca-se as reações químicas envolvendo diferentes tipos de carboidratos e proteínas, o que veremos durante o processo.

Ingredientes e materiais

- 3 litros de leite
- 6 xícaras de açúcar
- 1 panela fundo largo
- 1 colher de pau
- 1 fogão a gás de duas bocas
- Luvas de pano

ATENÇÃO! Higiene é fundamental e indispensável quando se trata do preparo dos alimentos. Certifique que os cabelos estão presos, sendo necessário o uso de toucas e lavagem das mãos com água e sabão.

Roteiro Experimental / Modo de Preparo

Escolha um colega da equipe para anotar o tempo e as possíveis modificações ocorridas no leite, em seguida tente explicar com suas palavras o fenômeno ocorrido.

1.º passo - Com o auxílio do colega coloque o leite e o açúcar em uma panela grande de fundo largo.

2.º passo - Em fogo médio leve a mistura, mexendo sempre com uma colher de pau, até obter fervura (cerca de 15 minutos).

3.º passo - Diminua o fogo, anote o tempo e as mudanças de coloração durante o processo e continue mexendo até obter um doce marrom claro de consistência cremosa (cerca de 45 minutos).

4.º passo - Passe o doce para uma vasilha adequada, deixe-o esfriar.

5.º passo - O doce pode ser servido com queijo minas frescal.

Dicas: Quando se almeja um doce com boa textura e cremoso, é necessário dissolver bem o açúcar no leite que está em grande quantidade. Para isso faz-se necessário mexer bem e constantemente a mistura de leite e açúcar.

(Ver processo artesanal de produção do doce de leite).

ATENÇÃO PROFESSOR! Certifique-se que o ambiente é adequado e com boa ventilação e espaço para os procedimentos. Uso do fogo sempre é perigoso, especialmente para os alunos que estão em processo de aprendizagem e maturação cognitiva. Sempre acompanhe o aluno.

Para refletir

Por que quando se ferve o leite, este costuma derramar e a água não?

Como possivelmente pode ser explicado que no Brasil, na Argentina, no Uruguai e no Paraguai, são países que produzem doces com nível elevado de sacarose em relação aos outros países?

Você conhece alguém de sua família que tenha uma receita de doce de leite, ou que saiba fazer?

O que explica a necessidade constante de homogeneização do leite e açúcar durante o processo de fabricação do doce?

Por que se usa colheres de pau e não é recomendado o uso de colheres de metal para a fabricação do doce de leite?

Que problemas de saúde o consumo exagerado de doce de leite pode trazer aos indivíduos?

Por que se deve manter durante certo tempo o fogo médio para o processo?

e culturalmente estabelecido um tipo de doce pastoso e com quantidade expressiva de sacarose, hábito ente os sul-americanos. Tal evento talvez possa ser explicado pela grande produção de cana-de-açúcar nestes países, e conseqüentemente o de açúcar refinado.

Outros ingredientes podem ser acrescentados nos doces de leite, como o amendoim fazendo os famosos pé-de-moleques⁵⁶ das tradicionais festas de São João no Brasil inteiro, como também de coco ralado em cocadas, adição de mamão verde ralado e entre outros.

Os procedimentos para a fabricação do doce de leite caseiro, são interessantes e para as famílias tradicionais trata-se de um conhecimento tácito, oculto, mas, que é normal para tais famílias. Embora a química e a física expliquem, acompanhando o processo de fabricação do doce de leite, houve entre os que estavam no processo uma discussão entre o necessário uso de uma colher de madeira, evitando aquecer o cabo da colher. Sabe-se em química e física que matérias de metal conduzem calor com maior facilidade.

O fato que utilizar a colher de madeira, facilita o processo que é demorado e requer constante homogeneização, agitação do leite e açúcar em processo de fabricação. Uma vez que estes facilmente grudam no fundo da panela, e como recebem maior quantidade de calor desencadeiem uma série de reações produzindo uma raspa com cloração, odor e sabor indesejável, o que já é previsto na bioquímica do processo. Assim para não deixar o “doce grudar” no fundo da panela se faz esta constante homogeneização.

As reações⁵⁷ que são responsáveis pela formação do doce estão acontecendo a todo o momento de preparo e, diversos fatores

⁵⁶ No Brasil, especialmente nordeste, sudeste e centro-oeste, ocorrem no mês de junho as tradicionais festas juninas e, é cultural na culinária, pratos derivados de alimentos próprios das colheitas destas épocas como milho e amendoim. O pé-de-moleque é um doce de leite não pastoso acrescentado de amendoim torrado. O processo de fabricação se difere apenas no “ponto” do doce, as reações químicas, por assim dizer bioquímicas que ocorrem são as mesmas.

⁵⁷ Cf. *Conhecendo as reações de Maillard*.

estão influenciando como: pH, temperatura, tipos de açúcar, tipos de aminos e teor de umidade⁵⁸. A temperatura neste processo deve ser amplamente controlada para as reações ocorrerem a seu tempo.

Estas reações apesar de dar um sabor, odor e cor palatável e bem aceitável, degradam boa parte dos nutrientes presentes no leite, desse modo reduz o valor nutricional, em relação ao aumento de substâncias com baixo teor de digestibilidade, principalmente pela destruição do aminoácido essencial lisina⁵⁹ (*ver no próximo tópico*).

Aplicação do Conhecimento

A) Elabore com a ajuda de colegas possíveis formas de aprimorar a divulgação deste produto tradicional dos países sul-americanos.

B) Faça um levantamento dos principais produtores de doce de leite de sua região. Em seguida implemente em sua escola, comunidade, um dia de troca de receitas de modo que valorizem os saberes oriundos desta prática estabelecida culturalmente através dos tempos.

⁵⁸ ARAÚJO, Júlio M. A. Escurecimento não enzimático. In: *Química de alimentos: teoria e prática*. 5. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: Ed UFV, 2011. cap. 15. p.437-457.; 24 cm. ISBN: 978-85-7269-404-9

⁵⁹ Cf. Araújo (2001, p. 438)

Processo artesanal de fabricação do doce de leite

Figura 1: Adição de leite em uma panela.



Fonte: (Próprios autores⁶⁰)

Figura 2: Adição de açúcar ao leite.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 3: Leite atinge ponto de fervura.



Fonte: (Próprios autores)

Figura 4: Início das reações de caramelização: mudança de aroma e sabor



Fonte: (Próprios autores)

Figura 5: Reações de escurecimento enzimático

Figura 6: Reações de escurecimento não-enzimático

⁶⁰ *Produção artesanal e tradicional do doce de leite em Inhumas - GO (Fevereiro de 2020).*



Fonte: (Próprios autores)



Fonte: (Próprios autores)

Figura 7: Reações de escurecimento enzimático

Figura 8: Doce atinge o ponto



Fonte: (Próprios autores)



Fonte: (Próprios autores)

APRENDENDO COM SABOR



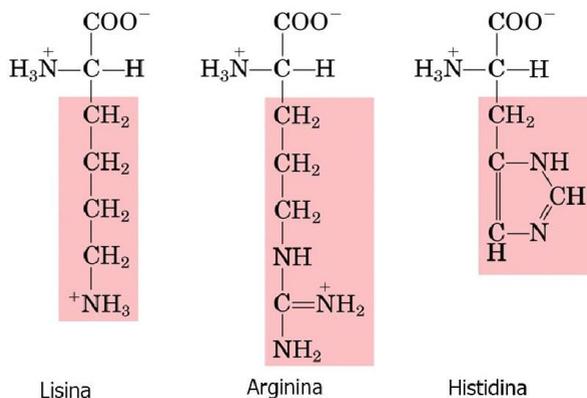
Receitas caseiras

Conhecendo as Reações de Maillard

As reações de Maillard, descoberta em 1912 pelo químico Louis-Camille Maillard, estão presentes nos alimentos em que contém carboidratos redutores e aminoácidos, cujo o processamento passa por algum tipo de aquecimento.

Quimicamente ela é caracterizada como uma reação de escurecimento não enzimático. Ocorre entre carboidratos redutores, aldeídos, cetonas em seu agrupamento carbonila, e agrupamentos aminas presentes nas proteínas (aminoácidos). Entre os aminoácidos mais reativos estão a lisina, a arginina e histidina (figura 1). Vale lembrar que no leite há grande quantidade de proteínas como as caseínas.

Figura 1 – Aminoácidos sensíveis a degradação na reação de Maillard.

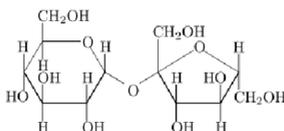


A reação de Maillard, também pode ocorrer entre lipídios redutores que contém o agrupamento carbonila, que são advindos da oxidação de lipídios insaturados. Muitas destas reações, ainda não estudadas em sua totalidade.

O carboidrato presente no açúcar refinado utilizado no processamento dos doces é a sacarose (figura 2). Em ambas, as matérias-primas do doce de leite, os carboidratos são dissacarídeos, o que também não impedem as reações de Maillard. O açúcar do leite é a lactose (figura 6), de coloração branca, solúvel em água, insolúvel em etanol, éter e outros compostos.

No leite existem também a presença, como já vimos, de grande quantidade de aminoácidos, devido as proteínas do leite como as caseínas o que facilitam as reações de Maillard. Porém se é adicionado também outros compostos no leite como a sacarose, que igual a lactose é um dissacarídeo importante nestas reações. A legislação não permite a adição de grande quantidade de sacarose no doce de leite comercial, o que é justificável.

Figura 2 – Molécula da sacarose – Carboidrato presente na cana-de-açúcar



Fonte: Domínio público⁶¹

As reações de Maillard são interessantes e a até desejáveis nos alimentos pois mudam o sabor, o odor e a cor dos alimentos. É também notório e sendo uma característica própria, como no caso do doce de leite (Figura 3-5), ela pode ser observada por meio de sensações organolépticas (odor, sabor, cor...). Embora estas sensações devam ser totalmente evitadas em reações químicas de laboratório que envolvam outros compostos.

61 Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sacarose>. Acesso em mai de 2020.

Figura 3: Tirada pouco tempo após a fervura do leite.



Fonte: Próprios autores

Figura 4: Passado aproximadamente 20 minutos – Mudança de coloração e odor é perceptível



Fonte: Próprios autores

Figura 5: Doce pastoso pronto – É notável a coloração odor e viscosidade.



Fonte: Próprios autores

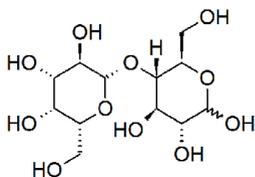
O produto final nas reações de Maillard são as melanoidinas, justificando assim tal coloração característica. Quimicamente esta reação envolve um aldeído (açúcar redutor) e grupos amina de aminoácidos, peptídeos e proteínas em seu estado inicial⁶². Esta reação é caracterizada pelo aquecimento em armazenamento prolongado do produto, o que faz este, no nosso caso o doce de leite, ficar com a coloração escura.

Há pontos negativos na reação de Maillard, o que pode justificar para nós, a restrição do consumo copioso de doces. As reações por ocorrerem entre aminoácidos e carboidratos redutores, faz com que estes se transformem em outros produtos, havendo uma perda considerável de nutrientes devido estas reações. Agravando esta situação, além da destruição do ácido ascórbico (vitamina C), esta reação interfere no metabolismo de minerais mediante a complexação com metais.

⁶² - ARAÚJO, Júlio M. A. Escurecimento não enzimático. In: *Química de alimentos: teoria e prática*. 5. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: Ed UFV, 2011. cap. 15. p.437-457.; 24 cm. ISBN: 978-85-7269-404-9.

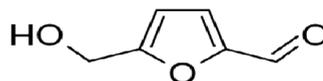
Nestas reações, há a produção considerável de água, o que justifica o contínuo vapor na produção do doce de leite e glicosilamida, resultando posteriormente na produção do 5-hidroxi metilfurfural (HMF) que por sua vez dará origem as melanoidinas responsáveis pela coloração característica (Figura 7).

Figura 6: Molécula da lactose.



Fonte: Domínio público⁶³.

Figura 7: Molécula do 5-hidroxi metilfurfural (HMF)



Fonte: Domínio público⁶⁴.

Os benefícios da reação de Maillard estão na desidratação de certos produtos, garantindo sua conservação por maior tempo e considerável alteração na cor e no *flavor* dos alimentos.

Aplicação do conhecimento

Elabore um panfleto explicativo da importância da valorização de saberes tradicionais como o do doce de leite, que você aprendeu neste tópico. Bons Estudos!

⁶³ Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lactose>. Acesso em abr de 2020.

⁶⁴ Disponível em: <https://www.wikiwand.com/pt/Hidroxi metilfurfural>. Acesso em abr de 2020.

Conclusão

Aprender um novo saber nem sempre é fácil, exige dedicação, empenho e condições materiais. O modelo econômico vigente, não tem a mínima questão de se importar com valores que não o beneficie diretamente. A valorização da agricultura / agropecuária familiar, não é tão interessante uma vez que seu modelo é a subsistência e um consumo moderado dos bens e serviço. Isto é triste, mas é verdadeiro. Mas, não é por isso que perdemos a esperança de valorizar o saber, a cultura e os meios tradicionais de subsistência das famílias que vivem e concebem como forma de renda, entre outras estas práticas do fabrico do queijo e do doce de leite.

O momento em que estamos elaborando este material está ocorrendo a pandemia do Covid-19. O que se pensa a todo momento infelizmente é o dizer de “salvar a economia”, entretanto, na data que escrevemos este material mais de 28.000 pessoas foram mortas apenas no Brasil, pela pandemia em um total de quase meio milhão de pessoas contagiadas pela doença no país⁶⁵. É um caso triste saber que pouco se valorizou a vida de todos. O importante parece ser que a morte é algo natural, normal e que fará parte excluir alguns menos adaptados ao sistema em questão. Contudo se esquece que o ser humano é racional, é sensível aos outros seres humanos e deve se comprometer com os mesmos da melhor forma possível.

Esta situação irá continuar, até o momento em que os homens da Terra percebam que a vida tem mais valor que o *querer desmedido*, o *ter* e o *poder*. Isso será possível, a nosso ver, a partir do momento em que ensinar a fazer queijos, prática oriunda principalmente das famílias rurais, seja vibrante, interessante e apreciadas na unidade escolar, que faz coisas não tão humanas

⁶⁵ Na data da releitura do trabalho, infelizmente se atingiu o índice de mais de 93.000 mortes em um total de mais de 2,7 milhões de infectados e felizmente pouco mais de 1.800.000 recuperados.

parecerem normais. Isto cremos que só será possível com a mudança de mentalidades.



Aprender química tem se tornado uma tarefa árdua, especialmente em tempos que a educação está desacreditada. Neste material propomos de uma maneira bem diferente aliar o conhecimento de Química à práticas cotidianas, em especial a bioquímica do leite, do queijo e do genuíno doce de leite tipicamente sul americano. Não tão distante percebe se que nem todo ser humano valoriza seu modo de vida tradicional. Pretendemos resgatar por meio de atividades típicas da zona rural do centro oeste, especialmente o goiano, a fim de produzir conhecimento químico e, mais que isto, refletir possibilidades problemas e resolução de conflitos. Em cada capítulo há uma sequencia de experimentos com o leite que podem ser feitos em casa, a maioria sem o auxílio de equipamentos sofisticados de laboratório e além é claro, dos tradicionais modos de preparo do doce de leite caseiro e do queijo minas do "jeito à goiana". Este material serve para o professor que busca trabalhar uma educação emancipadora, para o aluno que gostaria de ir além do currículo formal escolar e também para aquela pessoa curiosa que quer experimentar culturas que construíram o interior do Brasil aliado ao conhecimento científico. Já vamos lhe dizendo: não há nada de muito sofisticado no livro. Porém se gostar, faça o bem! Divulgue!



Universidade
Estadual de Goiás