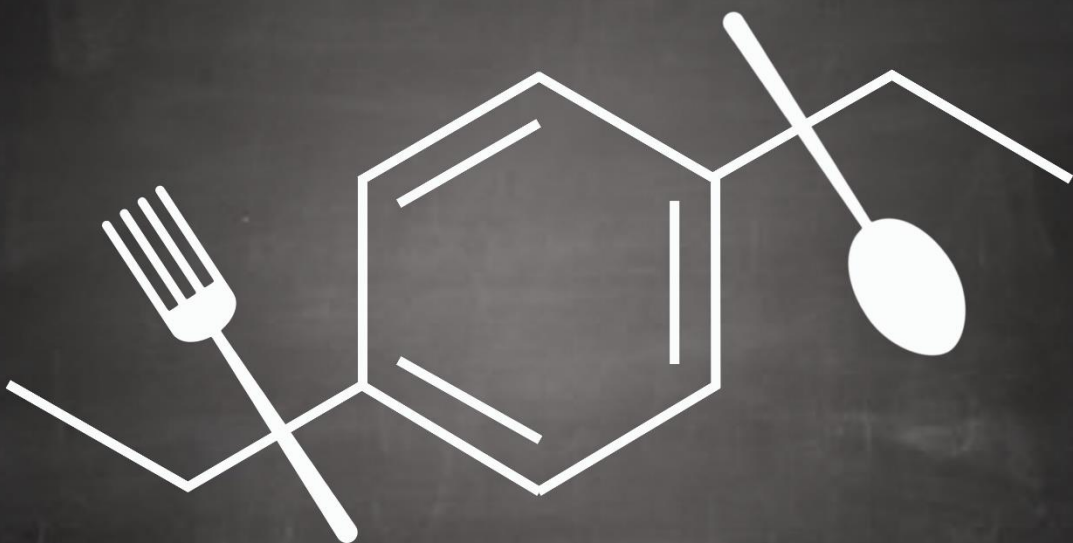


EXPERIMENTOS CULINÁRIOS

COMO METODOLOGIA PARA
O ENSINO DE QUÍMICA



ALCEIR MARCHON
BÁRBARA V. SILVA
MICHELLE J. C. REZENDE

© Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Série Dissertações do PROFQUI – Volume 2

E-book como produto da Dissertação de Mestrado do PROFQUI de Alceir Marchon –
Experimentos Culinários como Metodologia para o Ensino de Química – 2020

Orientadoras e revisoras

Bárbara V. Silva (IQ – UFRJ) e Michelle J. C.
Rezende (IQ – UFRJ)

Arte gráfica, editoração, capa e miolo

Tainá Marchon

Coordenadora do PROFQUI

Nadja Paraense dos Santos (IQ – UFRJ)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Marchon, Alceir.

Experimentos culinários [livro eletrônico] : como
metodologia para o ensino de química / Alceir
Marchon ; [orientadoras] Bárbara Vasconcellos da
Silva, Michelle Jakeline Cunha Rezende. -- 1. ed. --
Petrópolis, RJ: Tainá Marchon, 1010. --
(Dissertações do PROFQUI ; 2)

PDF

Bibliografia

ISBN 978-65-00-07587-8

1. Ciências – Experiência – Estudo de casos
2. Cozinha – Técnicas 3. Ensino médio 4. Química –
Estudo e ensino 5. Química – Experimentos I. Silva,
Bárbara Vasconcellos da. II. Rezende, Michelle
Jakeline Cunha. III. Título IV. Série.

20-42086

CDD-540.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Química : Estudo e ensino 540.7

Maria Alice Ferreira – Bibliotecária – CRB-8/7964



Química e Cozinha, essas duas palavras durante muito tempo pareciam muito distantes. O certo é que atualmente cada vez mais têm proliferado tentativas de construir pontes entre elas, a princípio tão diferentes em metodologia, utilidade e função social.

Esse diálogo tão fecundo chega à Educação Básica através deste trabalho do mestrando Alceir Marchon, sob orientação de Bárbara Vasconcellos e Michelle Rezende para o Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional/UFRJ.

O autor propõe através de um texto agradável, ser mais uma ferramenta que sirva aos professores do ensino da Química para turmas do Ensino Médio, para que sejam estimulados a aprender e interpretar a Química de uma maneira crítica e associada ao contexto social.

Nadja Paraense dos Santos



O e-book, **Experimentos Culinários como Metodologia para o Ensino de Química no Ensino Médio**, propõe como recurso didático experimentos culinários onde são abordados conteúdos químicos contemplados no currículo do Ensino Médio. São quatro experimentos escolhidos sob o ponto de vista da educação em Química, mas também com o objetivo de atender um perfil de preferências gastronômicas inerente a faixa etária dos educandos do Ensino Médio.

As técnicas culinárias, as composições dos alimentos e os aspectos culturais são tratados sob a perspectiva científica. A formulação dos experimentos envolve: objetivo a ser alcançado na prática; fundamentação teórica; materiais e ingredientes utilizados; método de preparo e atividades verificadoras dos conteúdos aplicados.

São experimentos que possibilitam ainda um extraordinário caráter interdisciplinar. Possuem elementos que além de interagirem com as áreas afins, como Biologia, Física e Matemática, interagem com os campos do saber que envolvem as linguagens e as Ciências Sociais.

As práticas aqui tratadas têm como objetivo tornar os conceitos químicos abordados em sala de aula menos abstratos, menos distantes e mais significativos aos educandos. Entende-se que as propriedades organolépticas presentes nos experimentos culinários contribuem efetivamente na aproximação do aluno à Química.

Os experimentos, apesar de seguirem uma sequência, possibilitam ao professor definir a estratégia a ser adotada. Exemplo: o professor pode escolher trabalhar primeiro os conceitos apresentados no e-book e depois executar a prática, ou ministrar primeiro o experimento culinário e trabalhar posteriormente os conceitos apresentados. O e-book oferece ainda, para cada experimento, uma atividade com objetivo de fixar os conteúdos ensinados, podendo ou não ser utilizado como atividade avaliativa.

01

MUSSE DE CHOCOLATE

CONCEITO: COLOIDES

OBJETIVOS: Estudar e diferenciar soluções, suspensões e colóides presentes no cotidiano.

p. 07-24

02

PIPOCA

CONCEITO: COMPORTAMENTO DOS GASES

OBJETIVOS: Estudar as propriedades empíricas relativas ao comportamento dos gases.

p. 25-44

03

BOLO DE CHOCOLATE

CONCEITO: PRINCÍPIOS ESTEQUIOMÉTRICOS

OBJETIVOS: Relacionar as proporções entre as grandezas físicas e químicas nas reações químicas e estudar a expansão dos gases.

p. 45-65

04

CHURRASCO

CONCEITO: QUÍMICA ORG. E TRANSFOR. QUÍMICAS

OBJETIVOS: Estudar as funções químicas e bioquímicas e a reação de Maillard.

p. 66-94

NOTAS



✓ Em todos os experimentos o professor pode trabalhar os alimentos sob o ponto de vista nutricional.

✓ Os experimentos devem ser aplicados de acordo com o plano de curso da escola, adequando os conteúdos abordados nos experimentos aos respectivos estágios programáticos das turmas.

EXPERIMENTO 1:

MUSSE DE CHOCOLATE:

UM COLOIDE APAIXONANTE!





1. OBJETIVO

Estudar os colóides a partir do preparo de uma mousse de chocolate.

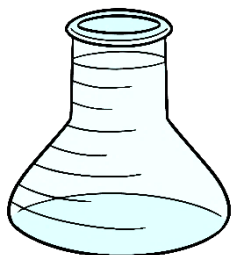
2. CONCEITOS ABORDADOS

Os colóides possuem aplicação em diversas áreas, como cosméticos, tintas, fármacos, alimentos, entre outros. Constituem os géis, as emulsões, as espumas, os aerossóis, etc (MIGUEL, LAUDEMIR, 1999). Mas o que é um coloide? Qual a diferença entre um coloide e uma solução?

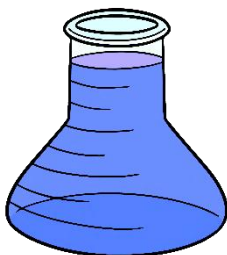
2.1 SOLUÇÕES

Soluções são misturas homogêneas. Suas partículas não sofrem ação da gravidade e possuem diâmetros inferior a 1 nm, não são visíveis, nem mesmo com o uso de ultramicroscópios, não provocam dispersão nem reflexão da luz e não são retiradas em processo de filtração, mesmo na utilização de ultrafiltro (NELSON, COX, 2014).

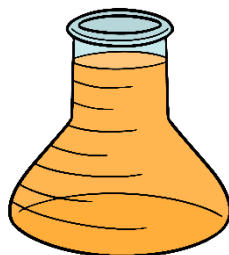
Exemplos de soluções e sua coloração:



ÁGUA E AÇÚCAR
(INCOLOR)



ÁGUA E SULFATO
DE COBRE (AZUL)

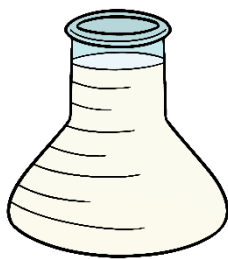


ÁGUA E DICROMATO DE
POSSÁTIO (LARANJA)

As soluções são constituídas de soluto e solvente. Nos três exemplos dados no parágrafo anterior, a água é o solvente. O açúcar, sulfato de cobre e dicromato de potássio são solutos. Entretanto, há casos em que a água pode ser o soluto, um exemplo é o etanol 96% comprado nos mercados. Neste caso, a água presente na solução corresponde a 4% (menor quantidade) e é classificada como soluto, sendo etanol (maior quantidade) o solvente (CARMO, MARCONDES, 2008).

2.2 SUSPENSÕES

As suspensões são misturas heterogêneas. Podem ser constituídas por aglomerados iônicos, moléculas, macromoléculas ou macroíons. Suas partículas se sedimentam sob a ação da gravidade e possuem diâmetro maior que 1000 nm. São visíveis a olho nu ou com o uso de microscópio comum. Provocam dispersão da luz e são retidas em filtros comuns. Pode ser utilizado como exemplo o leite de magnésia vendido nas farmácias, pois trata-se de uma suspensão do hidróxido de magnésio em água, umas das suas características é ser opaca diante da luz natural (ALVES, 2005).



HIDRÓXIDO DE
MAGNÉSIO (OPACO)

2.3 COLOIDES

O coloide é formado por partículas distribuídas (dispersas) em um meio contínuo (dispersante ou dispersgente). Nos coloides, as partículas dispersas possuem dimensões entre 1 e 1000 nanômetros (PRADO, FARIAS, 2005), ou

seja, maiores que as partículas presentes nas soluções e menores do que as presentes nas suspensões.

EXEMPLOS DE COLOIDES: OS AEROSSÓIS, AS ESPUMAS, AS EMULSÕES, OS GÉIS E OS SOIS.

Para que haja a sedimentação de suas partículas, é necessária uma ultracentrifugação. A separação destas partículas só é possível com a utilização de um ultrafiltro. Os dispersos são visíveis somente com microscópios eletrônicos, mas possuem diâmetros suficientes para promover a reflexão e a dispersão da luz, efeito Tyndall (ALVES, 2005).

O fenômeno está representado nas figuras abaixo, onde observa-se que a luz branca não sofre dispersão na água (a esquerda) e sofrem dispersão no leite (a direita). Outro fenômeno interessante observado nos coloides é o movimento browniano, que consiste no movimento aleatório dos dispersos. Este fenômeno pode ser observado com a utilização de um microscópio comum (SALINAS, 2005).

LUZ BRANCA



ÁGUA

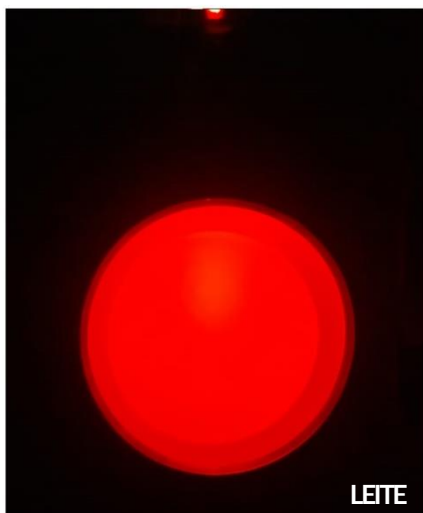


LEITE

LASER

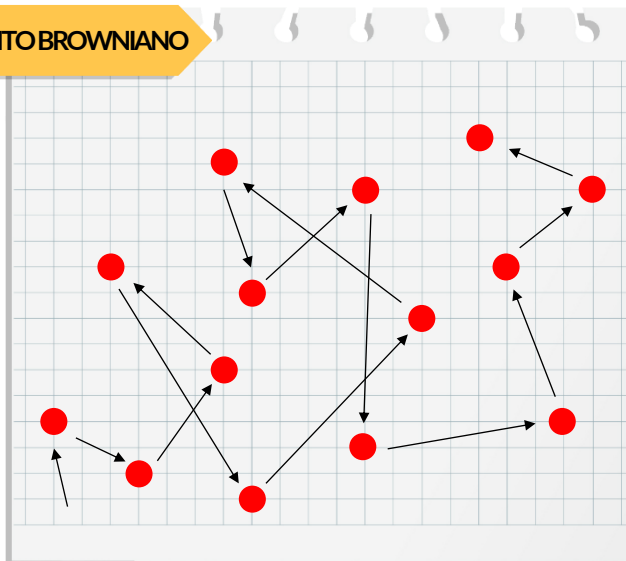


ÁGUA



LEITE

MOVIMENTO BROWNIANO

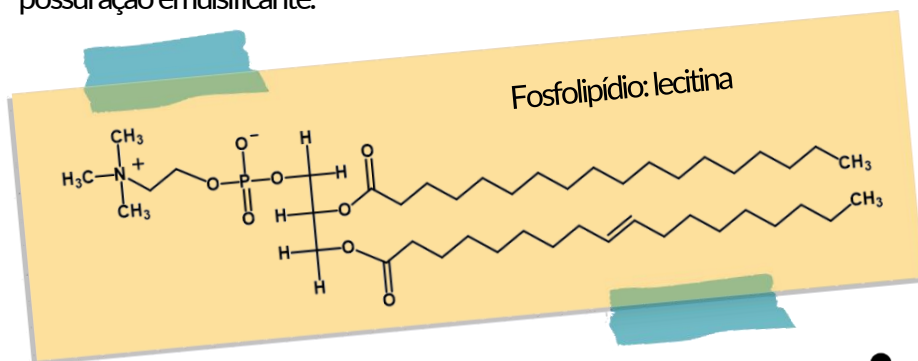


Os aerossóis são suspensões estáveis formadas por partículas sólidas dispersas em um gás. Também são conhecidos como matérias particuladas como poeiras, cinzas ou nevoeiros. Outro exemplo característico são os sprays (ALVES, 2005).

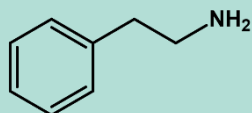
As emulsões podem ser classificadas em líquidas, espumas e géis. As emulsões líquidas possuem dispersos e dispersantes líquidos. O leite, a manteiga e a maionese são exemplos. Já as espumas apresentam a fase dispersa gasosa e a fase dispersante líquida (espuma líquida) ou fase dispersa gasosa e fase dispersante sólida (espuma sólida). Como exemplos tem-se os sorvetes, a clara em neve, as musses ou ainda, a pedra-pomes como exemplo de espuma sólida. Os géis possuem a fase dispersa semissólida e a dispersante líquida. Exemplos: geleias, gelatinas e queijos (MARQUES, 2009). Os sois possuem dispersos e dispersantes sólidos. Algumas pedras preciosas como o rubi e a safira são exemplos de sois (LIMA, 2011).

A musse de chocolate é um coloide composto geralmente por chocolate, manteiga, ovos, açúcar e creme de leite. A musse utilizada em tortas possui um teor de manteiga mais elevado, o que confere uma textura mais sólida; enquanto a musse servida em taças é menos consistente e mais delicada (GUERREIRO, MATA, 2010).

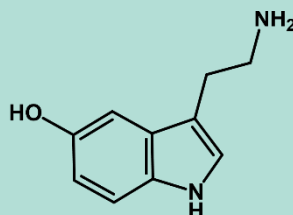
O chocolate tem como composição básica finas partículas de cacau em pó dispersas em manteiga de cacau. A manteiga de cacau tem ponto de fusão em torno de 35 °C e as outras gorduras presentes possuem pontos de fusão inferior a 49 °C. A temperatura ideal em que o chocolate deve ser submetido para seu derretimento é 49 °C. A mistura da “massa” de cacau e a manteiga de cacau proporciona ao chocolate um sabor aromático e uma textura acetinada, cuja sensação é ímpar (GUERREIRO, MATA, 2010). Contém ainda, açúcar, baunilha, outras gorduras e a lecitina (figura abaixo), que é um fosfolípido e possui ação emulsificante.



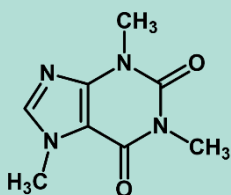
Pode-se destacar ainda no chocolate, além do seu sabor inconfundível, o seu caráter estimulante. Entretanto, os compostos que lhe conferem essa propriedade se apresentam em pequenas quantidades. Dentre os referidos compostos pode-se destacar o triptofano (aminoácido que estimula a produção de serotonina), a cafeína e a feniletilamina, cujas estruturas químicas estão representadas na figura abaixo (GUERREIRO, MATA, 2010; FEIJÓ, 2011).



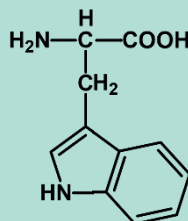
Feniletilamina



Serotonina



Cafeína



Tryptofano

A serotonina e a cafeína pertencem a um grupo de substâncias chamado alcaloide. Os alcaloides possuem caráter básico e contêm o grupo amina, onde os átomos de nitrogênio compõem anéis heterocíclicos. A serotonina é um importante neurotransmissor e atua na manutenção da estabilidade dos processos mentais. A esquizofrenia, por exemplo, pode estar associada a uma anormalidade do metabolismo da serotonina. Compostos de feniletilamina possuem caráter básico e efeitos tanto fisiológicos como psicológicos (FRYHLE, SOLOMONS, 2002). O triptofano é um aminoácido com grupo aromático,

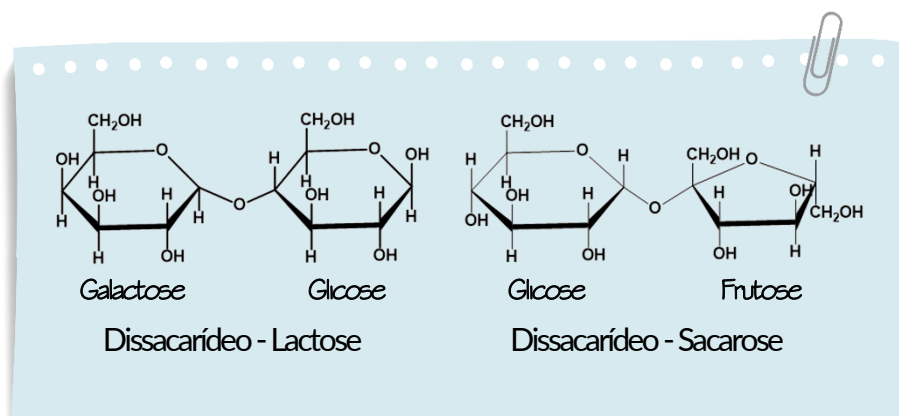
possui caráter anfótero, é relativamente apolar (hidrofóbico) e possui boa absorbância da luz ultravioleta (NELSON, COX, 2014). A cafeína, normalmente relacionada ao café, é um alcaloide de estrutura molecular do tipo xantina e encontra-se presente em dezenas de plantas. Possui atividade antidepressiva, ansiolítica e cognitiva (TAVARES, SAKATA, 2012). A cafeína tem uma estrutura heterocídica e é identificada como 1,3,7 – trimetilxantina, sua fórmula molecular e massa molecular são respectivamente $C_8H_{10}N_4O_2$ e 194,19 u. Tem elevada solubilidade em água, baixa volatilidade, possui rápida absorção no corpo humano e tem ação diurética (QUEIRÓZ, 2016).

Com relação aos ovos, a gema e a clara apresentam composição distinta e possuem, conseqüentemente, funções diferentes na musse. A gema contém aproximadamente 52% de água, 16% de proteínas e 26% de lipídios (gorduras). Um componente importante na gema é a lecitina mostrada anteriormente. Já a clara possui aproximadamente 88% de água, 11% de proteínas e 0,2% de lipídios (GUERREIRO, MATA, 2010; FRYHLE, SOLOMONS, 2002). As gemas conferem à musse uma textura cremosa e leve, e contribuem, também, no sabor. As claras ao serem batidas formam uma espuma (clara em neve), ou seja, uma dispersão de bolhas de ar em líquido, o que resulta na leveza característica da musse (GUERREIRO, MATA, 2010).

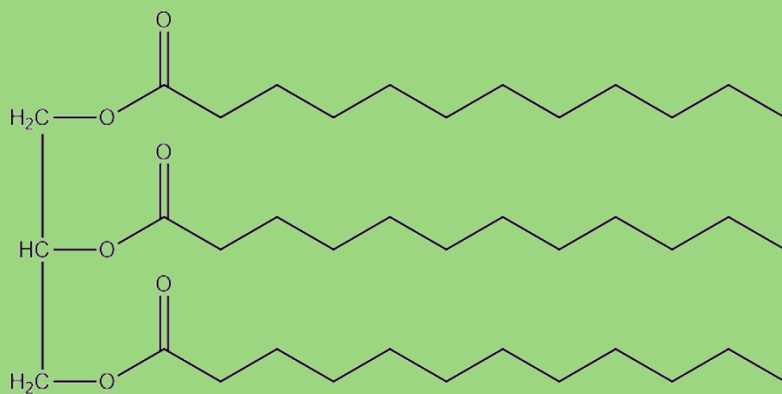
O creme de leite trata-se de uma emulsão de gordura e água, cuja produção varia em função da aplicação. Na musse contribui no balanço de líquido e de gordura (GUERREIRO, MATA, 2010).

O açúcar contribui no sabor final da musse e interage com a água presente nas claras em neve, o que permite maior estabilidade à espuma formada (GUERREIRO, MATA, 2010). Estão presentes na musse de chocolate dois tipos de açúcares, a sacarose e a lactose. Os açúcares pertencem a classe dos carboidratos e são chamados de sacarídeos. A sacarose e a lactose pertencem a classe dos dissacarídeos, pois quando hidrolisados fornecem apenas dois monossacarídeos. A hidrólise da sacarose fornece uma molécula de glicose e uma de frutose, já a hidrólise da lactose fornece uma molécula de galactose e uma de glicose. Os monossacarídeos não podem ser hidrolisados em

carboidratos mais simples. Os monossacarídeos são constituídos por um grupo aldeído (aldose) ou cetona (cetose). A glicose e a galactose possuem um grupo aldeído e são, portanto, exemplos de aldoses, enquanto a frutose possui um grupo cetona que a caracteriza como uma cetose. São classificadas ainda em hexoses, pois possuem em suas moléculas seis átomos de carbono. A sacarose é encontrada em todos os vegetais que fazem fotossíntese e não possui caráter redutor (NELSON, COX, 2014; FRYHLE, SOLOMONS, 2002).



Na musse pode-se destacar dois tipos de lipídios os triacilgliceróis e os fosfolipídios. Os triacilgliceróis (ou triglicerídeos) constituem os óleos vegetais e as gorduras dos animais e podem ser classificados em saturados ou insaturados. Os triacilgliceróis estão presentes nas células chamadas adipócitos dos animais e têm como principal finalidade a reserva energética. Os fosfolipídios estão representados pela lecitina presente na gema do ovo (FRYHLE, SOLOMONS, 2002).



(triglicerídeo saturado)



3. REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO CULINÁRIO

MATERIAIS



Batedeira elétrica
ou batedor manual



Uma tigela de 2 L



Balança ou conjunto de
xícaras de medidas



Taças ou copos
descartáveis



Tabuleiro redondo de
aproximadamente 23cm
e outro de 30cm

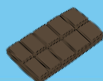


Uma colher de madeira

REAGENTES/ INGREDIENTES



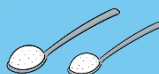
80mL de creme
de leite



350g de chocolate
meio amargo



4 ovos



6 colheres de
sopa de açúcar

PROCEDIMENTO:



ETAPA 1

Corte o chocolate em pedaços pequenos e uniformes. Aqueça-o em banho-maria ou em micro-ondas para derretê-lo. Com uma colher, mexa de vez em quando para homogeneizar.

ETAPA 2

Aqueça o creme de leite (aproximadamente 50 °C). Acrescente o creme de leite aquecido ao chocolate e misture até homogeneizar.

ETAPA 3

Separe as claras e as gemas. Bata as gemas com o açúcar na batedeira até ficarem esbranquiçadas e as incorpore à mistura da etapa 2.

ETAPA 4

Bata as claras em neve.

ETAPA 5

Misture as claras em neve cuidadosamente ao creme de chocolate formado na etapa 3 até homogeneizar.

ETAPA 6

Coloque a musse nas taças ou copos e leve para gelar por aproximadamente duas horas.

ETAPA 7

Confeite com criatividade e sirva!



4. TESTANDO O CONHECIMENTO

EQUIPE

Nome

Nº

1. Escreva a diferença entre:

a) Soluto e solvente.

b) Solução e suspensão.

c) Disperso e dispersante.

2. Dê a definição e um exemplo para:

a) Aerossol.

b) Espuma.

c) Emulsão.

d) Gel.

e) Sol.

3. A gema de ovo tem uma substância chamada lecitina.

a) Qual a massa molecular da lecitina?

b) Explique como a lecitina contribui na formação de um coloide.

4. É comum se atribuir ao chocolate propriedades afrodisíacas, ou que o chocolate atua aliviando tensões. Entretanto, é sabido que o chocolate contém compostos estimulantes como a cafeína, o triptofano e a feniletilamina.

a) Dê a fórmula molecular de cada uma dessas substâncias.

b) Quais as funções químicas presentes em cada uma dessas substâncias?

5. Os dissacarídeos são exemplos de substâncias químicas constituintes da mousse de chocolate. Dê o nome dos dissacarídeos presentes na receita da mousse de chocolate, e diga quais os monossacarídeos que compõem esses dissacarídeos.

6. O que é um triglicerídeo? Identifique quais ingredientes da mousse apresentam algum tipo de triglicerídeo.

7. Identifique as funções químicas presentes nas moléculas de serotonina, feniletilamina e cafeína.

8. Dê as massas moleculares dos monossacarídeos e dos dissacarídeos destacados na musse de chocolate.

9. Assim como a serotonina e a feniletilamina, outros compostos nitrogenados como a adrenalina são produzidos no nosso corpo. Quais efeitos essas substâncias podem causar em nossos organismos?

10. Dê as principais propriedades físicas e químicas da feniletilamina.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Annelise Kopp. **Obtenção e controle da Morfologia de Aluminas Sintetizadas por Sol-Gel**. 2005. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2005. Disponível em: <pdfs.semanticscholar.org/28e3/e63add381356b010faf61722c0692f3c0901.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2019.

ALVES, Célia. Aerossóis Atmosféricos: Perspectiva Histórica, Fontes, Processos Químicos de Formação e Composição Orgânica. **Química Nova**. n. 5. v. 28. p. 859-870. 2005. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/imagebank/pdf/Vol28No5_859_24-RV04160.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2019.

CARMO, Miria Possar de; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Abordando Soluções em Sala de Aula: Uma Experiência de Ensino a partir de Idéias dos Alunos. **Química Nova Na Escola**. n. 28. p. 37-41. Maio. 2008. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

FEIJÓ, Fernanda de Matos et. al. Serotonina e Controle Hipotalâmico da Fome. **Revista da Associação Médica Brasileira**. n.57. v.1. p. 74-77. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ramb/v57n1/v57n1a20.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

FRYHLE, Craig B; SOLOMONS, T.W. Graham. **Química Orgânica**. v.1. 10. ed. Tradução de Júlio Carlos Afonso. et. al. Rio de Janeiro: LTC. 2012. 636 p.

GUERREIRO, Margarida; MATA, Paulina. **A Cozinha é um Laboratório**. 3. ed. Lisboa: Fonte da Palavra, 2010. 142 p.

LIMA, Marco Antônio Batista de. **Formulação e Caracterização de Pastas Espumadas por Incorporação de Ar e Estabilizantes Minerais**. 2011. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo –

PPGCEP, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 2011. Disponível em: <repositorio.ufm.br/jspui/bitstream/123456789/12969/1/FomulacaoCaracterizacaoPastas_Lima_2011.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2019.

MARQUES, Gutto Monzelle Rios. **Secagem de Caldo de Cana em Leito de Espuma e Avaliação Sensorial do Produto**. 2009. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, BA. 2009. Disponível em: <<http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/GUTTO-MONZELLE.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

MIGUEL, Jafelici Junior; LAUDEMIR, Carlos Varanda. O mundo dos colóides. **Química Nova Escola**. n. 9. p. 9-12. Maio. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

NELSON, David L; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6 ed. Tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga et al. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1250 p.

PRADO, Alexandre; FARIAS, Robson Fernandes. **Introdução à Química dos Materiais dos Compostos Inorgânicos**. v. 5. p. 89-108. 2015. Disponível em: <www.researchgate.net/publication/299750757_Introducao_a_Quimica_de_Materiais_dos_Compostos_Inorganicos>. Acesso em 17 ago. 2019.

QUEIRÓZ, Alvânia Barros de. **Utilização da Cafeína como Indicador de Contaminação por Esgotos Domésticos no Açude Bodocongó em Campina Grande, PB**. 2016. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB. 2016. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/11968/1/PDF%20-%20Alv%C3%A2nia%20Barros%20de%20Queir%C3%B3z.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

SALINAS, Silvio R. A. Einstein e a teoria do movimento browniano. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 27. n. 2. p. 263-269. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v27n2/a13v27n2.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.

TAVARES, Cristiane; SAKATA, Rioko Kimiko. **Cafeína para Tratamento de Dor**. Revista Brasileira Anestesiologia. v. 62. n. 3. Maio/Junho. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rba/v62n3/v62n3a11.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2019.



EXPERIMENTO 2

PIPOCA:

A EXPLOÇÃO DE SABOR
E AROMA!





1. OBJETIVO

Estudar, através da transformação do milho em pipoca, as propriedades empíricas relativas ao comportamento dos gases e facilitar a compreensão dos estudos referentes ao modelo do gás ideal.

2. CONCEITOS ABORDADOS

O comportamento de um gás está relacionado com as grandezas pressão, volume, temperatura e essas grandezas são chamadas variáveis de estado. No estudo dos gases adotam-se dois modelos: o modelo do gás ideal e o modelo do gás real. Seguem as principais características desses modelos:

GÁS IDEAL

- Modelo hipotético de grande importância no estudo dos gases (CASTELLAN, 1986).
- O volume que um gás ideal ocupa é igual ao volume do recipiente que o contém. O volume das partículas é desprezível em relação ao volume do recipiente (CIMBALA, CENGEL, 2015).
- A pressão exercida pelo gás no sistema é provocada pelos choques das partículas gasosas contra as paredes do recipiente o qual o gás está contido (CIMBALA, CENGEL, 2015).
- A temperatura do sistema gasoso é diretamente proporcional à energia cinética das partículas do gás contido no sistema (GONSALVES, VEIT, SILVEIRA, 2006).

GÁS REAL

- O comportamento de um gás real se aproxima progressivamente do modelo estabelecido para o gás ideal à medida que **a pressão diminui e a temperatura aumenta**, condições que propiciam um grande afastamento entre as partículas (gás rarefeito), de modo que a presença de uma partícula não afete o movimento da outra (ATKINS, 2012).

As relações entre as variáveis de estado foram verificadas experimentalmente e ficaram conhecidas como transformações isotérmica, isobárica e isocórica, conforme pode ser visto a seguir.

Transformação isotérmica: Lei de Boyle - Mariotte

Em um sistema fechado em que a temperatura (T) é mantida constante, verifica-se que o volume de um gás é inversamente proporcional a pressão do sistema (CASTELLAN, 1986).

$$PV = R$$

Transformação isobárica: Primeira lei de Charles e Gay-Lussac

Em um sistema fechado em que a pressão (P) é mantida constante, verifica-se que o volume de um gás é diretamente proporcional à sua temperatura termodinâmica (UNIVERSIDADE DE COIMBRA, 2019).

$$R = \frac{V}{T}$$

Transformação isocórica: Segunda lei de Charles e Gay-Lussac

Em um sistema fechado em que o volume (V) é mantido constante, verifica-se que a pressão exercida por determinada massa de gás é diretamente proporcional à sua temperatura termodinâmica (UNIVERSIDADE DE COIMBRA, 2019).

$$\frac{P}{T} = R$$

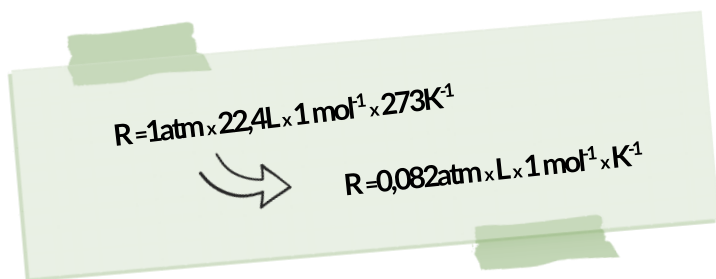
2.1 EQUAÇÃO GERAL DOS GASES

A combinação das equações que representam as Leis de Boyle e Charles mais a hipótese de Amadeo Avogadro, que afirma que gases diferentes com mesmos volumes, submetidos as mesmas temperatura e pressão possuem o mesmo número de moléculas, podem resultar em uma equação geral. Sendo, segundo a hipótese de Amadeo Avogadro, o número de moléculas proporcional ao número de mols ($n = m/M$) e levando-se em conta que à temperatura e pressão constantes, o volume de um gás é proporcional ao número de mols do gás, obtém-se a seguinte relação: $PV/nT = \text{constante}$. A constante obtida é habitualmente expressa pela letra R (constante do gás ideal). O físico parisiense, Benoit Clapeyron, estabeleceu uma equação que relaciona as três variáveis de estado de um gás – pressão, temperatura e volume – para uma quantidade de matéria igual a n (n de mols de partículas: átomos ou moléculas), descrevendo totalmente o comportamento de um gás ideal (BAGNATO, 1995):

$$R = \frac{PV}{nT}$$

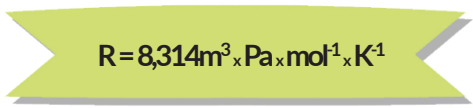
$$PV = nRT$$

Considerando 1 mol de gás ($V = 22,4 \text{ L}$) em condições normais de temperatura e pressão, CNTP (pressão de 1 atm e temperatura de 273 K), tem-se o seguinte valor para R (MAGALHÃES, FERNANDES, FERREIRA, 2013):

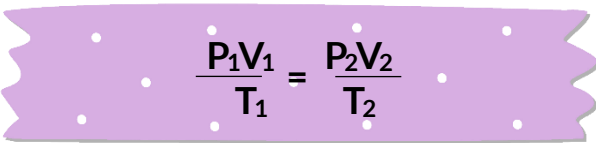

$$R = 1 \text{ atm} \times 22,4 \text{ L} \times 1 \text{ mol}^{-1} \times 273 \text{ K}^{-1}$$
$$\rightarrow R = 0,082 \text{ atm} \times \text{L} \times 1 \text{ mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$$

Para efeito de cálculo a temperatura utilizada é sempre na escala Kelvin, contudo tanto a pressão quanto o volume podem ser utilizados com outras unidades. Sendo assim, a constante R assume outros valores, ou seja, o valor de R está relacionado com as unidades utilizadas nas variáveis envolvidas. Exemplos (MAGALHÃES, FERNANDES, FERREIRA, 2013):


$$R = 62,364 \text{ L} \times \text{Torr} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$$


$$R = 8,314 \text{ m}^3 \times \text{Pa} \times \text{mol}^{-1} \times \text{K}^{-1}$$

Muitas vezes, a transformação de estado de um gás ocorre simultaneamente com variação de pressão, volume e temperatura. Nesse caso, para determinar o novo estado do gás, utilizamos a chamada equação geral dos gases (ATKINS, 2012):

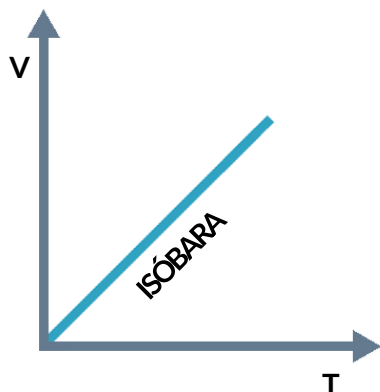

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

1 → estado inicial;

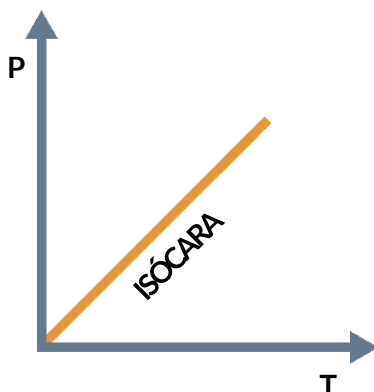
2 → estado final;

Representações gráficas das relações entre as variáveis de estado

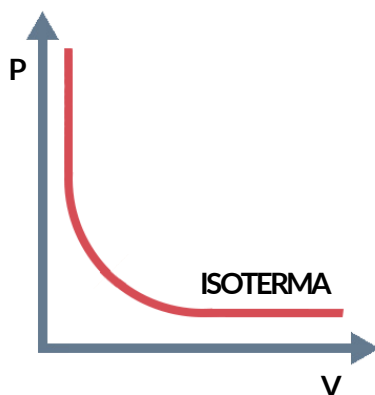
Os gráficos abaixo representam as transformações isobárica, isocórica e isotérmica, respectivamente.



Primeira lei de Charles e Gay-Lussac.
Fonte: adaptado de CASTELAN (1986).



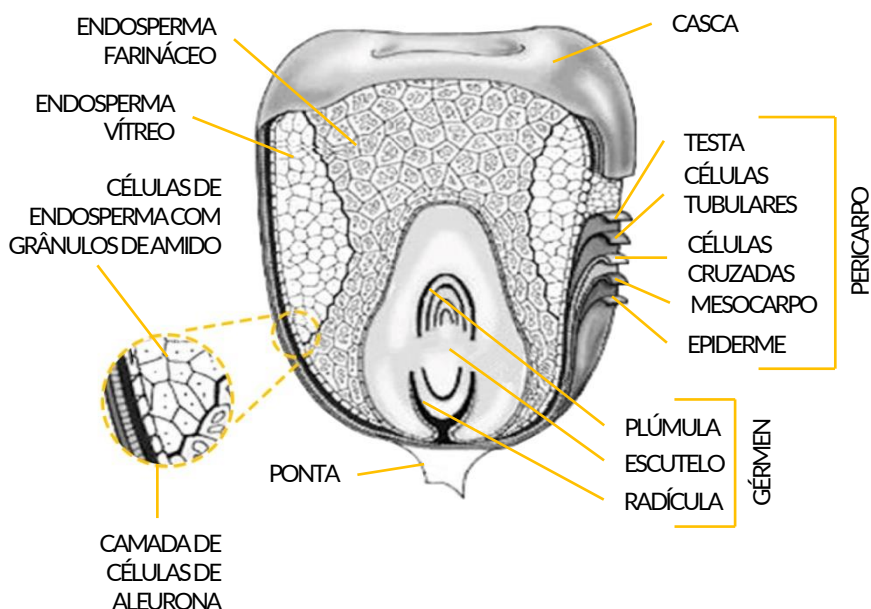
Segunda lei de Charles e Gay-Lussac.
Fonte: adaptado de CASTELAN (1986).



Lei de Boyle – Mariotte.
Fonte: adaptado de ATKINS (2012).

2.2 ESTRUTURA DO GRÃO DE MILHO

O milho (cariopse) pode ser encontrado nas cores amarela, branca, preta e vermelha. O grão possui massa entre 250 e 300 mg e sua composição em base seca tem aproximadamente 72% de amido, 9% de proteínas, 9% de fibras e 4% de lipídeos (PAES, 2006). Sua estrutura física é composta de endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta.



Estrutura do grão de milho.
Fonte: adaptado de PAES (2006).

2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO GRÃO DE MILHO

As quatro estruturas físicas do grão possuem composição química específica, conforme pode ser observado na tabela abaixo.

Grão		Amido	Lípido	Proteína	Minerais	Açúcar	Fibras
Estrutura	% Fração	% composição da parte (base seca)					
Endosperma	82	98	15,4	70,5	17,9	28,8	-
Gérmen	11	1,3	82,5	26,0	78,2	69,2	12
Pericarpo	5	0,6	1,3	2,6	2,9	1,2	54
Ponta	2	0,1	0,8	0,9	1,0	0,8	7,0

Composição química do grão de milho. Adaptado de PAES (2006).

O endosperma constitui aproximadamente 82% da massa do grão. Sua estrutura é formada por grânulos constituídos de aproximadamente 88% de amido e um invólucro proteico com aproximadamente 8% de proteínas do tipo prolaminas (zeínas). O endosperma, em função do grânulo, é classificado em farináceo e vítreo. O endosperma farináceo é arredondado e não possui invólucro proteico e o endosperma vítreo tem um invólucro proteico denso e estruturado. O gérmen constitui aproximadamente 11% do grão e é responsável por quase a totalidade de lipídeos do grão, são lipídeos e vitamina E. O pericarpo constitui aproximadamente 5% do grão, é formado por polissacarídeos e é responsável pela proteção do grão de ataque de insetos, da ação de microrganismos e de elevada umidade do ambiente. A ponta, menor estrutura do grão e de composição lignocelulósica, é a única área do grão que não é coberta pelo policarpo.

2.4 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E APLICAÇÃO DO MILHO

O milho é uma excelente fonte energética, pois ele é rico em amido e lipídeo. O óleo de milho é rico em ácido graxo linoleico e possui pequenas quantidades de ácido graxo linolênico, esses são essenciais à nutrição tanto do homem quanto dos animais. Na dieta humana atua na prevenção de doenças cardiovasculares e auxilia na diminuição das taxas de colesterol sérico. Os tocoferóis (vitamina E) e os carotenoides (xantina e luteína) possuem ação antioxidante (LIMA, GONÇALVES, 1997). Xantina e luteína atuam na manutenção da visão e evitam a degeneração macular, doença que pode levar a cegueira. Já os carotenos (alfa e beta) atuam como provitamina A na dieta humana. Sendo o grão de milho rico no conteúdo lignocelulósico, seus produtos constituem uma excelente fonte de fibras na dieta alimentar. O milho é um cereal que apresenta uma quantidade considerável de proteína, mas essa não é de boa qualidade, quando comparado à outras fontes proteicas. Por exemplo, a proteína do milho corresponde a 65% da proteína do leite. Quanto aos minerais, 78% são encontrados no gérmen do grão, numa quantidade que varia de 3 a 6%. Entre os minerais, o fósforo ocorre em maior abundância (0,3 ppm), em seguida tem-se o enxofre, o potássio e o magnésio. Em menor quantidade encontra-se ainda, cálcio, sódio, iodo, ferro, zinco, manganês, cobre, selênio, crômio, cobalto e cádmio. A aplicação do milho não se reduz ao setor alimentício, mas estende-se às indústrias química, farmacêutica, de papel, têxtil e outras (PAES, 2006).

2.5 O ESTOURO DO MILHO E O FENÔMENO DA PIPOCA

A fina cápsula envolta ao endosperma do grão de milho cria a condição ideal para o milho-pipoca estourar. Trata-se de uma película rígida e impermeável que só se rompe quando a pressão interna do grão aumenta substancialmente. O milho-pipoca possui endosperma vítreo e esse possui uma condutibilidade térmica três vezes mais eficiente do que a condutibilidade térmica do endosperma do grão do milho de outras variedades. Há uma melhor uniformidade na distribuição das fibras de celulose no milho-pipoca, quando comparado a outras variedades. Essa uniformidade permite ao milho-pipoca

uma resistência até quatro vezes superior à resistência de outras variedades. Quando o milho-pipoca é aquecido, o calor é conduzido até o seu interior e a pressão interna aumenta de forma considerável até que ocorra a “explosão” e consequentemente a formação da pipoca (CORRÊA, MACHADO, ANDRADE, 2001).

2.6 TESTE DE EXPANSÃO

O teste de expansão é utilizado para verificar a qualidade do milho-pipoca. A capacidade de expansão mínima exigida no mercado é de 15 mL/mL (volume de pipoca/volume de milho) abaixo desse valor o milho é considerado de baixa qualidade. O teor de umidade no grão influencia na capacidade de expansão do mesmo e o teor considerado ótimo é de 13% (CORRÊA, MACHADO, ANDRADE, 2001).





3. REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO CULINÁRIO

MATERIAIS



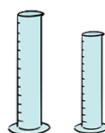
Balança



Uma tigela de 2 L



Pipoqueira elétrica
ou manual



Proveta de 50 mL e
de 1000 mL

REAGENTES / INGREDIENTES



100g de milho
de pipoca



óleo ou manteiga
(quando usar
pipoqueira manual)



sal à gosto

PROCEDIMENTO:

(CORRÊA, MACHADO, ANDRADE, 2001)



ETAPA 1

Leve “30 mL” de milho-pipoca à uma balança e determine a sua massa.

ETAPA 2

Coloque “30 mL” de milho na pipoqueira elétrica e ligue a pipoqueira durante aproximadamente 4 minutos.

ETAPA 3

Leve a pipoca à uma balança e determine sua massa.

ETAPA 4

Macere a pipoca e transfira a pipoca macerada para uma proveta de 1000 mL e meça o seu “volume”.

ETAPA 5

Divida o “volume” das pipocas (V_p) pelo “volume de milho” (V_m) medido na etapa 1, para verificar a capacidade de expansão (C_{exp}) do milho. $C_{exp} = V_p / V_m$

ETAPA 6

Aplique a equação geral dos gases e calcule a pressão interna máxima (P_{max}) suportada pelo grão.

OBS:

Utilize a temperatura nominal da panela elétrica para efetuar o cálculo da pressão interna alcançada. Caso utilize uma pipoqueira manual considere a temperatura alcançada durante o processo em torno de 280°C, a temperatura inicial é a temperatura ambiente, ou seja, a temperatura do grão.

Os cálculos devem ser efetuados na escala Kelvin.

ETAPA 7

Calcule as densidades do milho (d_m) e da pipoca (d_p). Divida a densidade da pipoca pela densidade do milho e compare a razão entre as densidades (R_d) e razão entre os volumes (C_{exp}).
Fórmulas: $d = m/v$ e $R_d = d_p/d_m$.

$d \rightarrow$ densidade; $m \rightarrow$ massa; $v \rightarrow$ volume;

A porção de pipocas utilizada nas medições, por questões sanitárias, não deve ser consumida pelos alunos. Para o consumo deve ser produzida nova porção.



Utilize a temperatura nominal da panela elétrica para efetuar o cálculo da pressão interna alcançada. Caso utilize uma pipoqueira manual considere a temperatura alcançada durante o processo em torno de 280 °C, a temperatura inicial é a temperatura ambiente, ou seja, a temperatura do grão.

Os cálculos devem ser efetuados na escala Kelvin.

Exemplo de cálculo da pressão interna máxima no grão de milho. O volume do grão de milho no instante em que dá início à explosão pode ser considerado o mesmo antes do aquecimento e considerando temperatura ambiente de 25 °C (298 K), tem-se:

$$\frac{P V_f}{T_f} = \frac{P V_i}{T_i} \rightarrow V_f = V_i \rightarrow \frac{P_f}{T_f} = \frac{P_i}{T_i} \rightarrow \frac{P}{553} = \frac{1}{298} \rightarrow P \approx 1,86 \text{ atm}$$

O quadro abaixo apresenta exemplo de resultados de cálculos das etapas 5 e 6, são valores da capacidade de expansão e da pressão interna do grão do milho, obtidos em aula prática com duas turmas do Ensino Médio.

Grupo	Capacidade de expansão do milho		Pressão Interna Máxima	
	Turma A	Turma B	Turma A	Turma B
G1	31,6	33,0	1,85 atm	1,86 atm
G2	31,6	33,3	1,85 atm	1,86 atm
G3	31,7	33,3	1,86 atm	1,86 atm
G4	31,7	33,3	1,85 atm	1,89 atm
G5	31,7	-	1,85 atm	-
G6	31,7	-	1,85 atm	-



4. TESTANDO O CONHECIMENTO

EQUIPE

Nome

Nº

1. O cozimento de um alimento em uma panela de pressão é mais rápido do que em uma panela comum. Na panela de pressão, à medida que a temperatura aumenta a água no interior da panela evapora e aumenta progressivamente a pressão do sistema, cujo controle ocorre automaticamente através de um sistema de válvula. Como consequência do aumento da pressão do sistema, tem-se um aumento da temperatura de ebulição da água no interior da panela. A maioria das panelas de pressão comercializadas é projetada para que a água entre em ebulição à temperatura de $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ (THIS, 2008).

a) Considerando $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a temperatura inicial de trabalho desse tipo de panela, calcule a pressão no interior da panela ao atingir $130\text{ }^{\circ}\text{C}$.

b) O que pode ocorrer com o sistema se a válvula da panela de pressão emperrar?

c) No que se refere à pressão, faça um comentário comparativo sobre o aquecimento do milho-pipoca e o aquecimento de uma panela de pressão.

2. Calcule a massa e o número de mols de água presente em 30 g de milho-pipoca quando o grão possui 13% de umidade.

3. Calcule o volume de vapor de água referente a 30 g de milho quando a pressão do sistema for equivalente à pressão máxima alcançada no interior do milho-pipoca à temperatura de 280 °C.

4. Sabe-se que a água entra em ebulição a 100 °C ao nível do mar. Nas regiões montanhosas a pressão atmosférica é inferior às regiões que se encontram ao nível do mar. Nessas regiões de elevadas altitudes, a água entra em ebulição à uma temperatura inferior a 100 °C e o cozimento dos alimentos torna-se mais lento. Uma solução muito utilizada para minimizar o problema é o uso de panela de pressão. Faça uma pesquisa e diga qual a temperatura de ebulição da água e a pressão atmosférica na cidade de La Paz (capital da Bolívia)?

5. Calcule a massa e o número de mols de água presente em 30 g de milho-pipoca quando o grão possui 13% de umidade. Faça a seguinte experiência: preencha um balão com ar e o amarre. Em seguida,

- a) Coloque o balão em água morna de forma que ele fique totalmente imerso e observe.
- b) Espere o balão retornar à temperatura ambiente e o coloque em água gelada de forma que ele fique totalmente imerso e observe.
- d) Faça um comentário referente ao volume do balão observado nos itens a e “b”.

6. Com o auxílio da equação de Clapeyron, complete o quadro abaixo considerando um mol de gás a 27°C . Em seguida, faça um gráfico da pressão em função do volume.

Volume (L)	1	5	10	30	50
Pressão (atm)					



7. Que tipo de transformação está representada no gráfico da questão 6? Qual a lei que estabelece a relação representada no gráfico?

8. A origem da pipoca é antiga. Pesquisadores encontraram no México pólen do milho-pipoca com aproximadamente 8000 anos. Há relatos dos europeus, que quando chegaram à América viram populações nativas comendo pipocas. Segundo essas populações, a explosão do grão se dava porque os espíritos que viviam no interior do milho se revoltavam quando suas casas eram aquecidas (GUERREIRO, MATA, 2010). De acordo com os conceitos aqui abordados, como explicar o fenômeno da transformação do milho em pipoca?

9. Quais as condições para que o gás real apresente um comportamento próximo do comportamento representado pelo modelo do gás ideal?

10. Quais as condições para que o gás real apresente um comportamento próximo do comportamento representado pelo modelo do gás ideal?



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATKINS, Peter; PAULA, Julio de. **Físico – Química**. v.1. 9. ed. Rio de Janeiro. Editora LTC. 2012.

BAGNATO, LV; MUNIZ, SR; BAGNATO, V.S. **Verificação Experimental da Lei dos Gases Usando um Balão de Borracha Submerso**. Revista Brasileira de Ensino de Física. n. 1. v. 17, p. 104-106. São Carlos. SP. 1995.

BIGUETTI, Rebeca de Castro. **Aplicação da Modelagem no Estudo da Teoria Cinética do Gases**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP. 2016.

CASTELLAN, Gilbert. **Fundamentos da Física – Química**. v.1. 6. ed. Rio de Janeiro. Editora LTC. 1986.

CIMBALA, John M; CENGEL, Yunus A. **Mecânica dos Fluidos – Fundamentos e Aplicações**. 3. ed. Editora AMGH. 2015.

CONESA, Luis Miralles. **Completa História de La Formulación de La Ley de Boyle**. Revista Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales. N.17. p. 37-53. 2003.

CORRÊA, Paulo Cesar; MACHADO, Patrícia Fontes; ANDRADE, Ednilton Tavares de. **Cinética de Secagem e Qualidade de Grãos de Milho-Pipoca**. Revista Ciência e Agro- tecnologia. v. 25. n. 1. p. 134-142. Editora UFLA. 2001.

FIGUEREDO, Márcia Camilo; COSTA, Hawbertt Rocha. SOUSA, Aguinaldo Robinson de. **Lei de Boyle & Geogebra: explorando as relações matemáticas por meio de um objeto de aprendizagem**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP. 2013.

GUERREIRO Margarida; MATA, Paulina. **A Cozinha é um Laboratório**. 3. ed. Editora Fonte da Palavra. Lisboa. 2010.

GONSALVES, Leila J; VEIT, Elaine A; SILVEIRA, Fernando L. **Textos, Animações e Vídeos Para o Ensino- Aprendizagem de Física Térmica No Ensino Médio**. Instituto de Física, UFRGS. Porto Alegre, RS. 2006.

LIMA, Janice Ribeiro; GONÇALVES, Lirenv A. Guaraldo. **Quantificação de Tocoferóis em Óleos de Milho, Soja, Castanha-do-Pará e Castanha de Caju por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência em Fase Reversa**. Revista Alimentos e Nutrição. UNESP. v.8. n. 1. p. 65-73. Araraquara, SP. 1997.

MAGALHÃES, Welington Ferreira de; FERNANDES, Nelson Gonsalves; FERREIRA, Amary Cesar. **Físico-Química I – Termoquímica do Equilíbrio**. Departamento de Química, UFMG. Belo Horizonte, MG. 2013.

PAES, Maria Cristina Dias. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2006.

THIS, Hervé. **Um Cientista na cozinha**. Trad. Marcos Bagno. 1ed. Ed. Ática. São Paulo. 2008.

UNIVERSIDADE DE COIMBRA. **A Evolução Histórica para a Interpretação do Comportamento dos gases e as Biografias dos seus Intervenientes**. Coimbra, Portugal. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium/pt/pressao/n/dados/anexo7/index.html>>. Acesso em: 13/02/2019.

EXPERIMENTO 3

BOLO DE CHOCOLATE:

A ESTEQUIOMETRIA NA
COZINHA!





1. OBJETIVO

Estudar cálculos estequiométricos a partir do preparo de um bolo de chocolate.

2. CONCEITOS ABORDADOS

Existe um grande rigor na proporção entre os ingredientes em uma receita de bolo. Um erro nas medidas pode comprometer efetivamente a qualidade deste alimento. A formulação de uma receita de bolo pode, por analogia, ser um bom exemplo da aplicação da estequiometria (GUERREIRO; MATA, 2010).

A expressão estequiometria foi criada por Jeremias Benjamim Richter no século XVIII. A expressão deriva das palavras gregas *stoikheion* (elemento) e *metron* (medida), cuja tradução pode ser: medida de elementos (CAZZARO, 1999). Atualmente define-se que a estequiometria estuda quantitativamente tanto a composição química das substâncias como a relação entre as substâncias nas reações químicas. A estequiometria é fundamentada nas leis ponderais e aborda conceitos como massa molecular, constante de Avogadro, quantidade de matéria e mol, massa molar, volume molar e outros (BORGES, 2015).

2.1 LEIS PONDERAIS

➤ Lei da Conservação das Massas – Lavoisier, 1789

Segundo os estudos de Lavoisier, em uma reação química, existe uma igualdade de matéria antes e depois da reação e nada é criado (LAVOISIER [1789], 2007). Sendo assim, pode-se enunciar a Lei verificada por Lavoisier, ou seja, a “Lei da Conservação das Massas” da seguinte forma: *em um sistema fechado, a soma das massas dos reagentes é igual a soma das massas dos produtos* (BORGES, 2015). Com objetivo de exemplificar a ampliação da referida lei, segue a

seguinte citação: no verão de 2003, em Portugal, ocorreu uma série de incêndios florestais provocando a queima de 400.000 hectares de florestas o que conduziu à liberação de aproximadamente 19,6 milhões de toneladas de CO_2 para a atmosfera. O quadro abaixo, relaciona a quantidade de dióxido de carbono produzida na combustão da celulose na referida queima de florestas em Portugal utilizando a Lei da Conservação das Massas (LOURENÇO, LOPES, 2004).


Reação de Combustão da Celulose	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$			
Relações estequiométricas em gramas	162	192	264	90
Equivalências estequiométricas na combustão das florestas em milhões de toneladas	12,1	14,3	19,6	6,7

Aplicação da Lei de Conservação das Massas.
 Fonte: adaptado de LOURENÇO, LOPES (2004).

➤ Lei das Proporções Fixas – Joseph Louis Proust, 1799

Segundo os estudos de Proust, há uma proporção definida entre as massas dos componentes que constituem uma substância, não importando se a substância seja preparada em laboratório ou na natureza. Na água por exemplo, a proporção em massa entre o hidrogênio e o oxigênio é sempre 1/8. O que implica que em cada grama de hidrogênio há oito gramas de oxigênio, ou seja, em 18 gramas de água tem-se dois gramas de hidrogênio e dezesseis gramas de oxigênio. Essa relação verificada por Proust ficou conhecida por Lei das Proporções Fixas e se aplica também nas reações químicas, em que a proporção entre os reagentes e os produtos também é fixa (BRADY, HUMISTON, 1986). O

quadro abaixo exemplifica a aplicação desse princípio em uma reação química, relacionando as massas das substâncias envolvidas na combustão da celulose. Na segunda linha da tabela tem-se a relação das massas para um mol de celulose, a terceira e a quarta linha correspondem, respectivamente a 2 e 5 mols de celulose. As setas indicam as proporções entre as substâncias envolvidas na reação.



Combustão da Celulose	$C_6H_{10}O_5(s) + 6O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 5H_2O_{(g)}$			
1 mol de celulose	162 g	192 g	264 g	90 g
2 mol de celulose	324 g	384 g	528 g	180 g
5 mol de celulose	810 g	960 g	1320 g	450 g

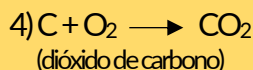
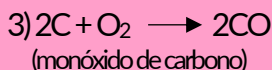
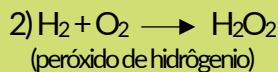
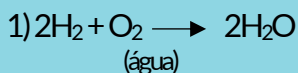
Aplicação da Lei das Proporções Fixas.

Fonte: adaptado de LOURENÇO, LOPES (2004).

➤ Lei das Proporções Múltiplas – John Dalton, 1803

Dalton verificou que a relação de massa entre um elemento e outro pode ser de proporções múltiplas dando origem a diversas substâncias. Essa observação de Dalton o levou a formular a Lei das Proporções Múltiplas. A explicação da Lei dada por Dalton é realizada de forma bem sistematizada (Dalton, 1964) e muitos autores seguem a mesma linha (MANA, PORTO, 2007), mas para facilitar o entendimento a Lei pode ser enunciada da seguinte forma: a massa de um dado elemento se combina com massas diferentes de outro elemento formando compostos distintos, sendo que a razão entre os elementos da substância é uma constante de números inteiros.

Exemplos: átomos de hidrogênio e oxigênio combinam-se com proporções múltiplas formando substâncias diferentes (equações 1 e 2) e átomos de carbono e oxigênio combinam-se em proporções diferentes formando substâncias distintas (equações 3 e 4) (BOOWN, LEMAY, BURSTEN, 2005):



2.2 MASSA MOLECULAR

Por definição, massa molecular corresponde a massa de uma molécula, mas também se aplica à fórmula unitária. O cálculo é feito somando as massas atômicas dos átomos que compõem a substância. A massa atômica (m_a) é informada na tabela periódica e é dada em u (unidade de massa atômica). A relação entre u e g (unidade de massa) é:

$$1\text{u} = 1,66054 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Segue como exemplo o cálculo das massas moleculares da água (H_2O) do bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e do dióxido de carbono (CO_2) (BRADY, HUMISTON, 1986).

Massa atômica:

$\text{H} = 1\text{u}$; $\text{C} = 12\text{u}$; $\text{O} = 16\text{u}$; $\text{Na} = 23\text{u}$

$$\text{H}_2\text{O} = \left| \begin{array}{l} \text{H} \rightarrow 2 \times 1\text{u} = 2\text{u} \\ \text{O} \rightarrow 1 \times 16\text{u} = 16\text{u} \end{array} \right| = 18\text{u}$$

$$\text{CO}_2 = \left| \begin{array}{l} \text{C} \rightarrow 1 \times 12\text{u} = 12\text{u} \\ \text{O} \rightarrow 2 \times 16\text{u} = 32\text{u} \end{array} \right| = 44\text{u}$$

$$\text{NaHCO}_3 = \left| \begin{array}{l} \text{Na} \rightarrow 1 \times 23\text{u} = 23\text{u} \\ \text{H} \rightarrow 1 \times 1\text{u} = 1\text{u} \\ \text{C} \rightarrow 1 \times 12\text{u} = 12\text{u} \\ \text{O} \rightarrow 3 \times 16\text{u} = 48\text{u} \end{array} \right| = 84\text{u}$$

2.3 QUANTIDADE DE MATÉRIA E MOL

Quantidade de matéria (n) é a grandeza utilizada para mensurar entidades químicas como átomos, íons, moléculas, elétrons e tem como unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) o mol (ROGADO, 2004).

2.4 CONSTANTE DE AVOGADRO

Em 1811, o italiano Amadeo Avogadro supôs a existência da relação entre o volume de um gás e o número de moléculas que o compõe, essa suposição ficou conhecida como a Hipótese de Avogadro. Em 1909 Jean Baptiste Perrin, depois de realizar várias experiências baseadas na hipótese de Avogadro, determinou um valor numérico de $6,6 \times 10^{23}$ o qual deu o nome de Constante de Avogadro (N_A). O valor corresponde à quantidade de átomos do isótopo mais estável do carbono, o carbono-12, em 0,012 kg de massa da amostra. À medida que foram ocorrendo avanços científicos e tecnológicos conseguiu-se valores mais precisos, como: $N_A = 6,02214179 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Para efeito de cálculos no Ensino Médio, pode ser adotado o seguinte valor aproximado: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (BORGES, 2015).

2.5 MASSA MOLAR

A massa molar (M) corresponde a quantidade de matéria de um mol de qualquer entidade química e sua unidade é dada em g/mol (SILVA, ROCHA-FILHO, 1995) Exemplo: a massa molar da água é 18 g/mol, a massa molar do bicarbonato de sódio é 84 g/mol e a massa molar do dióxido de carbono é 44 g/mol (BRADY, HUMISTON, 1986). O quadro abaixo ilustra as diferenças entre as grandezas massa molecular e massa molar.

SUBSTÂNCIA QUÍMICA	MASSA MOLECULAR	Nº DE ENTIDADES QUÍMICA	MASSA MOLAR	Nº DE ENTIDADES QUÍMICA
H ₂ O	18u	Uma molécula	18 g/mol	$6,02 \times 10^{23}$ moléculas
CO ₂	44u	Uma molécula	44 g/mol	$6,02 \times 10^{23}$ moléculas
NaHCO ₃	84u	Uma fórmula unitária	84 g/mol	$6,02 \times 10^{23}$ fórmulas unitárias

2.6 VOLUME MOLAR

O volume de um mol de uma substância química é definido como volume molar (V_m) e sua unidade é dada em L/mol. Na determinação do volume de uma substância há de se levar em consideração as grandezas pressão e temperatura, sobretudo quando a substância estiver na fase gasosa. Quando as CNTP (Condições Normais de Temperatura e Pressão) são definidas com temperatura de 273,15 K (0 °C) e pressão de 101325 Pa (1 atm), tem-se que o volume ocupado por um mol de gás ideal é de 22,41 L, mas o volume dos gases reais pode apresentar pequenas diferenças em relação aos gases ideais, como pode ser observado no quadro abaixo (BOOWN, LEMAY, BURSTEN, 2005).

SUBSTÂNCIA QUÍMICA	VOLUME MOLAR cntp	Nº DE ENTIDADES QUÍMICA
CO ₂	22,31 L/mol	$6,02 \times 10^{23}$ moléculas
N ₂	22,40 L/mol	$6,02 \times 10^{23}$ moléculas
H ₂	22,42 L/mol	$6,02 \times 10^{23}$ moléculas

2.7 BALANCEAMENTO DAS EQUAÇÕES QUÍMICAS

As reações químicas são simbolizadas por equações constituídas de reagentes e produtos, sendo que reagentes e produtos são representados por fórmulas químicas. As proporções entre as substâncias envolvidas na reação são indicadas por coeficientes estequiométricos e a determinação dos coeficientes é feita por um processo que recebe o nome de balanceamento. O balanceamento é fundamentado na Lei da conservação das massas e na teoria atômica de Dalton, cujo objetivo é equiparar as quantidades dos átomos antes e depois de reagirem. Entre os diversos métodos para se balancear uma equação química, pode-se destacar o método da tentativa e erro (inspeção), o baseado no número de oxidação e semi-reações e o algébrico. O exemplo aqui tratado será resolvido com o método algébrico, que consiste em estabelecer um sistema linear de equações algébricas com a finalidade de determinar os coeficientes estequiométricos da equação química (BORGES, 2015).

EXEMPLO 1:

Reação entre ácido clorídrico e carbonato de sódio (BORGES, 2015).



Tem-se:

Hidrogênio (H) $\rightarrow a = 2d$

Carbono (C) $\rightarrow b = e$

Cloro (Cl) $\rightarrow a = c$

Oxigênio (O) $\rightarrow 3b = d + 2e$

Sódio (Na) $\rightarrow 2b = c$

Observe que o coeficiente b é o mais presente. Atribuindo arbitrariamente para b o valor de 1, tem-se:

Sódio (Na) $\rightarrow 2b = c \therefore c = 2$

Carbono (C) $\rightarrow b = e \therefore e = 1$

Cloro (Cl) $\rightarrow a = c \Rightarrow a = 2b \therefore a = 2$

Hidrogênio (H) $\rightarrow a = 2d \Rightarrow 2b = 2d \therefore d = 1$

Oxigênio (O) $\rightarrow 3b = d + 2e \Rightarrow 3b = b + 2b$ ou $b = d \therefore d = 1$

Substituindo os valores na equação química obtém-se a equação balanceada:



2.8 RELAÇÕES ESTEQUIOMÉTRICAS

Tendo uma equação química devidamente balanceada, é possível estabelecer relações quantitativas entre as dimensões macroscópicas e microscópicas das substâncias envolvidas na reação química. A grandeza quantidade de matéria permite estabelecer, a nível macroscópico, relações de proporcionalidade com as grandezas massa e volume e a nível microscópico, relação com o número de entidades elementares como átomos e moléculas que constituem as substâncias envolvidas na reação química (Graça, et al., 2016). Essas relações podem ser representadas com as seguintes fórmulas matemáticas:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

n = quantidade de matéria;

m = massa;

M = massa molar;

v = volume;

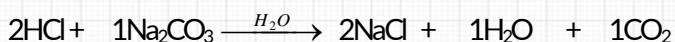
v_m = volume molar;

N = número de entidades elementares;

N_A = constante de Avogadro.

EXEMPLO 2:

Dada a reação abaixo, calcule:



Quantidade de matéria	2 mol	1 mol	2 mol	1 mol	1 mol
Massa molar	36,5 g/mol	106 g/mol	58,5 g/mol	18 g/mol	44 g/mol

Reação de carbonato de sódio com ácido clorídrico.

Fonte: adaptado de BORGES (2015).

- a) A massa de carbonato de sódio necessária para reagir com 146 g de ácido clorídrico.

Resposta: $2\text{HCl} \rightarrow 1\text{Na}_2\text{CO}_3$

$$x2 \left(\frac{73 \text{ g}}{146 \text{ g}} \right) = \frac{106 \text{ g}}{m_{\text{carbonato}}} x2 \quad \therefore m_{\text{carbonato}} = 212 \text{ g}$$

b) A quantidade de matéria de HCl necessária para produzir $3,6 \times 10^{24}$ moléculas de água.

Resposta: $2\text{HCl} \rightarrow 1\text{H}_2\text{O}$

$$x6 \quad \frac{2 \text{ mol}}{n_{\text{HCl}}} = \frac{6 \times 10^{23}}{36 \times 10^{23}} \quad x6 \quad \therefore n_{\text{HCl}} = 12 \text{ mol}$$

c) A partir de 318 g de carbonato de sódio o volume de CO_2 nas CNTP.

Resposta: $1\text{NaCO}_3 \rightarrow 1\text{CO}_2$

$$x3 \quad \frac{106 \text{ g}}{318 \text{ g}} = \frac{22,4 \text{ L}}{v_{\text{CO}_2}} \quad x3 \quad \therefore v_{\text{CO}_2} = 67,2 \text{ L}$$



3. REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO CULINÁRIO

(GUERRERO; MATA, 2010)

MATERIAIS



Uma tigela de 2L



Tabuleiro redondo de
aproximadamente 23cm



Uma colher
de madeira



Batedeira elétrica
ou batedor manual



Balança ou conjunto de
xícaras de medidas

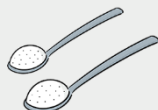
INGREDIENTES / REAGENTES



3 ovos (150g)



A mesma massa de
ovos em manteiga



A mesma massa de
ovos em açúcar



A mesma massa de
ovos em farinha de
trigo



50 g de chocolate
em pó



Uma colher de chá
de fermento (5 g)

PROCEDIMENTO:



ETAPA 1

Leve à batedeira a manteiga e o açúcar e bata por aproximadamente 3 minutos em velocidade média.

ETAPA 2

Acrescente os ovos, um a um, batendo sem parar até formar um creme homogêneo.

ETAPA 3

Em uma vasilha à parte misture a farinha, o chocolate e o fermento.

ETAPA 4

Acrescente a mistura de bolo obtida na etapa 3 à batedeira e bata em velocidade mínima por aproximadamente um minuto.

ETAPA 5

Unta o tabuleiro com manteiga ou margarina e farinha de trigo.

ETAPA 6

Coloque a mistura de bolo no tabuleiro untado e o leve ao forno pré-aquecido. Asse a massa com temperatura moderada (180 °C) por aproximadamente 30 minutos.

ETAPA 7

Determine a massa do bolo obtida.

Nota: O experimento pode ser realizado em grupos e cada grupo utilizar a receita com quantidades diferentes, mas na mesma proporção, para que percebam que não haverá alteração na qualidade dos bolos. Exemplo: um grupo utiliza a receita original, um segundo grupo elabora uma receita com 4 ovos e um terceiro grupo elabora outra receita com 5 ovos.



4. TESTANDO O CONHECIMENTO

EQUIPE

Nome

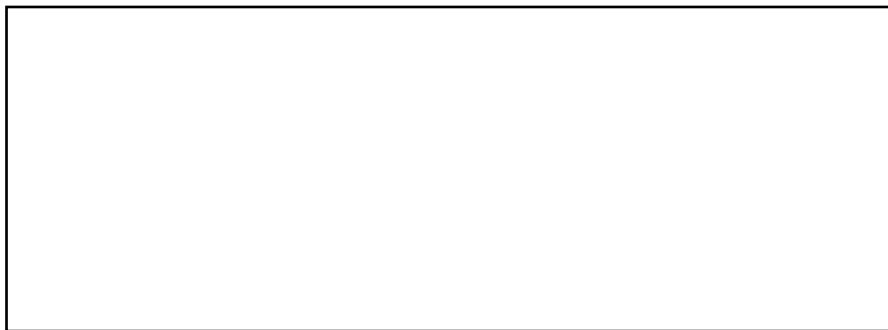
Nº

1. Calcule a massa de cada ingrediente para a receita abaixo quando se usa a seguinte quantidade de ovos:

m ovos + m manteiga + m açúcar + m farinha de trigo
+ m chocolate + m fermento $\rightarrow m$ bolo

- a) 6 unidades.

b) 8 unidades.



2. Qual o número de ovos necessário para produzir 5 unidades de bolo com a mesma massa obtida quando são usados 150 g de ovos?



3. Dada a reação de decomposição do bicarbonato de sódio, determine (MAIA; OSORIO, 2003):



a) O valor dos coeficientes **a**, **b**, **c** e **d**.

b) A massa de bicarbonato de sódio necessária para produzir 54 g de água.

c) A quantidade de matéria de carbonato de sódio produzido a partir da decomposição de 1680 g de bicarbonato de sódio.

d) A massa de bicarbonato de sódio necessária para produzir 11,2 L de gás carbônico nas CNTP.

e) O número de moléculas de CO_2 produzido pela decomposição de 6 mol de NaHCO_3 .

4. Considerando que o fermento químico usado na receita seja 100% bicarbonato de sódio, qual a massa de CO_2 produzida na cocção do bolo feito com 3 ovos?

5. O açúcar usado na receita pertence à classe dos dissacarídeos e recebe o nome de sacarose.

a) Dê a massa molecular da sacarose.

b) Qual o número de moléculas de sacarose presente em 150 g do dissacarídeo?

c) Qual a quantidade de matéria em 150 g de sacarose?

6. O teor médio de proteína em um ovo é de aproximadamente 12% (SALVADOR; SANTA, 2002). Qual a contribuição proteica em massa que o ovo oferece na composição do bolo?



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOOWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A Ciência Central**. 9. ed. Tradução de Mendes Robson Matos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 987 p.

BORGES, DIRCEU APARECIDO. **Problemas Estequiométricos em Química: Uma Questão de Proporcionalidade**. 2015. 155f. Dissertação (Mestrado em Matemática), Universidade Federal de Mato grosso do Sul. Campo grande, MS. 2015. Disponível em: < docplayer.com.br/72193045-Problemas-estequimetricos-em-quimica-uma-questao-de-proporcionalidade.html >. Acessado em: 16 ago. 2019.

BRADY, James E.; HUMISTON, Gerard E. **Química geral**. v. 1. Rio de Janeiro: LTC. 1986. 4004 p.

CAZZARO, Flávio. Um Experimento Envolvendo Estequiometria. **Química Nova na Escola**. n. 10. p. 53-54. nov. 1999. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper3.pdf> >. Acessado em 16 ago. 2019.

DALTON, J. **A new system of chemical philosophy [1808]**. v. 1. New York: Philosophical Library, 1964. 600p.

GRAÇA, Yara Rodrigues et al. Quebrando a Cabeça com Lavoisier: uma proposta de aprendizagem de cálculos estequiométricos. **Scientia Amazônia**. v.5. n.3. p.64-68. 2016. Disponível em < www.researchgate.net/publication/309491534_Quebrando_a_Cabeca_com_Lavoisier_uma_proposta_de_aprendizagem_de_calculos_estequimetricos/link/58136cac08ae90acb23b765a/download >. Acessado em: 16 ago. 2019.

GUERREIRO Margarida; MATA, Paulina. **A Cozinha é um Laboratório**. 3. ed. Lisboa: Fonte da Palavra, 2010. 142 p.

LAVOISIER, Antoine-Laurent. **Tratado Elementar de Química [1789]**. Tradução de Fulvio Lubisco. São Paulo: Madras, 2007. 399 p.

LOURENÇO, Luciano. LOPES, Nuno Cunha. Incêndios Florestais, Consequência e Razão de Ser de Novas Mudanças Globais. **GeolNova**. n.9. p.41-58. Universidade de Coimbra. Portugal. 2004. Disponível em: < <http://geoinova.fcsh.unl.pt/revistas/files/n9-3.pdf>>. Acessado em: 16 ago. 2019.

MAIA, Alessandra de Souza; OSORIO, Viktoria Klara Lakatos. Decomposição Térmica do Bicarbonato de sódio – Do Processo Solvay ao Diagrama Tipo Ellingham. **Química Nova**. v. 26, n. 4, p. 595-601. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n4/16446.pdf>>. Acessado em: 16 ago. 2019.

ROGADO, James. A grandeza Quantidade de Matéria e Sua Unidade, o Mol: Algumas Considerações Sobre Dificuldades de Ensino e Aprendizagem. **Ciência e Educação**. v.10. n.1. p.63-73. 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/05.pdf>>. Acessado em: 16 ago. 2019.

SALVADOR, Mirian; SANTA, Patrícia Dalla. Teores de Macronutrientes e de Colesterol em Diferentes Tipos de Ovos. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamentos de Alimentos**. v. 20. n.1.p. 133-140. UFPR. Curitiba. PR. 2002. Disponível em: < <http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1142/943>> Acessado em: 16 ago. 2019.

SILVA, Roberto Rireiro; ROCHA-FILHO, Romeu. Mol, Uma Nova Terminologia. **Química Nova na Escola**. n.1. p.12-14. Maio. 1995. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/atual.pdf>>. Acessado em: 16 ago. 2019.

VIANA, Hélio Elael Bonini; PORTO, Paulo Alves. O Processo de Elaboração da Teoria Atômica de Jhon Dalton. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. n. 7. p. 4-12. Dezembro. 2007. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/07/a03.pdf>>. Acessado em: 16 ago. 2019.

EXPERIMENTO 4:

CHURRASCO:

E SUA QUÍMICA SOBRE
BRASAS!





1. OBJETIVO

Estudar as funções químicas orgânicas, identificar sua presença na estrutura química de biomoléculas, bem como observar o efeito da temperatura de cozimento da carne do ponto de vista nutricional e sensorial.

2. CONCEITOS ABORDADOS

Os compostos orgânicos estão presentes em nós e em nossas atividades cotidianas. Estão presentes nas proteínas que constituem os tecidos dos animais e nas estruturas dos tecidos vegetais; são vitais na alimentação humana; compõem as nossas vestes e participam das formulações de inúmeras medicações que usamos. Milhões de compostos orgânicos estão registrados na literatura e são divididos em grupos funcionais de acordo com suas propriedades. Os grupos funcionais caracterizam compostos com reatividades e propriedades específicas. O conjunto desses compostos recebe o nome de função orgânica. (MCMURRY, 2005; PAZINATO et al, 2012). Neste experimento serão abordadas algumas das principais funções orgânicas estudadas no Ensino Médio.

2.1 FUNÇÕES ORGÂNICAS

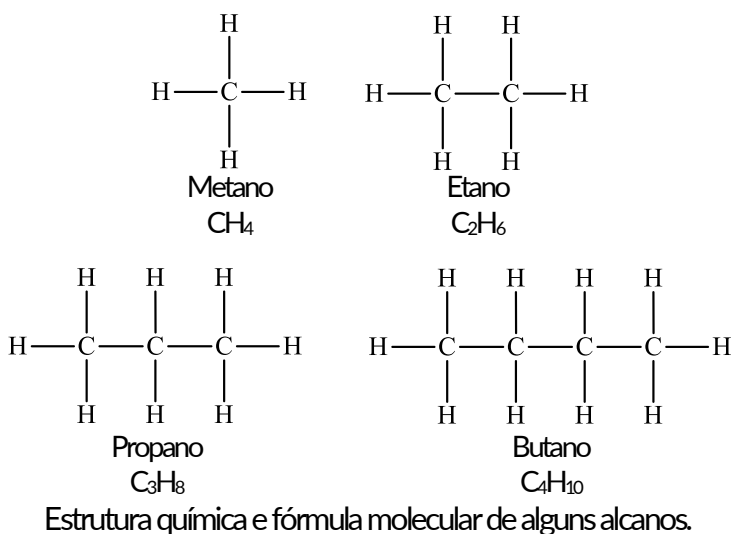
As principais funções orgânicas tratadas no Ensino Médio são: hidrocarboneto, álcool, fenol, éter, aldeído, cetona, ácido carboxílico, éster, amina, amida e nitrila.

HIDROCARBONETOS

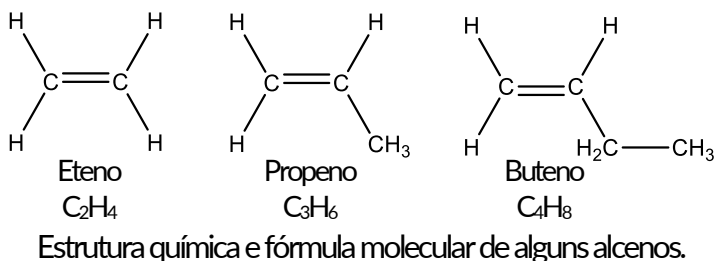
Os hidrocarbonetos são formados por carbono e hidrogênio e são classificados em alifáticos, alicíclicos e aromáticos.

- **Hidrocarbonetos alifáticos:** São hidrocarbonetos de cadeia aberta (MCMURRY, 2005). Os alcanos, alcenos, alcinos e alcadienos são exemplos de hidrocarbonetos alifáticos:

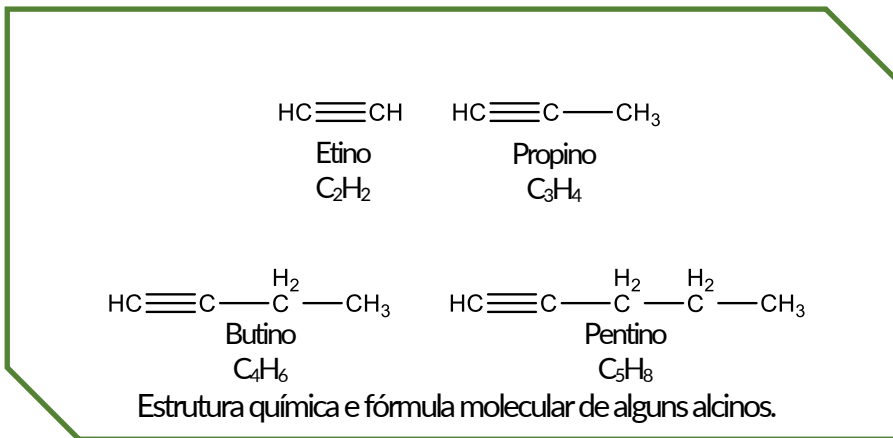
Alcanos: São hidrocarbonetos saturados e possuem fórmula geral C_nH_{2n+2} . Veja abaixo a apresentação da estrutura química e a fórmula geral de alguns alcanos:



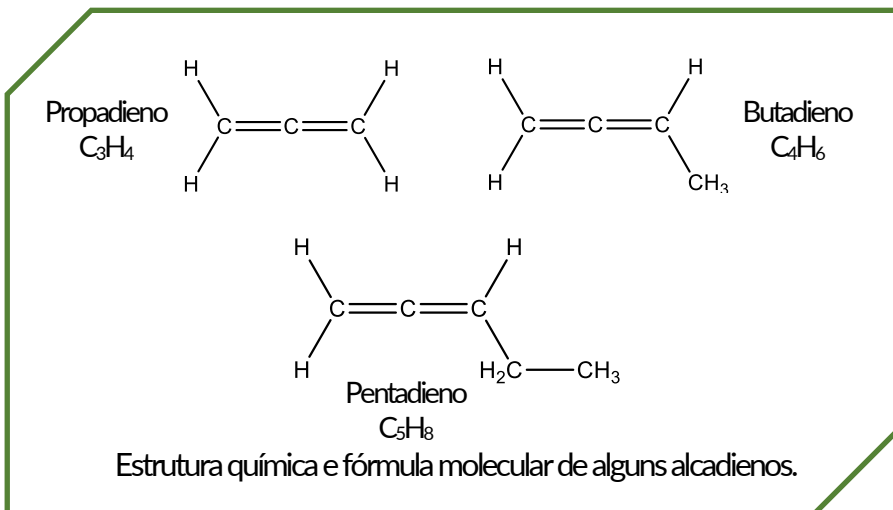
Alenos: São hidrocarbonetos insaturados com uma ligação dupla entre carbonos e possuem fórmula geral C_nH_{2n} . Veja abaixo alguns exemplos:



Alcinos: São hidrocarbonetos insaturados com uma ligação tripla entre carbonos e possuem fórmula geral C_nH_{2n-2} . A figura abaixo mostra alguns exemplos:

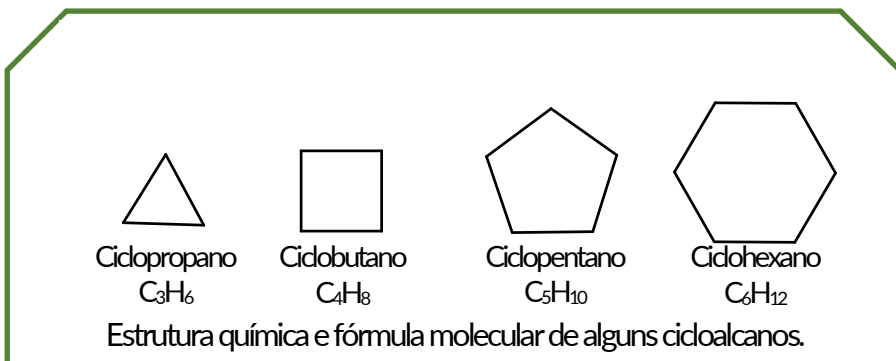


Alcadienos: São hidrocarbonetos insaturados com duas ligações duplas entre carbonos e possuem fórmula geral C_nH_{2n-2} . A figura abaixo mostra alguns exemplos:

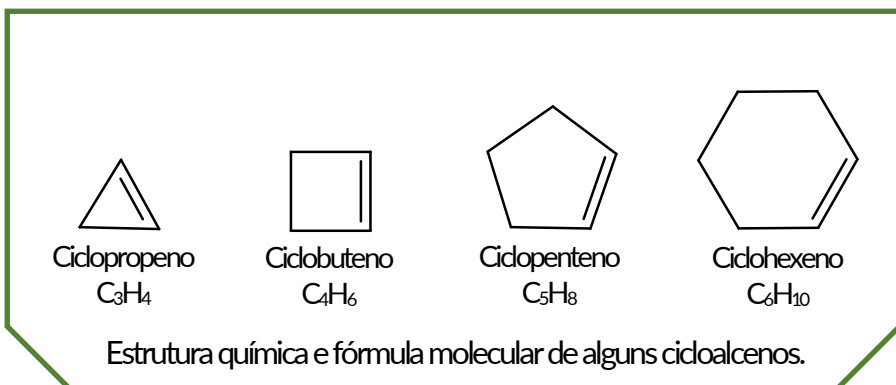


- **Hidrocarbonetos alicíclicos:** São hidrocarbonetos de cadeia fechada sem núcleo aromático (MCMURRY, 2005). Os cicloalcanos e cicloalcenos são exemplos de hidrocarbonetos alicíclicos:

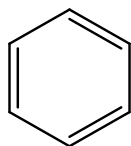
Cicloalcanos: São hidrocarbonetos cíclicos saturados e possuem fórmula geral C_nH_{2n} . A figura abaixo mostra alguns exemplos:



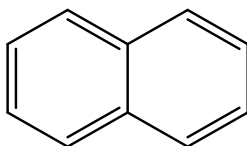
Cicloalcenos: São hidrocarbonetos cíclicos, insaturados e possuem fórmula geral C_nH_{2n-2} . A figura abaixo mostra alguns exemplos:



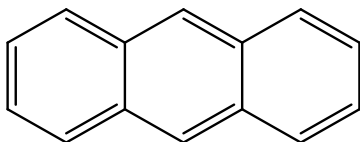
- **Hidrocarbonetos aromáticos:** São hidrocarbonetos que possuem pelo menos um anel aromático. A figura abaixo mostra alguns exemplos:



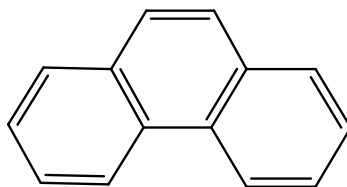
Benzeno
 C_6H_6



Naftaleno
 $C_{10}H_8$



Antraceno
 $C_{14}H_{10}$



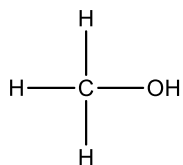
Fenantreno
 $C_{14}H_{10}$

Estrutura química e fórmula molecular de alguns hidrocarbonetos aromáticos.

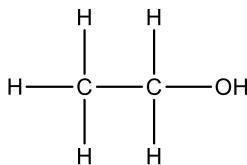
FUNÇÕES ORGÂNICAS COM OXIGÊNIO

As funções orgânicas contendo o átomo de oxigênio constituem numerosos compostos de grande relevância na Química Orgânica (SILVA, 2013). Dentre esses compostos estão os álcoois, os fenóis, os éteres, os aldeídos, as cetonas, os ácidos carboxílicos e os ésteres.

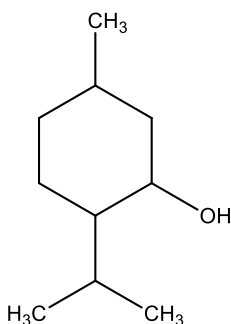
- **Álcoois:** são compostos orgânicos que possuem o grupo hidroxila ligado a um carbono saturado (FRYHLE, 2012): ($R - OH$). A figura abaixo mostra alguns exemplos:



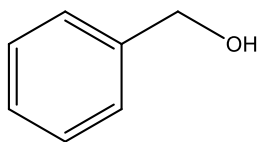
Metanol
 CH_3OH



Etanol
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



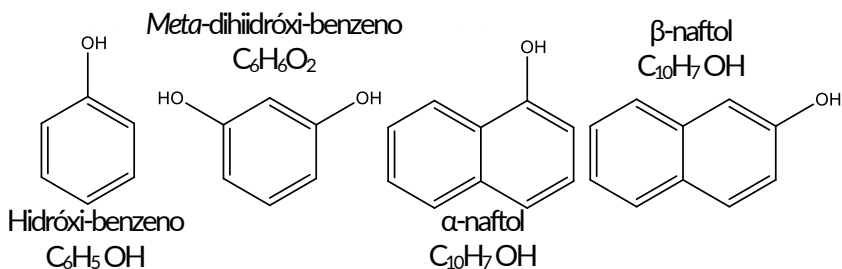
Mentol
 $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{OH}$



Álcool benzílico
 $\text{C}_7\text{H}_7\text{OH}$

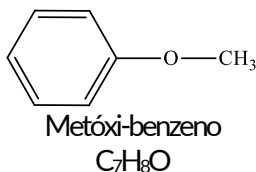
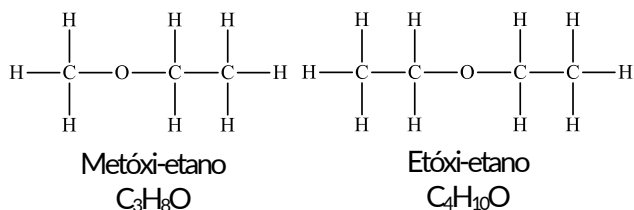
Estrutura química e fórmula molecular de alguns álcoois.

- Fenóis: são compostos orgânicos que possuem o grupo hidroxila ligado diretamente a um carbono pertencente ao anel aromático (FRYHLE, 2012): ($\text{Ar} - \text{OH}$). A figura abaixo mostra alguns exemplos:



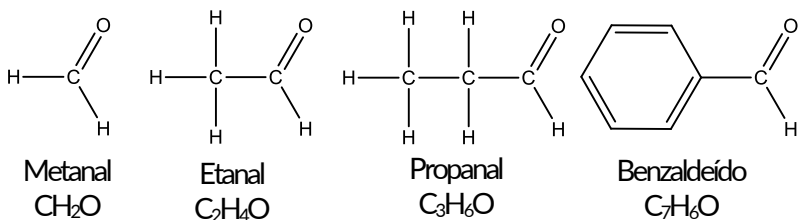
Estrutura química e fórmula molecular de alguns fenóis.

- Éteres: são compostos orgânicos que possuem o oxigênio ligado entre dois átomos de carbono (FRYHLE, 2012): (R - O - R). A figura abaixo mostra alguns exemplos:



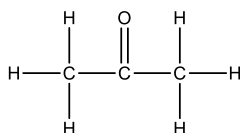
Estrutura química e fórmula molecular de alguns éteres.

- Aldeídos: são compostos orgânicos que possuem o carbono do grupo carbonila – carbono com ligação dupla com oxigênio – ligado a um átomo de hidrogênio e a um átomo de carbono (FRYHLE, 2012): (RCHO). A figura abaixo mostra alguns exemplos:

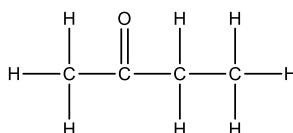


Estrutura química e fórmula molecular de alguns aldeídos.

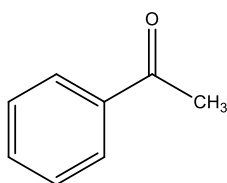
- Cetonas: são compostos orgânicos que possuem o carbono do grupo carboxila – carbono com ligação dupla com oxigênio – ligado a dois átomos de carbono (FRYHLE, 2012): (RCOR'). A figura abaixo mostra alguns exemplos:



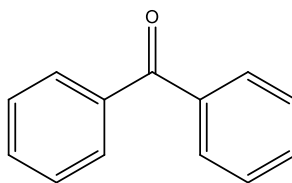
Propanona
 C_3H_6O



Butanona
 C_4H_8O



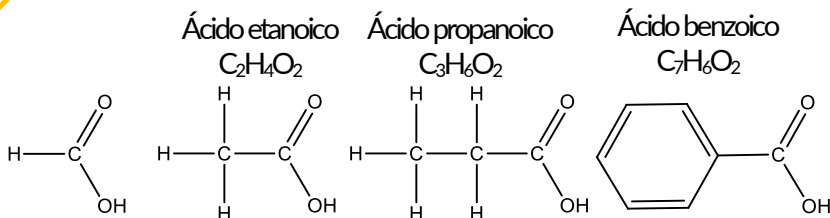
Metil fenil cetona
 C_8H_8O



Difenil cetona
 $C_{13}H_{10}O$

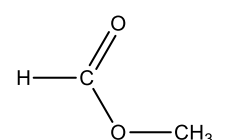
Estrutura química e fórmula molecular de algumas cetonas.

- Ácidos carboxílicos: são compostos orgânicos que possuem o carbono do grupo carboxila ligado a uma hidroxila e a um átomo de carbono (FRYHLE, 2012): (RCOOH). A figura abaixo mostra alguns exemplos:

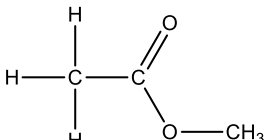


Estrutura química e fórmula molecular de alguns ácidos carboxílicos.

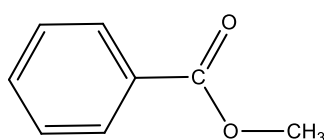
- Ésteres: são compostos orgânicos que possuem o carbono da carbonila ligada a uma alcoxila ($-OR$) e um átomo de carbono, cuja fórmula geral é (FRYHLE, 2012): $(RCOOR')$. A figura abaixo mostra alguns exemplos:



Metanoato de metila
 $C_2H_4O_2$



Etanoato de metila
 $C_3H_6O_2$



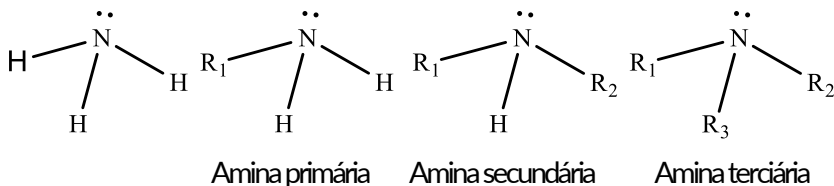
Benzoato de metila
 $C_8H_8O_2$

Estrutura química e fórmula molecular de alguns ésteres.

FUNÇÕES ORGÂNICAS COM NITROGÊNIO

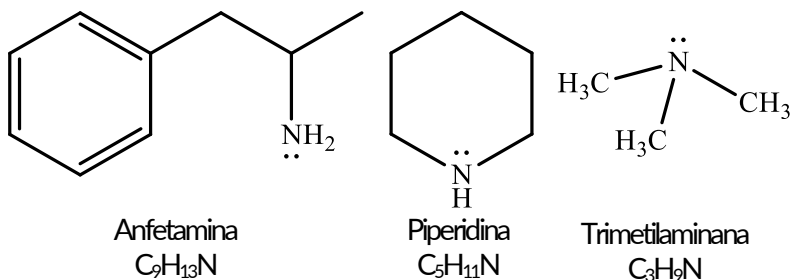
As funções orgânicas contendo o átomo de nitrogênio também constituem compostos de grande relevância na Química Orgânica (SILVA, 2013). Dentre esses compostos estão as aminas, amidas e nitrilas.

- Aminas: são compostos orgânicos derivados da amônia e em função do número de hidrogênios ligados ao átomo de nitrogênio, podem ser classificadas em aminas primárias, secundárias ou terciárias (FRYHLE, 2012). Os substituintes orgânicos ligados ao nitrogênio nas aminas são representados pela letra R, sendo que R_1 , R_2 e R_3 significam que os substituintes podem ser iguais ou diferentes entre si. A figura abaixo mostra a estrutura geral para cada classificação:



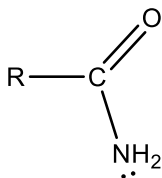
Classificação das aminas.

Abaixo, segue alguns exemplos de aminas:

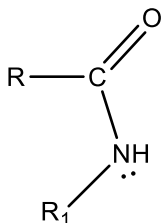


Estrutura química e fórmula molecular de algumas aminas.

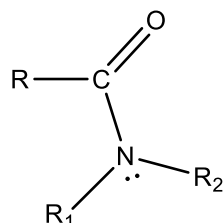
- **Amidas:** são compostos orgânicos que possuem o carbono da carbonila ligado a um átomo de nitrogênio, que por sua vez está ligado a hidrogênio e/ou grupo alquila (grupo obtido pela remoção de um átomo de hidrogênio de um alcano (FRYHLE, 2012)). Os substituintes orgânicos ligados ao nitrogênio nas amidas são representados pela letra R, sendo que R_1 , R_2 e R_3 significam que os substituintes podem ser iguais ou diferentes entre si. A figura abaixo mostra algumas estruturas possíveis de amida:



Amida não substituída



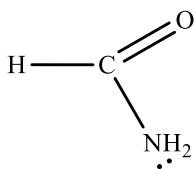
Amida N-substituída



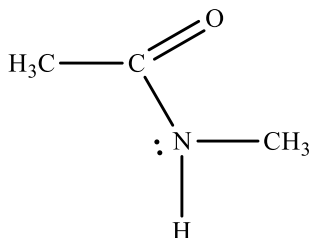
Amida N, N-substituída

Grupo funcional de amidas.

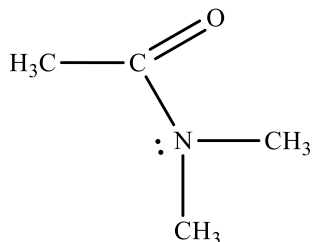
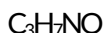
Abaixo, segue alguns exemplos de amidas:



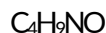
Metanoamida



N-metil-etanoamida



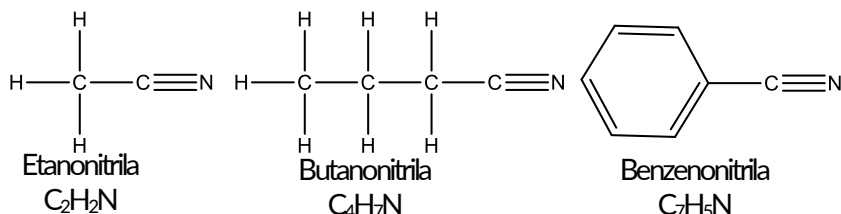
N, N-dimetil-etanoamida



Estrutura química e fórmula molecular de algumas amidas.

Nitrilas: são compostos orgânicos derivados do ácido cianídrico e tem a seguinte fórmula geral: $\text{R} - \text{CN}$ (FRYHLE, 2012), sendo que R representa um grupo orgânico. A figura abaixo mostra alguns exemplos:

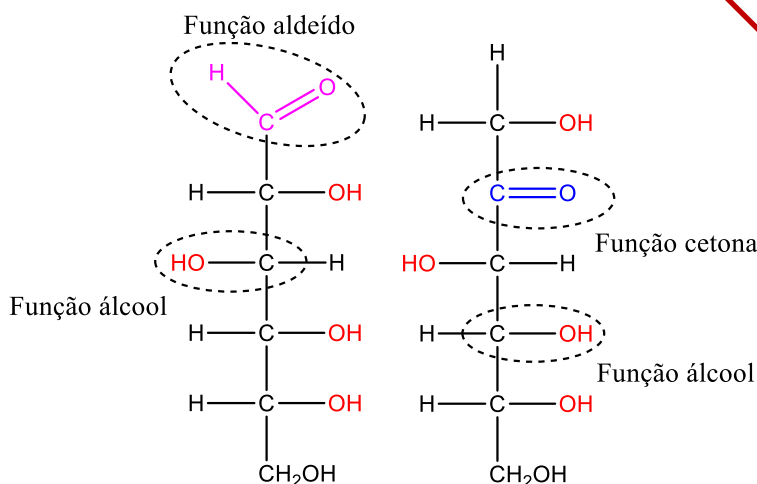




Estrutura química e fórmula molecular de algumas nitrilas.

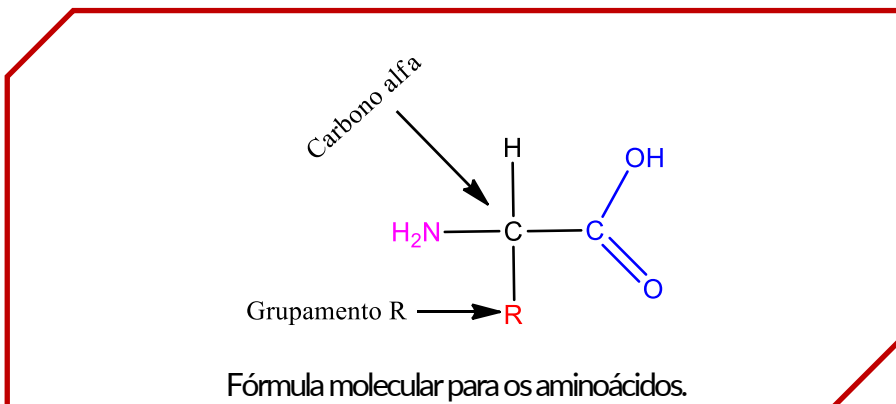
FUNÇÕES MISTAS

A maioria das substâncias orgânicas que são utilizadas no dia a dia, seja de origem sintética ou natural, é constituída por mais de uma função química, ou seja, possui funções mistas. A glicose possui as funções álcool e aldeído e a frutose as funções álcool e cetona (NELSON, COX, 2014). A figura abaixo destaca essas funções nas estruturas da glicose e frutose.



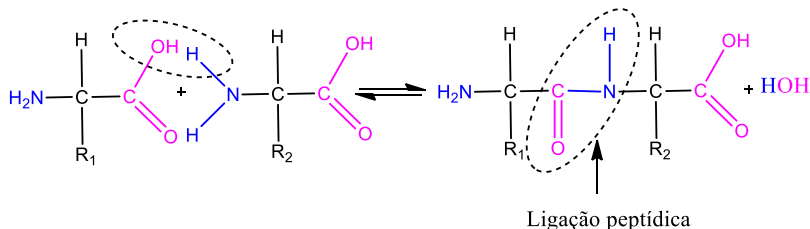
Estrutura química da glicose e da frutose.

Outros exemplos de substâncias com função mista são os aminoácidos, que possuem um grupo ($R - NH_2$) e um grupo carboxila ($RCOOH$). Ambos os grupamentos estão ligados ao mesmo carbono da cadeia carbônica. O carbono α encontra-se ligado a um grupo (R) e é a diversidade desse grupo que dá origem a diferentes aminoácidos.



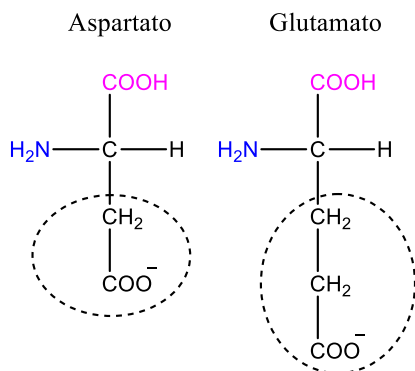
Os aminoácidos constituem as unidades fundamentais das proteínas, ou seja, eles formam as proteínas. A formação da proteína ocorre através da ligação peptídica entre aminoácidos, como pode ser observado na Figura abaixo. As proteínas são polímeros, biomoléculas que exercem papel fundamental na estrutura de tecidos e órgãos dos seres vivos e possuem atividades específicas no equilíbrio de suas atividades bioquímicas. Existe um número muito grande de proteínas, que são formadas a partir da combinação de vinte tipos de aminoácidos, sendo que dez são chamados aminoácidos essenciais (AE) e dez, aminoácidos dispensáveis. Os dispensáveis podem ser sintetizados em quantidades satisfatórias pelos animais, o que não ocorre com os essenciais. Os aminoácidos essenciais possuem funções vitais e precisam ser fornecidos aos animais através da dieta alimentar (VOET, VOET, PRATT, 2014). As proteínas podem ser classificadas em fibrosas e globulares. As proteínas fibrosas conferem características como resistência mecânica e flexibilidade. As proteínas

globulares constituem as enzimas, as proteínas regulatórias e transportadoras (JUNIOR, FRANCISCO, 2006).



Representação da ligação peptídica entre dois aminoácidos.

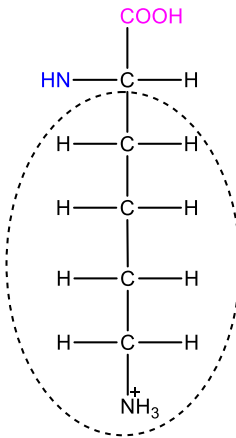
As próximas figuras ilustram a estrutura química dos 20 aminoácidos, sendo que os aminoácidos essenciais estão indicados pelas iniciais AE. Nessas ilustrações é possível observar a presença das cadeias hidrocarbônicas de alcanos e de diversas funções orgânicas. Além de amina, destacada em azul, e ácido carboxílico, destacado em rosa, verifica-se entre outras funções, a representação do álcool na estrutura da serina, do fenol na tirosina e amida na glutamina.



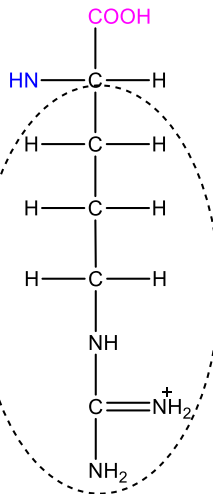
Aminoácidos com grupo R, contendo carboxila carregada negativamente.

Adaptado de NELSON, COX, 2014.

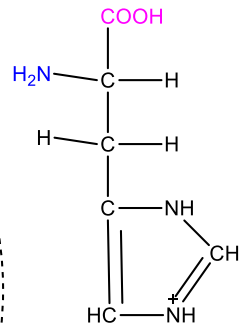
Lisina (AE)



Arginina

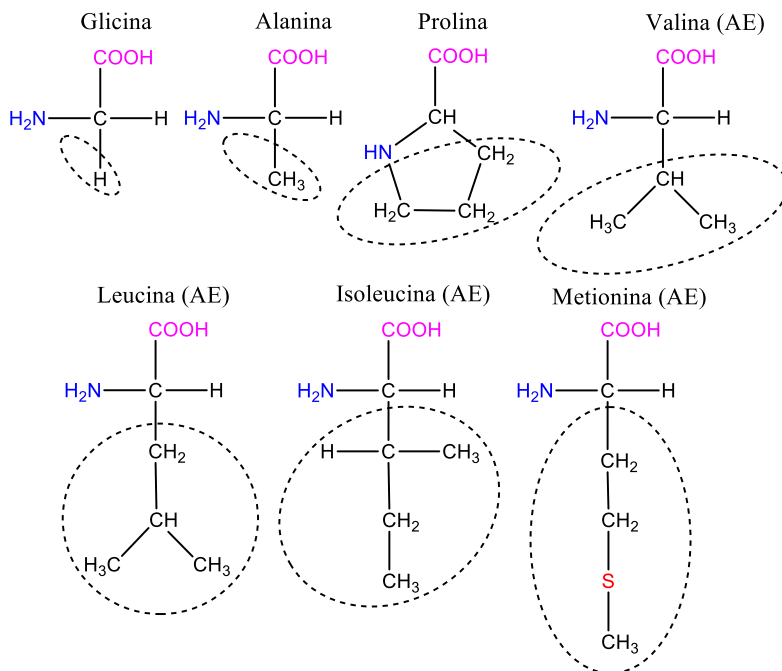


Histidina (AE)



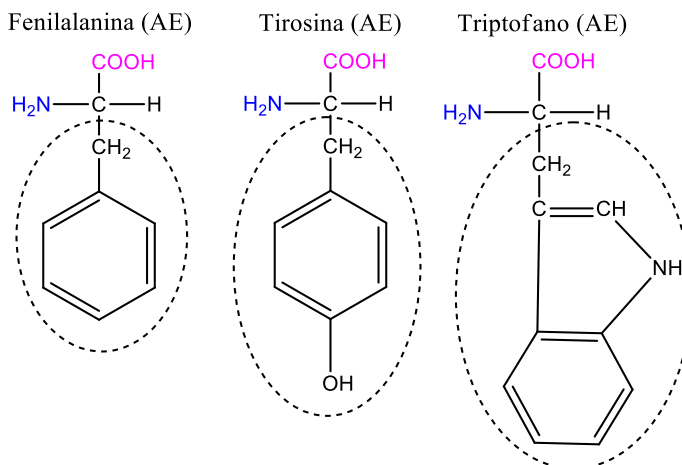
Aminoácidos com grupo R, contendo nitrogênio carregado positivamente.

Adaptado de NELSON, COX, 2014.



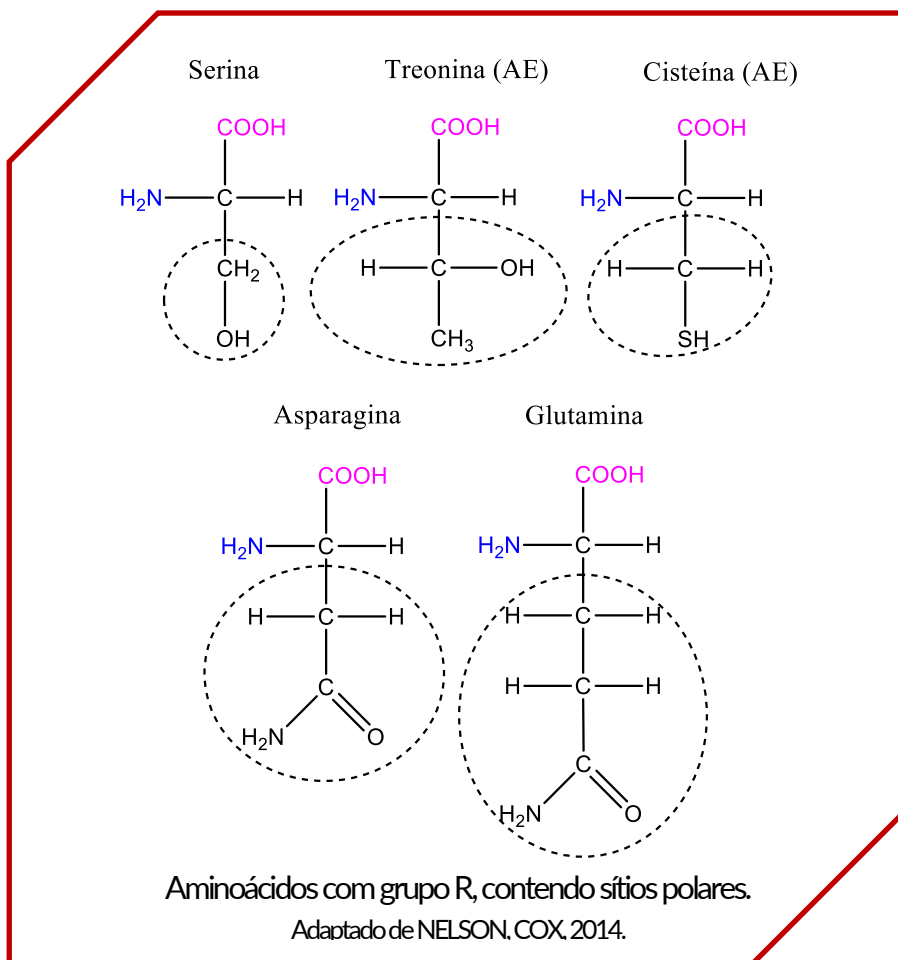
Aminoácidos com grupo R, contendo sítio apolar e alifático.

Adaptado de NELSON, COX, 2014.



Aminoácidos com grupo R, contendo anel aromático.


Adaptado de NELSON, COX, 2014.



2.2 CARNE

A carne é uma das principais fontes de proteínas na alimentação humana. Sua composição básica é água, proteína e gordura. A carne é composta por tecido muscular, tecido conjuntivo e tecido adiposo. O tecido muscular é constituído por células alongadas, finas e formam as fibras da carne. O tecido conjuntivo promove a ligação entre as fibras ou as envolve completamente. Já o tecido

adiposo, fonte de energia, tanto encontra-se envolto quanto entremeadado ao tecido fibroso. A combinação desses três tecidos confere aos músculos, a energia e a resistência mecânica necessária para as atividades físicas próprias dos animais. A cor da carne varia em função da quantidade de mioglobina presente. Carnes mais claras possuem menos mioglobina, carnes mais avermelhadas possuem mais mioglobina. A mioglobina é uma proteína cuja molécula está associada ao íon ferro, que tem como função armazenar o oxigênio e liberá-lo ao músculo quando esse estiver desempenhando atividades físicas. A presença do íon Fe^{2+} confere um tom avermelhado à carne, quando esse é oxidado a Fe^{3+} a carne ganha um tom amarronzado (GUERREIRO, MATA, 2010). O quadro abaixo exhibe a composição média de alguns tipos de carnes.



Carne	Mioglobina (quantidade)	Proteína(%)	Gordura(%)	Água (%)
Boi	Muita ^a	20 ^b	20 ^b	60 ^b
Porco	Pouca ^a	10 ^b	45 ^b	45 ^b
Frango	Média ^a	30 ^b	5 ^b	65 ^b
Peixe	Não tem ^a	20 ^c	10 ^c	70 ^c

^a(SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2018); ^b(GUERREIRO, MATA, 2010); ^c(ROCHA et al., 1982).

2.2.1 Cozimento da Carne

O aquecimento interfere na composição, na digestibilidade e nas características sensoriais da carne. A carne assada possui maior teor de proteína quando comparada com a carne in natura, entretanto há uma diminuição na digestibilidade quando submetida a temperaturas superiores a 100 °C, devido à formação de grandes agregados de proteínas e à diminuição de aminoácidos essenciais disponíveis (MARTINEZ, 2018). Durante o cozimento, à medida que

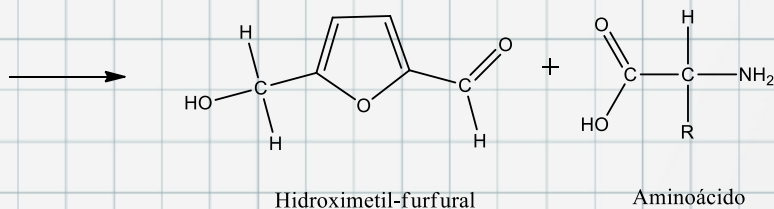
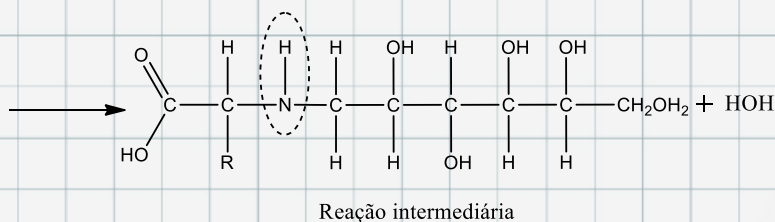
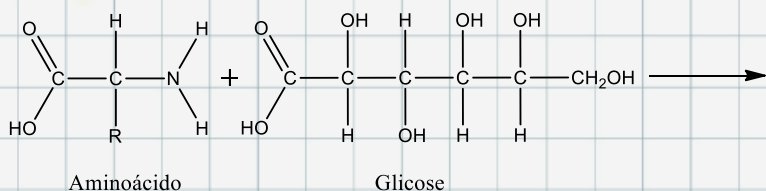
aumenta a temperatura da carne, as proteínas actina e miosina, constituintes das fibras, reagem entre si, promovendo uma aproximação entre as mesmas e a expulsão da água intermolecular (GUERREIRO, MATA, 2010).

Temperaturas superiores a 70 °C ocasionam uma grande redução no volume da carne. O colágeno sofre desnaturação e torna-se solúvel em água dando origem a uma gelatina e a carne torna-se macia e tenra. Carnes ricas em colágeno exigem cozimento mais demorado e carnes fatiadas na forma de bifés, que são oriundos de regiões anatômicas com menor atividades físicas, possuem pouco colágeno e podem ser submetidas a temperaturas mais elevadas e em menor tempo. O aquecimento provoca o derretimento da gordura. A gordura derretida lubrifica as fibras da carne tomando-as mais macias. O íon Fe^{2+} sofre oxidação e a carne ganha uma coloração acastanhada (GUERREIRO, MATA, 2010; JORGE, 2001). A temperatura interna que a carne atinge determina o tipo de cozimento da mesma, como pode ser observado no quadro abaixo.

Temperatura (°C)	Cor	Evento
45	Vermelha	Início da desnaturação das proteínas fibrosas
63	Acastanhada	Início da desnaturação e oxidação da mioglobina
70	Castanha	Completa desnaturação das proteínas musculares
80	Castanha	Gelatinização do colágeno
150	Castanha	Início das reações de Maillard

O escurecimento externo da carne, aquela crosta caramelizada, se dá pela reação de Maillard, que ocorre a partir de 150 °C. Trata-se de uma reação que se inicia com a condensação entre a carbonila de um sacarídeo redutor com o

grupo amina de uma proteína da carne, por exemplo. Após sucessivas etapas há a formação do hidroximetilfurfural ou a melanoidina, um pigmento escuro, de aroma característico. Abaixo se descreve de forma resumida a reação de Maillard.



↓
Melanoidina

Reação de Maillard.

Adaptado de Química dos Alimentos (MELO

FILHO, VASCONSELOS, 2011 apud ARAUJO 2008).



3. REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO CULINÁRIO

MATERIAIS



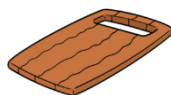
Churrasqueira



Régua



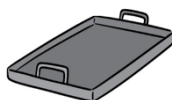
Termômetro



Tábua de carne



Faca



Bandeja

INGREDIENTES / REAGENTES



Carne bovina



Sal grosso



Óleo



PROCEDIMENTO:



ETAPA 1

Acenda a churrasqueira para iniciar o aquecimento.

ETAPA 2

Corte a carne em 4 bifes com as seguintes espessuras:

- Corte 1: 2 cm
- Corte 2: 3 cm
- Corte 3: 4 cm
- Corte 4: 5 cm

ETAPA 3

Unte os bifes com óleo e os tempere com sal.

ETAPA 4

Coloque os 4 bifes na grelha da churrasqueira e asse-os por 5 minutos. Vire os bifes e deixe-os assarem por mais 5 minutos.

ETAPA 5

Retire os bifes da grelha, meça e anote a temperatura interna de cada um deles e deixe-os sobre a tábua de carne por aproximadamente 1 minuto.

ETAPA 6

Corte os bifes ao meio e observe a coloração e o aroma de cada bife.

ETAPA 7

Corte-os em pedaços menores e faça a degustação do sabor e da textura de cada bife.



4. TESTANDO O CONHECIMENTO

EQUIPE

Nome

Nº

1. Descreva a coloração, o aroma, a textura e o sabor observado em cada bife:

a) Corte 1:

b) Corte 2:

c) Corte 3:

d) Corte 4:

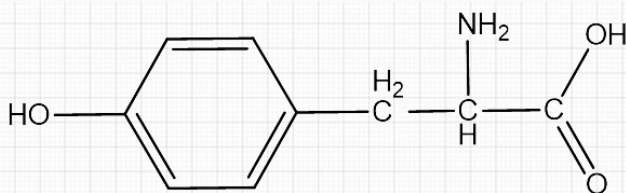
2. Teça um comentário relacionando as características observadas em cada bife com suas respectivas temperaturas atingidas durante o cozimento.

3. Quais as principais transformações que ocorrem na carne durante o cozimento?

4. O que é a reação de Maillard e quais as características que a mesma confere à carne?

5. A tirosina é um exemplo de substância que apresenta de função mista.

Quais são as funções orgânicas presentes na estrutura química da tirosina?



Tirosina

6. A reação de Maillard se inicia com a condensação entre a carbonila de um sacarídeo redutor com o grupo amina de um aminoácido. Quais funções orgânicas possuem o grupo carbonila?

7. Dê a fórmula estrutural plana e a fórmula molecular de duas substâncias, que possuam funções diferentes entre si e que apresentem carbonila em suas estruturas químicas.

8. Qual a diferença entre um álcool aromático e um fenol? Dê um exemplo de cada.

9. Qual a diferença entre hidrocarbonetos alifático, alicíclico e aromático? Dê um exemplo de cada.

10. Dê como exemplo, as fórmulas estruturais plana e bastão de três substâncias que apresentem funções nitrogenadas e diga qual dessas funções está presente nas unidades fundamentais que formam as proteínas.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Magalli Costa. **Composição em aminoácidos e digestibilidade *in vivo* de proteínas de amêndoas do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.), do Estado de Mato Grosso de Sul**. 2006. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde). Programa Multiinstitucional de pós-graduação em Ciências da Saúde, UNB/UFG/UFMS, Campo Grande. MS. 2006. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/3504>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

FRYHLE, Craig B; SOLOMONS, T.W. Graham. **Química Orgânica**. v.1. 10. ed. Tradução de Júlio Carlos Afonso. et. al. Rio de Janeiro: LTC. 2012. 636 p.

GUERREIRO, Margarida; MATA, Paulina. **A Cozinha é um Laboratório**. 3. ed. Lisboa: Fonte da Palavra, 2010. 142 p.

JORGE, André Mendes. Produção e Qualidade da Carne Bubalina. In: II SIMPÓSIO PAULISTA DE BUBALINOCULTURA. **Anais Eletrônicos**. Pirassununga, SP. 2001. Disponível em: <http://dsti37.fmvz.unesp.br/bufalos/HPBufalos_files/Mat_Didatico/13-PROD_CARNE-2_Texto.pdf>. Acesso em 16 ago. 2019.

JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco; FRANCISCO Welinton. Proteínas: Hidrólise, Precipitação e um Tema Para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. n.24. p. 12-16, 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd1.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MARTINEZ, Mateus Saurin. **Efeito do Processamento Térmico na Digestibilidade Proteica de Carnes: Revisão**. 2018. 40f. Monografia (Especialista em Qualidade e Segurança de Alimentos) Universidade Federal do Rio Grande. Santo Antônio da Patrulha, RS. 2018. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/conteudo_digital/3a0da4aa6c62f1da8793cfad a12247bc.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

MCMURRY, John. **Química Orgânica Combo**. v.1. 6. ed. Tradução de Ana Flávia Nogueira e Izilda Aparecida Bagatin. São Paulo: Pioneira Thomson, 2005. 636 p.

MELO FILHO, Artur Bibiano de; VASCONSELOS, Margarida Angélica da Silva. **Química de Alimentos**. UFRPE, Recife. 2011. 78 p.

NELSON, David L; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6 ed. Tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga et al. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1250 p.

PAZINATO, Maurício S. et al. Uma Abordagem Diferenciada Para o Ensino de Funções Orgânicas Através da Temática Medicamentos. **Química Nova na Escola**. n.1.v. 34, p. 21-25. Fevereiro 2012. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/05-EA-43-11.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2019.

ROCHA, Yolanda Rebêlo da. et. al. Aspectos Nutritivos de Alguns Peixes da Amazônia. **ACTA Amazonica**. v. 12. n. 4. p. 787-794. Manaus. 1982. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v12n4/1809-4392-aa-12-4-0787.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

SILVA, Janduir Egito da. **Pistas Orgânicas: Uma Atividade Lúdica Para o Ensino das Funções Orgânicas**. 2013. 82f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufm.br/jspui/bitstream/123456789/17691/1/JanduirES_DISSERT.pdf>. Acesso em 16 ago. 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. **A Química do Churrasco**. 2018. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/39ra/anexos/PB-MAI16_banner05_quimica_churrasco.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2019.

VOET, Donald; VOET, Judith; PRATT, Charlotte W. **Fundamentos de bioquímica: a vida em nível molecular**. 4 ed. Tradução: Jaqueline Josi Samá Rodrigues et al. Porto Alegre: Artmed, 2014. 1202 p.