



QUÍMICA NA COZINHA! O BOLO DA VEZ!

O bolo é um prato muito comum no cotidiano das famílias.

Seu preparo envolve processos químicos muito interessantes.

A QUÍMICA DO BOLO

A química está profundamente presente na culinária. É de conhecimento geral que, praticamente ,todos os fenômenos que ocorrem na preparação de alimentos podem ser entendidos e descritos utilizando modelos e princípios das ciências da natureza e da vida, com um destaque especial para a Química e Bioquímica.

Vamos fazer um exercício aqui, para tentar enxergar esses fenômenos químicos em uma situação muito comum no co-idiano de muitos de nós,: o preparo de um bolo!

SUMÁRIO

-  Proteínas e Transformações
-  Emulsões e Soluções
-  O Forno
-  As reações de Maillard
-  Uma ciência deliciosa!

Proteínas e Transformações

Boa parte dos alimentos consumidos diariamente em todo o mundo possui uma composição significativa em proteínas de todos os tipos, justamente porque grande parte da composição de todos os seres vivos é protéica. Então precisamos saber como as proteínas agem, para que possamos entender a preparação de nosso bolo

Ei calma aí! Mas o que são essas tais de proteínas?

Proteínas são biomoléculas. Isso significa que são moléculas, ou seja, a união de átomos de uma forma muito específica e que são sintetizadas ou “montadas” por seres vivos. Proteínas estão por toda parte na natureza, e possuem formas e funções quase infinitas, desde manter o formato de nossas células, copiar nosso DNA, formar nossas unhas, cabelos e nossos músculos, até a transmissão de informações através de todo o corpo na forma de hormônios. No caso dos cabelos, por exemplo, as proteínas possuem uma função principalmente estrutural, ou seja, a de dar forma aos cabelos.

No caso de proteínas especiais, chamadas enzimas, sua função pode ser, por exemplo, a de ajudar na digestão de diversos alimentos, como é o caso de uma proteína chamada pepsina, presente no estômago de muitos seres vivos.

Ok, mas o que as proteínas têm a ver com bolos!?

As proteínas nos dão um ótimo exemplo de um princípio fundamental da química e da bioquímica, aplicado ao cotidiano: as transformações. Proteínas são moléculas grandes e, uma vez formadas pelos seres vivos, devem manter um formato muito específico para desenvolverem seu papel de forma correta. Embora a manutenção desse formato ideal seja uma das razões da existência de praticamente todos os seres vivos na Terra, o ser humano descobriu que, ao desestabilizar essa estrutura na medida certa, conseguimos resultados muito interessantes. No caso do preparo de bolos, a desnaturação de proteínas, ou seja, a sua transformação de seu formato “ideal” e natural para um formato diferente é um dos processos fundamentais no preparo de diversas receitas e, em especial, no preparo de bolos.

Referências:

Denmat M, et al. (1999) Protein Denaturation and Emulsifying Properties of Plasma and Granules of Egg Yolk as Related to Heat Treatment.

Hedayati S, et al. (2017) Effect of total replacement of egg by soymilk and lecithin on physical properties of batter and cake

Voet D, et al (2013) “Bioquímica” Cap. 3. Princípios da Termodinâmica: Uma Revisão

Biesiekierski, Jessica R - Journal of Gastroenterology and Hepatology 2017; 32 doi:10.1111/jgh.13703

Ovos e farinha, desnaturaçã o e reorganizaçã o proteica

Ovos são um dos ingredientes mais comuns quando preparamos um bolo. Nos ovos, a desnaturaçã o protêica ocorre de forma de modo facilmente reconhecível. Visualmente, vemos a expansã o, a agregaçã o e o aumento exponencial da viscosidade da suspensã o que contém a gema e a clara do ovo. Geralmente, o método mais comum para provocar a desnaturaçã o protêica dos ovos é, na maioria das receitas, o aquecimento, como é feito quando colocamos o bolo no forno para assar.

O aquecimento de proteínas provoca a mudanç a de sua forma nativa. As proteínas são muito sensíveis em relaçã o à sua forma, e quando ela muda, perde-se também a funçã o principal da proteína. Para proteínas estruturais, como as que compõem nossas unhas e cabelos, se mudássemos sua forma seria o equivalente a transformar os tijolos de uma casa de volta à argila! Assim como os tijolos perderiam sua funçã o, as proteínas perdem sua funçã o estrutural. No caso das enzimas, por exemplo, que são proteínas que agem como máquinas moleculares, ao esquentá-las a uma temperatura crítica, seria como fundir o motor de um carro, a ponto de ele não ser mais capaz de funcionar.

No caso dos ovos, em especial na clara do ovo, quando os esquentamos, à altas temperaturas (acima de 70°C aproximadamente) acontece a agregaçã o dos diversos tipos de proteínas que estão ali.

Isso provoca uma alteraçã o significativa no aspecto macroscópico que conhecemos, desde pequenos, ao fritarmos um ovo: a clara deixa de ser transparente e expande, assim como a gema, embora em menor proporçã o.

Essa alteraçã o das características físicas macroscópicas, como a passagem de uma forma líquida para uma com características próximas à de semi-sólidos, é fundamental para muitas receitas. Em bolos, por exemplo, a presenç a dos ovos em sua forma desnaturada tem um papel estrutural importante para o produto final. Vale ressaltar que essa desnaturaçã o protêica é do tipo irreversível, ou seja: uma vez que as proteínas assumiram essa forma não-nativa, elas não retornam à forma nativa. Isso geralmente é desejado nos alimentos, justamente para que as características adquiridas com a desnaturaçã o não sejam perdidas.

Uma outra fonte de proteínas que é fundamental para o preparo de bolos é a farinha. Na maioria dos tipos de farinha, utilizados no preparo de diversos alimentos, há a presenç a de um grupo de proteínas que compõem o que geralmente conhecemos como "o glúten". As proteínas que compõem o glúten na maioria dos grãos são majoritariamente a gliadina e gluteína. Em receitas como pães e bolos, ao misturar a farinha com os ingredientes líquidos, reorganizamos o conjunto complexo de proteínas do glúten, para formar "redes". Essas redes é que darã o o caráter elástico às massas, impedindo que se quebrem facilmente.

Emulsões e Soluções

Um olhar mais profundo na mistura do bolo

Além de olhar a composição e as transformações químicas sofridas pelos ingredientes nas receitas, podemos pensar em como eles se misturam e se organizam nesse meio. Vamos tentar entender isso melhor introduzindo algumas ideias, como a emulsão e a dispersão.

Emulsão: Dispersão Coloidal

Dispersões são definidas como misturas nas quais partículas finas (corpos muito pequenos) são espalhadas em uma fase contínua por uma substância.

Pera aí, como assim misturas?

Existem dois tipos de que os químicos consideram como misturas, as homogêneas e heterogêneas. No entanto, a distinção entre elas nem sempre é tão simples. Façamos uma analogia: uma mata fechada, vista de longe, pode parecer bastante homogênea, porém o mesmo não ocorre quando a olhamos de perto. Dependendo de quanto nos aproximamos, serão visíveis diferenças de forma, cor e tamanho entre os vegetais que constituem a mata.

Algo semelhante acontece com as unidades que constituem uma mistura. Diante dessa analogia, perceba que a capacidade do observador de ver as partículas de um soluto, em uma mistura, interfere naquilo que se consegue definir como homogêneo ou heterogêneo. No caso de certas misturas, entretanto, não poderemos fazer essa distinção visualmente.

Vários tipos de dispersões podem ser encontrados no mundo culinário. Os tipos mais comuns de colóides presentes na culinária são a emulsão e a espuma, que são tipos de dispersão coloidal.

Farinha

Se olharmos bem de perto, vemos que a farinha é composta principalmente de amido e diversas proteínas



Proteínas

São elas umas das principais responsáveis por deixar a massa do bolo elástica e com sua textura característica



A Protein

Quando a farinha é misturada com a água...



as proteínas Glutenina e Gliadina sofrem uma leve desorganização em sua estrutura e se rearranjam formando uma complexa rede de glúten



A rede elástica do glúten estica com a expansão dos gases enquanto o bolo assa e a massa cresce



Mais proteínas

Mexer mais ou mais intensamente

Rede de glúten mais forte



Rede muito forte: A massa sobe pouco



Rede muito fraca: A massa sobe mas não se mantém dessa forma



Na medida certa: A massa sobe e se mantém do tamanho certo

Mas... o que é uma dispersão coloidal?

Uma dispersão coloidal contém partículas um pouco maiores (é por isso que se diferenciam das soluções), mas ainda muito pequenas para serem observadas ao microscópio comum. As partículas dentro deste tipo de dispersão permanecem distribuídas homogênea-mente e não precipitam, isto é, não se depositam no fundo do recipiente.

Solução?

Uma solução é uma mistura homogênea com dois ou mais componentes conhecidos como solvente e soluto. Por exemplo : na mistura a água com sal de cozinha, a água é o solvente e o sal é o soluto. Note que a partícula dispersa na solução é menor do que a partícula dispersa no colóide.

Ok! Agora, resta-nos saber o que é a emulsão...

A emulsão é um coloide no qual o dispersante (substância presente em maior quantidade) e o disperso (substância presente em menor quantidade) são líquidos e, geralmente, são estabilizados por um terceiro componente (emulsificante) que se localiza na interface, ou seja, entre as fases líquidas. Isso é importante, pois se houver um componente na mistura que “se relaciona” com os dois tipos de substâncias, por exemplo, com a manteiga e com a água, é possível criar uma “mistura um pouco mais misturada”. A essa mistura de componentes que normalmente não estariam tão misturados, mas foram “forçados” a essa configuração, damos o nome de emulsão.

O leite e a manteiga, ingredientes bastante utilizados em receitas de bolo, são emulsões. No leite, as gorduras estão dispersas na água. Na manteiga, a água está dispersa na gordura. Sabemos, porém, que esses ingredientes, manteiga e água por exemplo, não se misturam tão facilmente. No caso dos bolos, os ovos, um ingrediente que naturalmente colocamos na mistura, nos ajudam a formar a emulsão, isto graças a uma molécula presente principalmente na gema do ovo, a lecitina, que realiza essa função de emulsificante.

E quanto à espuma? Como a clara em neve?

No caso da espuma, tem-se uma dispersão de um gás em um sólido ou em um líquido. Ou seja, o disperso é o gás e o dispersante pode ser sólido ou líquido. Em receitas de bolo, costumamos utilizar dois tipos de espuma: o chantili e claras em neve. No chantilly, ao bater creme de leite, haverá dispersão de gás no creme de leite batido. Nas claras em neve, ao batê-las,

o ar se dispersa na clara do ovo. Em ambos os casos, obtemos espumas.

Imagem da esquerda: infográfico sobre a formação da misturas do bolo

imagem da direita: infográfico sobre estrutura do bolo e os efeitos da emulsificação

Referências:

Denmat M, et al. (1999) Protein Denaturation and Emulsifying Properties of Plasma and Granules of Egg Yolk as Related to Heat Treatment.

Infográficos: <https://www.berries.com/blog/science-of-baking>

Ovos

Ovos possuem algumas funções importantes no preparo de bolos:

Estrutura do bolo

Assim como as proteínas dos outros ingredientes como a farinha, as proteínas dos ovos são muito importantes para dar ao bolo sua textura característica

No aquecimento, mudanças acontecem:

As proteínas se desnaturam e se reorganizam de novas formas, gerando novas estruturas microscópicas e, conseqüentemente, uma nova textura macroscópica

Emulsificar

Muitas receitas, assim como os bolos, necessitam de uma mistura de ingredientes gordurosos, como a manteiga e o óleo de cozinha, com ingredientes com base em água, como sucos de fruta. Pode ser difícil unir esses ingredientes porque eles naturalmente não se misturam muito bem.

A gema dos ovos nos ajuda a criar essa mistura especial chamada de emulsão pois possui lecitina, que ajuda a misturar ingredientes aquosos e gordurosos

Crescer a massa

Ao bater a clara do ovo ela se torna parcialmente sólida e formam-se pequenas bolhas, capturando o ar

Se a massa é manuseada cuidadosamente após adicionar a clara nesse estado, as pequenas bolhas de ar que se formaram podem se manter como estão, ajudando o bolo a crescer e manter sua forma



O Forno

Ufa! Finalmente chegamos na parte cheiros da receita!

Como já vimos anteriormente e reforçaremos agora, o calor é essencial para quase todas as reações que dão as características de um bolo. Antes tínhamos apenas um amontoado de ingredientes misturados, sem ter uma consistência ou sabor agradável. Mas, ao colocar nossa mistura "gostosa" no forno, que será nossa fonte de calor, passamos a ter um bolo fofinho! Quão mágico e incrível é isso? Como iremos ver, é apenas ciência (não que deixe de ser incrível)!

A **fermentação química** é provavelmente o fenômeno químico mais evidente e conhecido que acontece na preparação de um bolo (afinal, como esses ingrediente cresceram tanto?!). Mas, como ele realmente acontece? O fermento químico que foi colocado em nossa mistura é composto por bicarbonato de sódio (NaHCO_3). Quando o NaHCO_3 é aquecido a temperaturas altas (de 50 a 60 graus) e está em contato com a umidade da massa do bolo, (o que acontece quando a massa está no forno) o bicarbonato reage decompondo-se em gás carbônico(CO_2) água e Na_2CO_3 .



Refrências:

Ramesh M. N. (2007) "Handbook of food preservation" Cap. 23. Pasteurization and Food Preservation.

O gás carbônico, por ser um gás, ocupa todo o espaço disponível, e assim expande toda a massa, o que atribuirá o caráter fofinho do bolo. Para visualizar melhor, podemos pensar o CO_2 como os seguranças de uma pessoa famosa e a massa sendo a multidão ao seu redor. Na situação inicial temos o famoso dentro de sua casa, seguro e quieto, assim como NaHCO_3 . Quando o famoso sai de casa (a ligação se quebra), a multidão fica a seu redor, mas seus seguranças sempre lhe abrem espaço para que o tal famoso siga adiante. De forma análoga, o gás carbônico se expande, empurrando a massa do bolo, deixando-a maior, assim como os seguranças empurram a multidão.

As Reações de Maillard



Colocar a massa no forno



Agora chegamos a outro processo importante na preparação do bolo, e que também acontece no forno: as reações de Maillard. Essas são as reações que proporcionam a crocância e singularidade do topo de bolo. A principal característica da reação de Maillard é o escurecimento do alimento, sem a necessidade de enzimas, os catalisadores biológicos. As enzimas são estruturas naturais encontradas em organismos biológicos que, ao se encaixarem com um certo produto, conseguem acelerar muito reações químicas. Mas, por que estamos falando de enzimas se as reações de Maillard não precisam delas? Ora, se é possível, através das reações de Maillard, escurecer um alimento (algo que normalmente necessita de enzimas para ser realizado) então algo deve compensar a falta de enzimas. Quem cumpre esse papel é o calor. Precisamos de temperaturas altas para que as reações ocorram, logo, precisamos do forno!

Porém, por que o calor substitui as enzimas? Para isso precisamos primeiro entender como acontecem as Reações de Maillard. Na verdade, se observamos de um jeito simplista, tais reações não passam da quebra de um açúcar, que depois se liga com um aminoácido. Mas, se olharmos mais detalhadamente, veremos que há 3 fases diferentes, de acordo com o calor. O açúcar, inicialmente estável, começa a ser aquecido, e isso faz com que as moléculas do açúcar se agitem. Isso leva à formação de outros tipos de produto vindos do açúcar e, após o prolongado aquecimento, teremos a segunda fase. Com o aquecimento, as moléculas se agitam e, novamente, há quebra de produtos, ocorrendo também uma série de reações que resultam na ligação entre o açúcar e o aminoácido.

A terceira fase é a de escurecimento : as substâncias formadas têm alta capacidade de absorção da luz ultravioleta e, por isso, com o aquecimento prolongado, o alimento escurece.

Mas que loucura! Para visualizarmos a primeira e a segunda fases, imagine que os açúcares são o time azul e os aminoácidos o time vermelho. Na primeira fase, após o apito do juiz, todos se espalham e, na segunda fase, a marcação se torna individual. A cada jogador do time azul, corresponde um do time vermelho, como na ligação entre o açúcar e um aminoácido. A terceira fase não se encaixa nesse cenário. Porém, uma ótima analogia é pensar na terceira fase como um bronzeamento do bolo. Com a exposição à luz, o bolo escurece, assim como nós, diante do sol.

Logo, entendemos porque a reação de Maillard não precisa de enzimas. Temos muito calor! Esse calor agita as moléculas e impossibilita que elas permaneçam estáveis. Um jogador (açúcar) jamais permitiria que um outro jogador (aminoácido) fizesse o "touch down" sem marcação.

Assim sendo, percebemos que, para iniciar a primeira fase, precisamos de aquecimento, assim como para a segunda fase. E, para iniciar a terceira fase, mais aquecimento!

Logo, para que as reações de Maillard aconteçam, precisamos de altas temperaturas e prolongados tempos de aquecimento. A única parte do bolo em que essas reações ocorrem é a superfície, pois esta é a parte mais exposta ao calor. É a parte que desidrata e escurece.



NOVO SABOR



Alimento escurecido

Referências:

FRANCISQUINI, Júlia d'Almeida et al. REAÇÃO DE MAILLARD: UMA REVISÃO. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, [S.l.], v. 72, n. 1, p. 48-57, nov. 2017. ISSN 2238-6416.

Martins, S.I.F.S., Jongen, W.M.F. and Boekel, M.J.A.S. (2000) A review of maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. Trends Food Sci. Technol. 11, 364-373.

<https://www.berries.com/blog/science-of-baking>

Uma ciência deliciosa!

Agora nosso bolo está fofo, crocante e cheio de CO₂! Então, agora sim podemos finalizar nosso estudo. Mas, por fim, podemos rever alguns passos de nossa receita e, finalmente, aproveitar nosso bolo delicioso!

O processo inicial, consistente na rede de gluten com proteínas, que com a emulsificação resulta em uma mistura quimicamente estável

O processo mágico! Através da fermentação, das reações Maillard e de calor transformamos nossa mistura em um bolo fofo!

O proces... A parte mais gostosa!

Aproveite!

PREPARO DA MISTURA

O FORNO

COMER!
