

Descomplicando a Bioquímica da Cerveja

A bioquímica da cerveja é extremamente complexa quando se analisa as reações químicas envolvidas em todos os processos. Entretanto, podemos simplificar, e muito, focando em três principais classes de biomoléculas envolvidas na produção da cerveja: açúcares, proteínas e lipídios.

Esse trio de compostos tem origem principalmente dos grãos do malte e fornecem uma rica fonte de alimentos para as leveduras crescerem e se reproduzirem e, como subprodutos, são gerados os sabores e aromas da cerveja. Alguns lipídios são derivados do lúpulo, mas estes são principalmente óleos aromatizantes e não são utilizados pelas leveduras. Se você possui um conhecimento cervejeiro avançado ou principiante, neste texto será fácil compreender de onde são provenientes cada uma destas classes de compostos, e os sabores e aromas que elas conferem a cerveja.

1) A Contribuição dos açúcares

Os açúcares extraídos dos grãos do malte contribuem com dulçor e sabores maltados a cerveja, sendo fontes de alimentos e nutrientes para a levedura e precursores para a formação do álcool. Eles são muitas vezes referidos (de forma genérica) como carboidratos por químicos e bioquímicos. Os átomos presentes nas moléculas dos açúcares podem se combinar formando várias estruturas possíveis, mas para nosso propósito, só precisamos entender duas moléculas simples de açúcar: glicose e frutose; e um par de açúcares mais complexos formados pela combinação entre glicoses e/ou frutoses.

As estruturas químicas das moléculas de glicose e frutose estão ilustradas na Figura 1. Para um entendimento mais simples, ao longo do texto elas serão denominadas como G para glicose e F para frutose.

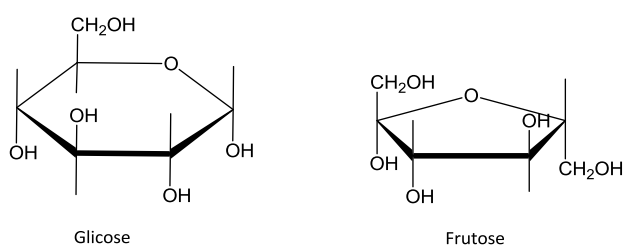


Figura 1. Esquema representativo das moléculas de Glicose (G) e Frutose (F).

1.1) Glicose

As moléculas de Glicose podem se combinar formando estruturas de tamanhos variáveis resultando em açúcares mais complexos. Esses açúcares derivados da glicose são a principal fonte de alimento para a levedura consumir e produzir a cerveja. Entretanto, somente as moléculas que contenham apenas um, dois ou três G são importantes na fermentação sendo efetivamente consumidos pela levedura. As Moléculas de açúcares maiores como: amilopectina, amilose e amido são quebrados em açúcares menores durante o processo de produção e fervura do mosto.

A Tabela 1 resume os principais tipos de açúcares derivados da glicose, suas estruturas e as suas quantidades encontradas no mosto.

Tabela 1. Composição, estrutura e porcentagem de açúcares derivados da glicose presentes no mosto.

Nome	Nº de moléculas de glicose.	Estrutura	Porcentagem de açúcar
Glicose	1	G	810
Maltose	2	GG	4650
Maltotriose	3	GGG	1218
Amilose	4 a 1000	GGG....	Quebrado em açúcares menores durante a produção do mosto.
Amilopectina	4 a 25GG....	2535
Amido	25 a 1000	GGGG.....	

Nota: Em geral o "amido" é frequentemente utilizado (embora incorretamente) para se referir a todos os açúcares maiores, inclusive de amilose, amilopectina e o próprio amido.

Amilopctina e amido possuem diferentes ligações G-G do que amilose ou açúcares mais simples. Essas ligações "verticais" podem variar de posições, criando uma grande variedade de moléculas de açúcares que não são consumidas/processadas pela levedura cervejeira: S. cerevisae. Portanto, porções de amilopectina e amido permanecem no mosto e conseqüentemente na cerveja pronta, juntamente com a amilose que não foi quebrada em glicose, maltose ou maltotriose durante a produção ou fervura do mosto. Uma vez que a maioria das moléculas de açúcar será consumida pelas leveduras, as moléculas maiores de açúcares (com maior número de G) que sobram e permanecem na cerveja são os principais responsáveis pela sua doçura, chamado também de sabor maltado da cerveja. Uma exceção são as cervejas light; pois neste estilo, são usadas enzimas especiais que quebram muitos destes açúcares mais complexos, permitindo-lhes assim serem fermentados em etanol e dióxido de carbono (CO₂).

1.2) Frutose

A frutose (F) é outro açúcar simples que pode combinar entre si ou com a glicose para formar outro conjunto de açúcares complexos, que também são importantes na produção de cerveja. Estes incluem frutose, sacarose e rafinose (Tabela 2).

Tabela 2. Composição, estrutura e porcentagem de açúcares derivados da frutose no mosto.

Nome	Nº de moléculas de G e/ou F	Estrutura	Porcentagem de açúcar
Frutose	1F	F	12
Sucrose	1G/1F	GF	48
Rafinose	2G/1F	GGF	0

Nota: Cadeias de duas ou mais moléculas de frutose não são normalmente encontradas na natureza, que prefere formar cadeias alternando F e G.

A rafinose (Figura 2), embora não seja o componente mais importante do mosto, é um açúcar importante como forma de diferenciação entre levedura Lager e Ale. Leveduras lager podem dividir a rafinose em duas G's e uma F. Uma F pode ser fermentada por qualquer levedura lager ou ale. Entretanto, o açúcar residual G-G, conhecido como melibiose, tem uma ligação química ligeiramente diferente da ligação GG da maltose. Leveduras Lager podem dividir essa ligação, produzindo então, cervejas de sabor mais limpo e um corpo mais leve. A levedura Ale é incapaz de dividir esta ligação, desta forma, uma molécula de rafinose ou mesmo a melibiose não são consumidas por essas leveduras durante o processo de fermentação, deixando uma doçura residual associada ao sabor final da cerveja. Estes sabores residuais fazem parte do complexo conjunto de aromas e sabores do perfil de estilo de cervejas Ale.

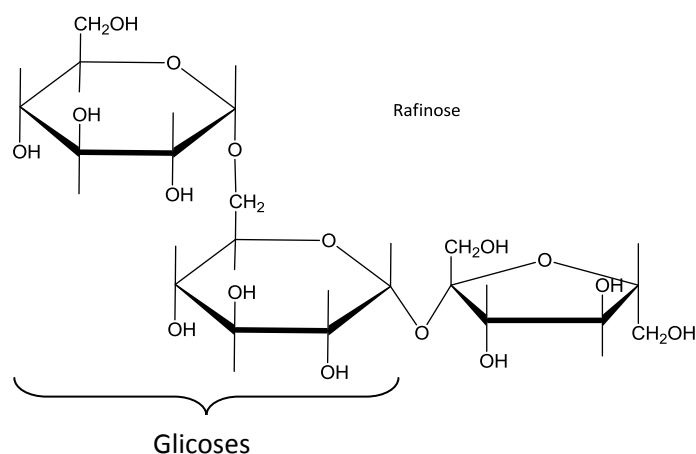


Figura 2: Representação da molécula de rafinose, composta por duas moléculas de glicose e uma molécula de frutose.

1.3) Outros açúcares complexos

Dois outros tipos de açúcares complexos também são motivo de preocupação para o cervejeiro, embora não para a fermentação. Primeiro: os betaglucanos, que estão relacionados com a maltose, maltotriose e amilose. O segundo tipo: as pentosanas, que estão relacionados com as moléculas de G e F. No entanto, as leveduras não podem processá-los como seus açúcares “análogos”. Se não forem devidamente degradados durante o processo de brassagem, tanto os betaglicanos e as pentosanas causarão problemas como o turvamento da cerveja.

2) A contribuição das proteínas

As proteínas são compostas por cadeias de moléculas individuais chamadas *aminoácidos* (AA), unidas por ligações peptídicas. Uma proteína pode ser composta de uma sequência de poucos AA a uma centena deles, formando cadeias maiores e de alto peso molecular.

Proteínas são essenciais para diversas funções dos organismos de todos os seres vivos, desde as mais simples bactérias até os seres humanos. As proteínas presentes no mosto e na cerveja são derivadas quase que exclusivamente dos grãos de malte, extraídos durante o processo de produção da cerveja. AA individuais também podem ser encontrados na cerveja.

Algumas dessas proteínas são componentes da estrutura celular da levedura, sendo utilizadas para a manutenção de sua vida, para a sua reprodução e nos processos fermentativos. Em ordem de importância elas podem ser categorizadas como:

Essenciais: indispensável para o crescimento e reprodução celular, bem como para a realização de um processo de fermentação vigoroso.

Importante: necessário para crescimento e reprodução das células de levedura e para o processo fermentativo, porém a levedura pode substituí-lo ou não. A sua ausência provavelmente causará algum impacto negativo no sabor da cerveja.

Não-essencial: não necessários para o crescimento e reprodução das leveduras e sem consequências no processo de fermentação.

A maioria das proteínas contidas nos grãos não maltados são extremamente grandes. E assim como acontece com os açúcares, o processo de produção do mosto promove a quebra dessas moléculas maiores em tamanhos menores, o suficiente para poderem ser absorvidas pelas leveduras. Por exemplo, proteínas de alto peso molecular são quebradas durante o processo de maltagem dos grãos por aquecimento. Elas também são quebradas por enzimas que podem ser ativadas durante o processo de brassagem, mas, mais importante ainda é que essas moléculas podem se agregar, sofrendo após um processo conhecido como precipitação de proteínas, possibilitando a sua retirada durante o processo de produção. A fervura do mosto também favorece o processo de quebra das proteínas em seus aminoácidos constituintes. O calor também pode promover uma mudança em sua estrutura natural causando sua desnaturação, promovendo também a precipitação de proteínas. Na nomenclatura cervejeira “hot break”. O resfriamento rápido do mosto também causa precipitação da proteína, chamada “cold break”. Uma rápida e eficiente diminuição da temperatura do mosto pós-fervura torna mais eficaz a coagulação e reduz drasticamente a turbidez do produto final.

Durante a fermentação e a maturação, as leveduras consomem principalmente aminoácidos livres e algumas proteínas de baixo peso molecular. Proteínas não essenciais e as de alta massa molecular não são utilizadas pelas leveduras. Algumas dessas proteínas continuam a precipitar no mosto resfriado e durante o período de fermentação, porém de forma menos eficiente do que no “cold break”, sendo que grande parte acaba passando inalterada para a cerveja. Essas proteínas e aminoácidos residuais contribuem com corpo para a cerveja, com sabores especiais característicos de certos estilos e também contribuem para a retenção da espuma.

A categorização de acordo com o peso molecular e a contribuição dessas proteínas residuais na cerveja pode ser feita da seguinte forma:

Proteínas de Alto Peso Molecular: Contribui com corpo e na retenção da espuma da cerveja. Também são responsáveis pela turvação a frio e pela turbidez permanente.

Proteínas de Médio Peso Molecular: Contribui com corpo e retenção da espuma. Responsável por contribuir com o sabor de proteína na cerveja.

Proteínas de Baixo Peso Molecular e Aminoácidos livres: Servem como nutrientes para a levedura. Contribui com sabor de proteína na cerveja.

3) A contribuição dos lipídios

Os lipídios, para a proposta dessa discussão, são moléculas semelhantes à gordura e são provenientes de três fontes: do malte, da oxidação do lúpulo e do metabolismo da levedura. O trub, material esbranquiçado que se acumula no fundo do fermentador pode consistir de até 50% de lipídios. Um mosto turvo contém de 5 a 40 vezes o conteúdo lipídico que um mosto limpo. Então, qual a função dos lipídeos, afinal? Para os cervejeiros caseiros eles proporcionam duas vantagens e duas desvantagens.

3.1) Vantagens e desvantagens

Lipídios contribuem para a viabilidade da fermentação, transportando nutrientes através da membrana celular da levedura. De maneira simplificada, ele permite que a levedura consiga se alimentar. Além disso, eles inibem a formação de alguns ésteres desagradáveis. Os ésteres são naturalmente produzidos pela combinação de álcoois e ácidos encontrados no mosto. Certas leveduras produzem ésteres específicos, produzindo sabores e aromas característicos de frutas que são desejáveis em certos estilos de cerveja, especialmente as Ales.

Uma das desvantagens dos lipídios é que eles agem como um sabão, dissolvendo a espuma da cerveja. Eles também desempenham um papel importante no envelhecimento da cerveja, uma vez que são facilmente oxidados. Lipídios oxidados contribuem com sabores de “sabão”, “gordura”, “suor” ou “bode”, todos esses associados à cerveja velha.

Devido aos lipídios possuírem vantagens e desvantagens, a melhor maneira de tratá-los na cerveja ainda é um tanto controverso. Alguns acham que uma contribuição positiva dos lipídios ocorre quando se retira o trub formado no fundo do fermentador quando os estágios iniciais da fermentação estiverem completos. Isto permite o acesso da levedura aos lipídios durante a fase crítica inicial da fermentação, mas em seguida, remove o mosto do trub altamente lipídico que se acumula no fundo do fermentador. Entretanto, as cepas de leveduras produzem quantidades e tipos diferentes de lipídios. Esta mistura de tipos diferentes de lipídios contribui acrescentando sabores específicos que ajudam a definir um estilo de cerveja. Então, se você separa a cerveja dos lipídios, acaba perdendo alguns dos sabores que seriam produzidos.

Talvez, a melhor sugestão seja encontrada no livro *The Complete Joy of Homebrewing*: “Cervejeiros caseiros devem trasfegar sua cerveja a um fermentador secundário livre de lipídios se a cerveja for ficar em contato com o trub por duas semanas ou mais.” Este método faz sentido, uma vez que todas as contribuições positivas dos lipídios irão terminar em até duas semanas; e, antes disso, a fermentação já deverá ter terminado, com todos os sabores provenientes dos lipídios intactos e com a quantidade de ésteres prejudiciais ao sabor reduzido, podendo ser engarrafada, eliminando nesta etapa o trub. É claro que, algumas receitas e técnicas de fabricação de cerveja (como as lagers) exigem a transfega para um fermentador secundário, obrigatoriamente.

Por fim, contaminantes como o sabão ou bactérias são muito mais problemáticos do que o trub. Da mesma forma, uma oxidação mais grave ocorrerá depois de duas semanas somente se sua técnica de fabricação não for adequada, e não somente porque você tem trub no fundo do fermentador.

4) Referências Bibliográficas

Brew Chem 101: The Basics of Homebrewing Chemistry. Lee W. Janson, Storey Publishing, LLC, 1996.

The Complete Joy of Homebrewing. Charlie Papazian. Fourth Edition. New York: Harper-Collins, 2014.