



INSTITUTO DE
ENGENHARIA
DO PARANÁ

CARTILHA DO 2º SEMINÁRIO

A QUÍMICA DA CERVEJA

“O Saber e o Sabor”

//

**LIBELLUS SEMINARII
CHEMIAE CERVISIAE**

“Scientia et Sapor”

MMXXV

INSTITUTO DE ENGENHARIA DO PARANÁ - IEP
CÂMARA TÉCNICA DE PROCESSOS E TECNOLOGIA QUÍMICA
DIRETORIA DE APOIO SOCIOCULTURAL
BANCO DE IDEIAS





APRESENTAÇÃO

*“Qualquer tecnologia
suficientemente avançada
se confunde com magia”.*

Arthur Clark

A cerveja exerce enorme fascínio sobre a humanidade. A verdadeira cerveja é repleta de vitaminas, minerais, proteínas e antioxidantes. Importante na dieta dos humanos, faz bem à saúde e ao espírito, fato conhecido há milhares de anos.

A cerveja é alimento do corpo e da alma.

O humano sempre se reuniu em torno do fogo e de uma rodada de cerveja.

Fabricar cerveja sempre foi considerada uma atividade misteriosa. Documentos antigos, estabelecendo associações de cervejeiros medievais, fazem menção ao “mistério e arte de fabricar cerveja”. Conhecer seus processos físico-químicos é uma das coisas mais fascinantes que existem.

E o que é cerveja? A maioria das pessoas não faz a mínima ideia. Mesmo bebedores habituais de cerveja raramente têm alguma noção de onde ela veio, seus insumos, como é sua fabricação, seus processos e a química envolvida.

Há, na fabricação de cerveja, mesmo depois de tantos anos, algo que parece magia.

O Instituto de Engenharia do Paraná – IEP, no ano comemorativo dos seus 99 anos, e como prenúncio das suas festividades de 100 anos de existência, data que será comemorada no ano que vem – 2026, realiza a segunda edição do Seminário **“A Química da Cerveja – O Saber e o Sabor”**.

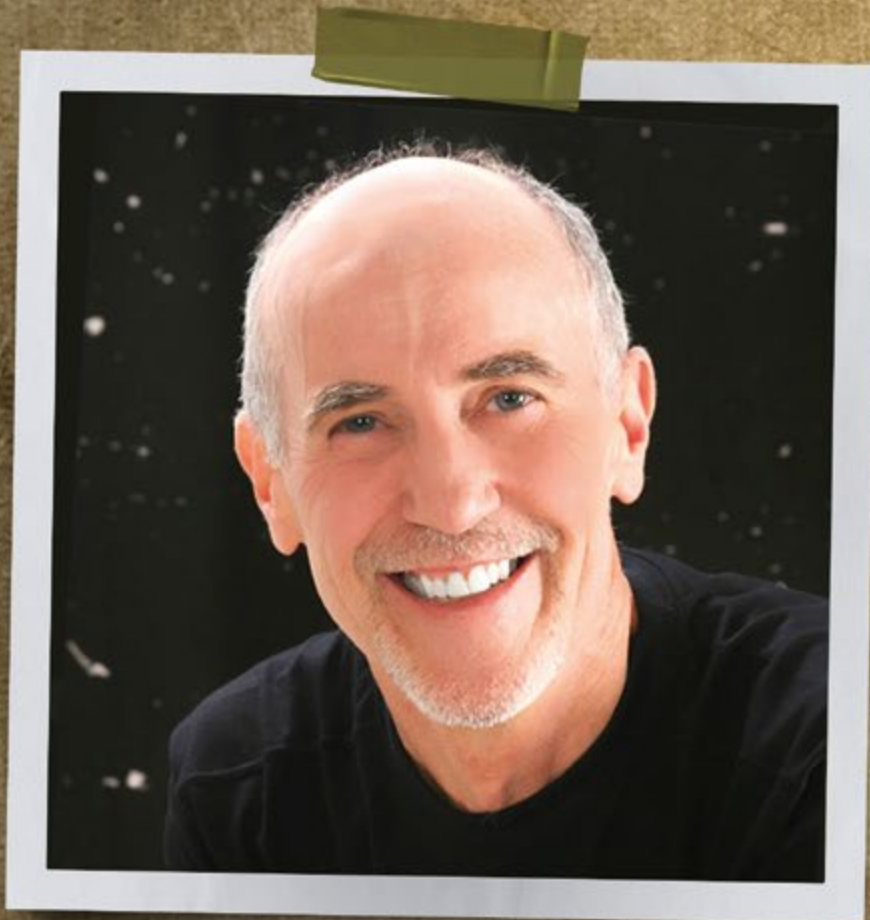
Cabe ao IEP, dentro de suas atribuições estatutárias, dar conhecimento e difundir tecnologias para seus associados, engenheiros e ao público geral do Paraná.

O seminário busca trazer conhecimento a respeito da produção da cerveja, desvendando seus processos de fabricação, seus importantes insumos e, principalmente, a química envolvida, levando à revelação destes mistérios e da magia da transformação até chegarmos a esta importante e salutar bebida.

Agora, você está diante da Cartilha do Seminário, que apresenta todas as informações principais trazidas no evento pelos palestrantes convidados. Informações que reforçam o conhecimento adquirido por quem participou do Seminário e expandem este conhecimento também a quem não teve oportunidade de participar.

ERGO BIBAMUS!!! PROST!!! VIVA!!!

Setembro de 2025



PALAVRA DO PRESIDENTE DO IEP



INSTITUTO DE
ENGENHARIA
DO PARANÁ

É com grande satisfação que trazemos até você a Cartilha do 2º Seminário **“A Química da Cerveja - O Saber e o Sabor”**.

Ela contempla as cinco palestras apresentadas no seminário e proporciona informações importantes, novidades e inovações tanto para os amantes da cerveja quanto para os produtores, sejam artesanais ou industriais.

Cada vez mais nos damos conta da importância da cerveja, suas diversas categorias, formas, sabores e etapas de fabricação.

Mesmo sem um número exato, sabemos que as cervejarias artesanais estão presentes em todos os pontos do Brasil, com o mercado apresentando um forte crescimento ano a ano, com empresas inovando e trazendo novos ingredientes, estilos e sabores de cerveja.

O Paraná, como grande produtor de cevada, contribui para esta expansão. Porém, a cevada cultivada e o malte produzido em duas grandes maltarias, em Guarapuava e em Ponta Grossa, além de outras menores, ainda é insuficiente para atender a demanda do mercado nacional. Por esta razão, ainda importamos cevada e malte, mas esperamos que o Paraná se desenvolva nesta área, aumentando oportunidades de trabalho, de produção e de investimentos em um setor que só faz crescer.

Nesta Cartilha você encontrará o conteúdo de palestras realizadas por profissionais que estudam e trabalham a parte química da cerveja e as características e produções de lúpulo, além da palestra final focando na harmonização entre a cerveja e a alimentação.

Por trás do evento e da elaboração da presente cartilha destaco o trabalho de diversas Câmaras Técnicas do IEP: a de Processos e Tecnologia Química, a de Agronomia e Produção, a de Apoio Socio-cultural e do Banco de Ideias.

O objetivo dos seminários e cartilhas é gerar informação para que os amantes da cerveja se aprofundem nos processos e conhecimentos para que o prazer de degustar (ou de produzir) uma cerveja de boa qualidade seja cada vez maior.

Nelson Luiz Gomez

Presidente do IEP

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

A Química da Cerveja II

Professor Dr. Alfredo Muxel

Apresentação **12 / 13**

Palestra **14 / 39**

CAPÍTULO 2

O lúpulo - Características, sabores e processos químicos e físicos

Professor Duan Ceola

Apresentação **42 / 43**

Palestra **44 / 67**

CAPÍTULO 3

A produção do lúpulo - Da terra ao copo

Dr. Felipe Francisco

Apresentação **70 / 71**

Palestra **72 / 85**

CAPÍTULO 4

Degustação guiada

Prof. Dr. Alfredo Muxel e Prof. Duan Ceola

Apresentação **86 / 87**

Palestra **88 / 105**

CAPÍTULO 5

Harmonização de Cervejas com Comidas

Professora Eti Meira

Apresentação **108 / 109**

Palestra **110 / 127**

Apresentação das Cervejarias **128 / 132**

Empresas Expositoras **133**

Diretoria e Câmaras Técnicas IEP **134 / 137**

Contatos **138 / 139**

Créditos **140 / 141**





CAPÍTULO 1

A Química da Cerveja II

Professor Dr. Alfredo Muxel



- Doutor em Química Inorgânica – Bioinorgânica (2014) pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), mestre em Química dos Recursos Naturais (2007) e graduado em Química (2004) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).
- Docente do Departamento de Ciências Exatas e Educação da UFSC – Campus Blumenau desde de 2014, onde também atua como coordenador do curso de graduação em Química (gestão 2020-2024).
- Na pesquisa se dedica a síntese de complexos modelos para metaloenzimas com potencial atividade biológica.
- Na graduação universitária leciona disciplinas teóricas e experimentais de Química Geral e Química Inorgânica, além da disciplina de Fundamentos de Produção de Cerveja e da coordenação do projeto de extensão “Cervejaria Escola”, que tem como objetivo produzir e divulgar conhecimentos sobre a produção de cerveja artesanal, por meio do desenvolvimento de material técnico e cursos referentes ao tema, como os de “Produção de Cerveja Artesanal” e “Análise e Avaliação Sensorial de Cervejas”, promovendo a transferência de conhecimento, a formação e a capacitação profissional.
- Na área cervejeira, é autor dos livros “Química da Cerveja” e “Glossário Cervejeiro”.

“Do suor dos homens e do Amor de Deus, que a cerveja veio ao mundo”.

Santo Arnulfo de Metz

Padroeiro dos Cervejeiros



4 INGREDIENTES BÁSICOS

Na introdução desta cartilha é dito que a produção de cerveja é uma atividade misteriosa, mas a verdade é que, quando passamos a entender melhor todo o processo, não existe tanto mistério assim. Este capítulo busca desvendar um pouco das características e propriedades da cerveja, conhecendo os seus componentes químicos e também a maneira como um apreciador de cerveja interage com eles.



Figura 1: 4 ingredientes básicos

No seminário anterior, já abordamos a Química da Cerveja - a palestra está disponível na Biblioteca IEP, como parte da cartilha preparada após a realização do primeiro evento. Você pode entender este como um segundo capítulo sobre o mesmo tema, trazendo um pouco mais sobre o sabor da cerveja, sem perder a característica química do produto.

Quando a gente pensa nos diversos estilos de cerveja, todos podem ser produzidos a partir de quatro ingredientes básicos: água, malte, lúpulo e levedura. Então, só variando a dosagem dos ingredientes e o processo utilizado, temos uma infinidade de possibilidades e de sabores.

A água representa a maior porcentagem da composição da cerveja. E ela tem muita influência no sabor do produto final. Todo estudo relacionado à água utilizada no setor cervejeiro mostra que ela faz total diferença no produto final. Tanto que esse ingrediente é extremamente trabalhado dentro das cervejarias.

Em seguida temos a cevada, que é a principal fonte de carboidratos da cerveja. Ao entrar no processo, as enzimas passam a degradar os amidos presentes no malte, convertendo-os em açúcares, que são fermentáveis ou não, dando assim a característica de cada cerveja.

Portanto, ela é a base principal para composição da cerveja, agindo tanto para a fermentação, como fonte de açúcares, como também por trazer muitos elementos de sabor para a cerveja - elementos estes que não são difíceis de identificar, mesmo quando a pessoa é leiga ou nunca experimentou cerveja de uma forma mais metódica.

Outro elemento fundamental é o lúpulo. Toda a cerveja que é produzida atualmente é lupulada. Ele é fonte de amargor e de aroma para a cerveja, com uma característica bem peculiar. Neste capítulo você terá algumas informações básicas sobre o lúpulo, que serão esmiuçadas nos capítulos seguintes, um deles falando sobre a química do lúpulo e o seguinte sobre o lúpulo brasileiro.

Por fim temos a levedura, que pode mudar tudo em uma cerveja, podendo ter um tom praticamente neutro ou então realçando todos os outros ingredientes, como o malte e o lúpulo. Pode ainda se sobressair a todos os outros itens. Aliás, a maioria dos defeitos da cerveja também pode vir da levedura.

Estes quatro ingredientes básicos entram em um processo que é relativamente simples. Tanto que, quem possui uma certa habilidade culinária consegue fazer cerveja em casa tranquilamente, sem precisar de uma tecnologia muito avançada, conseguindo produzir mesmo com uma panela simples.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CERVEJA

O processo de produção da cerveja exige que o malte, que chega em sementes inteiras, seja moído na cervejaria.

Em seguida ele entra na etapa conhecida como mosturação, sendo cozido em água. Neste momento é fundamental acertar a temperatura, pois é ela que, durante o cozimento, vai dar algumas importantes características de sabor para a cerveja. Nesta etapa o principal intuito é obter o extrato, ou seja, converter o amido em açúcares, que depois se tornarão fermentáveis, ou não, durante o processo.

Depois, o bagaço do malte é separado da parte líquida, denominada mosto, que é o caldo açucarado resultante de todo o cozimento do malte. O mosto é então fervido, geralmente por uma hora. É neste momento que são adicionados os lúpulos. O lúpulo de amargor é adicionado no início da fervura para que sejam extraídas as substâncias amargas que serão incorporadas ao mosto.

Já no final da fervura são adicionados os maltes de aroma. Esta



entrada no final do processo busca preservar os compostos voláteis aromáticos, que possuem temperatura de ebulição muito baixa, evaporando se forem aquecidos demais. Em outro ponto deste capítulo estas características aromáticas serão detalhadas.

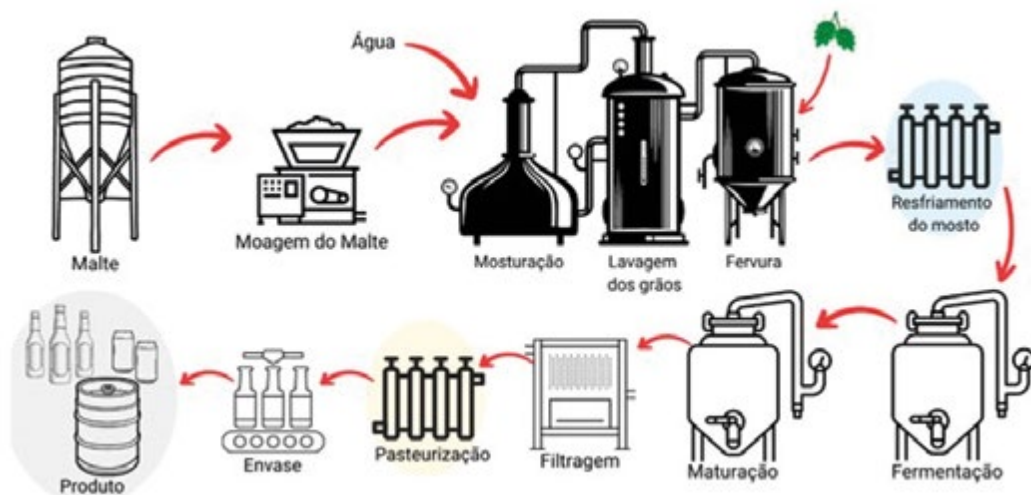


Figura 2: Processo de produção da cerveja - *Fonte: Benacchio, Alcione et. All. (2023), disponível em: <http://dx.doi.org/10.55905/revconv.16n.9-099>

Após a fervura do mosto, ele precisa ser rapidamente resfriado, pois este “caldão” açucarado é um meio de cultura propício para o desenvolvimento de qualquer tipo de microrganismo, mas tudo que se espera que nele se prolifere é a levedura e não outro contaminante.

Em seguida, após o resfriamento, o caldo entra no tanque de fermentação, onde a levedura é adicionada. Geralmente ele permanece uma semana fermentando, sendo que, para as cervejas Ale e Lager, o tempo é um pouco maior.

Ao final da fermentação temos a chamada cerveja verde, porque ela ainda precisa de um arredondamento, que é feito durante a maturação, quando os aromas vão se aprimorando. Dentro deste tanque de maturação a cerveja já está pronta. Na sequência, ela pode ser filtrada ou centrifugada para remover alguns sólidos. **Enfim, se o produto passa pelo processo de pasteurização, vamos consumi-lo como cerveja, mas, se não, consumimos como chope.** O produto é exatamente o mesmo. A cerveja, que é pasteurizada, acaba tendo um tempo de prateleira maior. Já o chope deve ficar sob refrigeração e ser consumido o mais fresco possível.

COMPOSIÇÃO DA CERVEJA

Quimicamente, a cerveja tem, em média, a composição apresentada na figura 03. Ela é composta por 95% de água, podendo ser um pouco mais ou um pouco menos.

Em seguida temos o etanol, que é o segundo maior componente proporcional. Normalmente, sua presença varia entre 3 e 5%. É claro que existem cervejas sem álcool e existem cervejas com teor alcoólico maior que 10%.



Composição química da cerveja.			
Composto	Concentração	N.º de compostos	Fonte
Água	90 - 94%	1	-
Etanol	3 - 5% s/v	1	Malte, levedura
Carboidratos	1 - 6% m/v	>100	Malte
Dióxido de carbono	3,5 - 4,5 g/L	1	Malte, levedura
Sais inorgânicos	500 - 4000 mg/L	>25	Água, malte
Nitrogênio total	300 - 1000 mg/L	>100	Malte, levedura
Ácidos orgânicos	50 - 250 mg/L	>200	Malte, levedura
Álcoois superiores	100 - 300 mg/L	80	Malte, levedura
Aldeídos	30 - 40 mg/L	>50	Lúpulo, malte
Ésteres	25 - 40 mg/L	>150	Lúpulo, malte, levedura
Compostos de enxofre	1 - 10 mg/L	>40	Lúpulo, malte, levedura
Derivados de lúpulo	20 - 60 mg/L	>100	Lúpulo
Vitaminas do complexo B	5,0 - 10 mg/L	13	Levedura, malte

Figura 3: Composição química da cerveja

O carboidrato existe em pequena quantidade, ao contrário do dióxido de carbono, que existe em grande quantidade, sendo o gás presente na cerveja. Ele é um dos componentes de sabor desse produto. **Uma cerveja sem CO₂ a gente conhece como “cerveja choca”.**

Em seguida entramos nos componentes que de fato dão sabor para a cerveja, como os sais inorgânicos. Temos também os ácidos orgânicos, os álcoois superiores, os aldeídos e os ésteres, que são compostos orgânicos muito potentes em aroma. Ou seja, se eles passarem do limiar de percepção é possível interagir com eles e percebê-los como uma característica presente. Por exemplo, quando a cerveja está mais esterificada, percebemos isso como um frutado. Já se a cerveja tem muito álcool superior, percebemos isso como um solvente. E essa característica pode ser boa ou ruim, dependendo do estilo de cerveja que está sendo experimentado. Às vezes uma quantidade de éster, um frutado bem presente, é desejável. Já para outro estilo, pode não ser tanto assim.

Por fim, temos muita vitamina do complexo B. Então, uma latinha de cerveja de 350 ml já supre a necessidade de vitaminas do complexo B de um adulto, como recomendado pela Organização Mundial da Saúde.



ESTILOS DE CERVEJAS

Quando pegamos os ingredientes e processos e vamos variando, obtemos uma quantidade também variável de compostos. Isso permite uma infinidade de cervejas diferentes, que chamamos de estilos de cerveja. Ou seja, o mestre cervejeiro pensa em qual cerveja vai fazer, elabora os ingredientes que vai usar e qual será o processo a ser utilizado para chegar no resultado final.

Se pudéssemos dividir as cervejas em dois grandes grupos, teríamos as Ales e as Lagers, que se diferenciam fortemente pelo processo de fermentação. Existem também as cervejas de fermentação espontânea - mesmo não sendo tão espontânea assim. Neste caso, podemos ter como o microrganismo mais comum na fermentação a *Saccharomyces*, mas também teremos cervejas fermentadas por microrganismos diferentes desta levedura. Estas cervejas possuem características bem distintas, sendo bem comum termos uma acidez pronunciada.

Já as cervejas Lagers dependem muito do estilo, mas costumam ter um perfil de fermentação mais neutro, onde são realçados os outros ingredientes, como o malte e o lúpulo. E por fim nós temos as Ales, onde a levedura geralmente pode aparecer, para o bem ou para o mal, sendo que você poderá interagir com subprodutos que ela gerou na cerveja.

Ingredientes + processo produtivo → Cerveja (estilo)

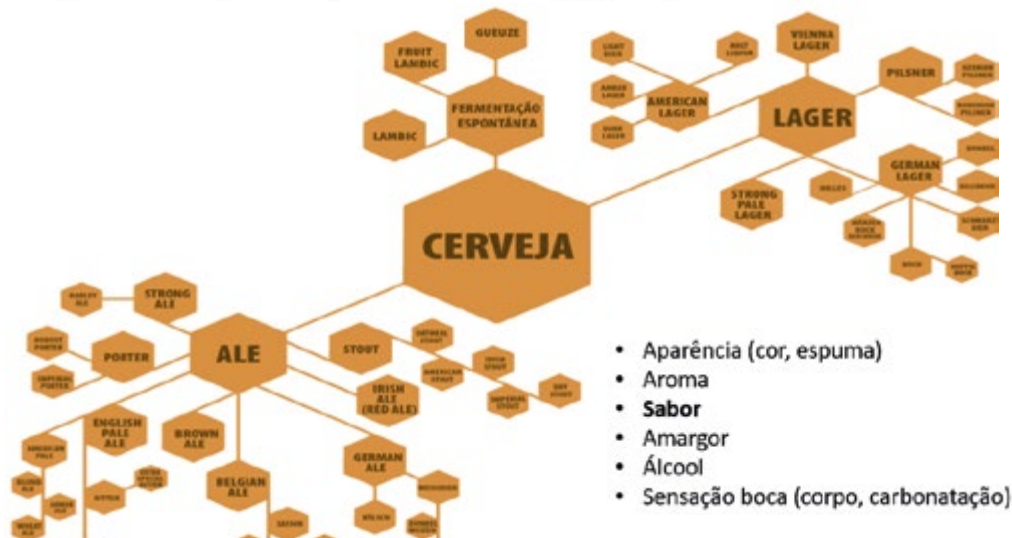


Figura 4: Estilos de cervejas

Mas afinal, o que distingue um estilo do outro?

Basicamente temos a aparência - como a cor e a espuma, o sabor - que na sequência vamos explicar mais sobre a sua composição, o amargor, o álcool, a sensação de boca, entre outras características. É o conjunto destas características que vai trazer uma propriedade básica para que uma cerveja se enquadre dentro do estilo que foi projetado pelo cervejeiro. Este estilo de cerveja fala muito a respeito do que ela quer transportar para os apreciadores em termos de sabor.

A partir de agora, vamos explicar como é que esses ingredientes e essas características da cerveja se apresentam na hora de apreciá-la. E também qual é a melhor forma de interagir com cada uma delas, tentando identificar qual componente químico está presente e é responsável por uma ou outra característica.

COMPOSIÇÃO DO SABOR

Quando a gente pensa no sabor da cerveja, estamos falando de vários componentes que se agregam para dar uma característica ao produto. O sabor é composto de três características: aroma, gosto e sensação na boca.

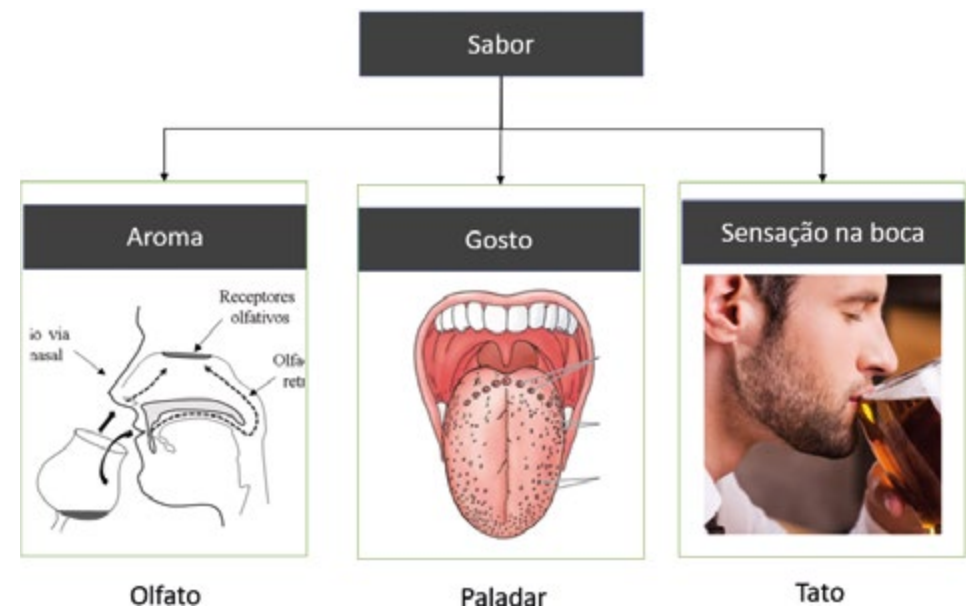


Figura 5: Composição do sabor



O aroma vem do olfato, direto pelo nariz antes de provar a cerveja, mas também com o líquido dentro da boca. A diferença é que, pelo nariz, percebemos os voláteis em conjunto com o ar e, com o líquido dentro da boca, temos maior concentração de voláteis e menos ar. Por isso, as características de aroma ficam mais intensas na percepção alcançada com o líquido dentro da boca.

O gosto está relacionado aos sabores básicos do nosso paladar e, no caso da cerveja, temos como principais o doce, o amargo e o ácido, que nos são familiares.

Temos ainda as sensações palatais táteis do líquido dentro da boca, relacionadas com a sua capacidade de fluir. Por exemplo, quando bebemos água e a movimentamos dentro da boca, ela flui muito facilmente. Por isso falamos que o corpo da água é muito leve. Dependendo da cerveja, ela possui um corpo tão leve quanto a água. Só que existem cervejas que apresentam mais resistência a esta fluidez pela boca. Assim, falamos que elas têm um pouco mais de corpo.



Figura 6: Maltes de cevada

Vamos abordar agora um dos principais ingredientes da cerveja: o malte, que chega na cervejaria depois que a cevada já passou pelo processo de malteação. O processo de secagem ou torrefação determina a cor do malte, o aroma e algumas outras características do produto final. Podemos ter desde um malte clarinho, passando por um malte intermediário, em termos de cor e secagem, chegando até um malte que praticamente foi torrado. Cada um deles tem uma característica e o cervejeiro escolhe o malte mais adequado para trazer a peculiaridade de sabor que ele deseja e que se enquadra no estilo que ele vai produzir. É possível também usar um mix de maltes, para trazer mais complexidade para essa cerveja. Os compostos serão extraídos para o mosto, contribuindo com aromas, cor, sabor e sensação na boca. Existe o aroma específico derivado do malte, por exemplo. **É o malte também que vai dar cor para a cerveja.** Além disso, muitos elementos de sabor e de sensação na boca, como o corpo da cerveja, podem ser derivados do malte utilizado na sua produção. Se o cervejeiro decide, por exemplo, fazer uma cerveja mais encorpada,

Vamos abordar agora um dos principais ingredientes da cerveja: o malte, que chega na cervejaria depois que a cevada já passou pelo processo de malteação. O processo de secagem ou torrefação determina a cor do malte, o aroma e algumas outras características do produto final. Podemos ter desde um malte clarinho, passando por um malte intermediário, em termos de cor e secagem, chegando até um malte que praticamente foi torrado. Cada um deles tem uma característica e o cervejeiro escolhe o malte mais adequado para trazer a peculiaridade de sabor que ele deseja e que se enquadra no estilo que ele vai produzir. É possível também usar um mix de maltes, para trazer mais complexidade para essa cerveja. Os compostos serão extraídos para o mosto, contribuindo com aromas, cor, sabor e sensação na boca. Existe o aroma específico derivado do malte, por exemplo. **É o malte também que vai dar cor para a cerveja.** Além disso, muitos elementos de sabor e de sensação na boca, como o corpo da cerveja, podem ser derivados do malte utilizado na sua produção. Se o cervejeiro decide, por exemplo, fazer uma cerveja mais encorpada,

ele vai trabalhar com um malte específico na cervejaria, quando ela entra no processo de mosturação.

A coloração dos maltes, dos claros até os mais escuros, dão pistas do aroma de cada um. Os mais claros possuem uma característica mais suave, já o malte mais escuro é mais caramelizado e os maltes tostados são mais adstringentes. E, dependendo da cor do malte que é utilizado, temos uma cor diferente para cada cerveja. Esta cor dá um indicativo do que será encontrado ao prová-la.

A COR DA CERVEJA

Os números da figura 07 são números frios, medidos em laboratório. É colhida uma amostra da cerveja produzida e sua cor é medida, de uma forma relativamente simples. Cada cerveja, cada estilo, tem uma cor característica, que é nominada e compreendida dentro de uma faixa. Assim, quando vamos avaliar a cerveja, a cor é um fator importante, até por ser o primeiro contato que temos com ela. Já no visual, atribuímos uma cor para ela, e então comparamos com a paleta de cor e damos o nome para a coloração dessa cerveja.

Cor	Exemplo de Estilo	SRM	
Água	-	0	
Amarelo-palha	Lite American Lager, Berliner Weisse	2-3	
Amarelo	German Pilsner	3-4	
Dourado	Dortmunder Export	5-6	
Âmbar	Maibock / Helles Bock	6-9	
Cobre-claro	California Common Beer	10-14	
Cobre	Dusseldorf Altbier, Roggenbier	14-17	
Marrom-claro	Roggenbier	17-18	
Marrom	Southern English Brown Ale	19-22	
Marrom-escuro	Robust Porter, Oatmeal Stout	22-30	
Marrom muito escuro	Sweet Stout	30-35	
Preto	Foreign Extra Stout	35+	
Preto opaco	Russian Imperial Stout	40+	



Figura 7: A cor da cerveja

Geralmente essa coloração é associada a algum estilo de cerveja, sendo um indicativo do sabor que vamos encontrar. Por exemplo, uma cerveja bem clarinha, feita só de malte claro, de malte pilsen, traz justamente este malte em evidência. É o caso das cervejas Lagers, que a gente conhece comumente como Pilsen. Com relação ao sabor, vamos encontrar características de malte claro, ou seja, aromas maltados. Quando pegamos as cervejas mais escuras, descen-



Tabela 1.2 – Tipos de maltes especiais produzidos de acordo com a matéria-prima utilizada

Matéria-prima	Tipo de malte	Cor (EBC)	Descrição de sabor
Malte "verde" seco	Pilsen	2-5	Aromas maltados e adocicados com sutis notas de mel.
	Pale Ale	4-8	Notas de pão, frutas secas e mel.
	Vienna	7-10	Notas adocicadas de malte, notas suaves de mel e de nozes (amêndoas e avelã).
	Munich	15-25	Rico aroma de malte com notas suaves de caramelo, mel e pão.
Malte "verde" torrado	Caramalt	30-60	Sabor doce de malte com notas suaves de caramelo.
	Cristal	60-350	Sabor de frutas secas, nozes e caramelo.
Malte seco torrado	Amber	40-60	Notas de toffee, caramelo e pão.
	Brown	20-120	Sabores torrados suaves.
	Chocolate	500-700	Fornece aroma e sabor de café torrado e chocolate escuro.
	Black	800-1600	Aroma suave de torrado, notas de café, cacau e chocolate escuro.
Grãos de cevada torrada	Cevada torrada	1000-1300	Sabor torrado limpo e profundo com notas de café e cacau.



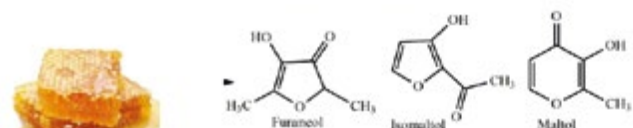
Figura 8: Tipos de maltes especializados produzidos de acordo com a matéria-prima utilizada

do na escala do indicativo de cor, os maltes são diferentes, tendo diferentes temperaturas de secagem e de torra. Nelas podemos ter notas de caramelo, de mel e, dependendo da cor, também podemos encontrar notas de casquinha de pão, frutas secas, uva passa e ameixa. Quando passamos para as cervejas com tons escuros bem acentuados conseguimos encontrar notas de chocolate e café, com a evidência de notas tostadas.

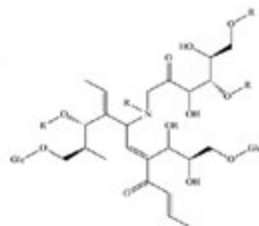
REAÇÕES DE MAILLARD E CARMELIZAÇÃO

Subprodutos das reações de Maillard e caramelização

- possuem muitos compostos em comum:



- Furanos, furanonas e piranonas (maltol e isomaltol): sabores adocicados, frutados e de caramelo;
- Pirróis: dulçor, nozes e alcaçuz;
- Piridinas: pipoca;
- Pirazinas: cacau, nozes torradas, manteiga de amendoim, caramelo, café.



Estrutura química de uma melanoidina



Figura 9: Subprodutos das reações de Maillard e caramelização

Você sabe de onde vem as características presentes na cerveja, quais são os compostos químicos?

Alguns compostos são produzidos durante a preparação do malte, mais especificamente durante a secagem da cevada para produzi-lo. Esta ação gera alguns compostos químicos, que são extraídos durante a produção do mosto. São moléculas pequenas e cíclicas, geralmente contendo um oxigênio na composição. Temos o Isomaltol, o Maltol e o Furaneol, além dos Pirróis, as Piridinas e as Pirazinas, que são compostos que têm uma potência bem elevada, com um limiar de percepção relativamente baixo devido ao potencial aromático que produzem. É quando entra o nosso sensorial que, ao ter contato com essas moléculas, permite a identificação como um aroma ou sensação palatal de um sabor às vezes mais adocicado. Por exemplo, os furanos e furanonas trazem sabores mais adocicados, mais frutados, mais caramelados. Esta é a característica de tais moléculas. Se formos avançando na secagem já temos outros tipos de características, como as de café ou chocolate, oriundas das pirazinas.

Além de sabor, quando falamos de cor, falamos de melanoidinas. Elas são moléculas grandes que vão se formando durante o processo de secagem do malte e vão dando cor para a cerveja. Então, quanto mais melanoidinas presentes no malte, mais escuro ele será. E isso depois vai ser extraído para a cerveja. Assim, quando vemos uma cerveja escura, são as melanoidinas presentes que dão coloração para ela.

Ao falarmos dessas moléculas pode parecer algo muito fora da nossa realidade diária. Porém tudo isso é mais familiar do que podemos imaginar. Afinal, todo mundo já fez churrasco em casa... e sabe como funciona o processo. Ao colocarmos a carne crua no fogo, ela tem uma cor, uma textura, um aroma e um sabor. Conforme ela vai assando, a cor vai mudan-

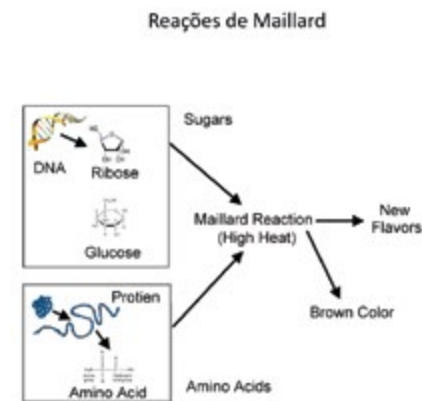
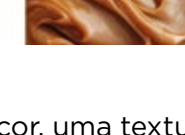


Figura 10: Reações Maillard



do e ela vai ficando mais escura. O aroma também muda bastante durante esse processo, assim como a textura e o sabor. Isso acontece porque muitas reações envolvidas no churrasco também estão presentes quando se produz o malte.

São as chamadas reações de *Maillard*, onde os açúcares, geralmente açúcares redutores, e aminoácidos, na presença de temperatura, reagem e formam novos compostos. A coloração vai aumentando, devido às melanoidinas, e são formados novos aromas e sabores. Por isso que é muito comum, ao provar uma cerveja, encontrar, por exemplo, características de casquinha de pão. Isso porque, quando a gente assa um pão, as reações de *Maillard* estão presentes, produzindo compostos que percebemos como aroma de pão, e que na cerveja também podem estar presentes. Quando fazemos doce de leite, doce de leite é pura reação de *Maillard* - são açúcares redutores com aminoácidos. Eles reagem, produzem uma centena de compostos, sendo que nem todos ainda são totalmente conhecidos.

Além destas reações não-enzimáticas, temos outra, bem conhecida de todos, que é fazer caramelo. Este tipo de reação também acontece durante a produção do malte e da cerveja. Assim, quando o caramelo é mais clarinho, ele tem uma certa característica, mais neutra. Conforme vamos aquecendo,

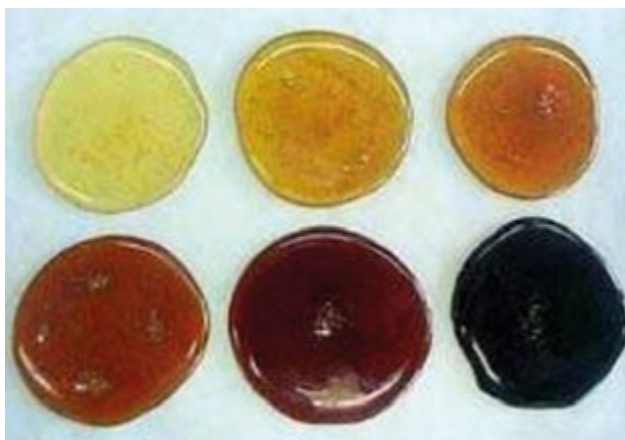


Figura 11: Caramelização

o caramelo vai ficando mais escuro e com uma característica de sabor mais intensa. Apesar de termos a mesma quantidade de açúcar, podemos produzir coisas bem diferentes durante a caramelização. Então, não é nenhuma surpresa encontrar notas carameladas na cerveja, pois elas vêm do próprio processo de malteação ou da produção da cerveja em si. Ou seja, ao tomar uma cerveja, um bom indicativo do que esperar vem da cor, sabendo que estamos realçando neste tópico o sabor do malte. Porém, não podemos esquecer do lúpulo.

O LÚPULO

O lúpulo entra na composição de todas as cervejas e traz o amargor, que é importante porque contrabalança com o dulçor da cerveja. Em uma cerveja IPA, por exemplo, o amargor se sobressai. Em uma Lager com malte caramelo, o dulçor é mais evidente.

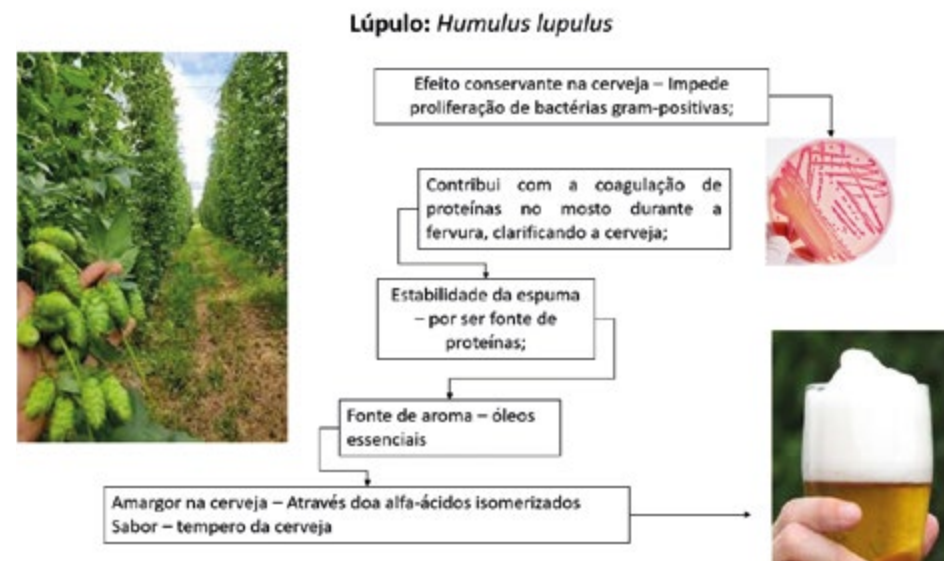


Figura 12: Lúpulo

O lúpulo tem também outras funções. Além de conferir o amargor, o lúpulo possui um efeito conservante, protegendo a cerveja de patógenos Gram-positivos. Quanto maior a porcentagem de lúpulo na cerveja, mais protegida ela fica contra a contaminação. Ele também é importante, durante o processo de coagulação de algumas proteínas, para clarificar a cerveja. Ainda ajuda na estabilidade da espuma, é fonte de óleos essenciais e traz, além de amargor, aromas de lúpulo bem característicos.

AMARGOR

Quando a gente pega o lúpulo e o abrimos, percebemos uma grande quantidade de bolinhas, quase uma "cerinha" amarela. Pode-se usar o lúpulo dessa forma para produzir cerveja, mas o mais comum é usá-lo já processado. Assim, ele vem num *pellet* para o cervejeiro utilizar, o que é mais prático e mais fácil na hora de medir o quanto se pretende adicionar de amargor e aroma na cerveja.





Resinas do Lúpulo - Amargor

- α -ácido: insolúvel em meio aquoso;
- α -ácido isomerizado: parcialmente solúvel
- 1 IBU equivale a 1 mg de iso- α -ácidos por litro de cerveja.

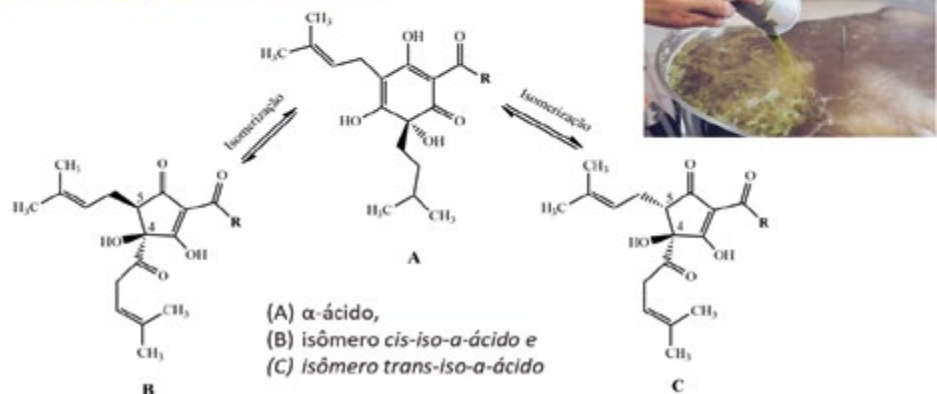


Figura 13: Amargor

A figura 13 mostra a sua molécula, que é um alfa-ácido e tem essa característica amarga. Ela, porém, é insolúvel em água. Ou seja, se colocarmos o alfa-ácido da planta direto na água, ele não solubiliza, por isso precisa entrar no processo de produção, durante a fervura junto com o mosto, para sofrer um processo de isomerização. É como se parte da molécula fosse para um lado e outra parte para outro lado, deixando-a mais solúvel no líquido. Aí eles já são iso-alfa-ácidos, ou seja, são isomerizados e assim são um pouco mais solúveis.

As isomerizações podem ser *cis* e *trans*. O que muda é para qual lado está apontada a molécula. Quando fazemos essa reação no processo de cerveja, o isômero *cis* é o que acaba ficando em maior concentração.

PERCEBENDO O AMARGOR

Por mais que uma cerveja às vezes não traga a percepção do amargor, ele está presente. O amargor é uma sensação de gosto e, quando pegamos a anatomia de nossa língua, percebemos como estão distribuídas as papilas gustativas, que definem como o nosso organismo interage com o alimento que a gente consome. De-

pendendo da região da língua vamos ter morfologias diferenciadas: circunvalada, foliada e fungiforme. Quando pegamos a molécula da figura abaixo, já isomerizada, e que está presente na cerveja, ela tem uma característica de polaridade e de tamanho para se encaixar no sulco da papila circunvalada, ficando ali aderida por um tempo. Estas papilas circunvaladas estão presentes em maior número no fundo da boca. Por isso a percepção da amargura é feita, principalmente, nesta região da boca. Assim, quando provamos uma cerveja e queremos tentar ver onde está o amargor, ele estará no fundo da língua. Por isso, por mais que percebamos que uma cerveja não é amarga, se a assentarmos lá no fundo, o amargor vai estar presente.

Onde acontece a percepção sensorial do amargor:

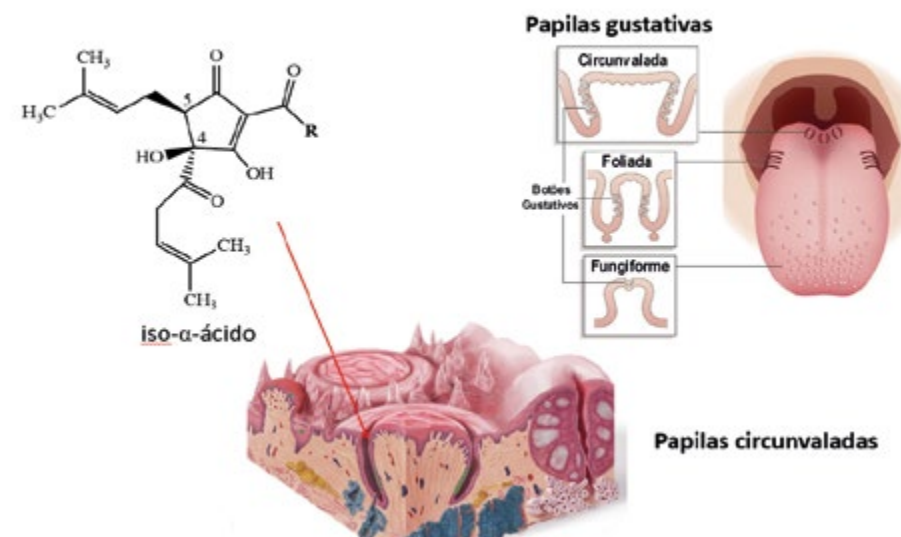


Figura 14: Percebendo o amargor

IBU

O amargor alto ou baixo depende do estilo da cerveja. Uma Lager que a gente toma despreziosamente, estupidamente gelada, tem um amargor bem baixo. Ou seja, a quantidade de lúpulo utilizado é baixa. Quando falamos de IBU, estamos falando da unidade de medida de amargor da cerveja. Um IBU equivale a 1 miligrama de iso-alfa-ácido em 1 litro de cerveja. Uma pequena quantidade de amargor alcança 20 IBUs no máximo. Quando eu vou para o outro extremo, e pego uma Double IPA, esse amargor já chega a quase 120 IBUs. Isso significa que, com uma quantidade de lúpulo muito maior, a per-



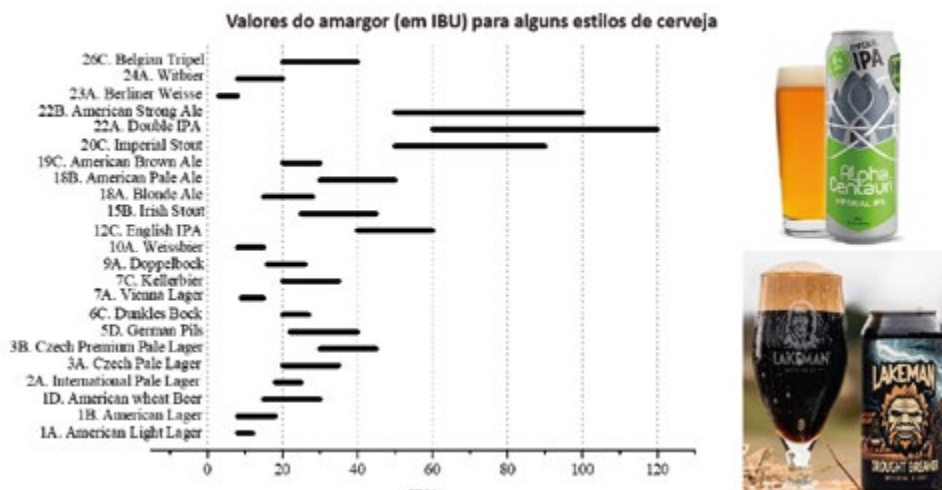


Figura 15: Valores do amargor (em IBU) para alguns estilos de cerveja

cepção de amargor estará muito mais presente. E sempre de forma mais aguçada lá no fundo da boca. Esta percepção de amargor do lúpulo vem sempre de forma crescente. Às vezes, tomamos cerveja e demora um pouco para percebermos o amargor, mas em dado momento ele vem crescendo, e chega a encher a boca quando é mais pronunciado.

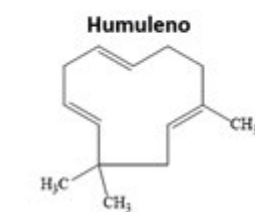
Muitas cervejas hoje trazem no rótulo a descrição do IBU, sendo bem comum em cervejas artesanais. O teor alcoólico está sempre presente, por ser exigido por lei, mas muitas vezes encontramos outras informações como a cor da cerveja e o amargor dela, sempre em termos de IBU. Claro que ele é expresso em um número frio, porque sensorialmente não funciona bem assim. Ao provar uma Double IPA, com quase 120 de IBU, você percebe o amargor intenso e sabe que ela foi projetada dentro desse estilo para realçar tal característica. Porém, podemos pegar uma cerveja escura, como uma Imperial Stout, por exemplo, com malte escuro e notas tostadas, de café, e ela é uma cerveja bem mais alcoólica, podendo alcançar entre 8 a 10% de álcool. Há um dulçor residual muito mais elevado, porque se usa uma grande quantidade de malte para chegar naquele teor alcoólico, e isso traz consequências. Ao provar esta cerveja, com toda a sua carga de complexidade, você pode dizer que ela não é amarga. Só que o amargor está presente. Em termos de números frios, ela é tão amarga como uma Double IPA, só que a nossa percepção sensorial não funciona dessa maneira e, assim, toda a carga de dulçor residu-

al de uma Imperial Stout acaba mascarando a nossa percepção de amargor.

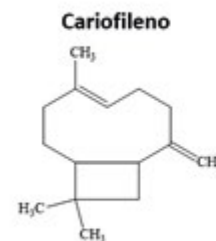
Devemos sempre buscar o amargor lá no fundo da boca. Às vezes o iso-alfa-ácido parece até grudar na papila gustativa e não sair mais. Você toma uma cerveja e ele fica lá, presente na boca. Só vai sair quando você tomar água por cima e “lavar a boca”.

Óleos essenciais de lúpulo- Aroma

- Na fração do hidrocarbonetos temos::



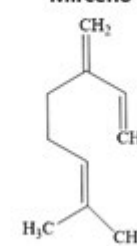
notas amadeiradas



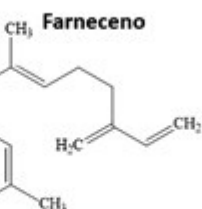
notas amadeiradas e de especiarias



Mirceno



notas resinosas, pinho e herbal



notas amadeiradas, cítricas e doces



Figura 16: Óleos essenciais de lúpulo - aroma

AROMAS DO LÚPULO

Além do amargor característico, o aroma do lúpulo também pode aparecer na cerveja.

Na fração do lúpulo, grande parte dos compostos são hidrocarbonetos, compostos oxigenados e compostos de enxofre.

Os hidrocarbonetos são muito pouco solúveis no meio. Geralmente quando tomamos uma cerveja que é lupulada pelo método de *dry hopping*, que consiste no lúpulo sendo adicionado no final do processo - na cerveja quase pronta ou na cerveja já pronta, vamos encontrar aromas relacionados aos hidrocarbonetos, como notas amadeiradas, resinosas, cítricas, doces ou de especiarias.



Óleos essenciais de lúpulo- Aroma

- Compostos oxigenados bio-transformados pelas leveduras:



Figura 17: Óleos essenciais de lúpulo - aroma

Com relação ao aroma de lúpulo, nas cervejas que têm esta presença aromática, podemos encontrar, dependendo do lúpulo, características mais cítricas, mais frutadas, mais sóbrias, mais resinosas ou mais condimentadas. Isso vai depender muito do que o cervejeiro planejou para aquele estilo específico de cerveja.



Figura 18: Óleos essenciais de lúpulo - aroma

Porém, de forma geral, se buscamos descrever a característica presente na cerveja, podemos usar os termos da figura 18. Pode ser um floral, que lembra realmente flor, seja uma específica ou um buquê de flores. Pode ser mais cítrico, lembrando frutas cítricas, como o limão ou a laranja. Uma característica de fruta doce, como frutas vermelhas, também pode ser derivada do aroma de lúpulo. Características mais resinosas, como uma madeirinha de pinho, também são comuns. Notas herbais também podem aparecer, assim como notas picantes ou de condimentos, além de notas vegetais.

Às vezes estas características também podem estar mescladas, uma um pouco mais presente, outra menos presente. A figura 17 é um descritor de aroma de um lúpulo específico, sendo mais presentes características como herbal, picante e resinoso. O cervejeiro parte deste pressuposto e, posteriormente, quem vai desfrutá-la também percebe tais características. Quem conhece um pouco mais de lúpulo já sabe o que esperar, mas mesmo quem não conhece, sabendo que a cerveja tem a característica do lúpulo da imagem, também pode saber o que vai encontrar.

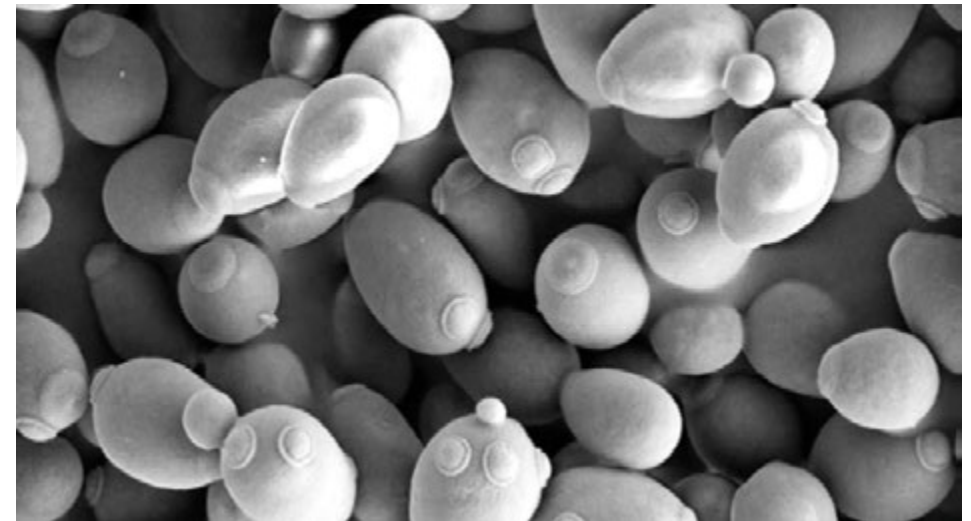


Figura 19: Leveduras - Micrografia eletrônica da célula de levedura em brotamento

Vamos olhar agora para a levedura. A figura 19 reproduz uma micrografia de uma levedura, vista pelo microscópio eletrônico. Você pode notar que ela é meio circunvalada e que várias delas estão brotando. A levedura é um microrganismo que brota, gerando uma nova célula.



Leveduras

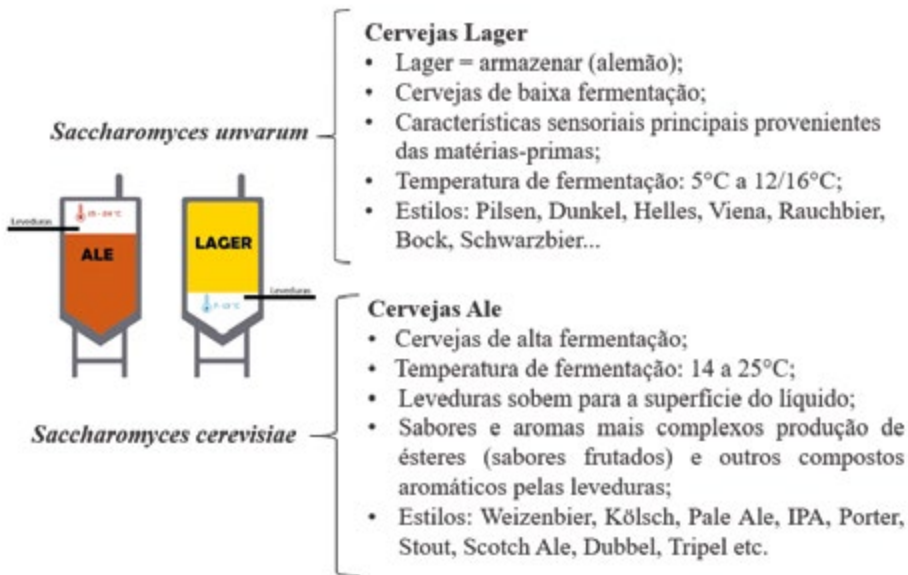


Figura 20: Leveduras

Existem basicamente dois processos fermentativos, além de um terceiro que é a fermentação espontânea - que não é tão espontânea assim, pois o microrganismo é também inoculado.

Basicamente, as *Saccharomyces uvarum* produzem cervejas Lagers, geralmente com fermentação em temperatura mais baixa. As características desta fermentação são de um perfil sensorial mais neutro, onde a levedura não aparece, sobressaindo os outros ingredientes - malte e lúpulo. Os estilos desta categoria estão listados na figura 20. Como exemplo, temos a Pilsen, que tem perfil de fermentação bem neutro.

Do outro lado temos as Ales, cuja característica das leveduras *Saccharomyces cerevisiae* é de produzir compostos de aroma e de sabor mais intensos.

COMPOSTOS GERADOS NA FERMENTAÇÃO DA CERVEJA

Os compostos - etanol e dióxido de carbono (CO_2) - são oriundos do processo de fermentação tanto da *Saccharomyces uvarum* quanto da *Saccharomyces cerevisiae*. Elas produzem álcool a partir da glicose. Então a glicose entra no processo, sendo quebrada em

Vias metabólicas anaeróbica e aeróbica da glicose

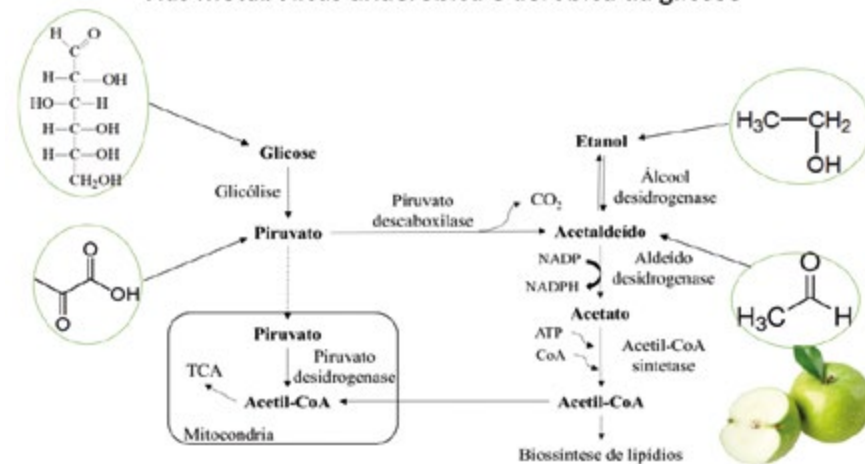


Figura 21: Vias metabólicas anaeróbica e aeróbica da glicose

piruvato, que é descarboxilado, gerando CO_2 e produzindo acetaldeído, que tem aroma de maçã verde. Então, quando provamos uma cerveja em fermentação, ela pode ter aroma desta fruta. Dizemos que é uma cerveja ainda verde. O acetaldeído é oxidado e reduzido a etanol. Todo o etanol presente na cerveja passou antes por um processo de acetaldeído. Quando consumimos o etanol acontece o processo inverso. O nosso organismo vai oxidar o etanol e vai gerar aldeído e depois ácido carboxílico, que é eliminado. O excesso de aldeído que o organismo precisa metabolizar é bem conhecido: a ressaca. Quanto mais aldeído presente no organismo, mais ele vai sofrer por causa da toxicidade do composto.

Compostos derivados das leveduras – Etanol e CO_2

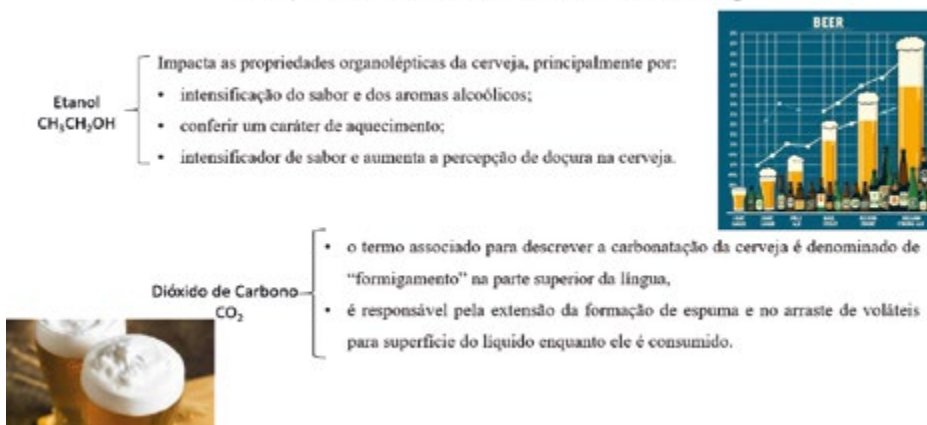


Figura 22: Compostos derivados das leveduras – Etanol e CO_2



O etanol que a gente conhece, que está presente na cerveja em maior concentração, é um etanol de dois carbonos. Ele propicia algumas características para a cerveja, como realçar o dulçor, dar um caráter de aquecimento - dependendo da sua concentração - e agir como um intensificador de sabor, fazendo com que a característica do malte ou do lúpulo apareça perfumada.

Já o dióxido de carbono também é derivado do processo de fermentação. Geralmente, se a fermentação é aberta, esse CO₂ se perde. Aí, durante a maturação, no final da fermentação, pode-se recuperar um pouco desse CO₂, mas geralmente ele é adicionado na cerveja por uma fonte externa.

A carbonatação nós percebemos como um “pinicamento” em cima da língua. É o termo utilizado para descrever o quanto a cerveja está carbonatada. Já o produto sem CO₂ é a famosa “cerveja choca”, que perde muito da sua característica sensorial, ficando difícil de ser consumida.

Claro que a concentração de CO₂ é muito característica do estilo de cerveja. Alguns pedem uma cerveja mais carbonatada, enquanto outros estilos não. Porém, sem CO₂ nunca!

Formação de álcoois superiores: cerca de 40 álcoois de massa molecular maiores que o etanol (por isso a denominação de álcoois superiores ou álcoois fúsel) foram identificados na cerveja:



Figura 23: Formação de álcoois superiores

Já mencionamos que o etanol é o principal álcool presente na cerveja. Mas ele não é o único. Durante o processo de fermentação, geralmente pela *Saccharomyces cerevisiae*, são produzidos alguns

álcoois superiores, com mais de dois carbonos. Se eles estão em concentração muito elevada, podem aparecer como um sabor de solvente. Na cerveja, por mais alcoólica que ela seja, você não deve sentir o gosto de álcool. Talvez um leve aquecimento, percebendo que ele está presente, mas nunca sentindo gosto do álcool mesmo. Quando este gosto está muito evidente, pode ser por conta de um excesso de álcool superior, como os com três carbonos, ou quatro, todos com muito gosto de solvente. O feniletanol (álcool fenético) tem aroma de rosa. Em algum estilo de cerveja ele pode até estar presente, mas se a cerveja apresentar este álcool muito evidente, isso é um defeito.

O glicerol - a glicerina que a gente conhece - também é um sub-produto da fermentação. Ajuda a realçar o dulçor da cerveja e a dar corpo para ela. É grande a quantidade de glicerol que a fermentação produz.

Quando a cerveja tem muito álcool superior e é consumida, este álcool superior também passa por um processo de oxidação no corpo para gerar o aldeído correspondente. Só que os aldeídos de álcool superior são muito mais tóxicos do que os derivados do etanol. É o caso de quando tomamos uma bebida alcoólica em pouca quantidade e, mesmo assim, temos uma ressaca muito forte. Isso, obviamente, é muito mais presente em uma bebida destilada, mas também pode estar presente em fermentados.

Formação de ésteres: frutado, banana, pera, abacaxi pêssego, aromas e sabores florais.

Éster	Descritor de sabor
Acetato de etila	Solvente, frutado
Acetato de butila	Banana, adocicado
Acetato de isoamila	Banana, maçã
Pentanoato de etila	Mamão
Propionato de isoamila	Abacaxi, damasco, amêndoas
Nicotinato de etila	Medicinal
Acetato de fenetila	Rosas, mel
Decanoato de etila	Coco
Hexanoato de octila	Casca de laranja
Decanoato de isopentila	Frutas tropicais



Figura 24: Formação de ésteres



Temos também os ésteres, que são os compostos que dão características frutadas para a cerveja, que são bem agradáveis. O aroma de banana deve estar presente, por exemplo, na Weizenbier - cerveja tradicional alemã de trigo, sendo derivado da fermentação.

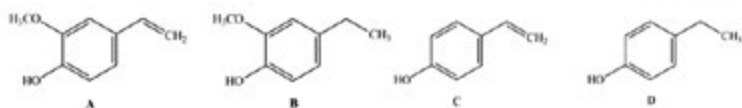
Ésteres sempre vão lembrar uma fruta, mas quando estão em uma concentração muito alta, também vão dar uma característica de solvente para a cerveja.

Na figura 25 vemos diversos tipos de sabores derivados dos ésteres das leveduras. Estes sabores vão desde solvente, do acetato de etila, como também banana, maçã, mamão, abacaxi, damasco, amêndoas, rosas, coco, casca de laranja e frutas tropicais, assim como um sabor indesejado, que é o medicinal. É quando percebemos que existe algo esquisito na cerveja, que remete a um defeito, um gosto de remédio ruim, muitas vezes por conta de um excesso de ésteres. Neste caso é necessário corrigir no processo para que a cerveja, nos próximos lotes, não saia com o defeito.

Compostos fenólicos voláteis

Quadro 10.1 - Descritores de aroma e sabor para compostos fenólicos voláteis mais comuns

Composto	Descritores de Sabor
4-Vinilguaicol	Cravo, curry, especiarias, defumado, bacon
4-Vinilfenol	Fenólico, medicinal, picante
4-Etilguaicol	Cravo, fenol, especiarias, amadeirado, defumado, baunilha
4-Etilfenol	Couro, fenol, especiarias, estábulo, fumaça, creosoto
Guaiacol	Fumaça, bacon
Vanilina	Doce, baunilha



(A) 4-vinilguaicol, (B) 4-etilguaicol, (C) 4-vinilfenol e (D) 4-etilfenol

Figura 25: Compostos fenólicos voláteis

Entre as características derivadas da levedura, temos também os fenólicos. Dependendo da cepa que o cervejeiro escolhe, ela pode ter fenólicos mais evidentes. Às vezes um condimentado pode aparecer, uma pimentinha, um curry. Claro que o malte também pode contribuir com alguns desses compostos. Em casos extremos, po-

demos ter cheiro de estábulo, suor de cavalo, que são os descritores associados ao extremo desses compostos, que são sempre muito pequenos, em cadeia, só que muito potentes em aromaticidade. Também a baunilha pode aparecer como algo agradável ou indesejável, dependendo do estilo.

Sabores indesejáveis da cerveja

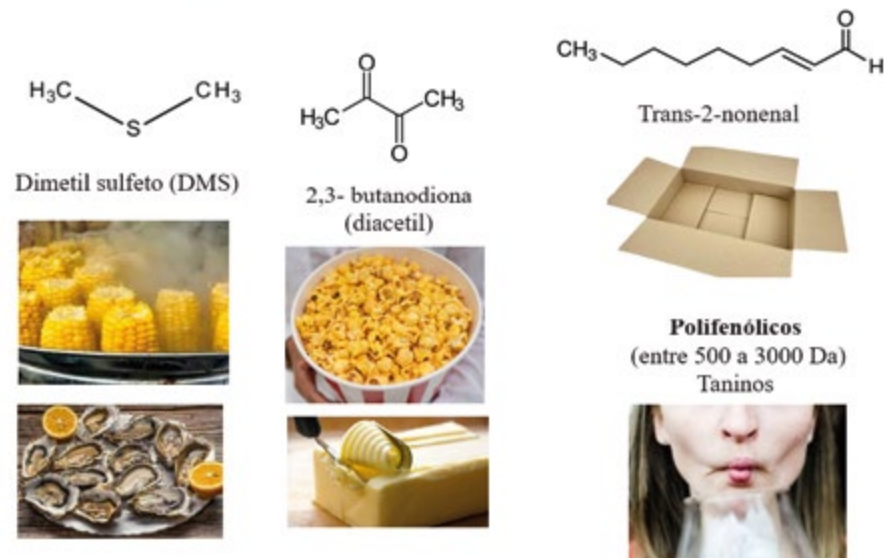


Figura 26: Sabores indesejáveis da cerveja

Vamos falar agora dos defeitos mais comuns, que normalmente são do processo e que se tornam bem característicos na hora de provar a cerveja. Por exemplo, dimetilsulfeto, que é um composto que lembra milho cozido, ou melhor, a água do milho de conserva. Este sabor pode surgir durante a fervura do mosto, vindo naturalmente do malte, só que isso terá que ser evaporado em algum momento. Se o processo não for bem conduzido, o dimetilsulfeto fica na cerveja e vamos percebê-lo. Em casos extremos, além de milho cozido, podem vir até sabores de frutos do mar, como o de ostra, por exemplo. Se você já se deparou com isso na cerveja, não significa que jogaram ali um marisco ou coisa parecida. É um defeito do processo de fabricação.

O diacetil, por outro lado, lembra muito manteiga. Em baixa concentração, ajuda a compor o sabor da cerveja. Só que, quando em excesso, ela pode ficar intragável. Este defeito de processo de fermentação é bem comum em cerveja Lager.

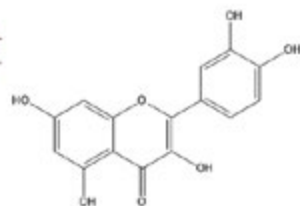


Vitaminas e Polifenóis

Tabela 10.3 - Concentrações médias das vitaminas do complexo B em cervejas

Vitaminas complexo B	Concentração (mg/L)
Ácido 4-aminobenzoico (B ₅)	0,01 - 0,15
Biotina	0,002 - 0,015
Ácido nicotínico, niacina (B ₃)	0,5 - 8
Riboflavina (B ₂)	0,02 - 0,1
Ácido fólico (B ₉)	0,04 - 0,6
Tiamina (B ₁)	0,003 - 0,08
Piridoxina (B ₆)	0,07 - 1,7
Ácido Pantoténico (B ₅)	0,04 - 2,0
Vitamina B12	0,003 - 0,03

O consumo diário de cerca de 200 mL de cerveja pode garantir que a Vitamina B12 suprirá as necessidades diárias de um adulto.



Quercitina: possui o maior potencial antioxidante, dentre outras várias atividades biológicas, como: antialérgica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitumoral e antiviral

Figura 27: Vitaminas e polifenóis

Também podemos nos deparar com gosto de papelão ou papel molhado. Trata-se de uma cerveja que já está velha, está oxidada. Acontece com cervejas fora do prazo de validade, oxidando ao longo do tempo. Mas o que oxida a cerveja? Às vezes a variação de temperatura, o choque físico ou a exposição à luz.

Temos ainda os polifenóis, que encontramos muito em cervejas escuras. É a característica de adstringência que dizemos que amarra a boca, típica do caqui e da banana verde. Ela é mais comum no malte escuro, sendo que uma cerveja escura pode naturalmente ser mais adstringente. Porém, em uma cerveja não-escura, esta característica é um defeito do processamento. Se extrai muito tanino da casca do malte e isso pode ser muito bom no vinho tinto, pois ajuda a estruturá-lo e trazer um pouco de corpo, mas para a cerveja não funciona.



Figura 28: Exemplo - Indian pale ale

Estilo: Indian Pale ale

Toer alcoólico: 4,7% (abv)

Amargor: 30 IBU

Cor: Dourada

Espuma: Branca com boa formação e estabilidade. Limpida, porém uma turbidez leve é permitida.

Aromas:

- Malte: Aromas adocicados de malte claro;
- Lúpulo: Notas cítricas e herbais que lembram frutas tropicais e pinho (dry hopping);
- Levedura: Perfil de fermentação mais neutro;

Gosto: Amargor médio e limpo (sem aperezas), dulçor para equilibrar a potencia do amargor.

Sensações palatais: Corpo médio, com uma textura suave. Carbonatação de média a média-alta. Sem aspereza.

Final: Seco. Amargor persistente no retrogosto.

DESCREVENDO UMA CERVEJA

Finalizando, mostramos na figura 28 a descrição de uma cerveja, no caso uma Indian Pale Ale. Ela tem um amargor um pouco mais pronunciado, que vemos pelo IBU de 30. Seu teor alcoólico é 4,7%, sendo de médio para baixo. A sua cor deve ser dourada dentro da nossa escala de cores. Sua espuma é branca, com boa formação, derivada tanto do lúpulo que foi adicionado quanto da característica de processo. Ela pode ser levemente turva, o que é aceitável. Os aromas do malte adocicados são do malte claro. E o lúpulo vai estar presente e, neste caso específico, traz notas mescladas de frutas tropicais e pinho. O perfil de fermentação é mais neutro, passando mais despercebido, realçando assim o malte e o lúpulo. O gosto amargo vai estar presente, mas o dulçor também, equilibrando o amargor, que é mais pronunciado. O corpo dela vai fluir pela boca com certa facilidade. É um corpo que chamamos de médio, com a textura bem agradável. A carbonatação vai estar presente, sendo considerada média, e o final será bem seco, secando a boca por um tempo e instigando a tomar o próximo gole.

Com as informações descritas, esperamos que você possa degustar uma cerveja de forma ainda mais atenta, prestando atenção às características químicas de cada uma delas, descobrindo novas experiências e aromas.







CAPÍTULO 2

O Lúpulo

Características, sabores e processos químicos

Professor Duan Ceola

- Mestre em Química aplicada e graduado em Química pela Universidade do Estado de Santa Catarina – CCT.
- Sommelier de Cerveja pela Doemens Akademie (Alemanha) / Escola Superior de Cerveja e Malte (Brasil).
- Atua como coordenador, professor e laboratorista da Escola Superior de Cerveja e Malte em Blumenau, Santa Catarina.
- Atua como consultor para cervejarias com foco na otimização fabril, elaboração e ajustes de receita, desenvolvimento de projeto laboratorial para o acompanhamento físico-químico dos ingredientes, produtos intermediários e produtos finais.
- Pesquisador em lúpulo e técnicas de lupulagem com publicações em periódicos nacionais e internacionais. Supervisor do laboratório na cervejaria Bellbrück em Chapecó, Santa Catarina.
- Idealizador da Copa Brasileira de Lúpulos.

“Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima”.

Louis Pasteur
Cientista Francês



COMPOSIÇÃO DO LÚPULO



Figura 29: Composição do lúpulo

A ideia deste capítulo é falar um pouco sobre a composição química do lúpulo.

O lúpulo é uma planta, uma trepadeira, que tem aproximadamente 20% de resinas, que são voltadas para a parte amarga da cerveja.

Tem também óleos essenciais, em média na faixa de 2%. Porém, mesmo sendo pequena a sua concentração, ela é muito significativa, e o resultado, sensorialmente falando, é muito interessante. Nós temos proteínas também, tanto de baixo peso molecular como de médio peso molecular. Temos ainda monossacarídeos, na faixa de 2%, e polifenóis. Toda a parte verde do lúpulo é polifenol, que pode contribuir de maneira positiva ou negativa para a cerveja, dependendo da concentração e do tipo de polifenol que temos. Eles podem ser muito bons, mas podem também ser um pouco complicados, principalmente por questões de estabilidade. Temos também pectinas, aminoácidos, ceras, cadeias longas de moléculas, esteroides, cinza, produto de combustão, umidade - depois que o lúpulo já está seco ficando na faixa de 10%, e celulose, que compreende a parte verde do lúpulo. Esta é a fisiologia do lúpulo.

Temos o lúpulo da seguinte forma: um talo que segura o *strig*, ou eixo central, que sustenta as brácteas, que são as pétalas do lúpulo, também descritas na literatura como bractéola. Tem literatura que segrega, falando que bráctea é maior do que bractéola, e tem literatura

que fala que são exatamente iguais. Mas o que importa para o cervejeiro é a parte amarelada, que é chamada resina ou lupulina ou glândula de lupulina. Por isso vamos focar nas resinas totais.

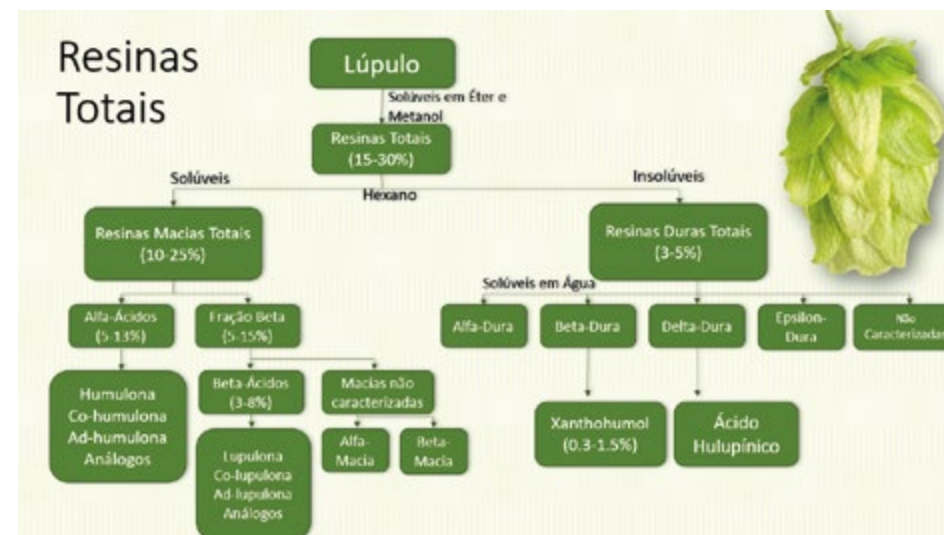


Figura 30: Composição das resinas

Há muito tempo, mais precisamente em 1952, um pesquisador pegou um pouco de lúpulo e colocou em um solvente orgânico - éter e metanol. Ele observou que houve uma separação, houve uma extração. Ele chamou esta extração de Resinas Totais. Não contente com esse fenômeno, ele pegou a resina e usou mais um solvente. Dessa vez ele usou hexano, um solvente químico orgânico. Ele observou que houve uma separação de fase entre essas extrações. Então, uma parte ficou sobrenadante e uma parte ficou no corpo de fundo. Ele descreveu como sendo Resinas Macias Totais e Resinas Duras Totais, que basicamente são como elas são separadas. Sempre que a gente fala em resina do lúpulo estamos falando majoritariamente de compostos que vão fornecer o amargor para a cerveja. E é sobre isso que vamos falar: do amargor e das moléculas que perfilam isso.

As partes solúvel e insolúvel, presentes na figura 30, foram colocadas de forma bem redundante, porque na química não podemos classificar a solubilidade como solúvel e insolúvel, e sim como mais solúvel e menos solúvel.

Para o cervejeiro, o que importa de fato são as Resinas Macias, que são as responsáveis por fornecer o amargor para a cerveja. Só que há um detalhe: elas são mais solúveis em hexano e menos solúveis



em meio aquoso. Então, quando falamos em resina macia, estamos falando de um grupo de moléculas que vai fornecer o amargor, mas que não é solúvel no meio aquoso. E a cerveja é praticamente 95% água. Como fazer para que a cerveja se mantenha amarga? Precisamos rolar a pedra morro acima. A natureza não quer ver a cerveja lupulada. Ela não quer uma cerveja com amargor significativo, nem com aroma de lúpulo. Ela está sempre contribuindo para que a cerveja perca o amargor, perca o aroma. Então precisamos fazer um tratamento térmico para que estas resinas se mantenham na cerveja propriamente dita.

Estas duas classes de resinas têm as suas subclasses, que você pode conferir na figura 30. Então, sempre que a gente fala em amargor de cerveja, a gente vai estar falando em alfa-ácido e a sua parcela isomerizada. Os congêneres do alfa-ácido são Humulona, Cohumulona, Adhumulona e mais, que explanaremos à frente. E tem a fração beta, que é composta por beta-ácido e resinas macias não caracterizadas, alfa e beta. Então, se você parar para pensar, tem resina alfa dentro da parcela beta.

Isso é para quem achou que só tinha alfa-ácido e beta-ácido no lúpulo. Na verdade, temos uma infinidade de moléculas dentro de cada resina. E elas são chamadas de resinas macias não caracterizadas justamente porque, ou elas estão numa concentração muito pequena, que não importa para o cervejeiro, ou elas ainda não foram identificadas de maneira detalhada. E temos as resinas duras que, não é que elas não tenham importância para o cervejeiro, só têm menor significância.



São as resinas alfa, beta, delta, epsilon e não caracterizadas. Essa parte de resina dura está presente no lúpulo, vai ser transplantada para a cerveja e vai ser solúvel em meio aquoso, mas sem impacto tão significativo no amargor da cerveja. Elas vão fornecer uma característica sensorial branda, vão ajudar na estabilidade da espuma, vão ajudar no poder bioativo que a cerveja tem.

ALFA-ÁCIDO

Sempre quando falamos em moléculas de amargor, a gente está falando do alfa-ácido, que é de longe o constituinte mais importante. O alfa-ácido é tão fundamental que em alguns lugares da Europa e dos Estados Unidos você não compra o quilo do lúpulo para fazer cerveja, mas o quilo do alfa-ácido, sendo um modelo de negócio voltado especificamente para isso. Aqui no Brasil a gente não segue essa linha, comprando o quilo do lúpulo.

• É de longe, o constituinte mais importante das resinas.

- Humulona (maior quantidade)
- Cohumulona
- Adhumulona
- Pré-humulona (menor quantidade)
- Pós-humulona (menor quantidade)
- Adpre-humulona (menor quantidade)
- Aceto-humulona

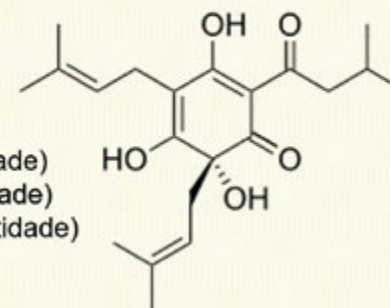


Figura 31: Alfa-ácido

Sempre que falamos em alfa-ácido, não estamos falando de uma molécula só, mas de um grupo de moléculas chamadas congêneres. Então falamos de Humulona, Cohumulona, Adhumulona, Pré-humulona, Pós-humulona, Adpre-humulona e a última descoberta chamada Aceto-humulona.

No ano de 2022 foi publicado um artigo bem interessante, descobrindo essa aceto, porém, este artigo não teve um impacto tão significativo na ciência, por ser um pouco trivial. No livro chamado *Hop Chemistry*, de Keukeleire, ele falou o seguinte em 1972: “Pode ser que daqui a um tempo a gente descubra mais congêneres de



lúpulo". Como de fato aconteceu. Se olharmos na figura 31, veremos a molécula de alfa-ácido geral, a Humulona. Na química orgânica, um comportamento trivial de uma molécula orgânica como essa é previsível. Um químico orgânico olhando para ela já enxerga milhões de possibilidades de criação de moléculas novas. Por quê? Porque se você colocar uma metila em determinado ponto já tem uma nova molécula. Ou se colocar um grupo acetona ou um grupo éster, éter e assim por diante. Ou seja, para parte da química orgânica, uma molécula como a da figura 31 é rica de novas possibilidades. Keukeleire previu em 1972 que, ao ser colocada uma função acética, teríamos a formação de uma Aceto-humulona, por exemplo. E foi exatamente isso que aconteceu.

O alfa-ácido tem uma capacidade muito interessante, por ser muito fácil de se ligar a metais. É exatamente este comportamento que usamos para fazer uma análise no laboratório para determinar, por exemplo, a quantidade de alfa-ácido de lúpulos. Esta análise é chamada titulação condutométrica e é simples, rápida e barata de se fazer. A titulação dispensa comentários, acompanhando os químicos há tempos, sendo até hoje uma análise utilizada e que não é obsoleta de jeito nenhum. O motivo é que, quando usamos sais de chumbo, ocorre um comportamento que os químicos inorgânicos adoram, de Werner, formando um complexo ativado. Então, os três OHs têm a capacidade de se ligar, de quelar em metais. Eles se ligam com facilidade a metais pesados, principalmente os metais que estão no meio da tabela periódica.

O mais interessante é que o valor de alfa-ácido muda de acordo com a regionalidade do local onde ele está sendo plantado. Foi exa-

tamente isso que estudamos no artigo da figura 32, publicado em 2022. Neste artigo, que começamos a escrever em 2019, fizemos o seguinte: de 10% de ácido alfa presente no lúpulo, quanto vem da genética e quanto vem do local em que ele está, ou seja, o *terroir*, as condições como cultivo, melhor local de cultivo, precipitação, umidade do ar etc.? O resultado foi que 50% do valor de alfa-ácido vem de onde ele é cultivado e 50% vem da genética. É claro que quando falamos de onde ele está cultivado, falamos não só do *terroir*, mas de métodos de cultivo, métodos de beneficiamento do lúpulo, que também vão degradar. Mas esse trabalho teve um impacto muito significativo, pois permite determinar locais específicos para plantar lúpulo, onde ele se comporta melhor do que em outros lugares. Este é o cerne de um trabalho assim.

ISOMERIZAÇÃO

- "O mecanismo de isomerização dos ácidos alfa consiste na desprotonação da fração beta-tricarbonila, a tautomerização do enol não dissociado na cetona correspondente e, finalmente, o rearranjo de alfa-cetol dessa cetona, levando à contração do anel. A tautomerização do enol não dissociado produz um novo estereocentro no átomo C4 dos produtos de isomerização, resultando na formação de dois produtos de isomerização diastereoméricos, cis e trans."

Figura 33: Isomerização

O lúpulo vai fornecer o amargor para a cerveja, mas somente depois de um processo chamado isomerização. Na figura 33 temos o enunciado do processo de isomerização, que é um enunciado totalmente químico. Podemos perceber que não é nada simples, com termos como "tautomerização do enol não dissociado", "estereocentro", "átomo C4".

Na figura 34 temos desenhado o que é isomerização. É basicamente transformar uma molécula que já é amarga, mas com baixa solubilidade em meio aquoso, em duas moléculas muito mais amargas, nove vezes mais amargas, e com uma vantagem - mais solúveis em meio aquoso. Então, todas as cervejas que foram degustadas no Seminário têm lúpulo na etapa quente, na etapa da fervura. E todas elas passaram pela etapa reacional da imagem. O alfa-ácido é isomerizado no calor do processo de fervura do mostro cervejeiro. Então, colocamos lúpulo na fervura para que aconteça o processo de isomerização que, na química, não tem a adição ou a remoção de

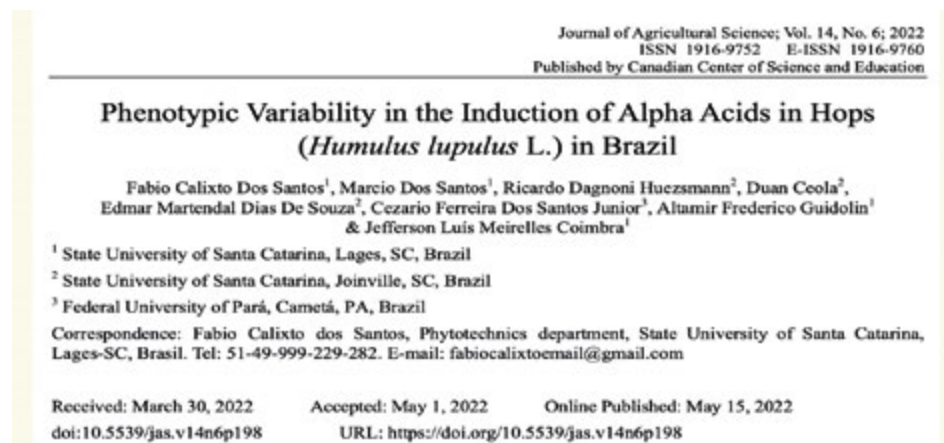


Figura 32: Journal of Agricultural Science



nenhum átomo. O que temos é um rearranjo estrutural. Imagine você pegar uma folha de papel - o alfa-ácido - e amassá-la - você transformou-a em iso-alfa-ácido. Este rearranjo estrutural acontece na fervura e é muito importante que aconteça para manter a cerveja estável e amarga.

A reação de isomerização não tem uma flecha única, mas sim uma flecha dupla, ou seja, ela pode voltar. Então, durante o envelhecimento da cerveja, ocorre um fenômeno chamado isomerização inversa. Ou seja, perdemos amargor nas cervejas de guarda. Então, ao fazer uma cerveja usando o tempo para melhorá-la, é preciso levar em consideração reações que envolvem oxidação de açúcar, formação de açúcar complexo, como melanoidinas, por exemplo, que vão aumentar o dulçor, mas o iso-alfa-ácido pode voltar para a sua espécie nativa - o alfa-ácido. Esse comportamento é chamado de isomerização inversa. A figura 35 mostra a diferença de uma Humulona para uma, por exemplo, Cohumulona. O que muda fica na extremidade da molécula, não no centro. Isso é importante para entender a variável Cohumulona que, em conceitos mais avançados, acaba sendo um pouco prejudicial para a cerveja, se não for bem entendida, se não for bem cautelada e compreendida como uma molécula que vai isomerizar com muita facilidade.

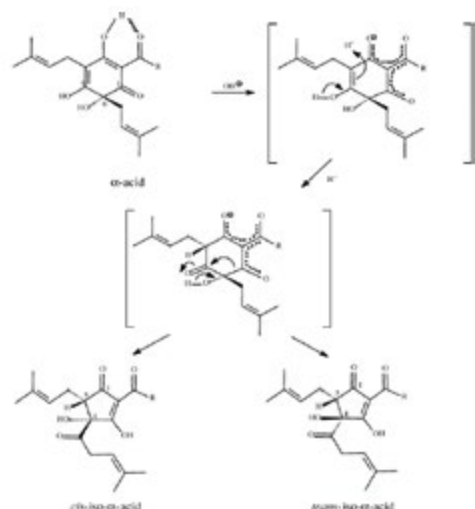


Figura 34: Isomerização

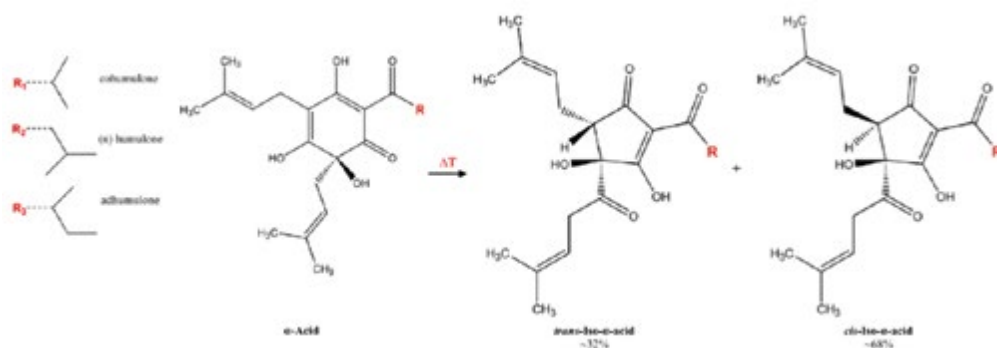


Figura 35: Isomerização

A DEGRADAÇÃO DOS ISO-ALFA-ÁCIDOS

- A degradação do iso-alfa-ácido é um processo constante na brasagem.
- Perdas ocorrem na seguintes situações:
 - Processo de fermentação (precipitação, quanto maior o número de células, maior o volume precipitado e decantado, consequentemente maior a perda de compostos amargos)
 - Processos de clarificação, filtração, pasteurização e até mesmo o envelhecimento da cerveja após envasada ocasionam perdas de compostos iso-alfa-ácidos.
 - Schoemberger (2009) indica que há perda de iso-alfa-ácidos no Trube quente, momento ao final do processo de fervura quando ocorre a precipitação e decantação de materiais proteicos e resíduos de lúpulo do mosto fervido.

Figura 36: A degradação do iso-alfa-ácido

Como já apontamos, a produção de cerveja não quer ver você com uma cerveja lupulada. Ela vai estar sempre querendo tirar o amargor da cerveja. Durante o processo de fabricação, existem várias etapas que fazem com que percamos o amargor.

Na fermentação, por exemplo, muito alfa-ácido vai decantar. Durante o processo de clarificação, filtração, pasteurização - tudo isso vai fazer com que o amargor caia também. Em estudos mais modernos, temos a influência do *trub* cervejeiro, que é uma “maçaroca” depois do processo de filtração que se forma no fundo da panela, tendo ali ácido alfa puro que não foi isomerizado. Isso porque o rendimento dessa reação de isomerização não é alto, sendo no máximo 25%. Ou seja, de 100 quilos de lúpulo colocados no mosto, no máximo 25 virarão amargor e o resto é descartado, vira *trub*. É claro que, na ciência, conseguimos elevar esse nível de isomerização, mas é necessário um comprometimento muito grande com questões que envolvem pH, paladar etc. Por isso nos contentamos com 25, 30% de taxa de isomerização, no máximo.

HUMULINONAS

Além disso, quando falamos em moléculas amargas, temos dois comportamentos associados ao alfa-ácido. Ele pode isomerizar por meio da fervura do mosto e pode também passar por um processo chamado oxidação, que vai formar uma molécula chamada Humulona, que vemos na figura 37. Esta molécula é benquista pelos cerve-



jeiros, pois vai fornecer amargor e características de sabor agradável, mas há nela um mecanismo de formação ainda muito incerto. Por isso, sempre quando falamos em Humulinona, que é a parcela oxidada do alfa-ácido, ainda faltam pesquisas associadas a ela. O que se sabe é que o lúpulo oxida com muita facilidade, muitas vezes até no pé, na planta. E essa oxidação gera a formação de Humulinona, que entra no nosso mosto cervejeiro.

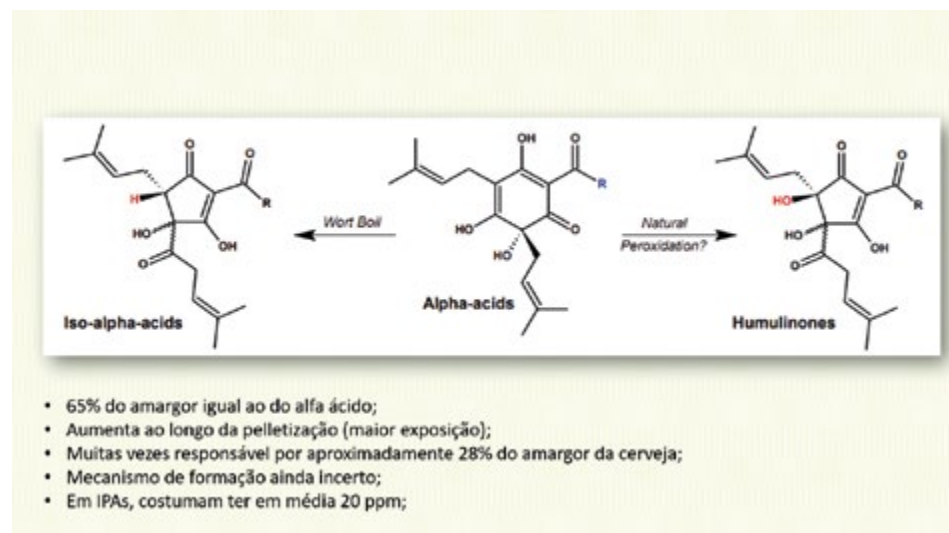


Figura 37: Humulinonas

HSI

A Humulinona está associada com o nível de envelhecimento do lúpulo. Por isso, conseguimos relacionar o valor de uma Humulinona com o quão velho ele está ou o quão fácil vai ser para ele envelhecer. Esse fenômeno é chamado *HSI - Hop Storage Index*, que é um índice de envelhecimento do lúpulo, ou um índice de estocagem do lúpulo. É uma análise espectrofotométrica, feita em laboratório, através de dois comprimentos de onda. Fazemos a razão entre os comprimentos de onda e determinamos o quão velho o lúpulo está analisando a Humulinona, que é a parcela oxidada do lúpulo, do alfa-ácido. Existe mais uma condição, mais uma variável. O HSI, a Humulinona, no caso do Brasil, pode indicar o nível de beneficiamento que o lúpulo teve. Estamos passando por um segundo momento histórico de cultivo de lúpulo aqui no Brasil. Durante muito tempo, e ainda hoje, é possível avaliar o quão prejudicado o lúpulo foi no processo de processamento dele, analisando a Humulinona, a parcela oxidada. Imagine a lupuli-

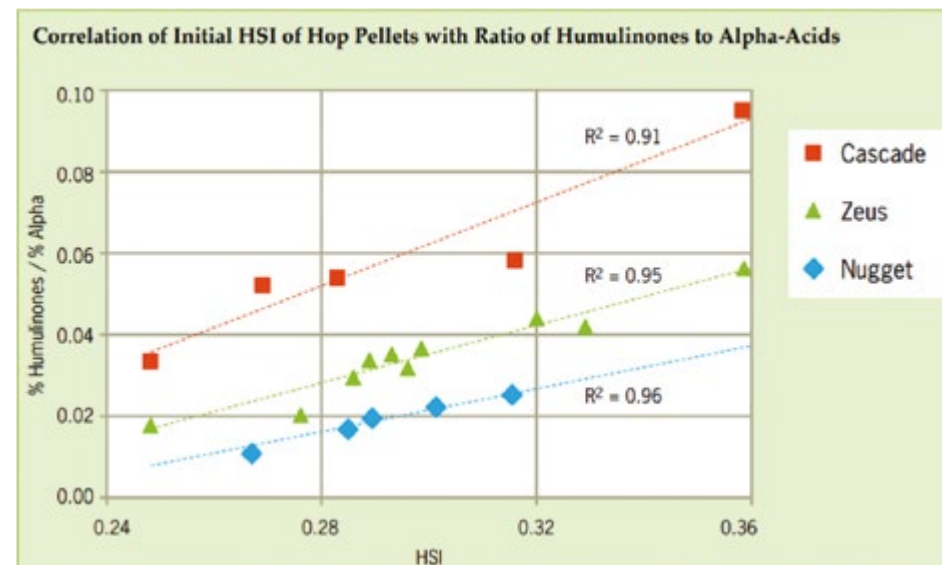


Figura 38: Humulinonas - Humulinone, A Natural Hop Bitter Acid NEWSLETTER 04/2015

na como sendo uma bolsa cheia de resina, cheia de óleo essencial. Se você rompe esta bolsa, você aumenta a superfície de contato com oxigênio e a probabilidade de oxidação dessas moléculas, principalmente do alfa-ácido. E é nesta análise que pegamos isso. Então, a Humulinona também pode ser adaptada, extraoficialmente, para observar a probabilidade de termos uma degradação maior ou menor do valor de alfa-ácido. Assim, podemos ver a qualidade de um lúpulo e como ele foi submetido aos processos de secagem, peletização e armazenamento, através dessa condição chamada HSI, que é um número que não tem unidade, é adimensional e pode dar um valor de 01 até 04. Isso indica praticamente a porcentagem de perda, ou o quão degradado o lúpulo está. O HSI é muito estudado por grandes grupos cervejeiros na utilização de lúpulo. A maioria utiliza extrato de lúpulo para fazer a sua lupulagem, mas quando utilizam o lúpulo é importante ter em mente o quanto ele está degradado, porque qualquer grama de lúpulo é dinheiro e custa caro.

Então, basicamente o HSI é uma análise laboratorial que indica o quão velho o lúpulo está. Se ele apresenta 0,35 de HSI, significa que depois de seis meses eu vou perder aproximadamente 30% de ácido alfa. É uma degradação que o lúpulo passa. É claro que conseguimos controlar isso, não significa que vamos sempre perder 35%. Por isso que o nome é índice, é uma tendência do quanto vamos perder.



OUTROS ALFA-ÁCIDOS

- **Dihidro-iso- α -acids (DHIAA), conhecido como Rho-iso- α -acids (RIAA):**
 - Obtido pela reação com Borohidrato de sódio.
- **Tetrahydro-iso- α -acids (THIAA):**
 - Obtido pela hidrogenação do iso- α -acids.
- **Hexahidro-iso- α -acids (HIAA):**
 - Obtido por duas reações de redução do grupo carbonil seguido por uma hidrogenação.
- Esses compostos reduzidos são estáveis a luz e preservam o sabor amargo da cerveja por mais tempo.

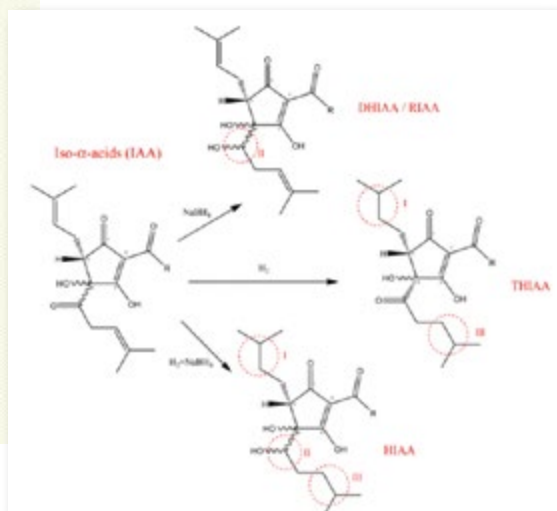


Figura 39: Outros alfa-ácidos

Temos outros tipos de alfa-ácido que são, por exemplo, extratos de lúpulo reduzidos. Isso é mais voltado para quem envasa cerveja em garrafa transparente ou garrafa verde. A molécula de alfa-ácido que é isomerizado tem um comportamento químico um pouco peculiar: na presença de luz, ela vai sofrer um pouco. A luz, a radiação, consegue clivar, que significa cortar no meio, a molécula. Por isso os outros tipos de alfa-ácido, presentes na figura 39, surgiram para ajudar a lupular a cerveja que foi envasada em garrafa verde ou transparente, para manter mais estável o seu comportamento de amargor. A química por trás disso é que enchemos de OH a molécula de iso-alfa-ácido para tirar a tensão da luz do ponto de clivagem. Assim, usamos um extrato de lúpulo, por exemplo, o tetrahydro-iso-alfa-ácido, muito utilizado pelas grandes cervejarias como Heineken, Miller, Sol ou Corona. Colocamos OHs para deixar a molécula muito mais estável. Isso é importante para cervejas engarrafadas em garrafa transparente, tirando o centro de atenção, entre aspas, do ponto de clivagem, que não vai mais quebrar ali, a luz não vai mais afetar tal ponto, porque temos elétrons drenando e ajudando a estabilizar a molécula.

BETA-ÁCIDOS

Assim como a fração alfa, a fração beta-ácido também tem os seus congêneres, que são chamados de Lupulona. Alfa-ácido é Humulona, beta-ácido é Lupulona. Então, Lupulona, Colupulona, Adilupulona e todos os congêneres presentes no alfa-ácido estão também na fração beta. Só que ela não vai contribuir de maneira muito significativa para o amargor, contribuindo muito para a estabilidade bioativa do lúpulo.

- A fração β das resinas moles totais pode ser ainda dividido em ácidos β e resinas moles não caracterizadas.
- Foram identificados e isolados em 1863.
- Os β -ácidos contribuem em menor intensidade para o amargor (TECHAKRIENGKRAIL et al., 2004)
- O grupo β -ácido é composto de lupulona e quatro congêneres:

- Colupulona
- Adilupulona
- Prelupulona
- Pós-lupulona
- Aceto-lupulona.

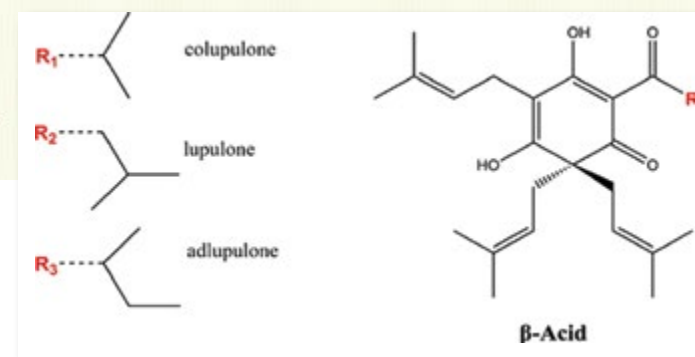


Figura 40: Beta-ácidos

Historicamente falando, o lúpulo começou a ser primeiramente adicionado na nossa alimentação sólida, sendo colocado no pão para que ele durasse um tempo a mais, aumentando seu *shelf life*. O lúpulo tem esse comportamento bioativo e é por isso que até em algumas usinas sucroalcooleiras ele é utilizado para diminuir a probabilidade de contaminação na fermentação da cana.

Depois, a humanidade migrou para a utilização do lúpulo na cerveja. E o beta-ácido contribui para isso. Ele libera íons H^+ para o meio, para a solução. Estes íons H^+ são absorvidos, por exemplo, por uma célula gram-positiva, não resistente, e lá dentro ele causa um caos. Quando falamos em beta-ácido, falamos numa menor probabilidade de isomerização, de fornecer características amargas.



XANTHOLUMOL

O Xanthohumol anda em cima do muro. Pode ser chamado tanto de resina quanto de polifenol. Quimicamente falando, ele é um polifenol, pois tem mais de um fenol. Ele é muito estudado pela ciência, sendo o “queridinho” da medicina, com muita pesquisa científica sendo destinada à sua utilização.

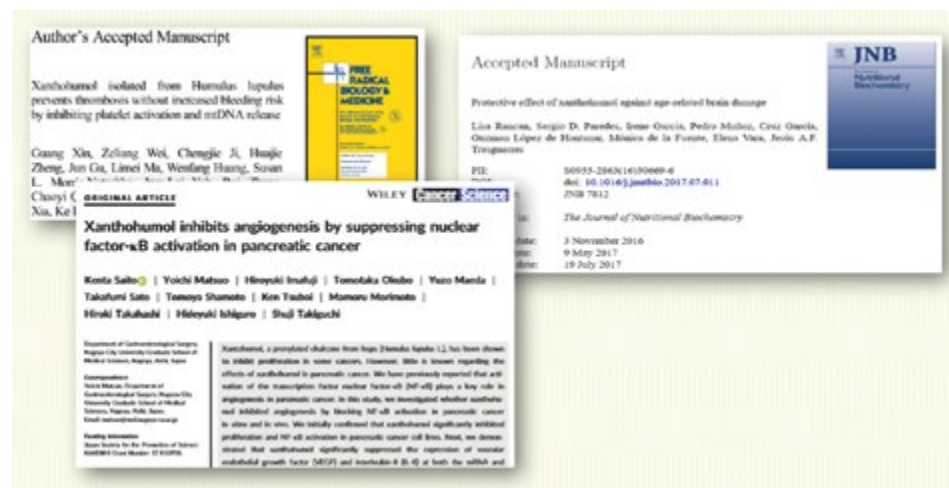


Figura 41: Xanthohumol

Cervejas que têm uma quantidade maior de Xanthohumol tendem a ser mais benéficas para saúde. Na realidade, a cerveja em si já é benéfica. O seu grande problema, como o de qualquer bebida alcoólica, é na verdade o álcool. Mas vários estudos modernos mencionam que, depois de um exercício físico muito intenso, depois de uma maratona, nada substitui uma cerveja sem álcool. Porque a cerveja tem nutrientes, aminoácidos, lúpulo, Xanthohumol, óleos essenciais, muita coisa que pode trazer benefício para a saúde humana. O grande detalhe é o álcool. O Xanthohumol se enquadra exatamente nesse benefício que o lúpulo transplanta para a cerveja. Temos vários artigos falando a respeito do Xanthohumol retardando o envelhecimento cerebral, inibindo a degradação de células cancerígenas e câncer pancreático. O mecanismo por trás disso é basicamente a função do Xanthohumol no nosso organismo. Afinal, o câncer é um crescimento desordenado de uma célula. Uma célula tem DNA. Quando ele vai se propagar, vai se replicar, vem o Xanthohumol e gruda neste DNA e ele não consegue. Obviamente estou fazendo uma simplificação, mas em resumo o DNA não consegue se multiplicar.

O Xanthohumol vem sendo o “queridinho” da ciência. Se você colocar Xanthohumol no Google Acadêmico vai encontrar muitos artigos publicados.

METAIS PESADOS NO LÚPULO

Os laudos de lúpulo mais modernos vêm reportando, além de alfa-ácido, beta-ácido, óleo essencial e HSI, também a quantidade de metais pesados e pesticidas.

Ao tomar um copo de cerveja lupulada, tomamos aproximadamente de 10 a 30 mg por litro de pesticida ou, como os agrônomos chamam, defensivos agrícolas. Mas não devemos nos preocupar com isso, já que eles são facilmente elimináveis pela urina - praticamente 99,99%. Só que eles estão no lúpulo, a nível de serem reportados em laudos. O motivo deles serem reportados agora e não há uns 10 anos é porque, naquela época, colocávamos sete vezes menos lúpulo do que colocamos atualmente.

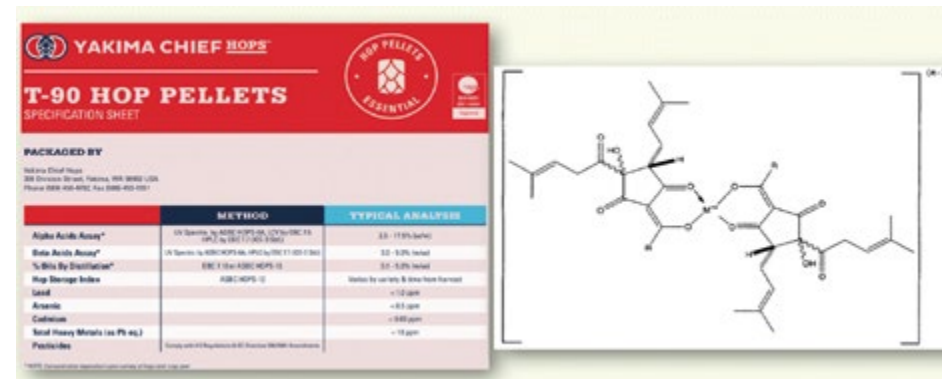


Figura 42: Metais pesados no lúpulo

Metais pesados também são reportados. Eles tendem a ser facilmente quelados, ou seja, ligados ao ácido alfa, a compostos da cerveja. Isso tende a oxidar muito fácil a cerveja. Enfim, há uma questão metálica bem significativa. E sim, eliminamos tudo também.

Estamos falando aqui de cervejas bem lupuladas. De Session IPA para cima. Vamos ter metal pesado principalmente na New England IPA, porque ela tem muito lúpulo e muita proteína também, que formam um complexo proteína-polifenol. E há também uma maior probabilidade de levar metal pesado para quem usa aveia de loja de especiaria, por exemplo, que é enriquecida com metal, o que deixa ela mais escura, oxidando e comprometendo a espuma.



ÓLEOS ESSENCIAIS

Já falamos da parte amarga do lúpulo e agora vamos falar da parte aromática. **E quem fornece o aroma para a cerveja são os óleos essenciais.**



Figura 43: Óleos essenciais

Tudo começou em 1830, com a identificação de quatro óleos essenciais, em um artigo que referênciava outro, de 1822, que já tinha separado duas frações de óleo essencial - o que para a época era algo inimaginável e surreal. Depois, 133 anos se passaram até outro artigo ser publicado com identificação de 29 compostos oleosos. Podemos perceber que as descobertas não são tão antigas. A humanidade ainda está entendendo como se usa o lúpulo na cerveja, mesmo ela existindo há mais de 10.000 anos. Durante 9.300 anos nós colocamos *gruit* na cerveja, que é basicamente uma série de ervas, raízes, flores e frutas secas para aromatizar. Então, estamos lupulando a cerveja de forma muito recente, não mais do que 700, 800 anos. E a nossa compreensão do lúpulo é mais recente ainda. Para a ciência, 1963 é um passo atrás. Pouco tempo se passou até 2003 onde, com a utilização de cromatografia gasosa bidimensional CGCG, aliada ao espectro de massa, conseguimos identificar mais de 1000 compostos de lúpulo. Em 2025, esse número está em 1500. E são os mesmos óleos essenciais que estão associados à prima direta do lúpulo: Cannabis.

Quando falamos em cannabis e lúpulo, ambos têm o mesmo comportamento químico. O THC também precisa ser ativado, também

precisa ser isomerizado para fornecer o princípio ativo. Ele é um psicoativo e também vai ser ativado através do processo de isomerização, com o calor. É a mesma coisa das resinas do lúpulo, do alfa-ácido. O THC está para a cannabis assim como o alfa-ácido está para o lúpulo. Ambos têm os mesmos óleos essenciais.

Mas então, por que não sentimos o cheiro de cannabis no lúpulo e o cheiro de lúpulo na cannabis? Porque a distribuição, a concentração desses óleos essenciais muda muito de um para o outro.

A indústria de lúpulo estadunidense está buscando cada vez mais aproximar os dois. Você tem lúpulos modernos, como o Strata e o Zapa, cujo marketing deles usa a terminologia *dank*, que se refere a aromas canábicos. E isso vem chamando muita atenção, porque dá para sentir o aroma, sem obviamente os efeitos psicotrópicos. Essa é uma tendência natural.

- Como as resinas, os óleos essenciais são metabolitos secundários da planta de lúpulo segregada nas glândulas de lupulina.
- A ISO 9235:2013, define óleo essencial como o produto obtido a partir de uma matéria-prima de origem vegetal, por destilação com água ou vapor d'água (Durello)
 - Ou seja, os óleos dos lúpulos são as porções de menor massa molecular, mais voláteis.
- Enquanto as resinas conferem amargor, os óleos fornecem aromas para a cerveja.
- A composição dos óleos varia com base primeiro na variedade do lúpulo, depois em vários outros fatores, mas a maioria dos compostos...



Figura 44: Óleos essenciais

Resina e óleo essencial são duas substâncias que são formadas, sintetizadas e armazenadas na Lupulina, fazendo parte dos metabolitos secundários da planta, aliados diretamente ao programa de competição de espécie da planta. Para ela se manter viva, vai produzir óleos essenciais. Há um trabalho muito bacana que vem sendo feito nos Estados Unidos, na Universidade de Oregon, que relaciona a influência de abelhas no aumento da concentração de óleo essencial. Algumas abelhas vão na planta do lúpulo e a incomodam. O lúpulo, para se proteger, libera óleos essenciais (Citronelol, Linalol, Geraniol, Mirceno), que são ruins para os bichinhos, mas bons para a gente.

Os óleos essenciais se diferenciam das resinas pela capacidade que têm de evaporar, pois são moléculas bem leves, sendo a parte mais volátil do lúpulo.



COMPOSIÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS



Figura 45: Composição dos óleos essenciais

Fazem parte dos óleos essenciais hidrocarbonetos, hidrocarbonetos oxigenados e compostos de enxofre, cada um com sua particularidade.

HIDROCARBONETOS

Os hidrocarbonetos são como se fossem os esqueletos de uma molécula. São moléculas pequenas contendo carbono e hidrogênio. Mirceno, Humuleno, Cariofileno, Farneseno são hidrocarbonetos, também conhecidos como terpenos. Até um tempo atrás, e ainda hoje, é comum ver cervejas produzidas com terpeno. Inclusive com marketing destacando uma cerveja terpenada. O que nada mais é do que uma cerveja com lúpulo. Ou com grama ou qualquer outra coisa de origem vegetal. Terpeno não é exclusivo da cannabis. Qualquer planta tem terpeno, que é um hidrocarboneto e que vai dar aroma.

HIDROCARBONETOS OXIGENADOS

Os hidrocarbonetos oxigenados muitas vezes são os próprios hidrocarbonetos com um átomo de oxigênio na sua estrutura. Veja o caso do Mirceno. Se colocarmos um oxigênio, ele se transforma em Linalol, o que muda completamente a molécula e a sua característica sensorial.

Além disso, os hidrocarbonetos oxigenados possuem algo a mais. O fato deles terem o OH permite que seja formada a antiga ponte de hidrogênio. Hoje em dia a química abomina esse conceito. Ela permite que falemos em interação de hidrogênio. Então ocorre uma ligação entre a molécula e água. Por isso, lúpulos que têm uma maior concentração de hidrocarbonetos oxigenados combinam muito bem com adições tardias de lúpulo lá no final do processo de fervura, porque temos uma segurança a mais, permanecendo por mais tempo e em maior quantidade na cerveja. Então, sempre que temos dois laudos de lúpulo à escolha, para colocar no que a gente chama de *whirlpool hop*, que é uma adição de lúpulo lá no final do processo de fervura, eu vou escolher o que tem mais compostos oxigenados. Geralmente esses compostos oxigenados terminam em "ol", como Linalol ou Geraniol.

SULFORADOS

Temos ainda os sulfurados, que têm átomos de enxofre. Eles podem ser muito bons, pois permitem transplantar para a cerveja características aromáticas de frutas tropicais, como maracujá, manga, ameixa, pêssego. Mas eles podem também transferir características aromáticas indesejáveis. Cebola, alho e até sovaco, como em um ônibus num dia de calor, às 6 da tarde e com todas as janelas fechadas.

O que define qual característica sensorial ele vai trazer é o tipo de composto sulfurado. Temos cervejas e lúpulos em que queremos os sulfurados. Tem gente que ainda é um pouco mais audaciosa, colocando casca de uva, principalmente uva Sauvignon da Nova Zelândia, na cerveja para enriquecê-la com compostos de enxofre. É uma tendência que traz camadas diferentes de sabor e aroma. É incrível pegar uma cerveja em que foram adicionados lúpulos com muito enxofre. Ela vai trazer características sensoriais diferentes em cada gole.

Existe uma substância chamada *phantasm* que é, literalmente, casca de uva, que muitos adicionam junto no *dry hopping*. Ao beber uma cerveja com esse tipo de comportamento, pelo fato dos compostos de enxofre serem muito voláteis, evaporando com muita facilidade, inclusive no copo, é muito comum sentir diferentes camadas de aroma na cerveja. Então, no primeiro gole, sente-se muito maracujá. Depois, à medida que os compostos sulfurados vão evaporando, o maracujá se transforma em pêssego, em fruta branca, melão.



CARACTERÍSTICAS DO ÓLEOS ESSENCIAIS

Floral	óxido de rosa, geraniol, acetato de geraniol, citronelol, nerál
Cítrico	α -terpineol, limoneno, linalol, citral, decanal
Frutas doces	Hexanoato de 2-metil-propila, 2-metil-propanoato de etila, acetato de sec-amila, caproato de etila, 3-metilbutanoato de etila
Frutas verdes	decanal, cis-3-hexenal, careno, 2-dodecanona, 2-metil-propanoato de hexila
Frutas silvestres, groselha	β -ionona, 4-mercapto-4-metilpentan-2-ona, 3-metilbutanoato de etila, cetona de framboesa, p-menta-8-tiol-3-ona
Caramelo	decanoato de metila, γ -nonalactona, vanilina, ácido fenilacético
Amadeirado	humuleno, α -pineno, β -pineno, farneseno, carvacrol, β -cariofileno
Mentolado	carvona, terpinen-4-ol, canfeno
Herbal	mirreno, epóxido de humuleno, p-cimeno, cis- β -ocimeno, timol
Condimentado	β -cariofileno, eugenol, 2-isopropil-3-metoxipirazina, β -eudesmol
Gramíneo	E,Z-2,6-nonadienal, cis-3-hexenol, trans-2-hexenal
Vegetal	dialil sulfeto, dimetil dissulfeto, S-metil tiohexanoato

ALGAZZALI, V. Development and implementation of hop flavor reference standards for sensory training. Brewing Summit 2018.

Figura 46: Composição dos óleos essenciais

Cada óleo essencial vai trazer uma característica única para a cerveja, por ter um comportamento único. É por isso que nunca vamos conseguir chegar no aroma idêntico ao da cannabis, mesmo que as duas plantas contenham exatamente os mesmos óleos essenciais. Na figura 46 temos uma lista dos principais aromas: floral, cítrico, fruta doce, fruta verde, fruta silvestre, caramelo, amadeirado e as respectivas moléculas que fornecem esse comportamento.

Sempre que falamos em Terpeneol, Limoneno, Linalol, Citral e Decanal, tendemos a ter características aromáticas mais voltada para a parte cítrica, e assim por diante. Então, temos gramíneo, vegetal, condimentado - os lúpulos britânicos têm muito Cariofileno e muito Eugenol, que tem no cravo. Então eles têm características aromáticas muito condimentadas. Um lúpulo britânico, como um Fuggle, traz uma sensação igual a de entrar em uma loja de especiaria, de condimentos. Lúpulos americanos têm muito Terpeneol, Limoneno, Mirreno, Linalol. Já os lúpulos belgas, germânicos, tchecos tendem a ter muito Linalol, também Geraniol, que vão trazer características aromáticas voltadas para a parte floral.

A grosso modo, americanos são mais frutados, britânicos mais condimentados, germânicos, belgas e tchecos, florais. No Brasil, frutado bem intenso. Se a gente pegar um Saaz cultivado na República Tcheca e o mesmo Saaz cultivado aqui no Brasil, teremos características sensoriais diferentes. Esse é o poder do *terroir*. O mesmo lúpulo, no caso o Comet, cultivado em diferentes regiões, com a mesma genética, vai trazer concentrações de óleos essenciais diferentes.

O terroir Brasileiro



Figura 47: O terroir Brasileiro *Fonte: Gabriel Fortuna
<https://www.lamasbrewshop.com.br/blog/2021/07/expressao-do-terroir-do-lupulo-no-brasil.html>

Na figura 47 temos três exemplos: Sul de São Paulo, Centro-Oeste de São Paulo e Rio Grande do Sul. É possível perceber que o Mirreno no lúpulo do Sul de São Paulo é apenas metade do lúpulo do Centro-Oeste de São Paulo. E neste caso estamos falando do mesmo estado. É a força do *terroir*, uma interação ecológica entre planta e o ambiente em que ela está inserida. Funciona para o vinho, ou melhor, para a uva. E funciona para o lúpulo também. Para a cevada idem. Enfim, Farneseno, no lúpulo do Sul de São Paulo nem encontramos. Já nas outras regiões têm bastante. Claro que isso aqui também tem a ver com o beneficiamento do lúpulo, que não foi considerado.

O terroir Brasileiro

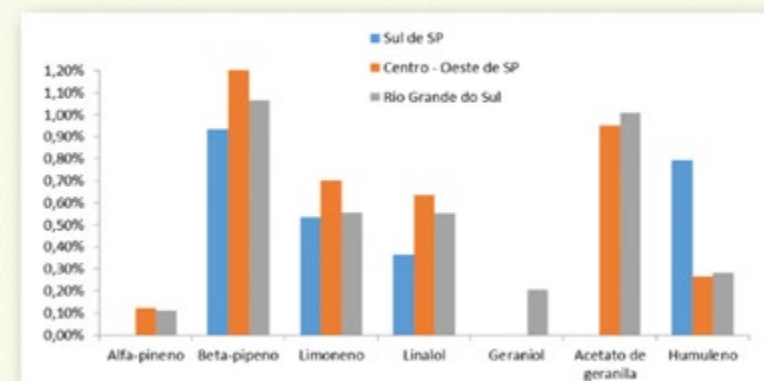


Figura 48: O terroir Brasileiro - *Fonte: Gabriel Fortuna
<https://www.lamasbrewshop.com.br/blog/2021/07/expressao-do-terroir-do-lupulo-no-brasil.html>



Na figura 48 temos também os outros óleos essenciais, como o Geraniol, que vai trazer características aromáticas de flor. Quase não temos aqui no Brasil. Temos muito Pineno, do pinho, floral muito intenso, Limoneno para o cítrico. Mas o Geraniol, que vai trazer aquela característica de flor amadeirada, quase não temos no Brasil.

POLIFENÓIS

Polifenóis são ora bons, ora ruins. Depende muito do comportamento deles. Entre estes compostos temos os Flavonóides, os Taninos, as Lignanas, os derivados de Ácidos Caféicos e vários outros. Polifenóis têm um comportamento antioxidativo. Então, é importante termos polifenol na cerveja transferida do lúpulo. Só não podemos ter muito, porque senão teremos um comportamento sensorial comumente chamado de *harsh* - uma sensação de que estamos comendo o lúpulo. Isso não é legal, então precisamos fazer um tratamento para que esse *harsh* caia.

Polifenóis vão fornecer amargor, adstringência e até mesmo um grau de polimerização. E quando o polifenol polimeriza, é muito difícil retirá-lo da cerveja. No lúpulo, temos praticamente 4% da massa seca na forma de polifenol, como Flavonóides, Taninos, Ácidos Fenólicos, Estilbenos, Multifídois Glicosilados, que são classes de compostos polifenólicos. A gente os encontra na parte verde do lúpulo e, se eles estiverem presentes num tamanho pequeno, vão agir como antioxidantes e isso é bom, pois ajudam a estabilizar a cerveja,

ficando melhor a longo prazo. Porém, com os polifenóis de cadeia longa acontece o contrário, eles vão destruir a cerveja, transferindo características sensoriais que lembram muito a adstringência, como um caqui trava a boca.

Resveratrol

- Em 2005, Callemien et al. mencionaram pela primeira vez a presença do **Resveratrol no lúpulo**.
- O Resveratrol estava ausente nos cones de lúpulo fresco. É gerado no envelhecimento do lúpulo.
- Com exceção das variedades de lúpulo sensíveis ao oxigênio, quanto mais baixo o teor de α -ácido, maior o potencial do resveratrol.



Figura 50: Resveratrol

Quando falamos em compostos polifenólicos, a palavra-chave é o prefixo “anti”. Basta pensar naquele conceito de que tomar uma taça de vinho mantém as condições cardiovasculares. Isso funciona para o vinho, mas funciona para a cerveja também. E a cerveja pode ter uma complexidade muito parecida ou até maior do que o vinho. Ela também pode harmonizar melhor. Mas isso envolve algo muito cultural, pois pagamos mais facilmente R\$ 50 em uma garrafa de vinho do que em uma garrafa de cerveja que pode trazer uma complexidade igual ou maior. No Brasil ainda não temos esse discernimento do todo que a cerveja pode entregar para nós. Ela vai muito além daquela garrafa trincando de gelada, que a gente só degusta com sabor extremamente neutro. Precisamos abrir o olho e enxergar uma infinidade de possibilidades e de características sensoriais que a cerveja comporta, que podem agregar muitas vezes bem mais do que o vinho.

Tudo que é “anti”, como antioxidante, anticarcinogênico, antigênico, anti-inflamatório, vem do Xanthohumol, que vem das resinas, vem dos polifenóis. E que está presente no lúpulo. Então, todo o comportamento bioativo tão alardeado na uva existe também no lúpulo.

Prenilflavonoides

- Atividade antioxidante
- Atividade anticarcinogênica
- Atividade antígenotóxica
- Atividade anti-inflamatória
- Atividade antiangiogênica
- Atividade antibacteriana
- Atividade antiviral
- Atividade antifúngica
- Atividade antimalária
- Atividades estrogênicas e relacionadas à osteoporose
- Atividades relacionadas à obesidade e ao diabetes
- Tratamento dos sintomas da menopausa

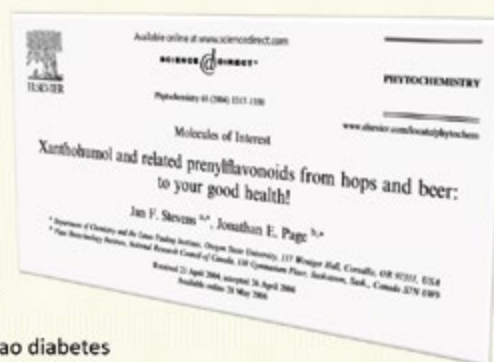


Figura 49: Prenilflavonoides



Lúpulo VS Bactérias

Resinas:




Table 1. List of antibacterial, antifungal and antiviral activities of hop compounds

Hop compounds	Microorganism tested	activity +/-
RESINS (soft)	<i>Candida albicans</i>	+
	<i>Trichophyton mentagrophytes</i> var. <i>interdigitale</i>	+
	<i>Fusarium</i>	+
	<i>Mucor</i>	+
	<i>Lactobacillus</i> spp.	+
	<i>Profococcus</i> spp.	+
	<i>Streptococcus mutans</i>	+
	<i>Streptococcus sanguis</i>	+
	<i>Streptococcus salivarius</i>	+
	<i>Clostridium perfringens</i>	+
	<i>Staphylococcus aureus</i>	+
	<i>Micrococcus</i>	+
	<i>Clostridium difficile</i>	+
	<i>Clostridium botulinum</i>	+
	<i>Helicobacter pylori</i>	+
	<i>Bacillus subtilis</i>	+
	<i>Listeria monocytus</i>	+
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	+

Figura 51: Lúpulo vs Bactérias

Um exemplo é o Resveratrol. É uma molécula muito comum na uva, que é transplantada para o vinho. Mas o que você não sabe é que ela está presente também no lúpulo. Claro que numa quantidade menor do que na uva, mas está lá. Isso significa que talvez a gente precise beber mais cerveja. Resveratrol também tem no lúpulo e, conforme ele vai envelhecendo, aumenta-se a quantidade desta substância. Isso também é transplantado para a cerveja, trazendo o mesmo benefício que o vinho pode trazer.

ATIVIDADES ANTIMICROBIANAS

Quando falamos em lúpulo e do seu poder bioativo, falamos numa condição de evitar contaminação. Na verdade, a própria cerveja já é um ambiente um tanto quanto inóspito, pois temos uma solução aquosa com pH baixo, que varia de 3.8 a 4.7. Esta condição aquosa tem uma quantidade de gás carbônico que chega na faixa de 0,5% em concentração, ou 2.7 volumes de gás carbônico. Então, a própria cerveja já se torna um ambiente um tanto difícil de contaminar. Mas pode acontecer. E aí o lúpulo vem para contribuir nessa dificuldade de contaminar cerveja. O lúpulo é um ótimo bioativo, pois suas moléculas conseguem entrar numa célula e causar um estrago danado lá dentro. Elas vão baixar o pH intracelular e arrancar metais que são essenciais para a vida de uma bactéria ou de um micro-organismo. Isso vai fazer com que uma bebida lupulada tenha uma menor probabilidade de contaminação. Historicamente, sempre usamos o lúpulo para ter esse comportamento bioativo, para evitar que a cerveja con-

tamine. Você já deve ter ouvido a história de que as IPAs surgiram exatamente assim. O lúpulo seria adicionado para que a cerveja durasse um tempo maior no transporte entre Grã-Bretanha e as Índias. Só que é tudo mentira. Nós começamos a adicionar mais lúpulo na cerveja por questões de paladar. Porque gostamos de amargor. Ele faz parte do nosso sensorial, assim como até um pouco de acidez.

Lúpulo VS Bactérias

Óleos essenciais

Polifenóis

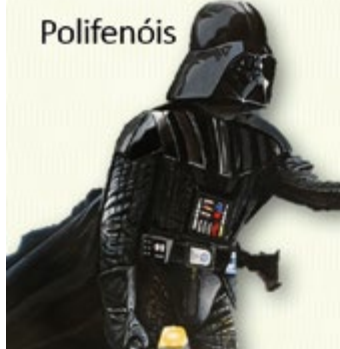


Table 1. List of antibacterial, antifungal and antiviral activities of hop compounds

Hop compounds	Microorganism tested	activity +/-
OLS	<i>Bacillus subtilis</i>	+
	<i>Staphylococcus aureus</i>	+
	<i>Trichophyton mentagrophytes</i> var. <i>interdigitale</i>	+
	<i>Escherichia coli</i>	-
	<i>Candida albicans</i>	-
POLYPHENOLS	<i>Staphylococcus aureus</i>	+
	<i>Streptococcus mutans</i>	+
	bovine viral diarrhoea virus (BVDV)	+
	sarogate model of hepatitis C virus (SMCV)	-
	human immunodeficiency virus (HIV)	-
	influenza A virus (FLU-A)	-
	influenza B virus (FLU-B)	-
	rhinovirus (Rhin)	+
	respiratory syncytial virus (RSV)	-
	yellow fever virus (YFV)	-
	cytomegalovirus (CMV)	+
	hepatitis B virus (HBV)	+
	herpes simplex virus type 1 (HSV-1)	+
	herpes simplex virus type 2 (HSV-2)	+

Figura 52: Lúpulo vs Bactérias

O lúpulo tem um alto poder de atividades positivas diante de diversos microrganismos: *candida*, *fusarium*, *mucor*, *lactobacillus*, *streptococcus*, *clostridium* - muito presente em cerveja de barrica, *staphylococcus*, *micrococcus* etc. Todos estes, e os demais microrganismos da figura 51, as resinas do lúpulo conseguem eliminar, conseguem matar.

Além disso, os óleos essenciais também conseguem ter atividade positiva diante de *bacillus*, *staphylococcus* e *trychophyton*. Já os polifenóis tem atividade positiva em *staphylococcus* e *streptococcus*, além de alguns vírus. No estudo da figura 52, de 2012, deu negativo para influenza, mas já existe um trabalho mais moderno que deu quase positivo. Então o lúpulo, na verdade o polifenol do lúpulo, age como bioativo também para alguns vírus, não só bactérias. Ou seja, os polifenóis agem de maneira positiva, demonstrando o poder que o lúpulo tem, o poder que ele pode trazer para a nossa cerveja.

É sempre importante salientar tudo isso, justamente porque a cerveja é muitas vezes associada ao *mainstream*, sem considerar que **cervejas bem lupuladas vão trazer um grau de benefício para a nossa saúde.**







CAPÍTULO 3

A Produção do Lúpulo

Da terra ao copo

Dr. Felipe Francisco

- Doutor em Cultivo de Lúpulo e Mestre em Agronomia - Produção Vegetal pela Universidade Federal do Paraná.
- Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Santa Catarina.
- Trabalha há 16 anos com pesquisa, produção e assistência técnica no ramo lupuleiro.
- Proprietário da TechLúpulo - Sócio das empresas VJ Máquinas Agrícolas e Greenest.

Cerveja:
Do latim *'cerevisia'*
ou *'cervisia'*.

Nome dado em homenagem a **Ceres,**
Deusa da Agricultura e dos Cereais.



LÚPULO BRASILEIRO



Figura 53: Lúpulo brasileiro

A ideia deste capítulo é trazer um panorama da produção brasileira de lúpulo.

A figura 53 acima mostra como é uma lavoura de lúpulo. Trata-se de uma planta bem diferente, ela é uma trepadeira de 6 metros de altura.



Figura 54 : Lúpulo brasileiro

Já na figura 54, à esquerda, é possível ver as flores de lúpulo, que são o foco da produção. Na parte inferior direita você vê os *pellets*, que são o produto final e, na parte superior direita, o lúpulo embalado, exatamente como chega às cervejarias.

O lúpulo também é usado na indústria farmacêutica e na produção de etanol.

PANORAMA DA PRODUÇÃO NACIONAL

Vamos apresentar agora um panorama da produção brasileira de lúpulos, com dados de 2023, já que o levantamento realizado neste ano, 2025, ainda não ficou pronto.



Figura 55: Produção brasileira

Já ultrapassamos as 100 toneladas de produção anual, o que, em 2023, não bate ainda 1% da demanda brasileira de lúpulo. Até o ano em questão, tivemos quatro anos seguidos com mais de 100% de aumento de incremento na produção brasileira, um crescimento bastante expressivo. Temos seis variedades principais, que são os carros-chefes. Mas ao todo são mais de 100 variedades de lúpulos sendo utilizadas no Brasil, sendo que trabalhamos com mais de 40 porque, obviamente, não conseguimos competir com a produção internacional em todas elas. Na maior parte, a nossa produção é inferior ao lúpulo internacional. Por isso, muitos lúpulos são cultivados com o foco em pesquisa.



Focamos no Brasil em seis variedades principais de lúpulo: Comet, Cascade, Zeus, Magnum, Chinook e Saaz. Estas são as que conseguimos garantir uma qualidade próxima ou superior ao lúpulo importado. Hoje, o Brasil já consegue ter valores bastante competitivos, coisa que não acontecia no passado. É claro que temos bastante variação de acordo com a quantidade comprada e também em relação à variedade, mas os valores são bastante competitivos. A maior parte do lúpulo produzido no Brasil hoje já vem no padrão internacional, com lúpulo peletizado, com embalagem aluminizada e atmosfera modificada - faz-se um vácuo, depois é injetado nitrogênio para tirar o oxigênio. Na maior parte do lúpulo brasileiro também é feita uma análise completa de cada lote de produção, com tudo que foi citado no capítulo anterior em relação aos componentes que são analisados.

Produção Brasileira

+100 cervejarias utilizaram lúpulo nacional

1) Dogma	19) Enciemic Brewing	37) Blacaman	55) 3 Americas	74) Lúpulos da Serra
2) Trilha	20) Menze Brewing	38) Campinas	56) Stadt Iever	75) Lab
3) Happy Brew	21) Biersta	39) Landel Cervejaria	57) Geeter Cervejaria	76) Pontal
4) Synergy	22) Colorado	40) Kalango	59) Cruls cervejaria	77) Savage
5) Cervogia	23) Hocus Pocus	41) Grifo Cervejaria	60) Nacional	78) SP 330
6) Kamerad	24) Gooose Island	42) Stormy Cervejaria	61) Almirante	79) Browe
7) Cuyibona	25) Wils	43) Tesla Cervejaria	62) Rufus Bar	80) 3 Orzhas
8) Primeroh	26) Bohemia	44) Daoravida	63) 4 Árvores	81) Jhybah
9) Trinca Forte	27) Lohm Bier	45) Tabuás Cervejaria	64) Koala	82) Oak Beer
10) Perdiz	28) ZEV	46) The Brews	65) Badin Baden	83) Central
11) Brimador	29) Feitoria	47) El coyote Cervejaria	66) Black Princess	84) Durrall
12) Meque Brew	30) Ade Bier	48) Maail Cervejaria	67) Búzios	85) Avós
13) Sarau	31) Quatro Podemes	49) Gavetos cervejaria	68) Cuesca	86) Sabulius
14) Paranoide	32) Orbits	50) Knights Cervejaria	69) Dédra	87) Hildegard
15) Berril Chelo	33) Bezy	51) Barossa Cervejaria	70) Fi	88) Terantino
16) Captain Brew	34) Dona Maria	52) Dadivo Cervejaria	71) Filomena Enlica	89) Brasil Kirin
17) Seasons	35) Brachorium	53) Solha Craft Beer	72) Lunática Brew	90) Petropolis
18) Masterpiece	36) Maliosa	54) Casa 107	73) Moo Culpo	91) Ambev

Figura 56: Produção brasileira

Também em 2023, ultrapassamos a marca de 100 cervejarias que fizeram cerveja com lúpulo brasileiro. Há vários anos, a Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo, a Aprodúpulo, vem trabalhando na organização da cadeia produtiva, sendo que, em 2024, foi criada a Cooperativa Brasileira de Produtores de Lúpulo, que pretende receber a produção de várias fazendas, concentrar o beneficiamento dentro da cooperativa e aplicar padrões mínimos de qualidade para facilitar a comercialização e o intercâmbio com as cervejarias.



Produção Brasileira



Figura 57: Produtores brasileiros

Na figura 57 temos algumas das principais fazendas de lúpulo. Uma delas é a Fazenda Brava Terra, em São Paulo, que é pioneira e a principal fazenda brasileira de produção de lúpulo, com 4 hectares, sendo com certeza a fazenda mais conhecida no Brasil. Temos também a Fazenda Felicidade, que é uma fazenda muito interessante, localizada em Santa Catarina, de produção de lúpulo orgânico e que já trabalha há vários anos com produção na Serra Catarinense, em Bom Retiro. A Mundo Hop é também uma das principais fazendas brasileiras, de Minas Gerais, sendo uma das mais organizadas, com 4 hectares e um projeto muito bacana. E a Lúpulo do Ribeira, a maior fazenda lupuleira do Brasil que fica perto de Registro, em Pariquera-Açu-SP.

LÚPULO NO BRASIL

Já vimos um pouco do panorama do setor do lúpulo no Brasil. Agora vamos ver como que se dá a produção em nosso país, focando num ponto que tem vários desdobramentos - a questão da iluminação artificial. Isso porque **todo lúpulo comercial produzido no Brasil vale-se da iluminação artificial**, pois não temos condição climática para produzir no país sem ela.

O lúpulo é uma trepadeira, ou seja, uma planta perene, que brota e cresce até o topo. Quando podamos, cortamos a planta rente ao



Figura 58: Mundo Hop

chão, e ela solta um novo broto. Se não trabalharmos com iluminação, ela cresce um pouquinho, chega no meio da parreira, com 3 ou 4 metros de altura, para de crescer, floresce e produz muito pouco, porque não temos o clima adequado, que seria um verão com 15 ou 16 horas de luz. Nestas condições ela cresceria normalmente, ficaria muito grande, produziria bem. Mas como não temos essa condição, colocamos a iluminação, que faz a planta crescer indeterminadamente. Ela não floresce, e cresce até o ponto de cair toda a estrutura de tanto peso. Claro que não deixamos isso acontecer. Desta forma, podemos manejar a planta da forma que quisermos. Com a luz ligada ela segue crescendo e, quando chega no estágio ideal, desligamos a iluminação e aí ela floresce de forma homogênea, inteira e intensa, sendo que dois meses depois podemos proceder a colheita. Isso traz oportunidades para as cervejarias.

Um dos desdobramentos de usarmos iluminação é que temos produção o ano inteiro, até porque, para o lúpulo, o Brasil é sempre quente. Mesmo no Sul do Rio Grande do Sul, em cima da serra, no inverno, o lúpulo ainda cresce, porque em temperaturas acima de 10° ele segue crescendo. Por isso, na maior parte do país, conseguimos ter três safras por ano. Em algumas poucas regiões é que fazemos só duas safras por ano. O que é uma vantagem, sendo que, na maior parte do mundo, a produção de lúpulo se concentra só no verão. Os

Estados Unidos e a Europa, que são os principais produtores, só conseguem produzir uma safra no ano, que é a do verão.



Figura 59: Período do ano

A figura 59 traz fotos de cada período do ano, sempre com lúpulo crescendo. Assim, temos lúpulo fresco o ano todo. É possível escalonar e, desta forma, ao contrário do que acontece nos Estados Unidos ou na Alemanha, não precisamos desligar a luz do campo inteiro para colher todo lúpulo de uma vez. Desligamos um bloco, depois outro e outro, permitindo uma colheita parcelada. Desta forma, é possível otimizar o uso dos equipamentos, sem sobrecarregar o sistema de beneficiamento, contando com lúpulo sempre fresco para fornecer às cervejarias. O desafio é manter o mesmo padrão em diferentes estações do ano, porque no verão, por exemplo, a planta tende a produzir muito mais, com queda da qualidade, e no inverno a planta produz menos, mas com maior qualidade. A grosso modo, além das diferenças de nutrição, concentramos os esforços na iluminação, sendo que no verão ela é desligada um pouco mais cedo, para que a planta fique um pouco menor, tendo menor sombreamento, conseguindo elevar a qualidade dela. No inverno é o contrário, com a iluminação se mantendo por uma ou duas semanas a mais do que o padrão, assim a produtividade fica equivalente, mesmo comprometendo um pouquinho a qualidade, porque é muito importante manter a padronização. Senão entregaríamos, a cada safra, um lúpulo diferente para a cervejaria. Sabemos também que em algumas regiões, que têm períodos de nebulosidade, isso vai afetar a qualidade do lúpulo. Aí fazemos um manejo prévio para que a planta se desenvolva



va menos. Perdemos um pouco de produção, mas entregamos um lúpulo com a mesma qualidade, mesmo diante da nebulosidade.

FRESCOR

Outro desdobramento importante do uso da iluminação e da produção o ano inteiro é a questão do frescor, que se relaciona diretamente com o aroma, tema que foi amplamente explanado nos capítulos anteriores.

Imagine termos lúpulo que não é aquele colhido há um ano e meio, mas sim um que foi colhido no próprio mês - isso traz um diferencial muito grande no aroma e no teor de alfa-ácidos. Quando pegamos um lúpulo alemão, como por exemplo um Magnum alemão 2022, ele trazia 13% de alfa-ácidos. Esta era a porcentagem quando foi analisado. Mas com índice de estocagem, o lúpulo, mesmo sendo mantido em um ambiente ótimo de armazenamento, com temperatura baixa e sem presença de oxigênio, ainda assim vai perder um pouco de qualidade. O que provavelmente vai deixar este lúpulo de 13% com 10, 9 ou 8% de alfa-ácidos, que chamamos de alfa-ácidos efetivos. Já o lúpulo nacional, quando a análise nos mostra que tem 13%, ele terá efetivamente 13%, porque a análise foi feita duas semanas atrás. Desta forma, temos também muito ganho no teor de alfa-ácidos efetivos. Isso é muito importante, tanto para o produtor na hora de vender, por saber o que está entregando para a cervejaria, quando para a cervejaria, que não deve reduzir tudo a uma conta simples, supondo que, ao trocar o Magnum alemão com 13% de alfa-ácido por um Magnum da Brava Terra com 13%, o comportamento será igual na cerveja. Não, pois provavelmente o IBU ficará maior. Este fator precisa ser analisado - a cervejaria analisa o lúpulo que está usando para depois poder analisar o lúpulo brasileiro que está sendo comprado, permitindo assim fazer esse ajuste.

ANÁLISE

Sobre a análise do lúpulo, o Capítulo 2, do professor Duan, já discute bastante sobre o assunto. O importante é dizermos que várias empresas nacionais realizam esta análise. O professor Duan foi a pessoa que tomou a dianteira, formou muitas pessoas e contribuiu para organizar a questão de análise no Brasil, mesmo que algumas poucas fazendas ainda mandem um pouco de lúpulo para fora do país para analisar.



Figura 60: Análise de um comet

O exemplo da figura 60 é a análise de um Comet da Brava Terra, com a análise de alfa-ácido, cohumulona, beta-ácido. Temos o teor e os componentes dos óleos essenciais, teor de óleos essenciais, assim como o perfil aromático, tudo em detalhes.

FITOSSANIDADE

A questão da fitossanidade é outro ponto muito importante, sendo um diferencial grande do lúpulo nacional. Somos incipientes na produção de lúpulo, sem tê-la espalhada pelo Brasil todo. São poucas fazendas, em torno de 160, e até por isso não temos disseminadas pelo país as doenças que são específicas de lúpulo, como míldio, oídio ou viroides. Tem uma ou outra fazenda que tem doenças. Uma empresa em Curitiba faz a limpeza in vitro do lúpulo, para que tenhamos uma muda sadia, sem nenhuma dessas doenças.

Aí, com campos implementados sem tais doenças, é muito menor a exigência de aplicações, do uso de defensivos, reduzindo bastante o custo de produção e a parte de resíduos. Sem a presença de míldio e oídio, praticamente não temos necessidade de fazer aplicação de fungicida, que é bastante utilizado, por exemplo, na Alemanha e nos Estados Unidos. Este é um ponto bastante importante em relação a custo de produção e de resíduo. Na maior parte das fazendas que acompanhamos o lúpulo não é totalmente orgânico, porque são usa-



dos fertilizantes. Mas a parte de defensivos é praticamente orgânica, usando quase que integralmente produtos biológicos e/ou permitidos para a agricultura orgânica.



Figura 61: Fitossanidade

Outro ponto importante é que conseguimos reduzir bastante o uso de herbicida com algumas técnicas que vieram da produção, do plantio direto de plantas perenes. Técnicas que foram desenvolvidas no Brasil. Como exemplo, temos uma lavoura que teria a necessidade de fazer uma aplicação de herbicida, com bastante mato no pé das plantas. Porém, temos um sistema de arado, que foi desenvolvido especificamente para o lúpulo, que joga a terra na base da planta, melhorando o desenvolvimento dela e cobrindo o mato. Isso evita fazer duas aplicações de herbicida, com menor custo de produção, menos resíduo no lúpulo etc.

CUSTOMIZAÇÃO

Outra oportunidade muito interessante para as cervejarias é a possibilidade de customizar o lúpulo que vai ser recebido. Como exemplo prático temos a cerveja Brauca, da Cervejaria Happy Brew. Trata-se de uma cerveja de linha que já existe há muitos anos e é uma single hop de Comet da Brava Terra. No primeiro lote que receberam, eles gostaram muito do lúpulo. O segundo lote não estava igual, forçando uma série de reuniões para entender o que estava acontecendo. Eles pediram um lúpulo muito específico e foi necessária, agronomicamente, uma ida até o campo para entender e definir o manejo a

ser feito e o ponto de colheita - que é um ponto de colheita mais tardio. Assim, chegamos em um nível de customização do lúpulo produzido para aquela cervejaria - um Comet com manejo específico e ponto de colheita tardio para garantir um aroma específico desejado para entrar na cerveja. Esta possibilidade de customização é outro diferencial do lúpulo nacional.

ESTABILIDADE

Como em todo o mundo, no Brasil temos produção profissional, mais comercial, e a produção artesanal. Obviamente, a imensa maioria das cervejarias, que tem um viés comercial, precisa de um produto estável. Não é possível ter um lúpulo com uma qualidade numa safra e outra qualidade noutra. O teor dos óleos essenciais, a composição, tudo precisa

ser padronizado para se manter uma cerveja de linha. Este é o objetivo e o empenho dos produtores. É claro que temos produtores artesanais, que colhem uma safra num ponto e outra safra em diferente ponto de colheita.

Um trabalho muito interessante é pegar o mesmo lúpulo, da mesma fazenda, com o mesmo beneficiamento, colhido no início, no meio e no final da janela de colheita. Serão lúpulos muito diferentes. Nos Estados Unidos e na Alemanha existem muitos trabalhos sobre isso, mas no Brasil nem tanto. Então, claro, tem produtor artesanal que vai colher quando é possível, e um dia ele beneficia no vizinho que tem máquina disponível, outro dia ele manda para outro. Por isso, teremos lúpulos sempre diferentes. Porém, as fazendas profissionais têm uma estabilidade no padrão de colheita, no ponto de colheita, no manejo, nos pontos de utilização da iluminação, na parte de nutrição e principalmente no beneficiamento.



Figura 62: Customização do lúpulo



Oportunidades

- Estabilidade

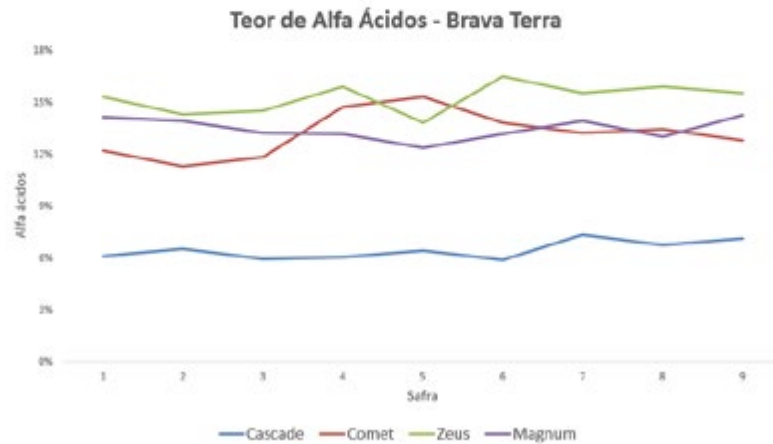


Figura 63: Estabilidade no teor de alfa-ácidos

Na figura 63 temos um exemplo de estabilidade no teor de alfa-ácidos em algumas variedades de lúpulo da Fazenda Brava Terra, que tem bastante estabilidade na qualidade do seu lúpulo. Então, se eu quero colocar o Magnum da Brava Terra na minha cerveja de linha, não vai acontecer de, na próxima safra, o lúpulo ser diferente ou a empresa deixar de ter aquele tipo específico.

CONTRATOS, PREÇOS E RISCOS INTERNACIONAIS

Outra oportunidade que o lúpulo nacional traz é a possibilidade de contratos que sejam mais vantajosos para a cervejaria, com mais flexibilidade e preços menos variáveis a cada oscilação do dólar etc.

DESAFIOS

Existem alguns desafios que estão sendo ou ainda precisam ser superados na produção do lúpulo nacional. O principal, com certeza, é a parte de beneficiamento, que não é fácil. Temos a pelação, a secagem e a peletização, que talvez seja o maior desafio. Para trazer

uma planta de beneficiamento dos Estados Unidos ou da Alemanha para o Brasil os valores são algo na ordem de 6 milhões de dólares, não sendo, obviamente, a coisa mais fácil do mundo. Então, algumas empresas aqui no Brasil começaram a desenvolver equipamentos, sendo que inicialmente tínhamos um processo bem aquém do padrão internacional. Hoje, já existem algumas empresas que estão desenvolvendo equipamentos muito bons, proporcionando um padrão de beneficiamento que podemos considerar ótimo. Muitas fazendas, nem todas, já possuem um sistema muito profissional, com um processo completo de beneficiamento que permite chegar em um produto final muito bom.

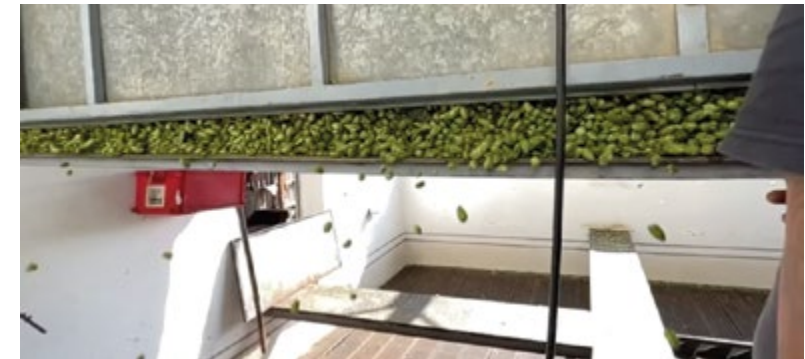


Figura 64: Exemplo de máquinas da VJ



Figura 65: Exemplo de máquinas da VJ

Na figura 64 temos um exemplo das máquinas da VJ, que é uma empresa bem recente e que lançou de ponta a ponta todos os equipamentos, tanto para tratos culturais quanto para o beneficiamento. A planta entra inteira dentro da máquina, que separa só as flores.



A saída é extremamente limpa, até porque só os cones que são o produto comercial. Depois o produto vai para a secagem, que tem uma série de diferenciais. É preciso ter o tombo do lúpulo para homogeneizar, então são vários andares e, enquanto um lote de lúpulo vai tombando, vão entrando novos lotes em cima. A outra etapa é a peletização, que é uma das coisas mais difíceis de fazer, pois é necessário um ângulo certo de entrada. A mesa de peletização também precisa ter uma série de características. A peletizadora é refrigerada, passando água fria por dentro do sistema de refrigeração. O normal de peletização de qualquer outro produto vem do aquecimento entre 70 a 90°, para peletizar ração etc., mas com o lúpulo é o contrário - não podemos aquecê-lo.

É importante destacar que todo o desenvolvimento feito ao longo de 16 anos foi em parceria com as cervejarias. Em 2012 chegamos a colocar 57 unidades de observação de lúpulo para fazer pesquisa pelo Brasil inteiro e sempre tínhamos uma cervejaria financiando uma unidade aqui, outra financiando uma unidade em outro local. Hoje, precisamos pensar muito no formato de colaboração para contribuir, como produtores de lúpulo, no avanço das cervejarias e vice-versa. Há também questões como a busca de benefício fiscal para a cervejaria que usar o lúpulo nacional, tentando estreitar essa colaboração de todas as formas possíveis.





CAPÍTULO 4

Degustação Guiada

O Saber e o Sabor

Prof. Dr. Alfredo Muxel e Prof. Duan Ceola



*“Um pouco
de cerveja é
um prato para
um Rei”.*

Willian Shakespeare

A winter's tale



A degustação guiada permite a absorção do conteúdo transmitido sobre a cerveja de uma forma diferente, tendo contato com a bebida de uma maneira um pouco mais criteriosa. Todos nós tomamos cerveja de forma despreocupada, valorizando principalmente aquilo que nos agrada ou não.

A degustação guiada permite fazer uma avaliação com um pouco de método, numa análise sensorial.

Isso é assim na academia, por meio do treinamento de pessoas para fazerem esta análise sensorial. Montamos um painel sensorial de uma forma muito técnica. Tratamos esses provadores como experts que foram treinados, então eles têm capacidade para descrever a cerveja utilizando muitos termos, de uma forma muito precisa. Academicamente isso é interessante, mas para nós não se faz necessário o rigor científico nessa parte degustativa, deixando-a mais sentimental.

Quando queremos experimentar a cerveja e vivenciá-la de forma diferente, podemos utilizar um método para isso, fazendo uma sequência gustativa, onde vamos passo a passo procurando na cerveja aquilo que ela tem para mostrar. A gente toma cerveja por estilo, então cada um tem a sua preferência. O interessante é elencar alguns estilos e atentar para o que vamos encontrar de principal em cada.

Quando se faz uma avaliação ativa de uma cerveja, seguimos uma certa sequência. A primeira experiência que a gente tem é a visual. Observamos cor, espuma e se a cerveja tem turbidez ou não - isso é característica do estilo da cerveja, algumas são turvas, outras não.

Em seguida temos o aroma da cerveja que, como foi dito no Capítulo 1, são aqueles aromas que pegamos direto no nariz, os primeiros voláteis, quando temos o primeiro contato. Então é só colocar a cerveja próxima ao nariz que teremos algumas percepções. Elas podem ser derivadas do malte, do lúpulo ou da levedura. Cada uma tem uma característica bem distinta para esta etapa aromática da cerveja.

Quando falamos de gosto, falamos dos gostos básicos, doce, amargo e ácido. Todos já experimentaram cervejas que são mais amargas, outras que são mais adocicadas e outras que são mais ácidas. Nas percepções de boca trabalhamos com a viscosidade da cerveja, sua dificuldade de fluir na boca ou não, e também a carbonatação - se ela pinica demais ou pinica de menos em cima da língua.

Temos ainda o *aftertaste*, ou seja, depois que você toma, o que você percebe, o que persiste?

Essa é a sequência. Isso é ideal para quando quisermos experimentar uma cerveja em casa com um pouco mais de método, para compreender um pouco mais a complexidade que ela tem a oferecer. Porque muitas vezes compramos uma cerveja que é complexa e não conseguimos identificar o que está presente ou expressar em termos de vocabulário o que estamos sentindo. Tudo é treino, e para isso precisamos minimamente seguir um método para fazer tudo a contento.

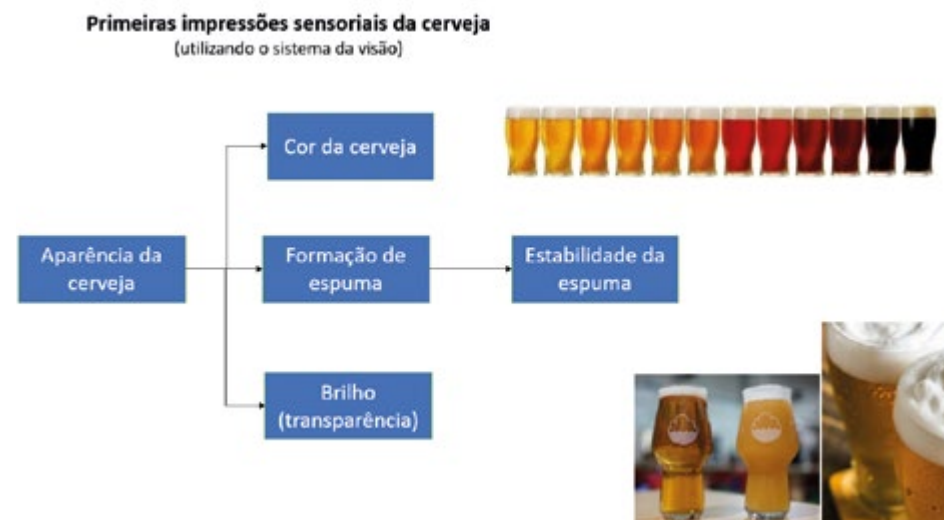


Figura 66: Primeiras impressões sensoriais da cerveja

Quando olhamos a aparência, a avaliação da cor é por comparação, observando uma paleta de cores para definir se a cor da cerveja é amarelo/palha, dourado etc. Cervejas mais claras são produzidas a partir de malte mais claro. As que tem essa coloração vão ter presentes os compostos derivados da reação de *Maillard*, de caramelização. Mais à frente na paleta de cores temos os maltes torrados, e é o visual que vai nos dar esse indicativo.

A definição da cor fazemos por comparação. Olhamos a cor da cerveja contra a luz e comparamos com a paleta de cores da figura 67.



Degustação na prática: Cor da cerveja.

Classificação SRM

Cor	Exemplo de Estilo	SRM
Água	-	0
Amarelo-palha	Lite American Lager, Berliner Weisse	2-3
Amarelo	German Pilsner	3-4
Dourado	Dortmunder Export	5-6
Âmbar	Harbock / Hefes-Beck	6-9
Cobre-claro	California Common Beer	10-14
Cobre	Düsseldorf Altbier, Roggenbier	14-17
Marrom-claro	Roggenbier	17-18
Marrom	Southern English Brown Ale	19-22
Marrom-escuro	Robust Porter, Catmeal Stout	22-30
Marrom muito-escuro	Sweet Stout	30-35
Preto	Foreign Extra Stout	35+
Preto opaco	Russian Imperial Stout	40+



Figura 67: Degustação na prática: Cor da cerveja

Com relação à espuma, temos cervejas que têm uma boa formação e retenção de espuma, outras nem tanto. Isso não é exatamente um problema, porque algumas cervejas pedem uma carbonatação menor e têm uma estrutura que permite uma formação menor de espuma. Mas a **espuma é importante porque ela acaba mantendo os voláteis presos dentro do copo** e permite que tenhamos contato com tais voláteis na maior parte do tempo. Sem espuma eles se perdem. Também com a visão podemos analisar o brilho, o quanto a cerveja é transparente. Algumas são bem clarinhas e outras bem turvas. É característica da cerveja. Porém, se o estilo da cerveja pede que ela seja clara e ela está turva, isso é um defeito, que não vai afetar em nada o sabor da cerveja, mas apenas o seu visual.

Degustação na prática: Espuma e brilho.



Formação

- Alta, média ou baixa formação de espuma;
- Observe o tamanho das bolhas

Persistente

- Alta, média ou baixa persistência de espuma;
- Alta persistência → A espuma que persiste pela sua metade num período de 1 min.

Brilho

- Transparente
- Alta, média ou baixa turbidez.
- Opaca



Figura 68: Degustação na prática: Espuma e brilho

IMPRESSÕES SENSORIAIS - OLFATO, PALADAR E TATO

Impressões sensoriais da cerveja (utilizando o olfato, paladar e tato)

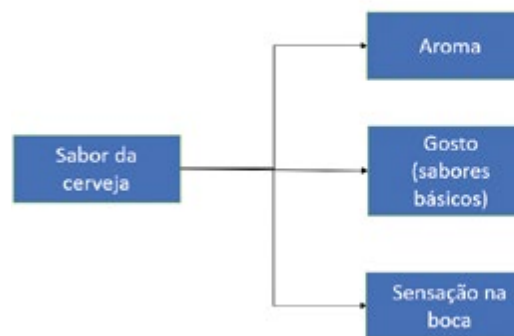
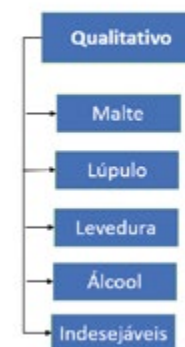


Figura 69: Impressões sensoriais

Anteriormente foi dito que o sabor é relacionado às percepções de aroma, gosto e sensação de boca. Esses três componentes nós analisamos em sequência. Começando pelos aromas, que nós captamos pelo nariz, mas também com o líquido dentro da boca. Pelo nariz sempre vem mais ar, que dilui um pouco os voláteis. A boca os concentra e a percepção tende a ser mais intensa.

AROMA

Degustação na prática: Aroma



Avançado: Determinar a intensidade de cada um dos componentes presentes.



Figura 70: Degustação na prática: Aroma



É preciso treinar um pouco para distinguir no aroma qual é a parte que vem do malte, do lúpulo ou da levedura. Temos alguns sinais bem característicos, como os das Reações de *Maillard*, de caramelização dos derivados do malte, por exemplo. E temos alguns componentes derivados do lúpulo, como citados nos Capítulos 1 e 2, que são característicos em relação ao aroma. Nas cervejas mais alcoólicas, obviamente o álcool vai estar presente, mas é muito difícil sentirmos o gosto realmente pronunciado de álcool. Ele aparece como um álcool mais perfumado, trazendo os aromas dos outros ingredientes. Há também os aromas indesejáveis, quando a cerveja tem um defeitinho que conseguimos perceber, mesmo que não possamos descrever. Isso é bem comum principalmente em cervejas de baixa fermentação, porque como o perfil de fermentação é muito neutro, não tem como esconder o defeito e ele fica muito aparente.

Degustação na prática: Aroma

Malte	Tipo	Aroma; em tipos mais escuros um provável amargor.
	Descrição	Maltado, grãos, pão, caramelo, toffe, noz, castanha, amêndoa, avelã, torrado, assado, café, chocolate, passas, ameixa, fruta seca.
	Fonte	Reações de Maillard e Caramelização na maltagem; Maillard na decocção; açúcar caramelizado como adjunto.
Lúpulo	Tipo	Aroma; amargor; sabor.
	Descrição	Lupulado, picante, herbáceo, floral (rosa, gerânio flor de laranja), mentol, lavanda, pinho, resinoso, cítrico (limão, folha de limão, grapefruit), groselha, chá, terroso, amadeirado, caramelo, maracujá, laranja, uva.
	Fonte	Óleos de lúpulos extraídos durante a fervura e dry-hopping.
Leveduras	Tipo	Aroma; sabor.
	Descrição	Frutado, condimentado, cravo, pera, abacaxi, morango, amêndoa, maçã, rosa, chiclete, picante, láctico, acético, ácido.
	Fonte	Subprodutos da atividade de fermentação.

Figura 71: Degustação na prática: Aroma

Existem algumas notas que são importantes de serem buscadas na hora de experimentar a cerveja, como o aroma derivado do malte - o dulçor do malte.

Na figura 71 temos as características da cerveja. Para o malte, por exemplo, podemos usar os termos universalmente usados como, por exemplo, “maltado”, que é um termo geral que usamos quando este componente sensorial aparece. Aí, conforme a cerveja vai escurecendo é possível correlacionar com o aroma do malte e os sabores deles, até chegar em um torrado, tostado, café ou chocolate para as cervejas escuras.

Do lúpulo, temos uma gama de possibilidades, desde os florais, resinosos, picantes, vai depender muito do tipo do lúpulo que foi usado para fazer determinada cerveja.

Aí temos a parte da levedura, que é muito fácil quando pegamos uma cerveja que conhecemos, como por exemplo, a *Weizenbier*, que terá todo o frutado derivado da levedura, que remete a banana, ou o fenólico que também vem da levedura, que é cravo. Em cervejas belgas, que são mais alcoólicas, essa característica da levedura também aparece, geralmente um condimentado, às vezes um frutado também pode estar presente.

GOSTO

As percepções de gosto são mais simples, porque ou elas são doces ou amargas ou ainda tendendo mais para o ácido. Temos ainda algumas cervejas salgadas, mas não são tão comuns. Então acabamos observando o dulçor, o amargor e algumas outras sensações de gostos secundários. O doce e o amargo são dois componentes que se complementam. O amargor é derivado dos iso-alfa-ácidos presentes no líquido e que interagem com a papila gustativa circunvalar da língua - mais no fundo da boca.

GOSTOS BÁSICOS.

Sentimos gostos nas nossas papilas gustativas presentes na língua, no céu da boca e na cavidade posterior da boca e nariz.



*É produzido pelo ácido glutâmico, um aminoácido comum em carnes, em alimentos fermentados e envelhecidos. O termo umami vem do japonês “umai” que significa delicioso.

Figura 72: Gostos básicos



É curioso saber que a nossa resposta, na presença de um gosto doce é diferente da de um gosto amargo. A percepção do gosto doce é muito mais rápida, sendo a primeira que temos, que vamos perceber. Na sequência, pelo nosso tempo de resposta, vem o amargor. Às vezes ele não aparece a princípio, mas depois vem crescendo na boca.

Com relação ao corpo da cerveja, geralmente podemos quantificá-lo. O corpo zero, corpo baixo, é como se fosse a água. A água não possui nenhuma resistência ao fluir pela boca, então ela tem um corpo muito baixo. Conforme vai aumentando a viscosidade, a fluidez começa a apresentar maior dificuldade. Claro que são mudanças muito sutis, que exigem treino para perceber. Então devemos deixar fluir a cerveja por dentro da boca e ver o quanto de resistência ela oferece para essa fluidez. O corpo da cerveja é um componente importante para descrever o líquido, sendo um dos componentes que descrevem uma característica de um estilo de cerveja. Temos ainda a carbonatação, cujo termo que usamos é formigamento mesmo. É o quanto ela vai pinicar em cima da língua. Quanto mais pinicar, mais carbonatada a cerveja está.

RETROGOSTO

Degustação na prática: Sensação na boca



Figura 73: Sensação na boca

Quando você tomar uma cerveja, preste atenção ao que volta quando você expira. Ao engolir, será preciso expirar o ar, mas o que

que volta ao expirar? É mais maltado? Mais lupulado? Ou vem da levedura?

É o que persiste. Se é uma cerveja mais alcoólica, o aquecimento do álcool vem na deglutição, mas também quando expiramos. E o que o álcool traz junto? Traz malte, traz característica de levedura ou característica do lúpulo?

Degustação na prática: Retrogosto (Aftertaste)

Também conhecido como sabor residual ou retrogosto. Trata-se do sabor que permanece no paladar após a ingestão da bebida.

O que persistiu:

- Malte (doçura, torrado)
- Levedura (frutado de éster ou fenólicos)
- Amargor
- Álcool (aquecimento)
- Secura na boca
- Final doce/final seco

Em qual intensidade:

- Alto;
- Médio-alto;
- Médio;
- Médio-baixo
- Baixo

Figura 74: Degustação na prática: Retrogosto (aftertaste)

Repetindo a imagem do Capítulo 1, aqui revemos o descritivo de uma cerveja, que tem a cor dourada, na comparação da paleta de cores, com espuma branca e boa formação, sendo persistente. Isso exige copos adequados. Um copo de plástico atrapalha a formação e manutenção de espuma, assim como um copo de vidro sujo ou com resto de detergente pode quebrar a tensão superficial do líquido e aí a espuma não se forma adequadamente. Sempre lembrando que a presença maior ou menor de espuma é característica de cada cerveja. No exemplo, os aromas de malte vão aparecer, assim como o dulçor, que é balanceado pelo amargor, que predomina um pouco mais. Temos notas cítricas e herbais de forma bem genérica, sendo que isso pode ser mais esmiuçado na descrição. Neste exemplo é feito um *dry hopping*, que significa colocar lúpulo na cerveja praticamente pronta, assim é possível notar compostos derivados de hidrocarbonetos, perceptíveis pelo nariz, na hora de pegar a cerveja, sendo a primeira coisa que aparece. O amargor é médio, sem aspereza, sem o *harsh* citado no Capítulo 2. Trata-se de um amargor que deve



ser muito agradável, sem ficar áspero na boca. A cerveja é bem carbonatada, de médio para médio alto e sem aspereza e com final seco e persistente no retrogosto e lá no fundo da boca.

Vale lembrar que **o ser humano consegue identificar mais de 10.000 tipos de aromas diferentes.** Ou seja, temos esse nível de percepção. Porém não temos vocabulário para expressar tudo isso, mas conseguimos fazer percepção de muitos tipos de aromas diferentes. Isso exige basicamente treino para que consigamos pegar as nuances. Assim, é possível entender um pouco melhor a complexidade do líquido que estamos tomando, porque de fato temos cervejas que são muito simples, como uma Pilsen, e outras que trazem uma complexidade muito alta, às vezes maior do que um vinho.

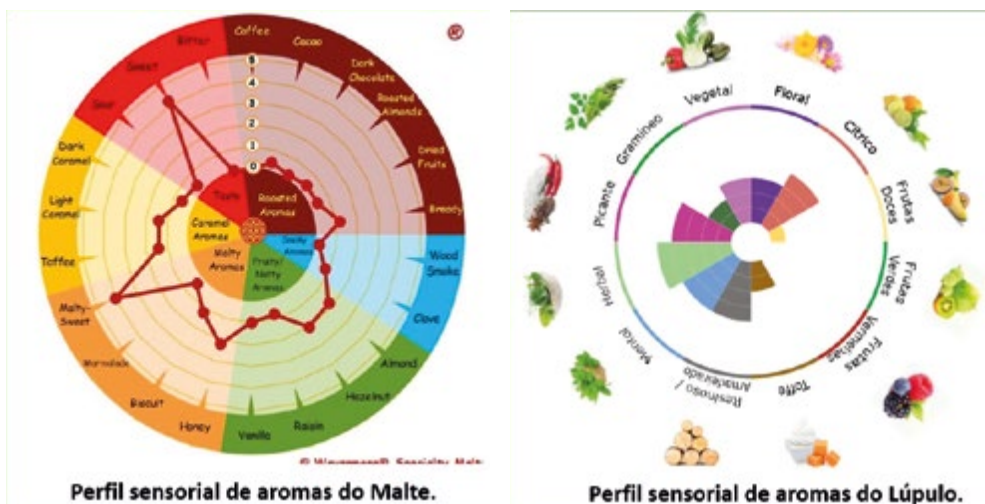


Figura 75: Degustação na prática: Aroma

Beber com um pouquinho de método proporciona uma experiência melhor daquilo que estamos provando.

E, claro, quando falamos em cerveja, falamos em uma bebida alcoólica. Por isso, a responsabilidade vem em primeiro lugar. Numa degustação profissional, em que são avaliadas 100, 150 amostras de cerveja, ninguém degusta um copo inteiro de cada uma. São micro goles que degustamos. Então, se você foi degustar várias cervejas em um dia, mesmo com amigos, procure fazer de forma responsável, até para conseguir identificar todas as particularidades explicitadas neste capítulo.



CERVEJARIAS APRESENTADAS PARA DEGUSTAÇÃO GUIADA

YELLOW BIRD:

1) P 51 (American Pale Ale)

ABV: 5,8% | IBU: 38

Sobre o estilo:

Surgida nos EUA nos anos 1980, a American Pale Ale é uma adaptação da Pale Ale britânica, com uso de lúpulos americanos (como Cascade) que conferem aromas cítricos e florais.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor dourada a âmbar claro, boa clareza e espuma branca persistente.
- **Aroma:** Notas cítricas e florais provenientes de lúpulos americanos, com leve fundo de caramelo e malte.
- **Sabor:** Amargor moderado com equilíbrio maltado. Final seco e refrescante.
- **Sensação na boca:** Corpo médio-leve, carbonatação média, sensação refrescante e limpa.

2) BLACKBURN (American Dark Lager)

ABV: 5% | IBU: 12

Sobre o estilo:

Dark Lagers combinam leve tostado e suavidade. Inspiradas em estilos escuros europeus, são acessíveis e equilibradas.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Marrom-avermelhada a marrom-escura, boa clareza e espuma bege clara.
- **Aroma:** Aromas suaves de malte tostado, pão escuro e leve caramelo.
- **Sabor:** Sabores maltados limpos, sem amargor proeminente, com final limpo.
- **Sensação na boca:** Corpo médio-leve, carbonatação moderada e textura suave.

3) RED SPIRIT (Irish Red Ale)

ABV: 5% | IBU: 25

Sobre o estilo:

A Irish Red Ale é uma Ale de perfil maltado, tradicional da Irlanda, com notas suaves de caramelo e leve tostado.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor cobre-avermelhada, límpida e com espuma clara persistente.
- **Aroma:** Aromas de malte tostado leve, caramelo e um toque de manteiga (diacetil leve).
- **Sabor:** Sabor maltado suave, com final seco e amargor moderado.
- **Sensação na boca:** Corpo médio-leve, carbonatação média, sensação suave.

COICE DA MULA

1) EL PATRON (Imperial Stout)

ABV: 8,2% | IBU: 79

Sobre o estilo:

Originária da Inglaterra para exportação à Rússia. Cerveja encorpada, intensa e alcoólica.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Preta opaca com espuma marrom densa.
- **Aroma:** Aromas de malte torrado, chocolate amargo, café, frutas escuras e álcool.
- **Sabor:** Sabor profundo, com malte intenso, dulçor inicial, amargor robusto e final.
- **Sensação na boca:** Corpo cheio, carbonatação média, sensação licorosa e aquecedora.



2) BRISA (Session Indian Pale)

ABV: 5% | IBU: 40

Sobre o estilo:

A English IPA tem origem nas cervejarias exportadoras para a Índia no século XIX. Possui amargor notável e perfil de lúpulo terroso e floral.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor dourada a âmbar clara, boa clareza e espuma duradoura.
- **Aroma:** Aromas florais, terrosos e herbais dos lúpulos ingleses com fundo de malte biscoito.
- **Sabor:** Amargor médio a alto equilibrado com dulçor maltado. Final seco.
- **Sensação na boca:** Corpo médio, carbonatação moderada, sensação refrescante com leve aquecimento alcoólico.

3) MONOTAÇO (Sour de Goiaba e Maracujá)

ABV: 4,3% | IBU: 3

Sobre o estilo:

Estilo brasileiro criado em Santa Catarina, inspirado nas Berliner Weisse, porém com adição de frutas tropicais. Essa versão contém goiaba e maracujá.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor turva e coloração de acordo com as frutas. Espuma de baixa formação.
- **Aroma:** Aromas intensamente frutados e ácidos, com destaque para as frutas adicionadas.
- **Sabor:** Acidez láctica e refrescante combinada com doçura e sabor de frutas.
- **Sensação na boca:** Corpo leve, alta carbonatação e final seco e frutado.

NUT BEER

1) DAS NUT (Pilsen Premium)

ABV: 4,3% | IBU: 10

Sobre o estilo:

Estilo global leve e refrescante, projetado para consumo em larga escala. Esta versão tem *dry hopping* para acentuar o aroma.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor palha e dourada, alta clareza e espuma branca de curta duração.
- **Aroma:** Aromas leves de malte com toques florais ou cítricos vindos do *dry hop*.
- **Sabor:** Sabor maltado suave com leve amargor e final limpo e seco.
- **Sensação na boca:** Corpo leve, carbonatação moderada-alta, final crocante.

2) SHITAKE WITBIER (Witbier)

ABV: 4,7% | IBU: 22

Sobre o estilo:

A Witbier é uma cerveja de trigo belga, tradicionalmente não filtrada.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor palha a dourada, com turbidez característica e espuma branca e cremosa.
- **Aroma:** Notas cítricas provenientes das cascas de laranja, especiarias como coentro.
- **Sabor:** Refrescante, com equilíbrio entre dulçor do malte de trigo e acidez cítrica.
- **Sensação na boca:** Corpo leve a médio, com carbonatação elevada, sensação efervescente.



3) PSYCHOSE (Belgian Stronge Ale)

ABV: 8% | IBU: 31

Sobre o estilo:

A Belgian Golden Stronge é uma cerveja belga, altamente carbonatada, seca e efervescente, com alto teor alcoólico e complexidade frutada e condimentada.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor dourada a dourado-claro, com ótima clareza e espuma branca cremosa.
- **Aroma:** Aromas frutados (maçã, pera) e fenólicos (pimenta, cravo), além de notas alcoólicas leves.
- **Sabor:** Sabor seco, levemente adocicado, com álcool evidente, frutas e especiarias equilibradas.
- **Sensação na boca:** Corpo leve a médio, com alta carbonatação e sensação efervescente.

IGNORUS

1) LA BELLE DE JOUR (Dry Hopped Lager)

ABV: 4,5% | IBU: 30

Sobre o estilo:

Cerveja clara e refrescante com adição de lúpulo extra (*dry hopping*).

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor palha a dourada, boa clareza, espuma branca de boa formação.
- **Aroma:** Notas florais e cítricas de *dry hopping* sobre base maltada sutil.
- **Sabor:** Sabor leve de malte com amargor moderado e final seco.
- **Sensação na boca:** Corpo leve, carbonatação média a alta, sensação crocante.

2) MUTUM CAVALO (American IPA)

ABV: 7% | IBU: 70

Sobre o estilo:

Cerveja americana clara com lúpulos intensos e perfil cítrico, floral e resinoso.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor dourada a âmbar claro, boa clareza, espuma branca persistente.
- **Aroma:** Aromas intensos de lúpulo - cítrico, tropical, floral ou resinoso.
- **Sabor:** Amargor pronunciado equilibrado por malte limpo. Final seco.
- **Sensação na boca:** corpo médio-leve a médio, carbonatação média a alta.

3) MARIA NAVALHA (Imperial Sour ALE)

**com pitaia, mirtilo, amora, marshmallow e doce de leite.*

ABV: 6,5% | IBU: NA

Sobre o estilo:

Versão potente de uma Sour ALE com frutas (pitaia, mirtilo, amora) e ingredientes doces como marshmallow e doce de leite. Estilo ousado e moderno.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Coloração intensa, púrpura ou avermelhada, aparência turva e espuma colorida.
- **Aroma:** Aromas frutados com notas lácticas e adocicadas vinda dos ingredientes especiais.
- **Sabor:** Sabor ácido equilibrado com doçura. Frutas e sobremesa criam complexidade única.
- **Sensação na boca:** Corpo médio- alto, carbonatação média e textura cremosa.



MANIACS

1) MANIACS IPA (India Pale Ale)

ABV: 4,7% | IBU: 30

Sobre o estilo:

A English IPA tem origem nas cervejas exportadas para a Índia no século XIX. Possui amargor notável e perfil de lúpulo terroso e floral.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor dourada a âmbar clara, boa clareza e espuma duradoura.
- **Aroma:** Aromas florais, terrosos e herbais dos lúpulos ingleses com fundo de malte biscoito.
- **Sabor:** Amargor médio a alto equilibrado com dulçor maltado. Final seco.
- **Sensação na boca:** Corpo médio, carbonatação moderada, sensação refrescante com leve aquecimento alcoólico.

2) 41 PILS (Bohemian Pilsner)

ABV: 5,2% | IBU: 41

Sobre o estilo:

Lager tcheca dourada, com equilíbrio entre malte rico e lúpulo nobre.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Dourada com excelente clareza, espuma branca cremosa.
- **Aroma:** Malte - pão e biscoito, lúpulo - floral e herbal.
- **Sabor:** Dulçor maltado equilibrado com amargor limpo, final arredondado.
- **Sensação na boca:** Corpo médio, carbonatação moderada, sensação refrescante.

3) MAD FRESH IPA (American IPA)

ABV: 6,5% | IBU: 70

Sobre o estilo:

Cerveja americana clara com lúpulos intensos e perfil cítrico, floral ou resinoso.

O que esperar deste estilo:

- **Aparência:** Cor dourada a âmbar claro, boa clareza, espuma branca persistente.
- **Aroma:** Aromas intensos de lúpulo - cítrico, tropical, floral ou resinoso.
- **Sabor:** Amargor pronunciado equilibrado por malte limpo. Final seco.
- **Sensação na boca:** Corpo médio-leve a médio, carbonatação média a alta.







CAPÍTULO 5

Harmonização de Cervejas com Comidas

Professora Eti Meira

- Mestre em Patrimônio Cultural e Sociedade pela UNIVILLE, com ênfase em história e cultura da Alimentação.
- Graduada em História pela UFPR, com ênfase em história da Alimentação.
- Curso de Bartender pelo SENAC/PR (2007).
- Sommelière de cachaças pelo Paladar Estadão/SP (2012).
- Sommelière de cervejas - Universidade Positivo/PR (2016).
- Juíza Internacional BJCP (Beer Judge Certification Program - Sidras, Hidroméis e Cervejas).
- Nível Certified ABS/São Paulo - Associação Brasileira de Sommeliers.
- Docente convidada no Centro Europeu, PUC/PR, Universidade Positivo/PR e outras instituições de gastronomia e Sommelaria.
- Sócia-Proprietária da Chill Espaços e Soluções.
- Atua na área comercial de bebidas há mais de 10 anos.

“Eu recomendo pão, carne, vegetais... e cerveja”.

Sófocles

Dramaturgo Grego



BJCP

Vamos falar um pouco sobre a integração entre cerveja e alimentação. Mas inicialmente explicaremos o que significa ser um juiz ou juíza do BJCP. Trata-se de uma organização internacional criada para ranquear e certificar os juízes de cerveja. Nos rótulos de cerveja, nos supermercados, muitas vezes vemos aquelas medalhinhas nas garrafas e latas. Estas premiações precisam vir de algum lugar e ter um reconhecimento. Então, são organizados concursos, tanto regionalmente, por país, como por uma certa temática. A BJCP consegue certificar e ranquear os juízes para que as avaliações sejam sempre benfeitas e estejam corretas. Vários participantes e palestrantes do Seminário que originou esta cartilha são juízes. É importante compreender a existência desta organização e sua importância na avaliação profissional das cervejas.

Nos capítulos anteriores foram colocadas muitas informações que acabamos usando como diretrizes para que saibamos fazer uma boa avaliação, sabendo no que prestar atenção em uma bebida para avaliá-la corretamente. Por isso, neste capítulo, reforçaremos alguns pontos básicos para avançarmos no assunto.

Primeiramente, o que é exatamente cerveja? O conceito básico é que a cerveja é uma bebida normalmente alcoólica - porque podemos ter cerveja sem álcool. Ela é fermentada e carbonatada, composta basicamente por água, malte, lúpulo e fermento. Isso basicamente, porque lá atrás tínhamos a tal da lei da pureza, que determinava que estes eram os quatro elementos fundamentais - e só poderiam ser eles. Aí a Bélgica entrou no meio do caminho e bagunçou tudo, colocando ingredientes diferentes. Mas é a partir dos quatro elementos básicos que já temos uma cerveja, mesmo com a possibilidade quase infinita de adição do que pudermos imaginar - frutas, ervas, fermentos diferentes etc. Cada vez mais vão sendo descobertas coisas a serem adicionadas, mais testes, mais invenções. Isso se torna interessante inclusive porque cada vez mais as combinações com comidas, com os alimentos, vão gerando combinações também infinitas de harmonização.

A composição da cerveja conta com 90% de água, que pode ser considerado o ingrediente principal. Já o malte fornece o amido para a bebida e pode ser produzido por meio de uma diversidade de grãos, sendo que hoje a cevada é o mais utilizado. **Malte, é importante salientar, não é um grão. Malte é um processo pelo qual algum grão passa.** Aí temos o lúpulo, que pode trazer amargor, sabor e

aroma à bebida. E por fim, temos o fermento, a levedura, que metaboliza o açúcar armazenado no malte, produzindo assim o álcool. De uma forma bem boba e leiga, a levedura nada mais faz do que comer o açúcar e fazer um xixi de álcool, liberando álcool e gás carbônico. Ou seja, neste processo que a levedura faz, temos como resultado o álcool e a carbonatação natural. Além disso, as cervejas podem receber adições inúmeros ingredientes, como especiarias, frutas, lactose etc.

DIFERENÇA ENTRE LAGERS E ALES

Todos já vimos nas prateleiras dos mercados diversas denominações para as cervejas, como Premium Lager ou Red Ale. Para sabermos qual é essa diferença básica, precisamos saber que Lager ou Ale tem a ver com o processo de fermentação. Falando de uma forma simplificada, **Ale é uma cerveja fermentada em temperaturas mais altas, enquanto a Lager precisa de temperaturas mais frias para fermentar.**

Lagers: São cervejas de baixa fermentação, ou seja, a levedura atua no fundo do tanque de fermentação sob baixas temperaturas. Então ela é baixa em dois sentidos - tanto a levedura normalmente acaba ficando na parte de baixo do tanque, como é baixa também no que se refere às temperaturas com que elas trabalham. Essas cervejas costumam ser leves e claras e o sabor geralmente é associado ao malte. Isso não é uma regra, por causa dos cervejeiros inovadores que estão aí e que conseguem fazer hoje Lagers super potentes e Ales super suaves, mas via de regra as Lagers serão cervejas mais frescas, mais sutis, mais suaves. Quando falamos de uma levedura trabalhando em baixa temperatura, literalmente não a estamos “estressando”. Proporcionamos a ela um ambiente bem confortável de trabalho. Então, os subprodutos que ela vai gerar normalmente não vão ser tão extremos, nem tão intensos.

Ales: São cervejas de alta fermentação. A levedura, nesses casos, atua no topo do tanque, em temperaturas mais altas em relação à produção das Lagers. A alta fermentação pode proporcionar a criação de cervejas com aromas de caráter mais frutado ou de especiarias. Normalmente, também alcançam, em relação a sabor e aroma, mais intensidade. A alta fermentação e as temperaturas mais altas desse tipo de cerveja acabam por fazer com que a levedura traga mais coisas no resultado final da cerveja.





Figura 76: Comparação de temperatura Lager e Ale

A figura 76 é bem ilustrativa. Normalmente as Lagers têm a temperatura de 7 a 13°, enquanto as Ales de 15 a 25°, com a faixa branca mostrando a região onde normalmente as leveduras vão acabar fazendo o seu trabalho dentro do tanque de fermentação. Claro que estes são os dois majoritários, mas temos alguns outros tipos interessantes, que listaremos a seguir.



Figura 77: Fermentação wild

Lambics: São as cervejas de fermentação espontânea, também chamadas de *wild*, de selvagem. O que significa é que o fermento não é adicionado à formulação, sendo que o processo de fermentação ocorre por meio das leveduras encontradas no ambiente. Isso resulta em uma cerveja mais ácida, que pode trazer a sensação de espumante, com caráter de aromas e sabores mais selvagens. Antigamente isso era feito de uma forma bem crua mesmo. Nas fazendas existia um tanque, uma tina aberta, e a fermentação acontecia com as leveduras que estavam ali no ambiente e acabavam fazendo aquele líquido do tonel fermentar. Por consequência, cada região acabava tendo a sua cerveja de fermentação selvagem específica, dependendo das leveduras que eram encontradas naqueles determinados ambientes. Uma cerveja que estava sendo fabricada numa fazenda na região X, por exemplo, com um pomar X, teria uma levedura também X naquela área, enquanto cervejas produzidas em outras regiões, que tivessem fazendas de animais, ou algo assim, gerariam outro tipo de ambiente de atmosfera e, por consequência, teriam leveduras diferentes e a cerveja acabava saindo diferente. Era assim no passado. Hoje, conseguimos fazer cervejas selvagens, cervejas *wilds*, em fábricas, com processo correto e legal, aprovado pelo MAPA, pela Anvisa, com leveduras inoculadas. Já conseguimos inocular e isolar algumas dessas leveduras selvagens e colocar propositadamente numa cerveja. Obviamente a forma de produção mudou por questões sanitárias, apesar de, em alguns países, ainda existir essa tradição. Porém, estas cervejas acabam sendo muito raras e, conseqüentemente, muito caras quando chegam no Brasil, já que a produção é feita em baixíssima escala. Em nosso país não existe a cerveja *wild* que utiliza a produção na forma antiga. Porém, conseguimos reproduzir este estilo hoje, de forma legalizada, com essas leveduras isoladas. Já temos vários laboratórios no Brasil especializados nesse tipo de trabalho com leveduras de cerveja. A imagem 77 representa um exemplo de fermentação *wild*, como era feita antigamente, com os tonéis cheios e fermentando com o que existe no ar, para depois ver o resultado.

Híbridas: São as cervejas que envolvem mais de um tipo de processo de fermentação em sua fabricação. Existem inúmeras possibilidades para a produção de uma cerveja híbrida, desde a mistura de leveduras diferentes até a variação na temperatura, na qual uma única levedura atuará. Uma cerveja híbrida pode começar num processo Lager e terminar num processo Ale, com a temperatura variando durante o processo, assim como podemos ir misturando os processos de formulação.



O QUE É HARMONIZAÇÃO?

Antes de mais nada, vamos começar com os princípios básicos da harmonização.

Harmonizar significa equilibrar forças. Quando pensamos em harmonização de cervejas e comidas, devemos nos guiar por esse princípio, o do equilíbrio. Mas o que isso significa e como fazer de forma adequada?

Quem gosta de uma boa experiência à mesa sabe que combinar comidas e bebidas trata-se de um cuidado especial. Ainda que o convidado não seja um especialista, ele vai perceber quando um prato não harmoniza com a bebida. Isso é muito importante. Neste capítulo vamos elencar algumas técnicas, algumas dicas para facilitar esses caminhos de harmonização, mas a princípio todo mundo tem uma noção básica. Se você comer uma coisa e beber outra e não combinar, você entende na hora. É importante dizer que a ideia do gostar ou do não gostar de alguma coisa todo mundo já tem e ela é muito pessoal. Cada um vai ter seu paladar, cada um vai ter a sua forma de experimentar. **Às vezes, uma harmonização pode funcionar muito bem para uma pessoa e não para outra.** Por isso, vamos apresentar algumas linhas, para que tenhamos uma noção geral do que geralmente funciona. É importante conhecer as características da cerveja e descobrir quais são os elementos com os quais ela combina. Assim, quando bem-feita, a harmonização proporciona uma sensação gustativa com mais riqueza de sabores.

Fazer essa combinação pode ser simples. Basta observar os sabores da comida e da bebida, suas consistências, a acidez, o amargor, a picância, o teor alcoólico, a carbonatação, entre outros. Então, como começar a pensar numa harmonização? Literalmente, pegando todos os elementos já apresentados nos capítulos anteriores, pensando neles junto com o alimento que vamos ingerir. Devemos pensar no amargor, no dulçor, na picância, na textura.

TIPOS DE HARMONIZAÇÃO

Semelhança: A harmonização por semelhança mais simples acontece quando casamos sabores, aromas e temperos presentes tanto na comida quanto na cerveja. Exemplo, chocolate com cervejas escuras feitas com maltes torrados. O problema da harmonização por semelhança é tomar cuidado para que não fique enjoativo. Ao pegar, por exemplo, uma Porter, que é uma cerveja que normalmente traz

essa característica do chocolate, e comer um chocolate, vai harmonizar? Sim, mas pode ser que fique enjoativo. Esse é o problema da harmonização de semelhança. Então, devemos ter cuidado para que a coisa não fique cansativa.

Contraste: A harmonização de contraste fica óbvia pelo nome. Contraste é quando cruzamos características opostas da comida com as da cerveja. Os elementos opostos evitam o excesso de uma determinada característica, deixando a comida balanceada. Como exemplo, podemos ter uma comida extremamente doce com uma cerveja extremamente amarga. Aqui também as possibilidades e os exemplos são infinitos, mas uma das harmonizações de contraste que podemos destacar são as Sours (as cervejas azedas) com doce. Lembrando que a harmonização é sempre pessoal. Então, para quem não é tão fã de doce bem doce, mas sim daqueles que tendam sempre mais para o azedinho, puxar um doce com uma cerveja Sour é sempre uma saída de contraste que funciona, cortando aquele dulçor e entrando com a acidez da cerveja, fazendo essa função do equilíbrio.

Equilíbrio ou Complemento: Na harmonização por complemento ou por equilíbrio, vários elementos de sabores e aromas, bem como outros, se combinam, por vezes intensificando sensações, por vezes amenizando. Esse é o tipo mais complexo de harmonização de cerveja e cria novas sensações a partir dessas combinações. Em suma, proporciona um nível elevado de experiência gastronômica. Exemplo: cervejas mais alcoólicas para amenizar certa gordura de um alimento. Por aí, você percebe que não estamos falando de sabor, necessariamente. Aqui falamos de uma harmonização que está se referindo à textura, de uma gordura sendo quebrada por uma cerveja mais alcoólica ou por uma cerveja mais carbonatada. Nestas harmonizações, além de pensar nos sabores, passamos a colocar outros elementos que vão ajudar a deixar essa combinação mais completa.

Dica Extra: Desconstrua experiências que você já conhece e que sabe que funcionam. Por exemplo, bolo de milho com café, risoto de pera com gorgonzola etc. Um exemplo clássico, que todo cervejeiro já ouviu em alguma palestra, é o bolo de milho com café. Isso porque sabemos que funciona, que é uma combinação consagrada, afinal todo mundo gosta de um bolinho de milho com aquele cafezinho de tarde. Então por que não pensar então em algum prato que leve o milho como base e combinar com uma cerveja que possua alguma característica de café? Como uma Stout harmonizando com um prato cujo tema principal seja um



creme de milho. Então, pegamos o que sabemos que funciona, que já faz parte do nosso dia a dia, desconstruímos e jogamos outras bebidas e outras comidas. Risoto de pera com gorgonzola é outro clássico. Então, podemos pegar um queijo gorgonzola, ou algo que tenha este queijo como base, e harmonizar com uma cerveja frutada, bem leve, que tem essa característica de pera, maçã, frutas brancas. A probabilidade desta combinação funcionar é grande. É tudo uma questão de teste, de tentativa e erro. Mas se você seguir esse caminho, de coisas que você já conhece, que já sabe que funcionam, provavelmente a chance de acerto é bem maior.

REAÇÕES QUÍMICAS

Ainda falando em harmonização, vamos abordar agora a química, que é o foco principal do Seminário.

As reações químicas também podem e vão influenciar na questão de harmonização. Além de outras questões, como carbonatação e textura, que vão acabar complementando e fazendo a experiência se tornar melhor ou pior.

Fermentação: Temos fermentação tanto nas cervejas quanto nos alimentos. Nas cervejas, as leveduras convertem os açúcares do malte em álcool e dióxido de carbono, resultando no sabor e aroma característicos da cerveja. Já nos alimentos, temos inúmeros exemplos de opções alimentícias que só existem por causa da fermentação. Então, podemos pensar em uma harmonização que leve isso em consideração. Se temos uma Weiss, onde o subproduto da fermentação vai gerar um aroma de banana, de cravo, com o sabor também puxando isso, podemos buscar um alimento que siga essa linha de sabor e de fermentação para combinar com essas características.

Reação de Maillard: Ocorre entre aminoácidos e açúcares, especialmente durante a torra do malte, resultando em compostos que contribuem para o sabor e o aroma de caramelo e torrado. Nos alimentos, efeito bem similar ocorre entre aminoácidos e açúcares, especialmente durante o cozimento, resultando em compostos que contribuem para o sabor e o aroma das comidas assadas, grelhadas ou cozidas. Ou seja, na prática, se pegamos uma cerveja que tem essa Reação de *Maillard*, nada mais é do que uma caramelização. E existem várias formas de conseguir caramelizar alguns produtos, sendo que a Reação de *Maillard* é uma delas, sendo bem comum encontrarmos em alimentos e cervejas. Na carne é aquele queimadi-

nho, o leve tostado que forma aquela crostinha. Isso é caramelização dos açúcares de alguns componentes que existem na carne vermelha. Então podemos harmonizar isso com uma cerveja que também traga essa sensação, essa caramelização. Pode ser uma Ale, que tem amargor, mas tem um leve toque de caramelo, como na carne. Então, pensamos nesse tipo de harmonização levando em consideração tal reação química.

Caramelização: Como vimos no tópico anterior, a Reação de *Maillard* é uma das formas de caramelização, mas existem outras, quando somente os açúcares, sem a presença de aminoácidos, são expostos ao calor. Assim como vimos anteriormente, podemos pensar em harmonizar esta característica entre a cerveja e os alimentos.

Reações Enzimáticas: Durante a mosturação, as enzimas do malte quebram os amidos em açúcares fermentáveis, que são então consumidos pelas leveduras durante a fermentação. Nos alimentos, assim como no caso da fermentação, são infinitos os exemplos de reações enzimáticas. Por isso podemos também levar em consideração mais esse tipo de reação química no momento da harmonização.

A lista de reações químicas é extensa, sendo que aqui foram apresentadas algumas que são mais comuns de percebermos. São inúmeros processos químicos envolvendo bebidas e alimentos, pois tudo, literalmente, que ingerimos envolve química em algum momento, interligando alimentos com as bebidas. Nada melhor do que usar esse universo, trazendo cada vez uma melhor experiência para as nossas harmonizações.

TÉCNICAS DE DEGUSTAÇÃO

Este assunto foi abordado no capítulo anterior, mas podemos reforçar alguns pontos bem específicos que devemos prestar atenção, porque são eles que fazem com que as características que queremos colocar em evidência numa harmonização apareçam.

Boas Cervejas: A definição de “cerveja boa” é um tanto complicada, variando de pessoa para pessoa. Aquelas cervejas mais comuns, que tomamos na praia, trincando de geladas, são ok para aquele momento, com sol de mais de 30°. Mas quando falamos em harmonização, normalmente buscamos cervejas um pouco mais elaboradas, com mais características a serem trazidas para o nosso universo de olfato e de paladar.



Taças e Copos Limpos: Isso é importantíssimo, pois não adianta termos uma cerveja boa, muito bem-feita, e o copo estar sujo. Isso influencia, pois o copo sujo vai matar a carbonatação, vai alterar gosto e aroma.

Tempo de Sobre: O ato de degustar precisa ser feito com calma, para que possamos analisar sabores e aromas. Em um almoço corrido, de 10 minutos, nem pense em harmonização. Ela exige momentos especiais, para que possamos prestar atenção a tudo. Isso leva um pouco de tempo.

Ambiente Arejado e Livre de Aromas Fortes: Obviamente o aroma presente no ambiente vai influenciar no sensorial, por isso quanto mais arejado e puro o lugar, melhor.

Bloco de Notas + Caneta ou Lápis: Isso se você quiser fazer de uma forma um pouco mais técnica, porque, ao anotar, você se força a procurar as características, obrigando o cérebro a prestar mais atenção em algumas coisas.

Boa Companhia: É essencial. Como dissemos, até na praia, com mais de 30°, se estivermos em boa companhia, uma cerveja litrão vai ser maravilhosa. Até porque, quando fazemos todo esse trabalho de harmonização, geralmente fazemos isso para servir para alguém. É uma forma de carinho.

VISUAL

O visual é a primeira característica que devemos atentar, até mesmo antes de servirmos, pois se tivermos uma cerveja com uma garrafa transparente, já estaremos olhando para ela. Esse é o primeiro passo. **Após servir, observe três itens: cor, brilho e espuma.** A cor da cerveja pode variar entre o amarelo-palha até o preto. Você pode se basear na cartela de cores do capítulo anterior. Na questão do brilho, a cerveja pode variar de límpida, levemente turva, até completamente turva. Você pode pegar o celular, ligar a lanterna e colocar o copo em cima. Aí é possível ver se ela é totalmente brilhante, se ela tem algum tipo de turbidez, ou se literalmente a luz não consegue passar, sendo então completamente turva. E entre as características, a espuma pode ser avaliada pela quantidade formada, cor, cremosidade, tamanho das bolhas, persistência etc.

Dica: não menospreze a espuma. Ela é um ótimo indicativo da qualidade da saúde da cerveja. Existem algumas que não formam tanta espuma e também são boas, mas é importante saber que a função da espuma é não deixar os componentes da cerveja evaporarem tão rapidamente.

AROMA

Gire a taça ou o copo para liberar os aromas da cerveja. Aproxime do seu nariz e dê uma boa inalada. Busque perceber a intensidade e a complexidade dos aromas. O que eles evocam? Frutas, madeiras, cereais, a lista é imensa. **Lembre-se que grande parte da sensação do sabor vem do olfato.** Então, quando estamos com uma cerveja no copo, que acabaram de servir, a primeira coisa é dar uma cheirada, porque alguns aromas volatilizam facilmente, então é possível perdê-los se deixamos o copo encostado na mesa. Siga inalando a cerveja, à medida que for tomando, porque os aromas vão mudar conforme a temperatura, conforme o tempo. E isso é uma coisa que devemos observar para harmonizar com algum alimento.

Dica: quanto maior o seu repertório de referências, mais fácil será identificar os aromas presentes nas cervejas. Procure prestar atenção aos aromas das frutas, ervas, flores, especiarias, madeiras etc. Especialmente se for algo que você não conhece ou não consome com frequência. Cardamomo, por exemplo, que é uma coisa que não é tão usado na culinária brasileira, mas algumas cervejas têm este aroma presente. E só poderemos reconhecê-lo se já tivermos cheirado o cardamomo propriamente dito. Então, tente prestar atenção nos aromas de pratos diferentes, criando a sua biblioteca de sabores, sempre prestando atenção nos elementos, tentando analisá-los separadamente para conseguir depois encontrá-los mais facilmente.

PALADAR

Terceiro passo - preencha a sua boca com a cerveja e deixe-a passear um pouco por ela. Tente identificar os gostos básicos - amargo, azedo, doce, salgado, umami. Perceba a carbonatação e o peso da cerveja na língua - o corpo. Agora engula a cerveja. Quais gostos sobram na boca? Esses gostos finais compõem o que chamamos retrogosto. Uma técnica fácil para estimular as percepções é colocar cerveja na boca e dar uma "chicoteadinha" com a língua para cima. Você vai conseguir fazer a cerveja permear toda a sua boca e ativar todos os sensoriais, pontos da boca que nem sempre acabamos acessando. Ao sentir tudo, engula e continue percebendo como é que a cerveja se comportou na sua garganta, se aquilo ficou muito tempo ainda na sua boca ou não.



FINAL

Aqui vale a sua percepção da cerveja como um todo. É uma cerveja refrescante? Os seus sabores são equilibrados? Como é a intensidade dos gostos e a sua complexidade? Essas e outras perguntas ajudam a entender e avaliar melhor a cerveja. Vale ainda pensar com o que a cerveja pode harmonizar. E a principal dica é saber se você gostou da cerveja. Pode ser um pouco difícil responder a todas essas perguntas no começo. Fazer a degustação com alguém mais experiente pode ajudar muito.

Para perceber melhor as características por estilo, vamos colocar aqui alguns exemplos mais clássicos e mais comuns de cerveja que encontramos no mercado.

PILSEN

As pilsens são aquelas cervejas mais suaves, com alto *drinkability*, que é um termo que usamos para quando a cerveja é fácil de tomar.



Estilos Derivados: German Pils, American Lager, Märzen, Kölsch, Helles, Czech Lager etc.

Aparência: Normalmente variando de douradas pálidas a âmbar claras, espuma branca, carbonatadas.

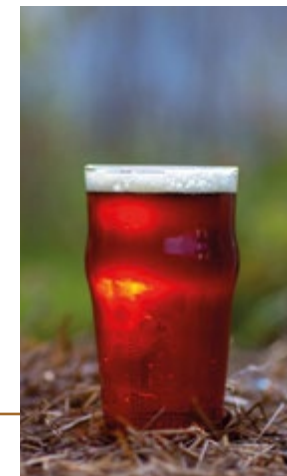
Aroma: Cama de maltes lembrando grãos, panificação, mel. Lúpulos podem trazer caráter herbal, floral, sutil, refrescante.

Sabor: Acompanha o aroma. Cervejas normalmente leves, com baixo amargor, leve dulçor, alto *drinkability*.

Sensação de Boca: Cervejas de corpo baixo, refrescantes, final seco, com levíssimo dulçor e amargor simultâneos.

RED ALE

As Red Ales ainda são refrescantes e não tão intensas, ficando em um meio termo de intensidade, sendo muito boas para harmonização, principalmente para quem está começando. São cervejas que já entregam bastante coisa, mas ainda assim não são tão potentes.



Estilos Derivados: Irish Red Ale, Am. Red Ale, Flanders Red Ale, Red IPA etc.

Aparência: Cor âmbar a avermelhada, geralmente límpidas, com média formação e retenção de espuma.

Aroma: Cama de maltes trazem grãos, biscoito, leve caramelo, toffee. Lúpulos podem trazer caráter floral e herbal, sutis.

Sabor: Acompanha o aroma. Cervejas com médio dulçor e amargor, simultâneos. Final equilibrado.

Sensação de Boca: Cervejas de corpo médio, carbonatação média, levemente encorpadas.



IPA

Recentemente, a IPA tem sido a preferida dos brasileiros, com vários estilos e características, mas no geral seriam cervejas mais lupuladas, que vão trazer mais amargor e mais intensidade de aromas frutados, ou algo resinoso, ou herbal, dependendo do estilo e da região de origem. Tornou-se fácil encontrar e provar estes estilos, pois **praticamente toda cervejaria no Brasil produz pelo menos uma IPA.**

O copo da imagem é o oficial de uma IPA hoje, de uma marca alemã chamada Spiegelau, que desenhou e patenteou o copo, com as pequenas curvinhas presentes para que, cada vez que você dá um gole, a cerveja passe pelas ondinhas e libere mais aroma. É um copo caríssimo, mas para um bom bebedor de IPA, vale a pena o investimento.



Estilos Derivados: American IPA, English IPA, Black IPA, Belgian IPA, Red IPA etc.

Aparência: Varia conforme o estilo, de dourada a escura. Formação e retenção de espuma geralmente médias, cremosas.

Aroma: O lúpulo deve predominar nessas cervejas, podendo trazer diversos sabores - herbáceos, caramelados, frutados, florais etc.

Sabor: Os sabores acompanham o aroma, podendo ser diversos. Amargor deve ser sobressalente ao dulçor.

Sensação de Boca: Cervejas de corpo médio, carbonatação média, levemente encorpadas, com final normalmente seco e de médio a alto amargor. Podem ser um pouco adstringentes.

STOUT

Este tópico fala não apenas das Stouts, mas das cervejas escuras em geral, que costumam trazer um pouco de aroma de caramelo ou café. Algumas são mais secas, outras são mais doces, mas no geral são sempre muito intensas e carregadas de sabor. O copo da imagem também é da Spiegelau, sendo o copo oficial das Stouts.



Estilos Derivados: American Stout, Irish Stout, Oatmeal Stout, Sweet Stout, etc.

Aparência: De marrom escuro a preta, de baixa a alta opacidade. Normalmente alta formação e retenção de espuma, cremosas.

Aroma: Normalmente os maltes tostados definem os aromas desses estilos, trazendo notas de chocolate, café, caramelo.

Sabores: Acompanham o aroma, podem ser diversos conforme a escolha e nível de torra dos maltes. Podem trazer notas de chocolate, café, caramelo etc.

Sensação de Boca: Cervejas de corpo médio a alto, podem ser densas. Dependendo do estilo, podem ter final doce ou seco.



SOUR

Para finalizar aqui, destacando que não são apenas estes os estilos de cerveja, temos as Sours, que também estão em voga no Brasil. São cervejas no geral ácidas, como aquelas *wilds* (selvagens), que vão trazer ali uma característica mais rústica, chegando até cervejas superdelicadas, que parecem um espumante. **Hoje temos um estilo brasileiro homologado pelo BJCP, que é a Catharina Sour, nada mais do que uma Sour feita com fruta fresca.** Esse estilo nasceu em Santa Catarina, quando começaram a usar as frutas da região e da estação e percebeu-se que as características dessas cervejas eram mais frescas do que algumas outras Sours que usavam frutas pelo mundo. Assim, a característica da brasileira é maior acidez e frescor. São cervejas normalmente fáceis de harmonizar, no sentido de que dão uma ampla gama de possibilidades de harmonização.



Estilos Derivados: Berliner Sour, Gose, Catharina Sour etc.

Aparência: Podem ter uma gama alta de variedade de cores, dependendo dos adjuntos adicionados. Normalmente alta formação e baixa retenção de espuma, cremosas.

Aroma: Normalmente os aromas ácidos predominam, podendo lembrar desde iogurtes até vinagres. No caso das sours com frutas e outros ingredientes, o aroma pode variar dependendo do adjunto escolhido na receita.

Sabores: Acompanham o aroma, podem ser diversos conforme a receita.

Sensação de Boca: Cervejas de corpo leve a médio, mas podem se tornar densas dependendo dos ingredientes extras. Dependendo do estilo, podem ter final doce ou seco, porém sempre acompanhados de acidez.

QUE CERVEJA COMBINA COM QUE ALIMENTO?

Na figura 78 você tem um exemplo do que buscar na hora de harmonizar. Na esquerda temos o tipo de cerveja e, na direita, os alimentos possíveis de se combinar. Hoje temos várias cervejas que, na parte de trás do rótulo, já trazem a indicação de harmonização.

TIPO DE CERVEJA	COMBINA COM
Pale Lager Altamente gasificada, com sabor suave e refrescante	Frango, frutos do mar, queijos e aromas de limão.
Blonde Ale Leve sabor de malte com baixo a médio amargor do lúpulo	Doces, quentes ou apimentadas.
Hefeweizen A aparência é turva e tem o sabor proeminente da levedura	Sabores ácidos e picantes, como mostarda, picles e raiz forte.
Pale Ale Robusto aroma de lúpulo e média amargura	Picantes, defumados ou aromáticos.
IPA Um perfil de lúpulo amargo do início ao fim	Salgados, apimentados, frituras e hambúrgueres.
Amber Ale Malte com amargor de lúpulo equilibrado	Hambúrgueres, asas de frango apimentadas, frituras, pizzas e filés de carne vermelha.
Irish Red Ale Malte acentuado com toques de caramelo	Alimentos picantes e defumados, BBQ, frango e carne de bovina.
Brown Ale Malte escuro com sabores de caramelo e toffees	Queijo, hambúrgueres, frutos do mar e carne de porco.
Porter Notas de chocolate com leve torrado no final	Porco, salmão, comidas grelhadas, salchichas, carne vermelha, bacon, peixe grelhado.
Stout Sabor fortemente torrado. Toques de café	Assados e defumados, comidas salgadas, sabores fortes refogados e chocolate.

Figura 78: Harmonização de cervejas



APRESENTAÇÃO CERVEJARIAS

*“A cerveja é um
luxo acessível,
que nos permite
relaxar e abrir
algumas
garrafas. Nunca
se esqueça de se
divertir.
PROUST!!!”*

Garret Oliver

*Renomado mestre-cervejeiro
estadunidense*





Yellow Bird

A cervejaria foi idealizada em 2017, com início das operações em 2020. A Yellow Bird foca muito em qualidade, tecnologia e mais um diferencial que está presente no DNA da empresa: a inovação. Conta com uma adega de 12.000 litros, possuindo ainda uma capacidade de expansão bastante grande. A sede da empresa está localizada em Pinhais-PR e possui basicamente três canais de venda: bares, revendedores e diretamente no bar da fábrica, que abre todas as sextas a partir das 17 e aos sábados a partir das 13 horas. Para o consumidor final a empresa ainda conta com sistema de delivery. No Seminário os participantes puderam provar três estilos de cerveja: a Blackbird - uma American Dark Lager, medalha de ouro no Campeonato Brasileiro Cerveja em 2025; a P51 - uma American Pale Ale e uma Irish Red Ale.



Nut Bier

Cervejaria de São José dos Pinhais-PR, localizada no Caminho do Vinho, que inclui, além de três cervejarias, muitas vinícolas, restaurantes, cafés coloniais e pesque-e-pagues. A Nut Bier começou numa propriedade familiar voltada para a produção de cogumelos, mas a ideia de iniciar a empresa dentro da propriedade surgiu há 7 anos. Uma das características da empresa é contar com um restaurante no local onde o elemento principal são os cogumelos, presentes em vários pratos e que harmonizam com vários tipos de cerveja. A Nut Bier tem também uma exclusividade entre seus produtos que é a cerveja de Shitake. Em 2024, foi montado outro restaurante, desta vez na Avenida Hugo Simas, no bairro Bom Retiro, em Curitiba. O local conta com mais pratos do que no restaurante localizado na sede da empresa, inclusive rodízio de petiscos, T-Bone grelhado e música ao vivo. Para a degustação no Seminário, a Nut Bier trouxe uma Pilsen, que é o carro chefe da cervejaria, sendo a cerveja mais vendida e estando disponível para delivery e nos bares da região. Outra cerveja disponível foi a

Shitake Witbier, em estilo belga, incluindo semente de coentro, raspa de laranja, limão siciliano e o cogumelo shitake, sendo a cerveja mais famosa da empresa. A terceira cerveja da empresa presente no evento foi a premiadíssima Psicose, com três medalhas de ouro nesse ano, em premiações no estado de Santa Catarina, sendo também um dos carros-chefe da empresa.



Coice da Mula

As atividades tiveram início em 2012, como na maioria das pequenas cervejarias, fazendo cerveja na panela. Em 2019 foi inaugurada a fábrica em Pinhais-PR, sendo uma das sete cervejarias que pertencem à rota da cerveja de Pinhais, que passou a contar, em 2025, com um ônibus de turismo que pode ser agendado na prefeitura da cidade para conhecer as cervejarias, com uma visita guiada. A Coice da Mula conta com capacidade atual para 6.000 litros, nascendo com o foco em ser uma cervejaria pequena, contando com Brew Pub - bar da fábrica anexo à cervejaria, abrindo de quinta a sábado. Em fevereiro de 2025 foi aberta outra unidade - um bar e hamburgueria no bairro Bigorriho, em Curitiba, que abre de terça a domingo, contando com hambúrgueres artesanais, defumados, e um TAP com 10 torneiras trazendo diferentes estilos de cerveja para serem degustados. Foram trazidas três cervejas para o Seminário: a Brisa, recém-lançada em um festival de reggae, que é uma Session Indian Pale Lager mais leve, com 5%; a Monotaço, uma Sour de goiaba com amoras e maracujá; e a Patron, Imperial Stout com 8,2% de álcool, maturada em barril de bálamo, que é uma madeira brasileira, dando uma pegada mais característica da região.



Maniacs

A cervejaria nasceu em 2016, no coração de Curitiba, no bairro Cabral, onde conta com o bar da fábrica, com mais de 20 tonéis de chope. A empresa tem sempre estilos rotativos e cervejas sazonais para o inverno e



para o verão. A Maniacs valoriza muito a cerveja como um elemento da gastronomia, um elemento culinário, sempre realizando eventos com chefes, trabalhando com restaurantes de alta gastronomia, procurando sempre enfatizar a harmonização. Foram trazidas três cervejas para o Seminário. A Session IPA, que é o carro-chefe da empresa, e que pode ser bebida em maior quantidade, por não ser uma IPA extremamente amarga e que pode ser levada em festas e churrascos, por ser uma cerveja artesanal, mas não tão diferente das industrializadas. A segunda cerveja trazida foi a 41 Pils, uma cerveja em homenagem a Curitiba e que por isso leva no nome o DDD da região. Ela é inspirada nas Bohemian Pilsner tradicionais da República Checa, trazendo um pouco mais de amargor do que as Pilsens tradicionais, o caramelo característico e bastante gosto de casca de pão. Por fim, a Mad Fresh IPA, que é uma American IPA mais tradicional, mais amarga e mais alcoólica. Ela é feita com o lúpulo nacional Brazilian Comet, então é uma *single hop*, e foi premiada em um concurso em 2024 com a medalha de prata como melhor cerveja com lúpulo brasileiro.



Ignorus

A Ignorus se localiza em Colombo-PR, próxima ao Santa Mônica Clube de Campo. Ela possui uma pegada latina e americana nas suas cervejas. Produz cervejas muito lupuladas que seguem a escola americana. No evento, foram apresentadas cervejas que trazem esta característica e são bastante aromáticas: a La Belle de Jour, que usa o lúpulo nacional Brazilian Comet e traz um tom cítrico mais leve, com toque floral e herbal; e a Mutum Cavallo, que é uma American IPA - já um clássico de Curitiba, e que é muito cítrica. A terceira cerveja é uma Sour Ale genuinamente brasileira do estilo Catharina Sour, - único estilo brasileiro reconhecido mundialmente hoje. É uma cerveja mais delicada, trazendo um azedinho, a presença de frutas e, nela especificamente, marshmallow e doce de leite - um toque que remete a sobremesas.



EMPRESAS EXPOSITORAS

Maltaria Gourmet Malz



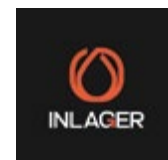
A maltaria se encontra a 80 km de Curitiba, na cidade de Palmeira-PR. Conta com 10 anos de existência e possui uma capacidade produtiva de malte que hoje chega em torno de 40 a 45 toneladas por mês. Considerando que um quilo de malte permite a produção, em média, de 10 litros de cerveja, a maltaria contribui para a produção de 400.000 litros de cerveja por mês. A maltaria produz todos os maltes base - Munique 1, Munique 2, Pale Ale, Vienna e Pilsen e alguns maltes caramelos - Cara 10 (Carapils), Cara 30, Cara 50 e Cara 80. A matéria-prima é a mesma - cevada cevejeira, com “grãos vivos”, ou seja, com capacidade de germinação. Nos maltes base, o tempo de germinação e maceração é praticamente igual. O que vai diferenciar é a temperatura de secagem. Temperatura mais alta gera um malte mais escuro, temperatura mais baixa gera um malte mais claro. Os maltes caramelo tem uma torrefação lenta e gradual, gerando menos álcool, com função de dar cor à cerveja.



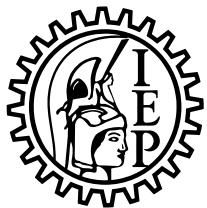
Techlúpulo

Empresa pioneira que trabalha há 16 anos com o cultivo de lúpulo. A Techlúpulo iniciou os seus trabalhos quando parecia ser impossível produzir lúpulo no Brasil, trabalhando principalmente com pesquisa e assistência técnica. Hoje, a empresa realiza pesquisas, produção e acompanhamento de fazendas por todo o Brasil, do Rio Grande do Sul até Goiás e Bahia, sendo que o foco principal está na região de São Paulo e Minas, que atualmente possui a maior quantidade de produtores.

Inlager



A Inlager trabalha com equipamentos voltados para o envase de bebidas e, em alguns casos, também produtos químicos. O principal objetivo é ajudar os produtores no que pode ser considerado um gargalo e um problema na produção: o envase. Todos os produtos são fabricados e pensados em Curitiba.



INSTITUTO DE ENGENHARIA DO PARANÁ

DIRETORIA

Presidente:

Eng^o. Eletricista Nelson Luiz Gomez

Vice-Presidente:

Eng^o. Civil João Augusto Barão Michelotto

Diretora Administrativa:

Arq^a. Ana Carmen de Oliveira

Diretor Financeiro:

Eng^o. Mecânico João Groque Junior

Diretor Técnico:

Eng^o. Civil Luís Henrique Felipe Olavo

Diretora de Apoio Sociocultural:

Eng^a. Civil Maria Elisabete Yang

CONSELHO FISCAL

Eng^o. Douglas Moeller Diener

Eng^o. João de Souza Junior

Eng^o. Ricardo Vidinich

Eng^a. Suely Terezinha Vivan Taniguchi

SUPLENTES:

Eng^o. Edson Pedro Ferlin

Eng^o. Giancarlo Petterle Fedalto

Eng^o. Kelso Krieger Gomes

Eng^o. Raul Clei Siqueira

CONSELHO DELIBERATIVO

Eng^o. Alan Beletti

Arq^a. Elise do Carmo Bonierski Bonato

Eng^o. Hirotoshi Taminato

Eng^o. Irineu Gomes de Amorim Junior

Eng^o. Julio Cesar Vercesi Russi

Eng^o. Leonel Villanova Neto

Eng^o. Luis Alberto Lopez Miguez

Eng^o. Marcos Alberto Schlichting

Eng^o. Maristela Parigot Marques

Eng^o. Niromar Alves de Rezende

Eng^o. Paulinho Dalmaz

Eng^o. Paulo Roberto Santos Nascimento

Eng^o. Rafael Êrico Kalluf Pussoli

Eng^o. Ricardo Fedalto

Eng^o. Rui Medeiros

Eng^o. Rui Rótolo de Moraes

SUPLENTES:

Eng^o. Celso Romero Kloss

Eng^o. Fernando Jansen Catanho

MEMBROS DO COLÉGIO DE PRESIDENTES

Eng^o. Cassio José Ribas Macedo

Eng^o. Gilberto Piva

Eng^o. Horácio Hilgenberg Guimarães

Eng^o. Jaime Sunye Neto

Eng^o. José Carlos Dias Lopes da Conceição

Eng^o. José Rodolfo de Lacerda

Eng^o. Nelson Luiz Gomez

Eng^o. Ney Fernando Perracini de Azevedo

Eng^o. Véspero Mendes





CÂMARAS TÉCNICAS IEP

Banco de Ideias

Coordenador: Fernando Jansen Catanho
Vice-coordenador: José Geraldo Maderna Leite

Câmara Técnica de Agronegócios

Coordenador: Eugênio Libreloto Stefanelo
Vice-Coordenadora: Jacqueline Mara K. Teixeira

Câmara Técnica de Arquitetura e Urbanismo

Coordenadora: Elise do Carmo Bonierski Bonato
Vice-coordenadora: Ana Carmem de Oliveira

Câmara Técnica de Avaliações e Perícias

Coordenadora: Danielle Villanova Cecato Cavazzani
Vice-coordenador: José Ernesto Mion Guariza

Câmara Técnica de Cartografia, Geociências e Geotecnologias

Coordenador: Luis Alberto Lopez Miguez
Vice-coordenadora: Luana Sloboda

Câmara Técnica da Construção Civil

Coordenador: Euclésio Manoel Finatti
Vice-coordenador: Leonel Villanova

Câmara Técnica de Telecomunicações e Conectividade

Coordenador: Joacir José Bonatto
Vice-coordenador: Kelso Krieger Gomes

Câmara Técnica da Tecnologia da Informação e Ciência de Dados

Coordenador: Luiz Cláudio Bettega de Pauli
Vice-coordenador: Sergio Scheer

Câmara Técnica de Energia

Coordenador: Ricardo Vidinich
Vice-coordenador: Celso Fabrício de Mello

Câmara Técnica de ESG (Environmental, Social and Governance)

Coordenadora: Maristela Parigot
Vice-coordenadora: Lis Camila Flizikowski

Câmara Técnica de Estruturas e Patologias das Construções

Coordenador: José Rodolfo de Lacerda
Vice-coordenador: Semi José Andraus

Câmara Técnica de Infraestrutura e Logística

Coordenador: Paulo Sergio Peterlini
Vice-coordenador: Cesar Alcides Ferreira de Menezes

Câmara Técnica de Licitações e Contratações Públicas

Coordenador: João de Souza Junior

Câmara Técnica de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento

Coordenadora: Gina Guerra de Andrade
Vice- Coordenadora: Ana Marise Auer

Câmara Técnica de Processos e Tecnologia Mecânica

Coordenador: Douglas Moeller Diener
Vice-coordenadora: Ingrid Froba

Câmara Técnica de Processos e Tecnologia Química

Coordenador: Carlos Itsuo Yamamoto
Vice-coordenador: Ricardo Henrique Kozak

Câmara Técnica de Engenharia de Segurança do Trabalho

Coordenador: Irineu Gomes de Amorim Junior
Vice-coordenador: Marco Aurélio Debus Nadal

Câmara Técnica Universitária

Coordenador: Miguel Donizete
Vice-coordenador: João Adonias da Silva Carneiro

Comissão Ensino Superior

Coordenador: Luiz Capraro
Vice-coordenador: Ricardo José Bertin



CONTATOS

IEP - Instituto de Engenharia do Paraná

Rua Emiliano Pernetá, 174 - Centro - Curitiba/PR
(41) 3068-9850 | secretariageral@iep.org.br | Instagram: @ieppr
Facebook: /ieppr | YouTube: @iep-instituto-de-engenharia
Linkedin: /ieppr

AEQP - Associação dos Engenheiros Químicos do Paraná

Rua Mal. Deodoro, 503 (11º andar - Sala 1.105) Centro
Curitiba/PR | (41) 3246-4835

MÚTUA - Caixa de Assistência dos Profissionais do CREA/PR

pr@mutua.com.br | Instagram: @mutuaparana | (41) 3253-5446

WBR - Arte, Cultura & Economia Criativa

hugoweber2024@gmail.com | (41) 99186-3322

Prof. Dr. Alfredo Muxel

alfredo.muxel@ufsc.br | Instagram: @alfredoamuxel

Prof. Duan Ceola

Rua Delvino Pierezan, 65 - Apto. 501 - Frei Bruno - Xaxim/SC
(47) 98473-6089 | duanceola@live.com

Dr. Felipe Francisco

(41) 99877-5222 | contato@techlupulo.com.br

Eti Meira

meira.eti@gmail.com | Instagram: @etiennemeira / @chillcwb
(41) 99997-2321

Yellow Bird

Rua Jeronimo Busato Filho, 168 - Pinhais/PR
(41) 99155-2091 | (41) 99903-1118 | contato@cervejariayb.com.br

Nut Beer

Rua José Scrobote Sobrinho, 1.050 - São José dos Pinhais/PR
(41) 99117-4306 | mirianyamashita@yahoo.com.br



Coice da Mula

Av. Maringá, 976 - Pinhais/PR
(41) 8492-9219 | hdjr@gmail.com

Maniacs

Av. Munhoz da Rocha, 1.049 - Curitiba/PR
(41) 3084-9730 | contato@maniacs.com.br

Ignorus

Rua Giovanni de Abreu Bianchini, 670 - Mauá - Colombo/PR
(41) 3562-1497 | (41) 99887-1428 | ignorusbier@gmail.com

Maltaria Malz

Rua Francisco Sinke Ferreira, 1.223 - Vila Rosa - Palmeira/PR
maltaria@gourmetmalz.com.br | Lorna: (42) 99976-5670
Dartagnan (42)999798927 | Instagram: @gourmetmalz

Tech Lúpulo

(41) 99877-5222 | contato@techlupulo.com.br

Inlager

Rua João Bettega, 4.215 - Bloco B (Box A15) Curitiba/PR
(41) 98458-9996 | (41) 99697-9161
contato@inlager.com.br | marco.dalazuana@inlager.com.br





*Imagens do acervo do IEP

CRÉDITOS

Agradecimentos ao Presidente do IEP, Nelson Luiz Gomez e sua Diretoria; Maria Elisabete Yang, Diretora de Apoio Sociocultural, por seu entusiasmo e carisma; Carlos Itsuo Yamamoto, Coordenador da Câmara Técnica de Processos e Tecnologia Química; Luís Henrique Felipe Olavo, Diretor Técnico.

Ana Carolina Malczewski - Gerente de Comunicação e Eventos;
Gyovanna Prado - Assistente de Comunicação e Eventos;
Mariana Fernandes da Secretaria da Presidência.

Alan Fernandes dos Santos - Assistente de Eventos/Fotos;
Cainã e Carlos da TI pela excelente retaguarda técnica; às senhoras: Terezinha Balbino da Silva, Lucia da Silva Cabral, Susana da Silva, da retaguarda operacional; Damião dos Santos, Marco Antônio Camargo e Genildo Pereira da portaria por todo o empenho e dedicação.

Aos caríssimos colegas do Banco de Ideias do IEP.

Aos ilustres palestrantes Prof. Dr. Alfredo Muxel, Prof. Duan Ceola, Dr. Felipe Francisco e Eti Meira.

Às cervejarias participantes: Yellow Bird, Nut Beer, Coice da Mula, Maniacs, Ignorus, por apresentarem graciosamente seus produtos para as degustações.

À Maltaria Gourmet Malz, Techlúpulo e Inlager.

Ao músico Jacinto Montaña por sua apresentação.

Agradecimentos também à Cervejaria Heineken - em Ponta Grossa pela visita técnica em seu parque fabril.

Agradecimentos especiais aos participantes do Seminário, presenciais e on-line.

Hugo Weber Jr. - Idealizador e Produtor do Seminário: "A Química da Cerveja" I e II e Organizador das Cartilhas I e II.

Layout, Diagramação e Revisão: VX3 Comunicação



CARTILHA DO 2º SEMINÁRIO

A QUÍMICA DA CERVEJA

“O Saber e o Sabor”

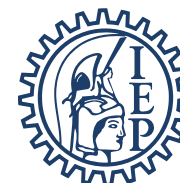
II
**LIBELLUS SEMINARIII
CHEMIAE CERVISIAE**

“Scientia et Sapor”

MMXXV

INSTITUTO DE ENGENHARIA DO PARANÁ - IEP
CÂMARA TÉCNICA DE PROCESSOS E TECNOLOGIA QUÍMICA
DIRETORIA DE APOIO SOCIOCULTURAL
BANCO DE IDEIAS

REALIZAÇÃO:



INSTITUTO DE
ENGENHARIA
DO PARANÁ

APOIO:



PARCEIROS:



PRODUÇÃO:







INSTITUTO DE
ENGENHARIA
DO PARANÁ