

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE FARMÁCIA

VICTOR LUIZ MELO DUTRA

**DESCRIÇÃO DE CERVEJAS TIPO *PILSEN* POR MÉTODOS  
SENSORIAIS RÁPIDOS E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

Belo Horizonte  
2019

VICTOR LUIZ MELO DUTRA

**DESCRIÇÃO DE CERVEJAS TIPO *PILSEN* POR MÉTODOS  
SENSORIAIS RÁPIDOS E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências de Alimentos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências de alimentos

Orientadora: Camila Argenta Fante

Coorientador: Bruno Gonçalves Botelho

Belo Horizonte  
2019

D978d Dutra, Victor Luiz Melo.  
Descrição de cervejas tipo *Pilsen* por métodos sensoriais rápidos e análises físico-químicas / Victor Luiz Melo Dutra. – 2019.  
58 f. : il.

Orientadora: Camila Argenta Fante.  
Coorientador: Bruno Gonçalves Botelho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

1. Cerveja – Teses. 2. Bebidas – Análise – Teses. 3. Análise sensorial – Teses. I. Fante, Camila Argenta. II. Botelho, Bruno Gonçalves. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Farmácia. IV. Título.

CDD: 663.42



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

PPCCA

## FOLHA DE APROVAÇÃO

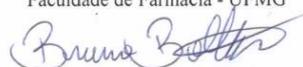
### DESCRIÇÃO DE CERVEJAS TIPO PILSEN POR MÉTODOS SENSORIAIS RÁPIDOS E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

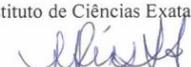
**VICTOR LUIZ MELO DUTRA**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, área de concentração CIÊNCIA DE ALIMENTOS.

Aprovada em 30 de julho de 2019, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof. Dra. Camila Argenta Fante (Orientadora e Presidente da Comissão)  
Faculdade de Farmácia - UFMG

  
Prof. Dr. Bruno Gonçalves Botelho  
Instituto de Ciências Exatas - UFMG

  
Prof. Dra. Lúcia Peret de Almeida  
UNI-BH

  
Prof. Dra. Verônica Ortiz Alvarenga  
Faculdade de Farmácia - UFMG

Belo Horizonte, 30 de julho de 2019.

## RESUMO

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Além disso, nos últimos anos as cervejas produzidas por microcervejarias vêm ganhando destaque no mercado. O objetivo do presente trabalho avaliar diferentes métodos sensoriais na descrição e caracterização de cervejas *Pilsen* advindas de dois segmentos de mercado. Seis amostras de cerveja *Pilsen* foram avaliadas quanto ao seu teor alcoólico, pH, acidez total, amargor, cor, extrato real, extrato aparente e extrato original. Além disso, as amostras também foram avaliadas sensorialmente, por meio de teste de aceitação, método *Check-all-that-apply* (CATA), *Pivot Profile* e *Projective Mapping*. As amostras produzidas por microcervejarias diferiram das amostras líderes de mercado quanto aos parâmetros físico-químicos pH, cor e amargor. Além disso, todas as amostras apresentaram médias superiores ao termo hedônico “indiferente”, mostrando que elas estão próximas ou dentro da faixa de aceitação. Os resultados com os testes descritivos rápidos apresentaram diferenças, quando comparados com as análises físico-químicas, mas foram capazes de descrever as amostras de forma eficaz. Cada teste apresentou vantagens e desvantagens, sendo que o método CATA é simples e rápido, sendo uma opção para estudos com grande número de avaliadores, o *Pivot Profile* é apropriado para estudos exploratórios e, por fim, o *Projective Mapping* é mais adequado para estudos comparativos.

**Palavras Chave:** Testes Descritivos Rápidos. Teste De Aceitação. Comparação De Métodos Descritivos.

## ABSTRACT

Brazil is the third-largest beer producer in the world, after the United States and China. Besides this, in the last few years, beers produced by microbrewery have been growing in the Market. The goal of this study was to evaluate different sensorial methodologies in the description and characterization of Pilsen beers from two different market segments. The goal of this study was to characterize, evaluate and describe brands of Pilsen beers from two different market segment. The alcohol content, pH, titrated acidity, bitterness, color, real extract, apparent extract and extract in original wort. Besides, the samples were sensory evaluated by an acceptance test, Check-all-that-apply (CATA), Pivot Profile, and Projective Mapping. The samples produced by microbrewery differed from the market leader samples for pH, color and bitterness. Besides, all the samples showed an average higher than the hedonic term “indifferent”, which shows that they are close or inside the acceptance range. The results of the rapid descriptive tests showed differences when they are compared to the physicochemical results, but they were able to describe the samples in an effective way. Each test showed advantages and disadvantages. CATA is simple and faster being an option for studies with many evaluators. Pivot Profile is appropriate for exploratories studies. Finally, Projective Mapping is more suitable for comparative studies.

**Key-words:** Rapid Descriptive Tests. Acceptance Test. Comparison Between Descriptive Methods.

# SUMÁRIO

RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	6
1. Introdução .....	9
2. Objetivos.....	11
2.1 Objetivo geral .....	11
2.2 Objetivo específico.....	11
3. Revisão bibliográfica .....	12
3.1 A cerveja .....	12
3.2 Matéria-prima .....	12
3.2.1 Lei de Pureza alemã – <i>Reinheitsgebot</i> .....	12
3.2.2 Água .....	13
3.2.3 Malte de cevada .....	13
3.2.4 Lúpulo .....	15
3.2.5 Levedura .....	16
3.3 Processo Produtivo .....	17
3.4 Caracterização físico-química e sensorial da cerveja.....	22
3.4.1 Físico-químicas .....	22
3.4.2 Testes afetivos .....	23
3.4.2 Testes descritivos .....	24
4. Material e Métodos .....	26
4.1 Material .....	26
4.2 Métodos.....	26
4.2.1 Análises físico-químicas.....	26
4.2.2 Avaliação sensorial .....	28
4.3 Análise estatística .....	30

<b>5. Resultados e discussão .....</b>	<b>31</b>
<b>5.1 Análises físico-químicas.....</b>	<b>31</b>
<b>5.2 Teste de aceitação e intenção de compra .....</b>	<b>36</b>
<b>5.3 <i>Check-all-that-apply</i> (CATA).....</b>	<b>39</b>
<b>5.4 <i>Pivot Profile</i>.....</b>	<b>42</b>
<b>5.5 <i>Projective Mapping</i> (PM) .....</b>	<b>44</b>
<b>5.6 Análise dos métodos descritivos .....</b>	<b>47</b>
<b>6. Conclusão .....</b>	<b>50</b>
<b>7. Referências bibliográficas .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>60</b>

## 1. Introdução

O setor cervejeiro é um dos mais relevantes da economia brasileira, sendo responsável por 1,6% do PIB no ano de 2016. Além disso, esse setor gerou R\$ 23 bilhões em impostos nesse mesmo ano. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Entretanto, quando o consumo per capita é analisado, o Brasil figura no 24º lugar. Isso aponta um potencial de crescimento para a indústria cervejeira (CERVBRASIL, 2016).

Inserido nesse contexto, o mercado das cervejas artesanais e microcervejarias vêm ganhando destaque nos últimos anos. O número de microcervejarias no país aumentou em mais de oito vezes de 2005 até 2015, mostrando uma tendência de crescimento. No entanto, esse mercado produz apenas 0,7% do volume total de cerveja no país, sendo pouco expressivo quando comparado às grandes cervejarias (FERREIRA, 2015).

De forma geral, os consumidores de cervejas produzidas por microcervejarias apresentam poder aquisitivo elevado e alto grau de instrução. Esses consumidores estão em busca de sabores e aromas diferenciados, sendo que a qualidade do produto final é o atributo mais importante na escolha da cerveja que será consumida (CARVALHO, 2015).

O decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019, que regulamenta a lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define cerveja como a “bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo” (BRASIL, 2019).

As cervejas podem ser classificadas quanto ao seu tipo de fermentação. As *Ale* são conhecidas como cervejas de alta fermentação, sendo que a levedura utilizada é a *Saccharomyces cerevisiae*. Por outro lado, as *Lagers*, que são cervejas de baixa fermentação, são fermentadas pela *S. pastorianus*. Essa levedura é um híbrido da *S. cerevisiae* e da *S. eubayanus*. As *lagers* correspondem a mais de 90% das cervejas produzidas no mundo (GIBSON *et al.*, 2017).

Strong *et al.* (2015) caracterizam o estilo *Pilsen* como uma cerveja amarga, de corpo leve, altamente atenuada, de cor dourada e baixa fermentação. Além disso, a mesma deve apresentar boa retenção de espuma e aroma de lúpulos florais. As cervejas *Pilsen* são geralmente produzidas com malte *Pilsen*, lúpulos de variedades alemãs e levedura *lager* alemã. Logo, essas cervejas só podem ser produzidas utilizando malte de cevada como fonte de carboidratos, o que é comum para as cervejarias artesanais.

Para a caracterização e identificação dos compostos relevantes para a qualidade da cerveja, métodos físico-químicos e sensoriais são muito empregados. A análise sensorial é amplamente aplicada na indústria de alimentos e nas instituições de pesquisa, sendo utilizada principalmente no controle das etapas de desenvolvimento de um novo produto, na avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas ou no processamento sobre o produto final, na seleção de novos fornecedores, no controle de qualidade, na estabilidade durante o armazenamento, entre outros (DUTCOSKY, 2011).

Os métodos sensoriais são classificados em três correntes: testes afetivos, discriminativos e descritivos. Os testes afetivos visam responder se o produto é aceito ou preferido pelo consumidor. Já os testes discriminatórios avaliam se há diferença perceptível entre os produtos analisados. Por último, os testes descritivos visam apontar quais os principais pontos relevantes entre os produtos estudados e suas intensidades (DELLA LUCIA et al., 2013). Um dos testes descritivos mais utilizados é a análise descritiva quantitativa. Tal análise é amplamente empregada na descrição sensorial de alimentos, sendo capaz de descrever e quantificar sensações percebidas na análise sensorial do produto (STONE e SIDEL, 2004).

Como alternativa aos métodos descritivos clássicos, testes descritivos rápidos vêm sendo utilizados com o intuito de reduzir o tempo e o custo das análises. Esses testes trabalham com consumidores, fazendo com que a etapa de treinamento não seja necessária (MINIM e DA SILVA, 2016).

Portanto, métodos analíticos e sensoriais são de extrema importância para se conhecer, de forma quantitativa e qualitativa, a qualidade do produto. Por isso, a análise sensorial alinhada a caracterização físico-química são ferramentas eficazes na determinação da qualidade das cervejas *Pilsen* proveniente de dois segmentos do mercado brasileiro (microcervejarias e marcas líderes do mercado nacional).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar diferentes métodos sensoriais na descrição e caracterização de cervejas tipo *Pilsen* advindas de grandes cervejarias e microcervejarias.

### **2.2 Objetivo específico**

- Caracterizar a composição físico-química das amostras de cerveja do tipo *Pilsen*;
- Avaliar a aceitação dos consumidores frente às cervejas do tipo *Pilsen*;
- Descrever as diferentes amostras de cerveja do tipo *Pilsen*, utilizando técnicas descritivas não-tradicionais e comparar os resultados.

### **3. Revisão bibliográfica**

#### **3.1 A cerveja**

O decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019, que regulamenta a lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define cerveja como a “bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo”.

Segundo a CervBrasil (2016), o setor cervejeiro é um dos mais relevantes da economia brasileira e foi responsável por 2% do PIB no ano de 2014. No ano de 2013, esse setor gerou R\$ 21 bilhões em impostos. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo. Entretanto, quando o consumo per capita é analisado, o Brasil figura no 24º lugar. Isso aponta um potencial de crescimento para a indústria cervejeira.

Um segmento que vem ganhando destaque no cenário atual é a produção de cerveja artesanal, que é definida como uma cerveja produzida em pequena escala, buscando sempre inovação, tradição e qualidade, desde a matéria-prima até o produto final. As cervejas artesanais geralmente não levam aditivos químicos e adjuntos, visando à elaboração de um produto mais encorpado e diferenciado (MORADO, 2009).

#### **3.2 Matéria-prima**

Pela própria definição de cerveja, é possível concluir que as principais matérias primas da cerveja são: água, malte de cevada e lúpulo. A levedura, que muitas vezes é confundida com uma matéria prima, é considerada como um agente transformador.

##### **3.2.1 Lei de Pureza alemã – *Reinheitsgebot***

Muitas cervejas seguem o padrão da seguinte frase: “Fabricado em estrito acordo com a lei de pureza Alemã de 1516”. Isso significa que a cerveja não possui adjuntos (açúcar, arroz, milho, etc), aditivos, ou conservantes (NACHEL e ETTLINGER, 2014).

Em 1516, o duque da Baviera (região meridional da Alemanha) Guilherme IV (1493-1550) introduziu a primeira regulamentação sobre a cerveja na Alemanha, a *Reinheitsgebot*, que atualmente é conhecida como Lei da Pureza da Cerveja Alemã. Essa lei estabelecia que toda cerveja produzida na Alemanha seria elaborada contendo apenas água, cevada e lúpulo (LAW e GRIMES, 2015). Até então, os cervejeiros da Baviera, tentando inovar as receitas, incluíam ingredientes diferentes e até mesmo estranhos nas suas cervejas, tais como cal e fuligem (BELTRAMELLI, 2012).

A ação da levedura só foi descrita em 1800 e então foi incluída na lei de pureza em 1952, por outra lei chamada *Biersteuergesetz* (BELTRAMELLI, 2012). A levedura não é considerada como matéria-prima pois a mesma atua apenas como agente de transformação bioquímica dos ingredientes durante a fermentação alcoólica (LIMA, 2014; NACHEL e ETTLINGER, 2014).

### **3.2.2 Água**

A qualidade da água pode influenciar na qualidade final da cerveja, uma vez que é o ingrediente em maior quantidade (VENTURINI FILHO, 2010). É essencial que a água seja insípida, inodora e com pH em faixas ideais (PALMER, 2006).

O pH da água utilizada na produção de cerveja também é um importante fator a ser analisado. Se alcalino, há formação de substâncias indesejáveis e, por isso, a faixa ideal para a produção de cerveja está entre 6,5 e 7,0. Essa faixa favorece a ação enzimática no processo de brassagem, aumentando a eficiência na extração de açúcares e o rendimento do processo (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Venturini Filho (2010), a água deve seguir padrões de potabilidade, apresentar alcalinidade preferencialmente inferior a 25 mg/L (até 50 mg/L) e possuir concentração de cálcio na faixa de 50 mg/L. No intervalo de 0,08 a 0,20 mg/L, íons de zinco auxiliam no processo fermentativo. Esses íons ativam a síntese de proteína, estimulam o crescimento da levedura e iniciam a fermentação. Já íons  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  podem prejudicar a qualidade da cerveja, por provocar o escurecimento da espuma, catalisarem a oxidação da cerveja e reduzirem a estabilidade coloidal. Por isso, seu teor não deve ser superior a 0,2 mg/L. Já o íon  $\text{NO}_3^-$  é tóxico para a levedura, além de resultar em um sabor fenólico indesejável. Logo, o íon nitrato deve estar ausente na água para a produção cervejeira. Por último, a sílica ( $\text{SiO}_2$ ) deve apresentar concentração inferior à 30 mg/L, uma vez que essa substância pode prejudicar o paladar da cerveja, provocar turvação coloidal e formar incrustações com sais de magnésio e cálcio (CARVALHO, 2007).

### **3.2.3 Malte de cevada**

A cevada era usada por povos primitivos para consumo como alimento humano. Hoje em dia, é o quarto cereal mais colhido no mundo, tendo sua origem registrada na Mesopotâmia, e dali migrou para os outros continentes. Atualmente, os principais destinos da cevada são ração animal e produção de cerveja, pois é com ela que se produz o malte, rico em enzimas responsáveis pela sacarificação do amido presente no endosperma do grão (LIMA, 2014).

Outros cereais também podem ser maltados, como trigo, aveia e centeio, mas a cevada é a mais utilizada pelo seu alto teor de amido. Além disso, sua composição é ideal para fornecer aminoácidos para o crescimento da levedura, pois os compostos nitrogenados desempenham um importante papel na formação de espuma (CARVALHO, 2007).

Por definição, “malte de cevada” é o grão de cevada germinado sob condições especiais de umidade, temperatura e agitação, que garantem o máximo de produção de enzimas capazes de hidrolisar o amido da semente e obter o melhor desempenho da operação (LIMA, 2014). Durante a germinação do grão, o metabolismo da semente produz um complexo enzimático capaz de degradar o amido presente no endosperma e transformá-lo em açúcares de menor peso molecular. Esses açúcares podem ser utilizados como fonte de energia para o desenvolvimento do embrião e originar uma nova planta. Na formação do malte de cevada esse processo de germinação é paralisado. Com isso, no aquecimento da mistura do malte de cevada com a água até temperaturas ótimas de trabalho das enzimas (etapa conhecida como mosturação), o amido presente no malte começa a ser degradado por essas enzimas, transformando-o em açúcares fermentescíveis (CARVALHO, 2007). As enzimas presentes no malte são amilases ( $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase), glucanases, proteases, e enzimas de desramificação (PALMER, 2006).

Os maltes podem ser classificados em duas classes: os maltes de base e os maltes especiais. Os maltes de base constituem a grande percentagem de cereal utilizado na produção da cerveja, sendo que os maltes especiais nunca representam mais do que 10 a 25% do total. Os maltes de base providenciam quase toda a capacidade enzimática necessária para converter os amidos em açúcares, sendo que os maltes de especialidade têm como principal função conferir a cor, contribuir com a estabilidade da cerveja e, se possível, enriquecer o sabor. Dependendo do estilo de cerveja que se queira produzir, pode-se apenas utilizar um ou dois tipos de malte de cevada, havendo, no entanto, casos em que se utilizam seis a sete variedades. Alguns exemplos de maltes especiais, que podem ser empregados na elaboração de cervejas são: malte defumado, malte acidificado, malte melanoidina, malte orgânico, malte torrado, malte caramelo, malte de chocolate, dentre outros e os maltes base são os maltes *Pilsen* e *Ale* (KUCK, 2008).

O malte é essencial na fabricação de cervejas. O trigo também é utilizado em cervejas feitas a base de malte de cevada, porque suas proteínas conferem a cerveja uma sensação mais encorpada e uma estabilidade maior na espuma. Outro benefício está relacionado à melhor clarificação da cerveja. Por outro lado, o malte de trigo possui mais proteínas do que o malte de cevada, o que pode resultar na turvação da cerveja. Comparado ao malte de cevada, ele

possui um extrato mais elevado, especialmente se o malte é moído um pouco mais fino que o malte de cevada. Maltes de trigo europeu possuem menos enzimas do que maltes americanos, por causa das técnicas de malteação ou pelas variedades de trigos utilizadas (REINOLD, 2016). A *Weissbier* é uma cerveja feita com malte de trigo, possui alta fermentação, de boa aceitação no Brasil, apresenta coloração dourada escura, encorpada e levemente turva. São pobres em lúpulo para valorizar as características de sabor do trigo (SILVA, 2015).

### 3.2.4 Lúpulo

Lúpulo uma planta classificada como *Humulus lupulus*, típica de regiões frias, é dióica (a mesma planta apresenta órgãos sexuais dos dois sexos), possuindo flores masculinas e femininas, sendo que para a produção de cerveja, as flores femininas são as utilizadas para o processamento, mais diretamente as flores que possuem forma de cone e os frutos delas resultantes (AQUARONE, 2001; VENTURINI FILHO, 2010).

Os lúpulos vêm sendo cultivados para uso em cervejarias por mais de 1000 anos. Na virada do século XIX-XX, cerca de doze variedades de lúpulo eram usadas, hoje há cerca de uma centena de variedades da espécie (PALMER, 2006). Os cones de lúpulo consistem em pedúnculos ou tronco central, que desenvolvem estruturas semelhantes a folhas, chamadas brácteas e bractéolas que as glândulas de lupulina se desenvolvem e é dentro destas que são encontrados a resina e os óleos essenciais (PRIEST e STEWART, 2006).

Os lúpulos possuem glândulas de lupulina, que são do tamanho de uma cabeça de alfinete. Essas glândulas produzem uma substância viscosa, que é secretada quando ocorre a fervura do mosto durante a produção da cerveja. Na lupulina são encontrados óleos essenciais, ácidos amargos e resinas, os quais contribuem com o amargor que compensa a doçura da cevada, acrescentam sabor, fornecem o aroma e auxiliam na conservação da cerveja por apresentar ação antisséptica. Os ácidos isoalfa presentes na lupulina são bacteriostáticos, além de também colaborar para a estabilidade do sabor e da espuma da cerveja (AQUARONE, 2001; NACHEL e ETTLINGER, 2014).

As resinas e os óleos essenciais são os compostos mais importantes da lupulina para a indústria cervejeira. Essas resinas presentes na lupulina são constituídas principalmente de alfa e beta-ácidos. Os alfa-ácidos, denominados humulonas, são a principal fonte de amargor na cerveja, enquanto os beta-ácidos, também chamados por lupulonas, não são tão importantes na produção de cerveja. No processo de fervura do mosto, as moléculas de alfa-ácidos são isomerizadas para a forma alfa-iso-ácidos, esses ácidos são conhecidos como iso-humulonas, são mais amargos e solúveis do que os alfa-ácidos (AQUARONE, 2001). Cada variedade de

lúpulo possui um aspecto distinto de amargor, aroma e sabor. O amargor do lúpulo é avaliado cientificamente e definido em termos de teor de ácido alfa: o qual varia em uma faixa de 2,5% a 15% (NACHEL e ETTLINGER, 2014).

Na indústria cervejeira, esse teor de amargor é estudado para se determinar o potencial de amargor de cada variedade de lúpulo, sendo possível substituir os diferentes tipos de lúpulo (seja por facilidade de obtenção ou pelo preço) e determinar a quantidade exata necessária à produção da cerveja (NACHEL e ETTLINGER, 2014). O lúpulo pode ser comercializado no mercado na forma de flores (ou cones) secas, péletes ou em extratos, sendo os péletes e extratos os mais utilizados na indústria de cerveja, por serem mais concentrados em alfa-ácidos, por exigir menos espaço de armazenamento e são mais estáveis, até quando armazenados em temperatura ambiente (VENTURINI FILHO, 2010).

### **3.2.5 Levedura**

A principal função da fermentação é obter etanol, por meio dos carboidratos presentes e da ação das leveduras. Existem várias cepas de leveduras diferentes utilizadas na produção de cerveja, sendo que cada uma é capaz de produzir características sensoriais variadas (SILVA, 2015).

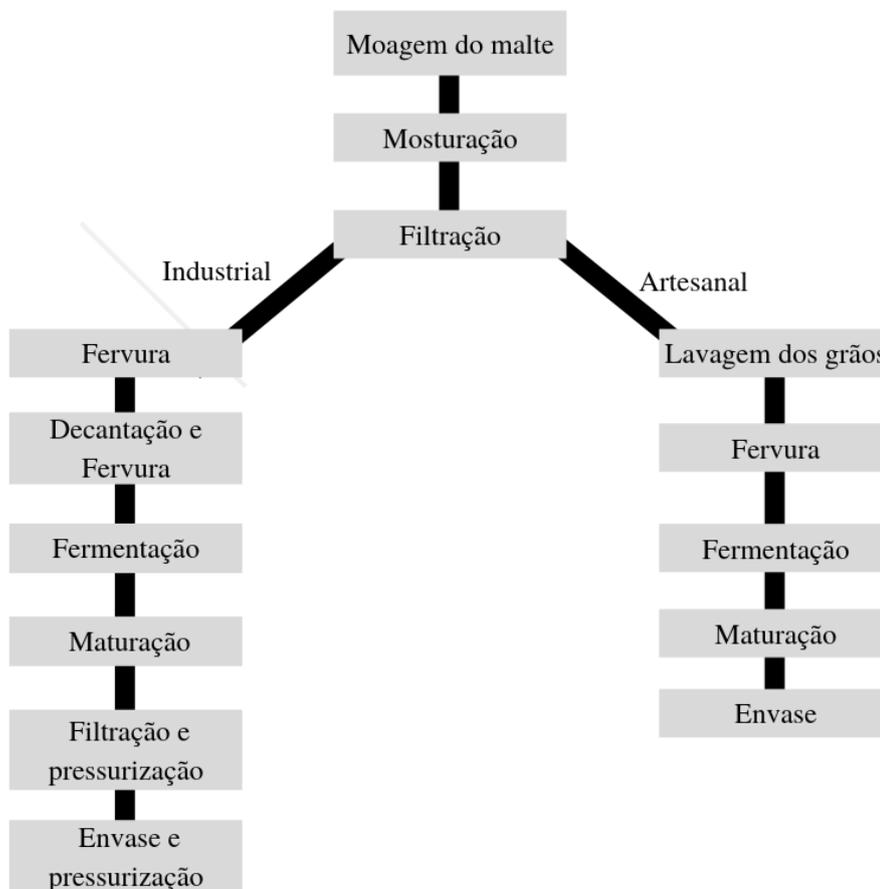
O tipo de levedura utilizado influencia diretamente nas características sensoriais da cerveja, como sabor e aroma. O etanol é a principal substância produzida durante a fermentação do mosto. Entretanto, ele não afeta significativamente o sabor da cerveja, sendo que produtos secundários formados na etapa de fermentação são capazes de influenciar, de forma significativa, o sabor geral do produto final (VENTURINI FILHO, 2010).

Os principais tipos de cerveja são as *Lagers* e as *Ales*. Elas são produzidas por meio de linhagens de *Saccharomyces pastorianus* e *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente. Diversas linhagens do gênero *Saccharomyces* são capazes de produzir etanol e dióxido de carbono, dois dos principais metabólitos primários na produção de cerveja (VENTURINI FILHO, 2010). Uma importante diferença entre as duas linhagens citadas, é que a *S. pastorianus* possui os genes MEL, capazes de produzir a enzima  $\alpha$ -galactosidase que degrada o dissacarídeo melibiose. Já a *S. cerevisiae* não produz tal enzima e, por consequência, não é capaz de degradar esse dissacarídeo. Outra importante diferença é que as linhagens de *S. cerevisiae* podem crescer em temperaturas mais elevadas (37 °C), enquanto a *S. pastorianus* têm seu crescimento interrompido em temperaturas superiores a 34°C (STEWART e RUSSELL, 1998).

As leveduras utilizadas na fabricação da cerveja *lager* atuam preferencialmente na temperatura de 7-15 °C. Já as leveduras que fermentam as cervejas *ale* atuam preferencialmente na faixa de 18-25 °C (VENTURINI FILHO, 2010).

### 3.3 Processo Produtivo

O processamento industrial da cerveja pode ser dividido nas seguintes etapas conforme apresentado na Figura 1: moagem do malte, mosturação, filtração, fervura, decantação, resfriamento, fermentação, maturação, filtração, pressurização, engarrafamento ou enlatamento e pasteurização (ALMEIDA SILVA, 2005; VENTURINI FILHO, 2010).



**Figura 1** - Fluxograma do processamento industrial e artesanal de cerveja.

O principal objetivo da moagem do malte é reduzir os grãos para se expor o endosperma e favorecer a ação das enzimas. Por isso, essa etapa tem influência direta na rapidez das reações físico-químicas, no rendimento, na clarificação e na qualidade do produto final (REINOLD, 1997; VENTURINI FILHO, 2010).

O processo de brassagem consiste em inserir o malte em água e o controle da temperatura para ativar as enzimas presentes no malte que irão converter o amido dos grãos em

açúcar (MATOS, 2011). É considerada uma etapa que tem como objetivo realizar a sacarificação das matérias-primas amiláceas por ação das enzimas (AQUARONE et al, 2001).

Com o aquecimento, as enzimas hidrolisam o amido, transformando-o em vários monossacarídeos, como glicose, vários dissacarídeos, como maltose – que é produzida em maior quantidade. Substâncias como proteínas, vitaminas e taninos também são extraídos (MATOS, 2011).

Como o mosto trata-se de uma solução contendo açúcares resultantes da mosturação e sólidos indesejáveis, ele deve ser filtrado para a remoção de tais sólidos. A filtração é uma etapa crucial para a qualidade da cerveja, uma vez que os sólidos indesejáveis apresentam alto teor de proteínas, enzimas coaguladas, amido, ácidos graxos, silicatos e poli fenóis, e essas substâncias são capazes de prejudicar o sabor, aroma, viscosidade e o aspecto visual da cerveja (REITENBACH, 2010).

A filtração do mosto é realizada em um recipiente denominado tina de filtração, construído de aço inoxidável contendo agitador, disco filtrante, bomba centrífuga e isolamento térmico (VENTURINI FILHO, 2010). Em seguida, o mosto é fervido visando garantir a estabilidade biológica, bioquímica e coloidal. Esse processo não pode ser muito longo devido aos efeitos prejudiciais das reações de Maillard, que podem alterar a cor e o sabor do produto (REITENBACH, 2010). A fervura do mosto é realizada em equipamento denominado tina de fervura, construída de aço inoxidável, encamisada e com sistema de aquecimento e isolamento térmico (VENTURINI FILHO, 2010).

Quando a fervura é completa, o lúpulo usado e os materiais coagulados (chamados de “*trub*”) são depositados no fundo da caldeira. O mosto claro é drenado da caldeira para ser fermentado, sobrando apenas o *trub*, um dos principais resíduos da indústria cervejeira. Caso não seja removido, o *trub* pode conferir sabores aguados e estranhos à cerveja (MATOS, 2011). Para tornar mais rápida e eficiente a decantação dos materiais em suspensão, bem como para favorecer a formação de conglomerados sólidos compostos por proteínas coaguladas, é feito o resfriamento do mosto, bem como uma movimentação do mesmo (técnica chamada de *whirpool*) (MATOS, 2011).

Nessa etapa conhecida como fermentação primária, os açúcares fermentescíveis (maltose, maltotriose, glicose, etc.) são metabolizados pela levedura alcoólica. Além disso, numerosos subprodutos como ácidos, álcoois alifáticos superiores, ésteres, diacetil, acetóinas, se desenvolvem durante a fermentação alcoólica e muitos componentes, como os açúcares fermentescíveis do mosto são assimilados pela levedura. Todos os compostos envolvidos com

a assimilação, formação de produtos e subprodutos, influenciam no aroma, no paladar e nas características finais da cerveja pronta (VENTURINI FILHO, 2010).

As leveduras produzem os compostos de aroma e sabor da cerveja como subprodutos de seu metabolismo, sendo que os teores desses compostos variam com os padrões de crescimento celular que são influenciados pelas condições de processo. A fermentação da cerveja pode ser feita por processos contínuos ou descontínuos (batelada), sendo este último o mais utilizado (VENTURINI FILHO, 2000).

O processo de fermentação da cerveja pode ser dividido em duas fases distintas: primária e secundária. A maturação é conhecida como fermentação secundária e é necessária e importante na produção da cerveja (VENTURINI FILHO, 2000). Venturini Filho (2010) cita que a maturação é conduzida em baixa temperatura, normalmente 0°C, por um período que varia de duas a quatro semanas.

Essa etapa tem por objetivos:

- Refinar o sabor da cerveja;
- Reduzir o teor de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico;
- Carbonatar parcialmente o produto;
- Clarificar o líquido por meio da deposição do fermento, proteínas e sólidos insolúveis.

Em alguns casos, a cerveja é novamente filtrada, após a maturação, para eliminar partículas menores em suspensão se tornando cristalina, brilhante e transparente (REITENBACH, 2010). Além disso, após a filtração, a cerveja deverá aumentar sua estabilidade microbiológica e físico-química, pois as leveduras em suspensão são retiradas, bem como alguns compostos que não decantaram. Após essa etapa, ocorre a gaseificação, que na indústria é feita com injeção forçada de CO<sub>2</sub> (CRUZ et al., 2008).

No envasamento não se deve deixar de tomar o cuidado em relação à exposição da cerveja ao oxigênio, para evitar a oxidação da mesma. Dessa forma, deve-se deixar o líquido escorrer pelas bordas da garrafa, sem muita turbulência, até que a mesma esteja quase cheia (não se pode encher muito para evitar pressão demasiada dentro da garrafa). O controle de pressão nas garrafas é feito por meio de uma garrafa fechada com um manômetro adaptado, contendo a mesma cerveja e a mesma quantidade que as outras (PALMER, 1999).

A finalidade da pasteurização é conferir estabilidade biológica mediante a destruição dos microrganismos que deterioram a cerveja (REINOLD, 1997). A cerveja pode ser

pasteurizada antes (*flash* pasteurização) ou depois (túnel de pasteurização) do seu envasamento (VENTURINI FILHO, 2000).

Na pasteurização *flash*, a cerveja circula por um trocador de calor de placas, que aumenta rapidamente sua temperatura até 72°C aproximadamente. A cerveja é mantida nessa temperatura durante 30 a 60 segundos, sendo em seguida, resfriada e posteriormente engarrafada. Como a solubilidade do CO<sub>2</sub> diminui com o aumento da temperatura da cerveja, é necessário manter uma elevada pressão no pasteurizador para evitar a liberação desse gás. As placas no pasteurizador são também dimensionadas de forma a fornecer um elevado grau de recuperação de calor. Os equipamentos para a pasteurização *flash* apresentam uma mecânica muito simples, são baratos e fáceis de operar (VENTURINI FILHO, 2010).

Os pasteurizadores de túnel são extensas câmaras aquecidas e fechadas através das quais as garrafas de vidro e latas são transportadas durante quase uma hora, ao contrário do curto tempo empregado na pasteurização *flash*. Para economizar espaço, os pasteurizadores mais modernos apresentam dois andares. O pasteurizador opera com uma série de zonas por onde as garrafas são transportadas sob um conjunto de aspersores de água. Tais aspersores encontram-se dispostos de tal forma que as embalagens fiquem expostas a temperaturas crescentes da água, até que a cerveja atinja a temperatura de pasteurização (VENTURINI FILHO, 2010).

O processo de produção artesanal da cerveja pode ser feito com extrato de malte, ou pelo método que é mais tradicional, no qual se utiliza malte em grãos, como pode ser visto no fluxograma presente na Figura 1.

No processamento artesanal, quando se utiliza malte em grão, o procedimento começa com a moagem dos grãos de cevada maltados. A moagem correta do malte (granulometria) tem grande influência na produção de cerveja (HERRERO, 2010). Deve-se usar um moedor específico para moer o malte, sendo que pode ser utilizado um moinho de disco ou moinho de dois ou três rolos. Porém, a cevada não deve virar pó completamente, ela deve ser quebrada em pequenos pedaços para expor a amilase (MENDES, 2008). As cascas não devem ser retiradas por formarem um filtro natural do mosto (MERA, 2014).

A próxima etapa da produção é a mostura, também conhecida como brassagem. O termo “brassagem” significa adicionar os grãos lentamente à água pré-aquecida e mexer, até que todos eles fiquem molhados e os grumos se desfaçam (LAW e GRIMES, 2015). Nessa etapa, objetiva-se converter o amido do malte em açúcares fermentescíveis (maltose) (HERRERO, 2010). A mostura consiste em aquecer a água em determinadas temperaturas de atuação das enzimas presentes no malte, que transformam a mistura de água com malte moído. Inicialmente,

tem-se amido e no final da mostura, após as enzimas agirem sobre o mosto, tem-se açúcares de baixo peso molecular, fermentáveis e não fermentáveis (VIEIRA, 2010).

Após a mostura, a próxima etapa é a filtragem (recirculação). Nas produções artesanais, utiliza-se uma panela com um elemento filtrante (fundo falso com furos ou uma *bazooca*: um filtro de malha que atua engatado no registro de saída da panela) e com uma torneira na parte inferior. Nessa etapa, o líquido é retirado da panela pela torneira e recirculado pela parte superior da panela. Esse processo termina quando o líquido começa a sair translúcido (MENDES, 2008).

A próxima etapa é conhecida como lavagem dos grãos (também chamada de *sparge*) e é feita aspergindo água à temperatura de 75-78 °C sobre a superfície dos grãos para extrair o máximo possível dos açúcares do malte. Neste momento, o líquido é retirado através da torneira e destinado à mesma panela onde se colocou o líquido filtrado na etapa anterior (LAW e GRIMES, 2015). Esse líquido é denominado de mosto e é adicionado à panela para se iniciar a fervura (também conhecida como lupulagem).

A fervura tem como objetivo realizar a esterilização do mosto e isomerização do lúpulo, além da eliminação de contaminantes durante o processo (HERRERO, 2010). O mosto é fervido, geralmente por uma hora, e adiciona-se lúpulo, sendo que o tempo de sua adição depende da receita que está sendo elaborada. Ao fim do tempo da fervura, partículas coaguladas do lúpulo, chamadas de *trub*, decantam e devem ser removidas. Para favorecer essa decantação, o mosto é movimentado intensamente, sendo essa técnica denominada de *whirlpool*. O mosto é resfriado à temperatura ótima de propagação da levedura por meio de um *chiller* de imersão (ou contra fluxo), ou imergindo a panela em gelo. O mosto resfriado é então encaminhado para um fermentador (MENDES, 2008).

A fermentação começa quando se adiciona a levedura ao mosto. Nessa etapa é importante que a temperatura seja controlada à temperatura ótima de propagação da levedura utilizada. O fermentador deve ser constituído com um *air-lock* ou um *blow-off* para permitir que os gases produzidos saiam do fermentador e que o oxigênio do lado de fora não entre em contato com o interior do fermentador. O tempo de fermentação depende do estilo da cerveja e da levedura utilizada (LAW e GRIMES, 2015).

A próxima etapa é a maturação, que é realizada transferindo a cerveja do fermentador para um balde maturador evitando a transferência do fermento junto com o mosto. O fermento fica decantado no fermentador, quando a válvula é aberta para transferir o líquido, o fermento continua no fermentador (VIEIRA, 2010).

Após a maturação, se inicia o envase, que consiste em transferir o líquido já fermentado para garrafas ou barris. Antes de transferir esse líquido, deve-se adicionar algum açúcar fermentescível ao líquido para que haja a carbonatação da cerveja. No caso das garrafas, deve-se fechar com tampinhas metálicas próprias para a garrafa utilizada e com o auxílio do recravador manual. Depois de engarrafada, a cerveja deve ser mantida por cerca de 10 dias engarrafada para que a carbonatação ocorra. Após este tempo, a cerveja já está pronta para ser consumida (LAW e GRIMES, 2015). Também pode ser utilizado o método de adição de CO<sub>2</sub> forçada.

Atualmente, pela legislação brasileira, não existe distinção entre cervejas artesanais, microcervejarias e cervejas produzidas por grandes indústrias. Porém, as duas primeiras apresentam maior preocupação com a matéria prima utilizada, sendo que as cervejas produzidas por microcervejarias apresentam maior volume de produção.

### **3.4 Caracterização físico-química e sensorial da cerveja**

#### **3.4.1 Físico-químicas**

A água e o álcool são os principais componentes da cerveja, sendo responsáveis por aproximadamente, 91 e 5%, respectivamente, da composição desse produto. Tal composição pode variar de produto para produto. O álcool presente não é apenas o etanol, e sim o conjunto de álcoois superiores produzidos pela levedura na etapa de fermentação. Além do etanol, também é possível encontrar álcoois como álcool amílico, 2-fenil etanol, n-propanol e isobutanol (KUNZE, 2006).

O pH da cerveja é um importante fator, uma vez que influencia em diversos fatores como crescimento microbiano, intensidade da cor, atividade enzimática, potencial de oxidação e até mesmo o sabor (OLIVEIRA, 2011). A cerveja apresenta pH entre 4,3 e 4,7, exceto as cervejas de trigo, que apresentam pH inferior (entre 4,3 e 4,5) (KUNZE, 2006).

A acidez total é obtida através de titulação da amostra com soluções alcalinas padrão. É expressa em mL de solução molar por cento ou em gramas do componente ácido principal (IAL, 2008). Tal parâmetro físico-químico é importante para a caracterização e padronização da bebida, reconhecimento de fraudes, controle de alterações indesejáveis por microrganismos, entre outros fatores (OLIVEIRA, 2011).

O extrato pode ser diferenciado em extrato real, aparente e original. O extrato real representa todos os sólidos que fazem parte da composição da cerveja. Sensorialmente, está relacionado ao corpo da cerveja, uma vez que indica a quantidade de açúcares, dextrinas e

proteínas presentes no produto após a etapa de fermentação. O extrato aparente é o valor do extrato considerando a presença de álcool. Já o extrato original se refere às substâncias presentes no mosto que deu origem a cerveja, antes da etapa de fermentação (BRASIL, 2001).

### **3.4.2 Testes afetivos**

Segundo a ABNT (1993) a análise sensorial é usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais, visando avaliar as formas com que são percebidas pelos cinco sentidos do ser humano. A análise sensorial é amplamente aplicada na indústria de alimentos e nas instituições de pesquisa, sendo utilizada principalmente no controle das etapas de desenvolvimento de um novo produto, na avaliação do efeito das alterações nas matérias-primas ou no processamento sobre o produto final, na seleção de novos fornecedores, no controle de qualidade, na estabilidade durante o armazenamento, entre outros (DUTCOSKY, 2011).

Os métodos sensoriais são classificados em três correntes: testes afetivos, discriminatórios e descritivos. Os testes afetivos visam responder se o produto é aceito ou preferido pelo consumidor. Já os testes discriminatórios avaliam se há diferença perceptível entre os produtos analisados. Por último, os testes descritivos visam apontar quais os principais pontos de diferença entre os produtos estudados e suas intensidades (DELLA LUCIA et al., 2013).

O principal objetivo dos testes afetivos é avaliar a resposta de um consumidor regular (ou em potencial) em relação a um produto, uma ideia, ou características específicas de um produto (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 2006). Os testes afetivos são capazes de indicar qual das amostras foi mais aceita (teste de aceitação), ou preferida (teste de preferência) por determinado público-alvo (DELLA LUCIA et al., 2013).

Para avaliar o quanto o consumidor gosta ou não de um produto, utiliza-se o teste de aceitação. O produto é então comparado com outros similares (ou diferentes formulações de um mesmo produto) por meio de escalas que podem ser a hedônica, a de atitude e a do ideal (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 2006; MINIM e REIS, 2013). A análise sensorial tem grande importância na indústria de alimentos, principalmente nas cervejarias. Se feita de forma criteriosa, ela é capaz de identificar os principais atributos que estão relacionados com a qualidade sensorial do produto, usando o próprio consumidor para determinar esses parâmetros. De posse dessas informações, a indústria pode trabalhar na melhoria da qualidade e no desenvolvimento de novos produtos, se tornando mais competitiva no mercado.

### 3.4.2 Testes descritivos

Os testes descritivos são muito utilizados nas indústrias de alimentos, com o intuito de se obter uma descrição detalhada e a quantificação dos atributos importantes de um dado produto. Os principais objetivos dessa análise são: definir as características sensoriais mais importantes para o desenvolvimento de um novo produto, bem como suas intensidades, acompanhar as mudanças nas características sensoriais do produto durante o seu armazenamento, permitir a correlação entre as características sensoriais percebidas pelos consumidores e as medidas instrumentais e, por fim, obter o perfil sensorial de um produto (MINIM e DA SILVA, 2016).

Minim e Da Silva (2016) fazem uma distinção entre as diferentes técnicas sensoriais descritivas. Para as autoras, existem os métodos clássicos, que envolve técnicas com equipes treinadas, metodologias alternativas, que são realizadas com equipes semi-treinadas e, por fim, os métodos rápidos, que são realizados com consumidores.

As técnicas clássicas são: perfil livre, perfil de sabor, perfil de textura, perfil convencional, *Spectrum*, e análise descritiva qualitativa. Todas essas metodologias envolvem seleção e recrutamento de avaliadores, treinamento da equipe e avaliação final dos produtos, o que faz com que a análise seja onerosa e demorada. Porém, os resultados são precisos e mais robustos que as demais técnicas (MINIM e DA SILVA, 2016).

As metodologias alternativas visam reduzir custo e tempo, propondo a redução da etapa de treinamento. A análise descritiva por ordenação (ADO) e o perfil descritivo otimizado (PDO) são métodos que recomendam uma orientação com a equipe de avaliadores, que pode ser considerado como um treinamento parcial (MINIM e DA SILVA, 2016).

As análises descritivas feitas com consumidores surgiram como uma alternativa, uma vez que as técnicas tradicionais apresentam limitações. Atualmente, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de comparar novas técnicas descritivas com os métodos tradicionais (ANTUNES *et al.*, 2017; LAZO *et al.*, 2016; FLEMING *et al.*, 2015) ou até mesmo comparações entre as próprias técnicas (ESMERINO *et al.*, 2017; FONSECA *et al.*, 2016; REINBACH *et al.*, 2014; ARES *et al.*, 2010). Como exemplos de metodologias sensoriais descritivas rápidas, temos o *Check-all-that-apply* (CATA), *Pivot Profile* (PP) e o *Projective Mapping* (PM).

A metodologia CATA consiste na utilização de uma lista de palavras ou frases relacionadas ao produto para a descrição das amostras. A ficha de avaliação apresenta cerca de 20 termos e é solicitado aos avaliadores que marquem os termos que são aplicáveis a cada

amostra (MINIM e DA SILVA, 2016). A seleção desses termos pode ser feita de três formas: levantamento por meio de grupo de foco, revisão da literatura, buscando os principais termos utilizados para descrever determinado produto, e perguntas abertas em questionários aplicados em consumidores. Comparada com as demais técnicas, essa metodologia foi a que mais cresceu quando se avalia número de publicações, juntamente com PM. Ares e Jaeger (2015) avaliaram o uso da metodologia CATA juntamente com testes hedônicos pode influenciar na caracterização sensorial. Segundo os autores, o estudo revelou que não há influência e, portanto, as técnicas podem ser utilizadas juntas.

Um estudo realizado por Ares *et al.* (2014) avaliou a reprodutibilidade dos dados obtidos a partir da técnica CATA, utilizando dois testes em iguais condições e comparando os resultados. Os autores concluíram que essa metodologia é capaz de descrever produtos e notar suas diferenças de forma reprodutível.

Já a técnica PP é bem recente e tem começado a ser utilizada nos últimos anos. Idealizado por Thuillier *et al.* (2015) essa técnica é baseada em livre descrição, ou seja, os avaliadores não têm uma lista de termos descritivos pré-estabelecida. Os avaliadores recebem sempre as amostras em pares, sendo uma delas a amostra *Pivot*, e a outra uma das amostras envolvidas no estudo. É solicitado aos avaliadores que comparem as amostras e anotem quais características da amostra estudada são mais intensos e menos intensos que a *Pivot*. Posteriormente, os avaliadores recebem outro par de amostras, até que todas as amostras tenham sido avaliadas.

Amostras de cerveja (LE LIÉVRE *et al.*, 2017), sorvete de leite de cabra (BALTHAZAR *et al.*, 2017), iogurte grego (ESMERINO *et al.*, 2017) e *Champagne* (THUILLIER *et al.*, 2015). Em um estudo realizado por Desmas, Valentin e Chollet (2017), os autores avaliaram a influência da escolha do *Pivot* no resultado da pesquisa. Para isso, os autores utilizaram diversos grupos de amostras. Como conclusão, o estudo apontou que as semelhanças e diferenças entre os grupos escolhidos foram mais significativas que a própria escolha do *Pivot* em si.

Por fim, a técnica PM consiste em uma técnica de livre descrição, em que todas as amostras são apresentadas de forma simultânea. Cabe ao avaliador posicionar as amostras na em uma folha considerando suas semelhanças e diferenças. Por fim, a posição das amostras é calculada por meio dos valores das abcissas e das ordenadas de cada produto, considerando o eixo inferior esquerdo como o zero de um plano cartesiano (MINIM e DA SILVA, 2016).

Esse método já foi utilizado para diversos produtos, como bebidas de alto teor alcoólico (LOUW, 2014), chás de ervas (MOELICH *et al.*, 2017) e pão integral (VARELA *et al.*, 2017).

A técnica também apresenta diversas variações, como o PM afetivo, que além da descrição também é utilizado para medir a aceitação do produto, e o *Partial Projective Mapping* que, ao invés de analisar holisticamente a amostra, é focado em determinado atributo.

Para se obter os termos descritivos, uma segunda etapa é necessária. Após a configuração final das amostras, os avaliadores são instruídos a acrescentar termos que descrevem cada agrupamento de amostras. Tal procedimento é denominado *Ultra-flash Profiling* (PERRIN e PÀGES, 2009).

## **4. Material e Métodos**

### **4.1 Material**

Seis rótulos distintos de cervejas *Pilsen* foram adquiridas de dois segmentos de mercado no comércio da cidade de Belo Horizonte, sendo três rótulos de marcas líderes (LM) e três rótulos produzidos por microcervejarias (Mi).

### **4.2 Métodos**

#### **4.2.1 Análises físico-químicas**

As análises físico-químicas foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído de seis tratamentos, representados pelos diferentes rótulos de cerveja, com três repetições, exceto para as análises de cor e teor alcoólico, que foram feitas em duplicata.

Para o preparo das amostras, todas as cervejas foram descarbonatadas. Para isso, elas foram transferidas para um béquer de 500 mL e agitadas em um aparelho de ultrassom por 15 minutos. As amostras foram mantidas a temperatura de 20-25 °C.

##### **4.2.1.1 Teor alcoólico**

A determinação do teor alcoólico das amostras foi feita utilizando um sistema de cromatografia gasosa *Shimadzu GC17A* com um detector de ionização de chama e hidrogênio como gás de arraste. O teor de etanol foi determinado usando uma coluna CP Poraplot Q (10 m x 0,32 mm x 10 µm). A coluna foi mantida isotermicamente a 200 °C durante uma corrida de 4 minutos. A pressão total do equipamento foi de 25 psi, vazão total de 8 cm<sup>3</sup>/min, vazão da coluna de 2,3 cm<sup>3</sup>/min, velocidade do gás de 64 cm/s e razão de *split* de 1:2. A porta de injeção e o detector foram mantidos a 250 °C. A preparação da amostra consistiu apenas em diluir 100 µL da cerveja com uma solução aquosa de 1-butanol 1% v / v (utilizada como padrão interno). 0,2 uL da amostra diluída foi injetada manualmente usando uma seringa de vidro de 10 µL. A quantificação foi realizada através de uma curva de calibração externa.

#### 4.2.1.2 Determinação do pH e acidez total

A amostra foi colocada em um béquer de 100 mL. O pH foi determinado com o auxílio do potenciômetro. Para a determinação da acidez total, 250 mL de água destilada foram fervidos em um Erlenmeyer por 2 minutos. Nesse frasco, 25 mL da amostra foram adicionados e fervidos por 1 minuto. Após esse tempo, a amostra foi resfriada até temperatura ambiente. Foram adicionados 0,5 mL de fenolftaleína e a amostra foi titulada com NaOH 0,1N. O cálculo da acidez total foi realizado de acordo com a Equação 1, e apresentado com duas casas decimais (ASBC, 1975).

$$AT = \frac{n \times M \times f \times PM}{10 \times V} \quad (1)$$

n = volume gasto na titulação;

M = molaridade da solução de NaOH;

f = fator de correção;

PM = peso molecular do ácido acético (60g);

V = volume tomado da amostra, em mL;

AT = acidez total da amostra.

#### 4.2.1.3 Análise de amargor

Para a avaliação do amargor da cerveja, 10 mL da amostra foram adicionados em um frasco de 50 mL contendo 50 µL de octanol, 20 mL de iso-octano e 1 mL de ácido clorídrico (3,0 M). O frasco foi agitado por 15 minutos e centrifugado para a separação das fases. A fase orgânica foi lida em um espectrofotômetro a 275 nm, contra um branco contendo 20 mL de iso-octano e 50 µL de octanol. O valor encontrado na leitura foi multiplicado por 50 e os resultados expressos em IBU (International Bitterness Units) (ASBC, 1992).

#### 4.2.1.4 Análise de cor

A coloração da cerveja foi determinada com o auxílio de um espectrofotômetro, a 430 e 700 nm, contra um branco de água destilada. O resultado foi multiplicado por um fator de correção de ½ polegadas, de acordo com a espessura da cubeta. Os valores foram expressos com duas casas decimais e em EBC (ASBC, 2002).

#### **4.2.1.5 Extrato real, extrato aparente e extrato original**

As análises foram realizadas de acordo com as metodologias *Beer-3* para extrato aparente, *Beer-5* para o extrato real e *Beer-6* para o extrato original (ASBC, 2011).

#### **4.2.2 Avaliação sensorial**

##### **4.2.2.1 Público alvo, critérios de inclusão e exclusão**

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e Estudos com Consumidor (LASEC) do Departamento de Alimentos (ALM) na Faculdade de Farmácia (FAFAR) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O público alvo foi estudantes, professores e funcionários da UFMG, de ambos os gêneros e com idade entre 18 e 55 anos. O recrutamento dos provadores para todos os testes sensoriais foi realizado por meio de convite divulgado na FAFAR/UFMG, extensivo a todos estudantes, professores e funcionários consumidores habituais de cerveja *Pilsen*. Foram excluídos dos testes pessoas que apresentaram alguma restrição a cevada, bem como as pessoas que estavam com algum problema de saúde, com uso contínuo de medicamentos que poderiam alterar a percepção sensorial, e com uso de medicamentos que restringiam o consumo de álcool.

Este trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG (CAAE 96268418.7.0000.5149). Os participantes dos testes sensoriais assinaram Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) para Pesquisa com Seres Humanos em duas vias, sendo uma destinada aos pesquisadores e a outra aos provadores. Vale ressaltar que os provadores foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: ausência de aversão ao produto, disponibilidade, motivação e interesse em participar dos testes sensoriais, ausência de restrições de saúde no que se refere à ingestão cevada e de bebidas alcoólicas.

##### **4.2.2.2 Teste de aceitação**

Um estudo foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial e Estudos com Consumidor (LASEC) com 50 avaliadores não treinados e seis amostras, visando verificar a aceitação dos atributos cor, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra das amostras. Os avaliadores deveriam ser consumidores de cerveja e maiores de 18 anos. Avaliadores que apresentaram qualquer restrição ao consumo de bebidas alcoólicas não foram aceitos nesse estudo.

Os consumidores avaliaram as amostras em copos de vidro com cerca de 25 mL, codificadas com números aleatórios de três dígitos sem obter qualquer informação sobre a bebida. (DUTCOSKY, 2011).

As análises foram realizadas em cabines individuais, e as amostras servidas de forma monádica (uma de cada vez), sequencial (uma após a outra) e aleatória, em temperatura de refrigeração (5°C), sob luz branca. O avaliador recebeu uma ficha (APÊNDICE A) por amostra, em que lhe foi solicitado que indicasse, segundo uma escala hedônica de nove pontos, a sua aceitação do produto para cada atributo, utilizando notas que variavam de “gostei extremamente” (nota 9) a “desgostei extremamente” (nota 1). Ainda nessa ficha, foi solicitado ao avaliador que indicasse sua intenção de compra do produto, utilizando uma escala hedônica de cinco pontos, que varia de “certamente compraria” (nota 5) a “certamente não compraria” (nota 1) (MINIM e REIS, 2013).

#### **4.2.2.3 Check-all-that-apply (CATA)**

Juntamente com o teste de aceitação, os 50 avaliadores foram solicitados a responder o teste descritivo CATA onde foi apresentada uma lista com termos descritores sensoriais do produto encontrados previamente na literatura (APÊNDICE B). Os avaliadores deveriam assinalar todos os termos considerados apropriados para descrever as amostras (GIACALONE, WENDER e FROST, 2013). As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, e apresentadas de forma sequencial e monádica. Uma tabela de contingência foi elaborada contendo as amostras como linhas e os termos descritivos como colunas.

#### **4.2.2.4 Pivot Profile (PP)**

O método *Pivot Profile* foi utilizado com a participação de 30 (trinta) consumidores não treinados. Os avaliadores receberam as amostras em pares, sendo uma delas a *pivot* (Mi3) e a outra amostra uma das demais cervejas trabalhadas. A amostra Mi3 foi escolhida como *Pivot* por apresentar características intermediárias. Os participantes tiveram que comparar as amostras e indicar quais atributos eram menos intensos que a amostra *pivot* e quais atributos eram mais intensos (APÊNDICE C).

Os pares de amostras foram apresentadas de forma monádica (um par por vez), sequencial (um par após o outro), balanceada e aleatória, sendo que água foi oferecida entre os pares de amostra (THUILLIER *et al*, 2015; LELIEVRE-DESMAS, VALENTIN, CHOLLET, 2017). Segundo Thuillier *et al* (2015), a escolha do *pivot* não é uma etapa decisiva, por resultar em alteração não significativas nos mapas sensoriais. A amostra controle foi escolhida como

*pivot*, uma vez que suas características eram intermediárias em comparação com as demais amostras.

Uma tabela foi criada para cada amostra com os termos descritivos utilizados, sendo que tais termos foram colocados como linhas. As colunas foram constituídas de quatro itens: Mais, Menos, Diferença e Tradução. Na primeira e segunda coluna, foi adicionado a frequência que cada atributo apareceu como mais intenso que a *Pivot*, e menos intenso que a *Pivot*, respectivamente. Já na terceira coluna, foi adicionado a diferença entre a primeira e a segunda coluna. Por fim, para completar a quarta coluna, o menor número da coluna “diferença” foi somado a cada valor dessa mesma coluna, para que não houvesse números negativos. Por fim, uma tabela foi gerada com as amostras sendo linhas e as colunas de tradução de cada amostra como colunas.

#### **4.2.2.5 Projective Mapping (PM)**

Para essa análise, as amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, e apresentadas a cada avaliador de forma alinhada frente à folha. As dimensões da folha eram de 70x50 cm. Trinta (30) avaliadores foram instruídos quanto à ingestão de água entre as amostras. A análise sensorial foi estruturada no protocolo não verbal (APÊNDICE D), onde os voluntários foram convidados a agrupar as amostras de cerveja da forma que julgassem conveniente dentre quesitos de similaridade e diferença (LE LIÈVRE DESMAS, VALENTIN E CHOLLET 2017). A análise consiste em dispor as amostras similares mais próximas e amostras diferentes mais distantes. Para cada amostra, foi verificada a leitura dos eixos x e y, considerando a extremidade inferior esquerda como o eixo zero.

### **4.3 Análise estatística**

Para avaliar se houve diferença significativa, entre as marcas, em relação às características físico-químicas e a aceitação sensorial, foi utilizado ANOVA e, caso necessário, o teste de Tukey também foi realizado para verificar a diferença entre as médias. Uma análise de componentes principais e um mapa de preferência interno foram elaborados para os resultados das análises físico-químicas e para o atributo “Impressão global” com auxílio do *software* SensoMaker. No caso das análises físico-químicas, uma análise hierárquica de *cluster* também foi realizada, utilizando os dois primeiros componentes principais.

Para a análise dos resultados dos questionários CATA e do PP, foi realizado análise de correspondência na tabela de contingência gerada pelas duas análises. Um mapa sensorial também foi elaborado com as amostras e os principais termos descritivos. Os valores de coseno<sup>2</sup>

superiores à 0,70 mostram forte relação espacial e foram utilizados para que apenas os dados significativos fossem projetados nos mapas.

Para a análise dos resultados do PM, os dados foram tratados de forma que os resultados de cada avaliador compreendessem duas colunas da tabela de respostas, sendo estas colunas os valores x e y de cada marcador. Esses dados foram analisados por Análise Fatorial Múltipla.

Por fim, a análise hierárquica de *cluster* foi realizada nas duas primeiras dimensões dos mapas produzidos para as análises CATA, PP e PM, com o intuito de verificar grupos de amostras com características sensoriais semelhantes. Além disso, uma análise fatorial múltipla também foi realizada com os dados dos mapas gerados por cada análise, visando comparar as técnicas sensoriais entre si.

As análises de correspondência e as análises fatorial múltiplas foram realizadas com o auxílio do *software* R, usando o pacote *FactoMineR* (LÊ, JOSSE e HUSSON, 2008).

## **5. Resultados e discussão**

### **5.1 Análises físico-químicas**

Os resultados das análises de pH, acidez total, amargor, cor, extrato real, teor alcoólico, extrato aparente e extrato primitivo das amostras de cerveja *Pilsen* provenientes de dois segmentos de mercado estão demonstrados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Médias e desvios padrão das análises físico-químicas das amostras de cerveja *Pilsen* líderes de mercado (LM) e produzidas por microcervejarias (Mi).

Amostras	pH	AT (%)	Amargor (IBU)	Cor (EBC)	TA (% v/v)	ER (% g/g)	EA (%P)*	EP (%P)*
<b>LM1</b>	4,31 <sup>c</sup> ± 0,02	0,20 <sup>a</sup> ± 0,003	6,0 <sup>c</sup> ± 0,13	6 <sup>e</sup> ± 0,01	4,57 <sup>a</sup> ± 0,08	3,6 <sup>c</sup> ± 0,11	2,0	10,6
<b>LM2</b>	4,24 <sup>d</sup> ± 0,01	0,15 <sup>cd</sup> ± 0,005	6,5 <sup>c</sup> ± 0,31	5 <sup>f</sup> ± 0,07	4,75 <sup>a</sup> ± 0,22	3,6 <sup>c</sup> ± 0,06	1,9	10,9
<b>LM3</b>	4,07 <sup>e</sup> ± 0,01	0,15 <sup>d</sup> ± 0,005	4,5 <sup>c</sup> ± 0,36	7 <sup>d</sup> ± 0,01	3,75 <sup>c</sup> ± 0,11	4,2 <sup>a</sup> ± 0,05	2,8	9,9
<b>Mi1</b>	4,79 <sup>a</sup> ± 0,02	0,16 <sup>b</sup> ± 0,002	12,0 <sup>b</sup> ± 0,08	9 <sup>b</sup> ± 0,08	3,58 <sup>c</sup> ± 0,01	3,9 <sup>b</sup> ± 0,02	2,6	9,4
<b>Mi2</b>	4,76 <sup>a</sup> ± 0,01	0,19 <sup>a</sup> ± 0,002	28,0 <sup>a</sup> ± 0,69	14 <sup>a</sup> ± 0,03	3,94 <sup>bc</sup> ± 0,09	4,1 <sup>a</sup> ± 0,10	2,7	10,2
<b>Mi3</b>	4,45 <sup>b</sup> ± 0,02	0,16 <sup>bc</sup> ± 0,001	11,5 <sup>b</sup> ± 1,68	8 <sup>c</sup> ± 0,004	4,40 <sup>ab</sup> ± 0,16	3,7 <sup>c</sup> ± 0,05	2,1	10,4

Médias com a mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). **Legenda:** **AT:** Acidez total; **ER:** Extrato real; **TA:** Teor alcoólico; **EA:** Extrato aparente; **EP:** Extrato primitivo. \*Dados obtidos a partir das médias de extrato real e teor alcoólico.

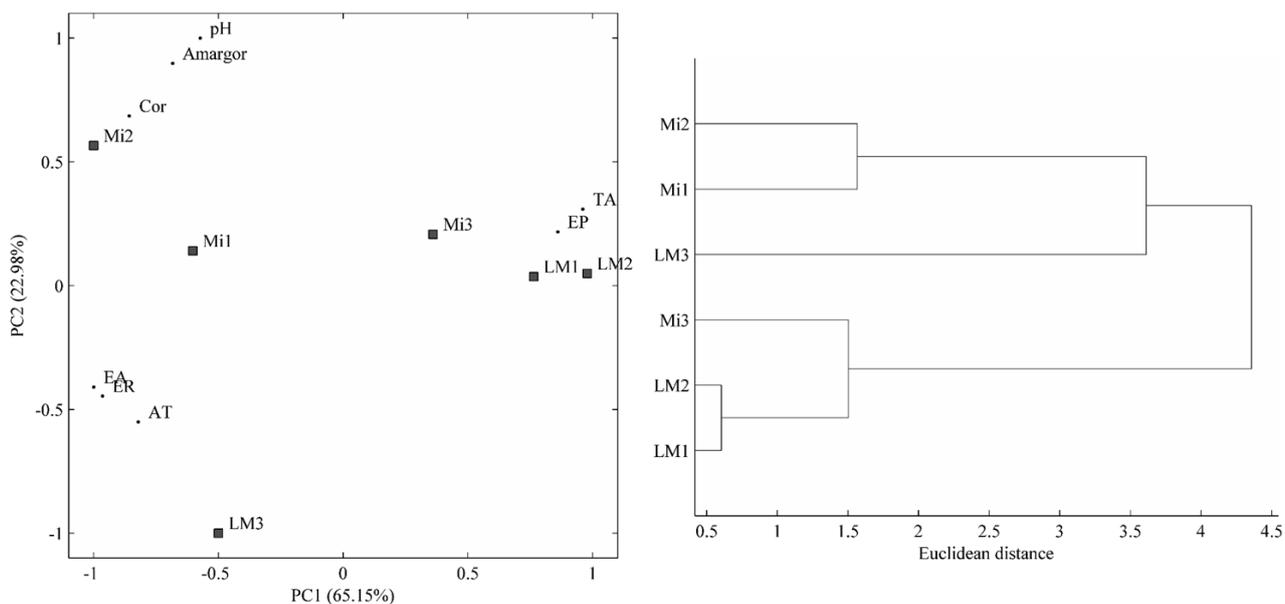
Os valores de pH encontrados estão próximos da faixa determinada por Meilgaard (1978) para cervejas *Lager* (3,9 – 4,7). Todas as amostras de cerveja produzidas por microcervejaria apresentaram um pH maior ( $p < 0,05$ ) que as amostras líderes de mercado, mostrando uma tendência dessas amostras de serem mais ácidas que as demais. Tal fato pode ser explicado pela adição de adjuntos na produção, prática comum em grandes cervejarias. Os fosfatos presentes no malte de cevada são capazes de reagir com o cálcio e o magnésio presentes na água. Tal reação libera íons  $H^+$  para o meio, o que resulta na redução do pH. Logo, cervejas produzidas com mais malte tendem a ser mais ácidas. O estudo de Brunelli *et al.* (2014), ao utilizar mel como adjunto na produção de cerveja, identificou que as amostras produzidas com 40% de adjunto apresentaram pH menores que as formulações sem esse adjunto. Já para a acidez total, as amostras LM1 e Mi2 apresentaram maiores valores de acidez total. É interessante perceber que nenhuma das amostras apresentou valor de pH baixos, o que geralmente demonstra maior característica ácida da solução. Uma possível explicação para esse fato seria um maior efeito tamponante nessa amostra devido à composição da água ou a um maior teor de proteínas. Tal fato também foi verificado por Brunelli *et al.* (2014).

As análises de cor e amargor mostraram uma clara diferença entre as duas categorias de amostras. As cervejas produzidas por microcervejarias apresentaram valores superiores de EBC (cor) e IBU (amargor), quando comparado com as amostras de cerveja líderes de mercado, o que era esperado uma vez que esse tipo de amostra busca características diferenciadas e intensas, enquanto as outras amostras buscam leveza e suavidade. O valor obtido na análise de amargor está relacionado com a adição de lúpulo, o que indica que as amostras produzidas por microcervejarias foram elaboradas com uma maior quantidade de lúpulo. O uso de adjuntos por parte das grandes cervejarias pode ser um fator que influencia no resultado da cor das amostras. Brunelli *et al.* (2014) percebeu que ao utilizar 20% de adjunto em cervejas *Pilsen*, há uma redução considerável na intensidade da cor das amostras. Os valores obtidos para o amargor das amostras líderes de mercado foram bem inferiores aos valores encontrados por Moura-Nunes *et al.* (2016) (valores entre 12,6 e 34,8), porém, as demais amostras apresentam valores próximos a esses.

Ao avaliar o teor alcoólico e extrato real, não houve diferença entre as categorias das amostras, mas houve diferença entre as amostras ( $p < 0,05$ ). As amostras que apresentaram maior teor alcoólico foram LM1 e LM2, e não diferiram significativamente da amostra Mi3, enquanto as amostras LM3 e Mi1 apresentaram os menores valores, também não diferindo da amostra Mi2. Os valores encontrados estão próximos aos encontrados por Brunelli *et al.* (2014) (entre

4,11 e 5,54 para cervejas *Pilsen*) e Moura-Nunes *et al.* (2016) (entre 4,0 e 5,0 para *Standard American Lager* e entre 4,5 e 6,2 para *Premium American Lager*). A literatura afirma que os valores ideais de teor alcoólico devem variar entre 3,0 e 8,0%, mostrando que os resultados estão de acordo com o esperado (AQUARONE, LIMA e BORZANI, 2001). Por outro lado, as amostras LM3 e Mi2 apresentaram os maiores valores de extrato real ( $p < 0,05$ ), enquanto as amostras LM1, LM2 e Mi3 apresentaram os menores valores ( $p < 0,05$ ). Os resultados obtidos estão próximos aos encontrados por Brunelli *et al.* (2014) (entre 3,30 e 5,14 para cervejas *Pilsen*) e Marques *et al.* (2017) (entre 4,42 e 5,09 para diferentes estilos de cerveja produzidas de forma artesanal).

Com o intuito de visualizar a disposição espacial das amostras e a formação de grupos entre as amostras, a análise de componentes principais e a análise hierárquica de *cluster* (Figura 3) foram realizadas. A soma dos dois componentes principais totaliza aproximadamente 88% da variância explicada, mostrando que esses componentes são suficientes para discriminar as amostras. Utilizando como referencial a distância euclidiana de 1,5, é possível perceber a formação de dois grupos: um grupo contendo as amostras Mi1 e Mi2, e outro grupo contendo as amostras LM1, LM2 e Mi3. Esse resultado mostra que a amostra Mi3, mesmo sendo produzida por microcervejarias, apresenta características físico-químicas mais próximas das amostras líderes de mercado. Tal fato pode ser explicado pelo segmento de mercado que essa amostra é destinada. Apesar de ser uma amostra produzida por microcervejaria, ela apresenta um valor no mercado significativamente inferior às demais amostras, mostrando que a empresa responsável por sua produção tem o intuito de produzir uma cerveja com características mais próximas às amostras que já estão estabelecidas no cenário atual. Por outro lado, a amostra LM3 forma um grupo isolado, mostrando que essa amostra não apresenta características similares a nenhum dos outros grupos, o que também pode ser explicado pelo seu valor de mercado. Mesmo sendo produzida por uma cervejaria líder de mercado, a amostra LM3 apresenta um valor significativamente superior às demais, sendo voltada para um segmento de mercado diferente das outras amostras.



**Figura 3** – Configuração das amostras nas duas primeiras dimensões da análise de componentes principais (PCA) e dendrograma das amostras de cerveja realizado a partir dos dados das análises físico-químicas. **Legenda:** **Mi:** microcervejarias; **LM:** líderes de mercado.

A Tabela 2 mostra as cargas (*Loadings*) para cada uma das características físico-químicas avaliadas. Os parâmetros que apresentaram maior correlação com a primeira componente principal foram cor, teor alcoólico, extrato real e extrato aparente, sendo que os dois primeiros apresentaram correlação positiva e os dois últimos apresentaram correlação negativa. Por outro lado, ao avaliar a segunda componente principal, tem-se que os parâmetros pH e amargor apresentaram as maiores correlações, sendo ambas positivas. Tal resultado mostra que essas características foram importantes na separação das amostras.

**Tabela 2** – Cargas (*Loadings*) entre os parâmetros físico-químicos e os dois primeiros componentes principais.

<b>Parâmetro Físico-químico</b>	<b>PC1</b>	<b>PC2</b>
pH	-0,238	0,569
AT (%)	-0,341	-0,313
Amargor (IBU)	-0,284	0,511
Cor (EBC)	0,396	0,390
TA (% v/v)	0,399	0,176
ER (% g/g)	-0,401	-0,254
EA (%P)	-0,415	-0,233
EP (%P)	0,357	0,124

**Legenda:** **AT:** Acidez total; **ER:** Extrato real; **TA:** Teor alcoólico; **EA:** Extrato aparente; **EP:** Extrato primitivo.

A Figura 3 também mostra que os parâmetros cor, amargor e pH estão correlacionados com a amostra Mi2, o que era esperado, uma vez que essa amostra, por ser produzida por microcervejaria, preza por essas características. Já os parâmetros extrato aparente, extrato real e acidez total estão relacionados com a amostra LM3. Por outro lado, os parâmetros extrato primitivo e teor alcoólico estão correlacionados com as amostras LM1 e LM2. Além disso, essas amostras apresentaram correlação negativa com os atributos cor, amargor e pH, mostrando que são cervejas com características leves e suaves.

## 5.2 Teste de aceitação e intenção de compra

Os resultados do teste de aceitação estão apresentados na Tabela 3. Todas as amostras foram aceitas pelos consumidores em todos os atributos avaliados.

**Tabela 3** - Aceitação dos atributos das amostras de cerveja *Pilsen* líderes de mercado (**LM**) e produzidas por microcervejarias (**Mi**).

Amostras	Atributos			
	Cor	Aroma	Sabor	Impressão global
<b>LM1</b>	7,40 ± 1,55 <sup>ab</sup>	6,08 ± 2,18	6,18 ± 1,97 <sup>ab</sup>	6,34 ± 1,89 <sup>ab</sup>
<b>LM2</b>	7,16 ± 1,43 <sup>ab</sup>	6,82 ± 1,45	7,24 ± 1,52 <sup>a</sup>	7,04 ± 1,43 <sup>a</sup>
<b>LM3</b>	7,26 ± 1,56 <sup>ab</sup>	7,00 ± 1,40	6,50 ± 1,93 <sup>ab</sup>	6,58 ± 1,72 <sup>ab</sup>
<b>Mi1</b>	7,18 ± 1,34 <sup>ab</sup>	6,24 ± 2,22	5,72 ± 2,42 <sup>b</sup>	5,90 ± 2,19 <sup>b</sup>
<b>Mi2</b>	7,64 ± 1,63 <sup>a</sup>	6,94 ± 2,08	5,64 ± 2,60 <sup>b</sup>	6,08 ± 2,28 <sup>b</sup>
<b>Mi3</b>	6,7 ± 1,63 <sup>b</sup>	6,30 ± 1,54	5,70 ± 1,95 <sup>b</sup>	5,78 ± 1,73 <sup>b</sup>

Médias com a mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey com 5% de significância. Médias sem letras não diferiram significativamente pelo teste F, também com 5% de significância.

Ao avaliar o atributo cor, as médias se situaram entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. A amostra Mi2 diferiu da amostra Mi3 ( $p < 0,05$ ), sendo Mi2 a mais aceita, juntamente com as amostras LM1, LM2, LM3 e Mi1. Já para o atributo aroma, as médias se situaram entre os termos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. As amostras não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ), não havendo então diferença entre a aceitação das mesmas.

Para o atributo sabor e impressão global, as médias se situaram entre os termos hedônicos “indiferente” e “gostei moderadamente”. A amostra LM2 diferiu das amostras artesanais, sendo ela a mais aceita, juntamente com as outras amostras líderes de mercado.

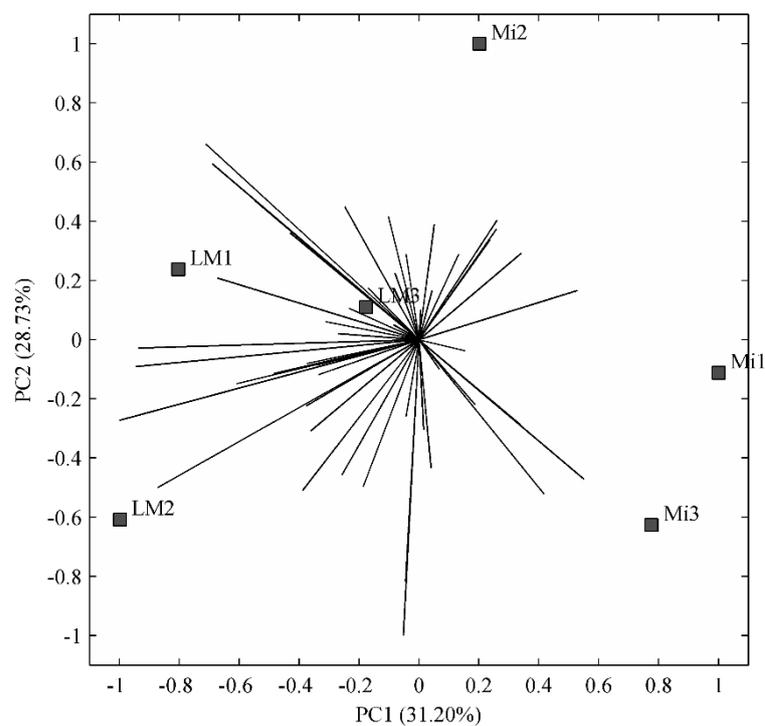
Por fim, para o atributo intenção de compra, as médias se situaram entre os termos “talvez compraria, talvez não compraria” e “Possivelmente compraria”. Todas as médias apresentaram termos superiores à 3,00, o que indica que todas as amostras apresentaram intenção de compra superior à nota indiferente. A amostra mais aceita foi a LM2, que foi estatisticamente superior às amostras provenientes de microcervejarias.

Carvalho (2015), ao avaliar cervejas *Pilsen*, *Weissbier* e *Pale Ale* produzidas por microcervejarias, verificou que todas as amostras se situaram na faixa de aceitação. A amostra *Pilsen* apresentou média 6,0 para impressão global, resultado próximo do encontrado no presente estudo também para as amostras produzidas por microcervejarias.

Brunelli e Venturini (2014), ao realizar um estudo de teste de aceitação para cervejas produzidas de forma artesanal e elaboradas com mel, identificou que todas as amostras foram aprovadas pela equipe sensorial. As amostras produzidas sem mel se situaram entre os termos

“gostei ligeiramente” e “gostei muito” para o atributo impressão global, resultado próximo ao encontrado no presente estudo.

Um mapa de preferência foi gerado para o atributo impressão global (Figura 4), para que fosse possível interpretar os resultados de forma mais detalhada. Mapas de preferência avaliam cada participante do teste sensorial de forma individual, o que não ocorre quando avaliamos o resultado ANOVA e testes de médias. Nesse mapa, o primeiro e o segundo componente somados explicam 60% da variância total das notas das amostras, o que mostra que os dois componentes são suficientes para discriminá-las.



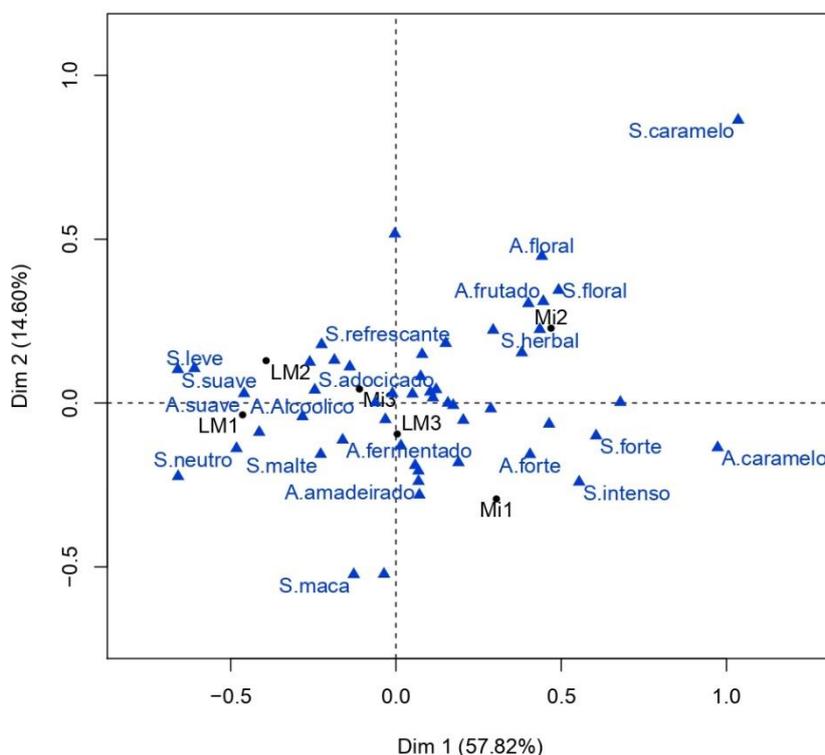
**Figura 4** – Mapa de preferência interno das amostras de cerveja para o atributo “Impressão global”. **Legenda:** Mi: microcervejarias; LM: líderes de mercado.

É possível perceber uma maior concentração de vetores orientados para as amostras líderes de mercado, indicando que para grande parte dos avaliadores, tais amostras foram as mais aceitas, o que reforça o resultado anterior. Por outro lado, existem também alguns vetores orientados na direção das cervejas artesanais, o que indica que, para uma parcela dos avaliadores, tais amostras foram as mais aceitas. Nesse caso, é possível perceber uma segmentação de mercado. Provavelmente, os avaliadores que avaliaram as cervejas artesanais com notas maiores devem ser consumidores desse tipo de cerveja, o que indica que há diferentes mercados para esse produto. Também é possível perceber que os avaliadores notaram que há diferença entre cervejas artesanais e líderes de mercado, uma vez que as amostras das cervejas

artesanais se situaram na parte positiva do primeiro componente principal. Já as amostras líderes de mercado se situaram na parte negativa desse mesmo componente.

### 5.3 Check-all-that-apply (CATA)

A Figura 5 traz o mapa elaborado a partir da análise de correspondência da técnica CATA. As duas dimensões apresentadas explicam aproximadamente 72% do total da variância. Além disso, o teste Qui-quadrado global mostrou significância estatística ( $\chi^2 = 471,14$ ,  $p < 0,05$ ) indicando que os avaliadores foram capazes de diferenciar as amostras adequadamente.



**Figura 5** – Configuração das amostras (preto) e dos termos descritivos (azul) nas duas primeiras dimensões da análise de correspondência (CA) realizada nos dados do método CATA.

**Legenda:** Mi: microcervejarias; LM: líderes de mercado.; A: aroma; S: sabor.

As amostras Mi1 e Mi2 se correlacionaram positivamente com a primeira dimensão, enquanto as amostras LM1 e LM2 se correlacionaram negativamente com a mesma dimensão. Já a dimensão 2 se correlacionou positivamente com a amostra Mi2 e negativamente com a amostra Mi1.

Os termos descritivos “S.intenso”, “S. forte”, “A.caramelo” e “A.forte” correlacionaram positivamente com a primeira dimensão, enquanto os termos “S.neutro”, “A.suave”, “A.alcoólico”, “S.adocicado”, “A.suave”, “S.leve” e “S.suave” correlacionaram negativamente

com a mesma dimensão. Por outro lado, o termo “A.amadeirado” correlacionou positivamente com a dimensão 2, enquanto o termo “S. maca” correlacionou negativamente.

Ao avaliar a Figura 5, é possível perceber que a amostra Mi2 é descrita pelos termos “S.herbal”, “S.floral”, “A.frutado” e “A.floral”, o que mostra que essa amostra apresenta características diferenciadas das demais. Como tais características estão geralmente relacionadas a presença de ésteres, é possível que a amostra Mi2 apresente uma maior concentração desses compostos. Já a amostra Mi1 é descrita por “A.forte”, “S.forte” e “S.intenso”, o que indica que essa amostra apresenta características mais intensas, tanto no sabor quanto no aroma. Esse fato também é desejado pelos consumidores de cervejas produzidas por microcervejarias, uma vez que os mesmos prezam por um produto que tenha características diferenciadas e marcantes.

A amostra Mi1, juntamente com a amostra Mi2, apresentou valores elevados de cor e amargor, quando comparado as demais amostras. Os avaliadores podem ter interpretado essas características físico-químicas com o termo “intensidade” e “forte”, o que justifica a associação desses termos com as amostras.

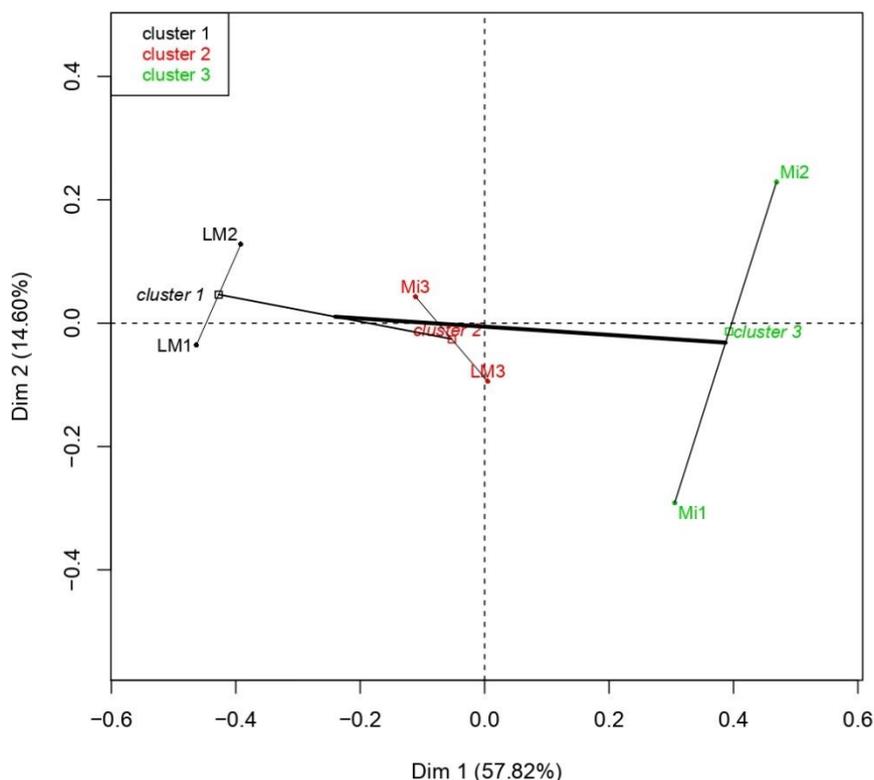
Já as amostras LM1 e LM2 se situaram bem próximas e foram descritas por termos como “S.leve”, “S.suave”, “S.neutro”, “S.refrescante”, “S.malte” e “A.alcoolico”. Tal resultado também era esperado, uma vez que essas amostras pertencem a um segmento de mercado que preza por produtos leves e refrescantes.

Nas análises físico-químicas, essas amostras apresentaram os menores valores para cor e amargor, o que pode indicar que os avaliadores perceberam a ausência dessas características e associaram a termos relacionados a suavidade e neutralidade. Essas amostras também apresentaram o maior teor alcoólico, o que também foi percebido pelos avaliadores.

Por fim, as amostras Mi3 e LM3 se situaram no centro do mapa sensorial, sendo descritas por “S.adocicado”, “S.refrescante” e “A.fermentado”. É interessante notar que ambas as amostras pertencem a segmentos de mercado similares, uma vez que entre as líderes de mercado, a LM3 apresenta maior custo, enquanto a Mi3 apresenta o menor valor entre as amostras produzidas por microcervejarias.

A Figura 6 reforça ainda mais os resultados apresentados anteriormente. Após a realização da análise hierárquica de *cluster*, é possível perceber a existência de três grupos: o primeiro, contendo as amostras LM1 e LM2; o segundo, contendo as amostras Mi3 e LM3; e por fim, o terceiro, contendo as amostras Mi1 e Mi2. Isso indica que os avaliadores foram capazes de perceber as características das amostras e separá-las, mesmo sem nenhum tipo de

treinamento. Além disso, os avaliadores também foram capazes de perceber que a amostra LM3 difere das demais amostras líderes de mercado, enquanto a Mi3 também difere das demais amostras produzidas por microcervejarias. Os avaliadores colocaram ambas as amostras em um mesmo grupo, por perceber que elas possuem características intermediárias, quando comparadas aos outros dois grupos, e similares, quando comparadas entre si.



**Figura 6** – Agrupamento das amostras obtido a partir de análise hierárquica de *Cluster* nas duas primeiras dimensões da análise de correspondência (CA) realizada nos dados do método CATA.

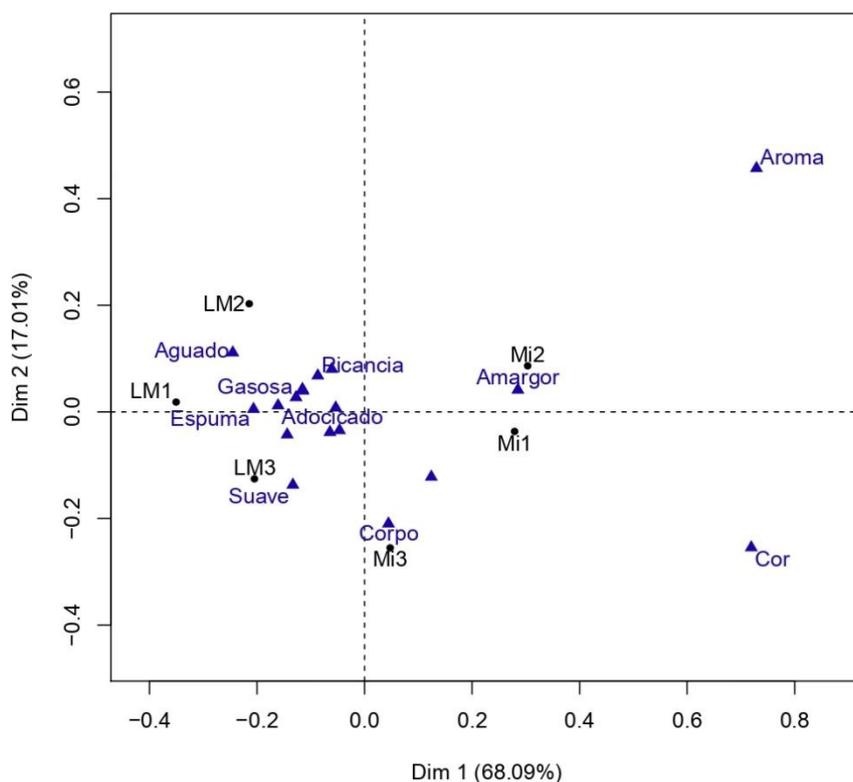
**Legenda:** **Mi:** microcervejarias; **LM:** líderes de mercado.

Ao comparar os resultados obtidos com as análises físico-químicas, observa-se que os avaliadores perceberam as semelhanças entre as amostras Mi1 e Mi2, e entre as amostras LM1 e LM2, como foi encontrado nas análises. Por outro lado, a amostra Mi3 foi colocada juntamente com a amostra LM3, resultado esse que difere dos grupos formados na análise físico-química.

Gomez *et al.* (2017) avaliou diferentes amostras de cerveja pelo método CATA. Os autores verificaram que frases afetivas foram mais utilizadas para cervejas industriais, enquanto as cervejas artesanais foram descritas por termos cognitivos.

## 5.4 Pivot Profile

Na Figura 7 é apresentado o resultado da análise de correspondência para o teste Pivot Profile. A soma das duas primeiras dimensões totaliza aproximadamente 85% da variância explicada, o que mostra que o resultado é significativo. Além disso, o teste Qui-quadrado global mostrou significância estatística ( $\chi^2 = 113,89$ ,  $p < 0,05$ ) indicando que os avaliadores foram capazes de diferenciar as amostras adequadamente.



**Figura 7** – Configuração das amostras (preto) e dos termos descritivos (azul) nas duas primeiras dimensões da análise de correspondência (CA) realizada nos dados do método *Pivot Profile* (PP).

**Legenda:** **Mi:** microcervejarias; **LM:** líderes de mercado.

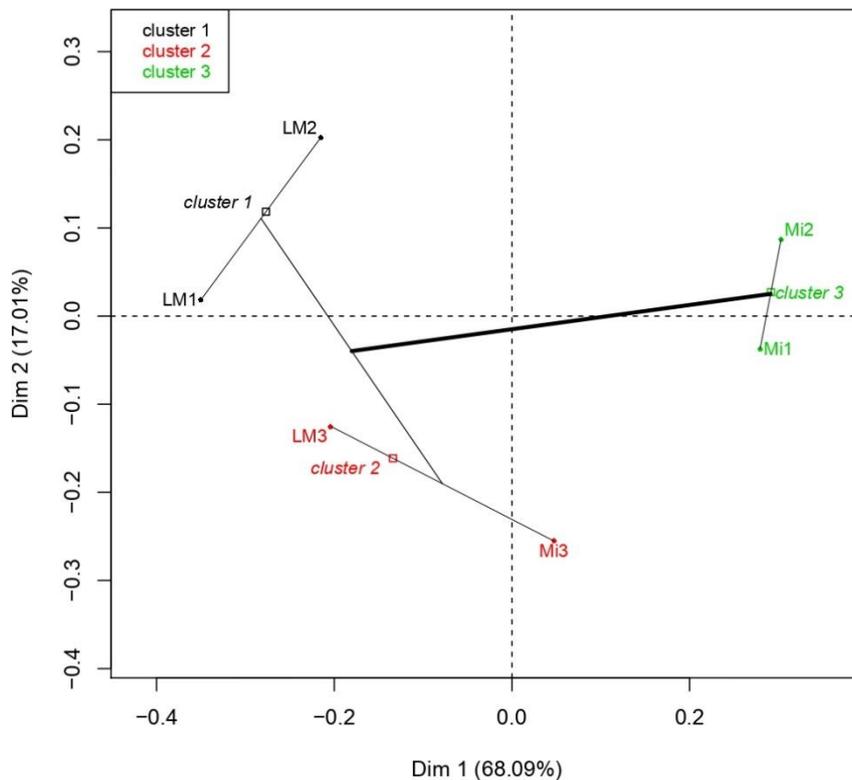
Ao avaliarmos as amostras, é notório que Mi1 e Mi2 estão correlacionadas positivamente com a dimensão 1, enquanto as amostras LM1, LM2 e LM3 estão correlacionadas negativamente com essa mesma dimensão. Por outro lado, a amostra LM2 está correlacionada positivamente com a dimensão 2, enquanto as amostras Mi3 e LM 3 estão correlacionadas negativamente com essa mesma dimensão.

Ao avaliarmos os termos descritivos, os termos “Cor”, “Amargor” e “Aroma” estão correlacionados positivamente com a dimensão 1, enquanto os termos “Espuma” e “Aguado”

estão correlacionados negativamente com a mesma dimensão. Por outro lado, ao avaliarmos a dimensão 2, há correlação positiva com o termo “Aroma”, e há correlação negativa com os termos “Cor” e “Corpo”.

Logo, os termos que descrevem as amostras Mi1 e Mi2 são “Cor”, “Amargor”, e “Aroma”. Tais resultados podem ser explicados pelas análises físico-químicas, uma vez que essas amostras apresentaram os maiores valores nas análises de cor e amargor. Já a amostra Mi3 é descrita pelo termo “Corpo” e a amostra LM3 é descrita pelo termo “Suave”. Por fim, as amostras LM1 e LM2 são descritas pelos termos “Aguado” e “Espuma”.

A Figura 8 mostra o resultado da análise hierárquica de *cluster*. As amostras LM1 e LM2 formam o *cluster 1*, o que era esperado, uma vez que ambas as amostras são produzidas para o mesmo segmento de mercado e apresentam preços similares. Além disso, a formação do *cluster 3*, formado pelas amostras Mi1 e Mi2, também era esperado, já que ambas as amostras são produzidas por microcervejarias e também são produzidas para o mesmo segmento de mercado. Por outro lado, as amostras LM3 e Mi3 formaram o *cluster 2*, o que é curioso, uma vez que as amostras são produzidas por tipos de cervejarias diferentes. Porém, esse resultado corrobora com o obtido no teste descritivo CATA, no qual foram formados os mesmos grupos.



**Figura 8** - Agrupamento das amostras obtido a partir de análise hierárquica de *Cluster* nas duas primeiras dimensões da análise de correspondência (CA) realizada nos dados do método *Pivot Profile* (PP).

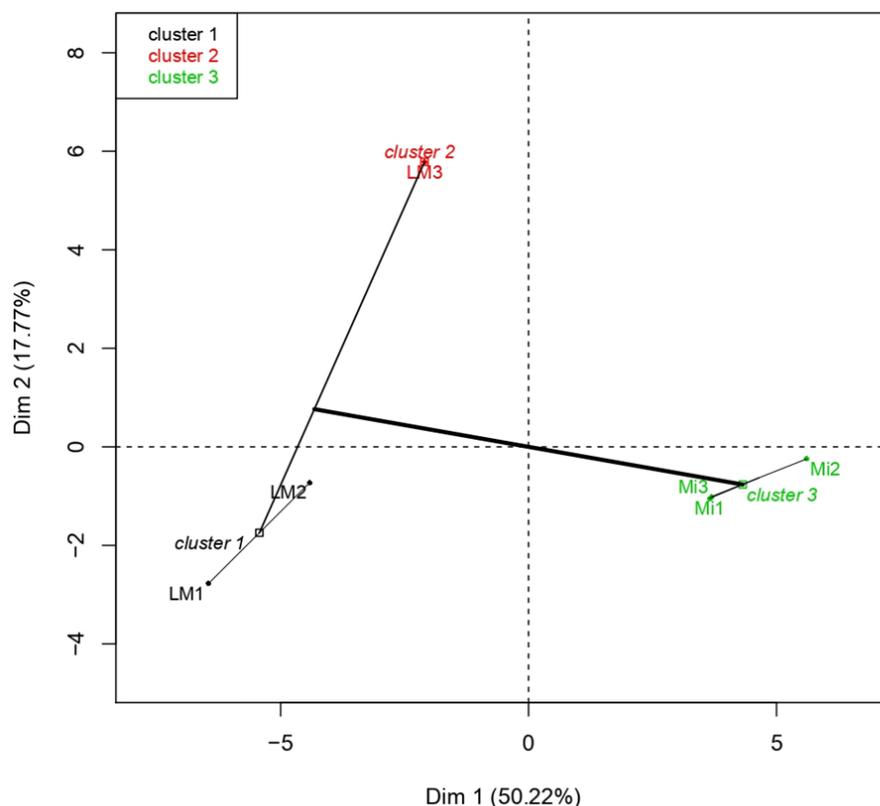
**Legenda:** **Mi**: microcervejarias; **LM**: líderes de mercado.

Lelièvre-Desmas, Valentin e Chollet (2017) realizaram o PP com amostras de cerveja para verificar a importância da escolha da amostra *Pivot*. Para os autores, o método PP é mais adequado para produtos com características sensoriais mais restritas e, por isso, deve ser criado um produto com características mais centrais é o mais adequado.

É importante ressaltar que a técnica *Pivot Profile* é relativamente recente e, por isso, são necessários mais estudos para o seu aperfeiçoamento. Importantes parâmetros como número de avaliadores e técnicas para a escolha da amostra *Pivot* carecem de estudo.

### 5.5 Projective Mapping (PM)

A Figura 9 mostra os resultados da análise fatorial múltipla do PM. A soma das duas primeiras dimensões é capaz de explicar aproximadamente 68% da variância, mostrando um resultado significativo.



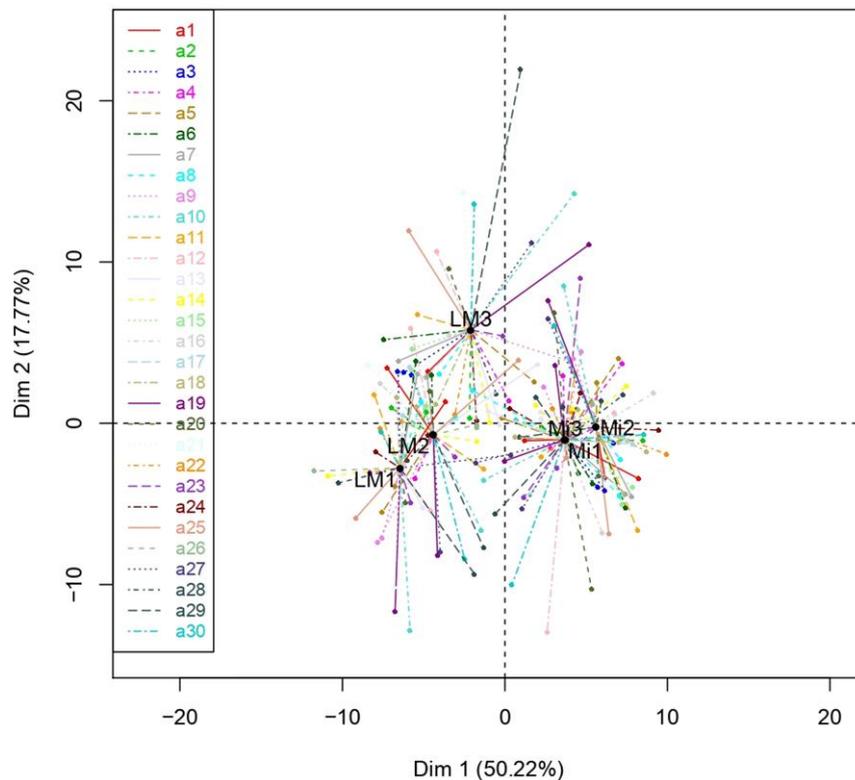
**Figura 9** - Agrupamento das amostras obtido a partir de análise hierárquica de *Cluster* nas duas primeiras dimensões da análise fatorial múltipla (MFA) realizada nos dados do método *Projective Mapping* (PM).

**Legenda:** **Mi**: microcervejarias; **LM**: líderes de mercado.

Ao avaliar a formação dos *clusters*, é possível perceber que as amostras produzidas por microcervejarias pertencem a um mesmo grupo, o que indica que os avaliadores, mesmo sem nenhum treinamento, foram capazes de identificar características similares entre essas amostras.

Por outro lado, os avaliadores agruparam as amostras LM1 e LM2 em um grupo diferente da amostra LM3, o que indica que tais amostras apresentaram características sensoriais diferentes e que os avaliadores foram capazes de notar tal diferença. A amostra LM3 possui maior valor agregado entre as amostras líderes de mercado, e pertence a um segmento diferente de consumidores. Essa é uma possível explicação do porquê os avaliadores identificaram essa amostra como diferente das demais.

Já na Figura 10, é possível notar que os avaliadores posicionaram as amostras de forma relativamente similar, o que mostra uma percepção análoga por parte dos consumidores. Tal fato reforça a significância e a reprodutibilidade dos resultados.



**Figura 10** – Configuração final das amostras e a posição das mesmas para cada avaliador obtido a partir de análise fatorial múltipla (MFA) realizada nos dados do método *Projective Mapping* (PM).

**Legenda:** **Mi:** microcervejarias; **LM:** líderes de mercado; **a:** Avaliador.

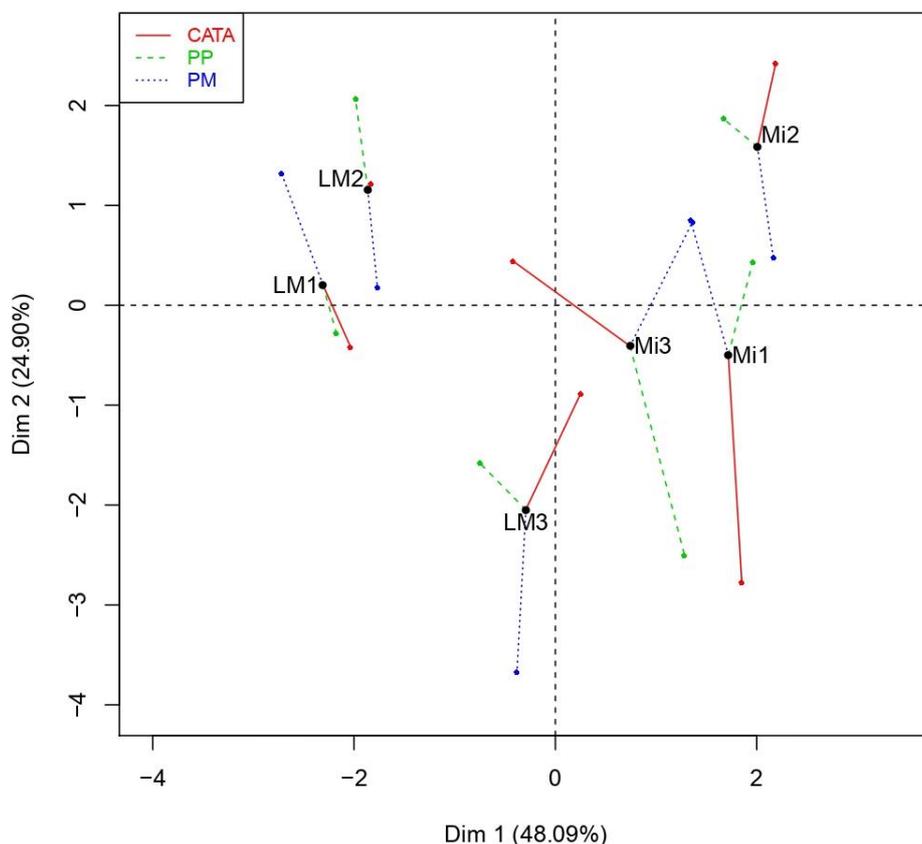
Entretanto, o resultado difere dos obtidos nos testes descritivos anteriores, além dos resultados das análises físico-químicas, uma vez que a amostra Mi3 foi colocada no mesmo grupo que as artesanais. Uma possível explicação para esse fato é que, diferente do teste PP e do CATA, que apresenta as amostras de forma monádica e sequencial, o PM apresenta as amostras juntas, o que possibilita uma melhor comparação entre as amostras. As amostras de microcervejarias apresentam colorações mais intensas, o que pode ter influenciado os avaliadores a colocá-las em um mesmo grupo.

Giancalone, Ribeiro e Frost (2016) utilizaram o PM para avaliar a percepção de três tipos de avaliadores (novatos, entusiastas e *experts*) frente diferentes amostras de cerveja. Ao concluir o trabalho, os autores afirmam que os resultados confirmam que consumidores podem ser utilizados para a elaboração do perfil sensorial de cerveja, o que está de acordo com o presente trabalho, uma vez que os avaliadores foram capazes de perceber as diferenças entre as amostras. Os autores também relatam que as amostras utilizadas em sua pesquisa apresentavam

grandes diferenças sensoriais e que estudos com amostras semelhantes deveriam ser feitas para conclusões mais aprofundadas. Porém, o presente trabalho mostrou que, mesmo trabalhando com amostras de um mesmo tipo (*Pilsen*), os avaliadores foram capazes de notar diferenças sutis, inclusive sendo capazes de identificar diferenças dentro do próprio grupo das amostras líderes de mercado.

## 5.6 Análise dos métodos descritivos

A Figura 11 foi elaborada para comparação dos métodos descritivos. As duas primeiras dimensões explicam aproximadamente 69% da variância explicada. Os pontos ao final de cada linha representam uma técnica descritiva diferente, enquanto o ponto central indica uma posição de consenso entre as técnicas.



**Figura 11** – Configuração das amostras e a posição das mesmas em cada método, obtido por análise fatorial múltipla (MFA) nos dados obtidos de cada um dos métodos.

**Legenda:** Mi: microcervejarias; LM: líderes de mercado.

As amostras LM1, LM2 e Mi2 apresentaram resultados similares nos três testes. Por outro lado, as demais amostras apresentaram variação e, dependendo do método, se posicionaram em diferentes quadrantes.

Ao avaliar os grupos formados por cada metodologia, é possível perceber que CATA e PP formaram os mesmos grupos, mostrando uma semelhança nos resultados obtidos nos dois métodos. Os grupos das técnicas também foram similares aos formados pela caracterização físico-química, mostrando que os avaliadores foram capazes perceber as semelhanças e diferenças na composição das amostras. O método CATA é uma técnica mais rápida, simples de ser compreendida e menos onerosa, mas não trabalha com livre descrição, o que pode ser um problema para estudos exploratórios. Por outro lado, o PP obteve resultados similares ao método CATA, e permite estudos envolvendo menos avaliadores e livre descrição, mesmo sendo uma técnica mais complexa e dispendiosa.

A técnica PM apresentou resultados diferentes das demais, mostrando que talvez devesse ser realizada com um maior número de avaliadores ou avaliadores treinados. Outro fato que dificulta o uso da técnica é a necessidade de uma outra etapa, o *Ultra-flash Profiling*, para a obtenção do perfil sensorial juntamente com os termos descritivos, por se tratar de mais uma fase que pode gerar dúvidas ao avaliador. Uma importante diferença entre o PM e os demais testes é que, como todas as amostras são apresentadas juntas para os avaliadores, essa técnica permite uma comparação mais eficaz. Logo, esse método pode ser uma opção para estudos que envolvam mudanças de formulações, por exemplo, para verificar como que tais alterações podem afetar nas descrições das amostras.

Ares *et al.* (2010) avaliou amostras de sobremesas achocolatadas usando dois métodos distintos: CATA e PM. Os autores concluíram que as técnicas apresentaram resultados similares, e afirmam que tanto o CATA quanto PM são técnicas eficazes para avaliar a percepção dos avaliadores frente às amostras. Porém, Ares *et al.* (2010) afirmam que a metodologia CATA é mais fácil de ser compreendida e demanda menos tempo dos avaliadores. Reinbach *et al.* (2014) também comparou os dois métodos utilizando amostras de cerveja. Segundo o estudo, o método CATA apresentou resultados similares ao PM, e que a escolha do método deve ser feita avaliando se é desejado que os participantes descrevam livremente as amostras, ou se é melhor utilizar uma lista já pré-estabelecida de termos descritivos. Por fim, os autores ainda afirmam que o PM é mais lento, mais trabalhoso e recomendado para testes exploratórios com um menor número de avaliadores, enquanto o método CATA é mais rápido, menos trabalhoso e mais apropriado para análises com grupos de avaliadores maiores.

Fonseca *et al.* (2016) comparou a técnica PP com uma outra técnica descritiva rápida, a *Comment analysis*. Segundo os autores, ambas as técnicas foram capazes de descrever as amostras de forma significativa. O estudo ainda aponta que o PP apresenta elevado poder

analítico e discriminativo, mesmo usando consumidores, o que mostra que essa técnica pode ser uma alternativa quando métodos descritivos clássicos não puderem ser utilizados.

Por fim, Esmerino *et al.* (2017) realizaram um estudo comparando o método CATA, PP e PM para amostras de iogurte grego. Como resultado, os autores mostraram que as três técnicas foram capazes de descrever as amostras de forma eficaz, mas que o PP apresentou algumas vantagens, superando algumas limitações presentes nos outros métodos.

## **6. Conclusão**

Portanto, as cervejas produzidas por microcervejarias se diferenciaram das líderes de mercado nos parâmetros pH, cor e amargor. Todas as amostras apresentaram médias superiores ao termo hedônico “indiferente”, mostrando que elas estão próximas ou dentro da faixa de aceitação. Além disso, os métodos descritivos rápidos apresentaram resultados similares aos testes físico-químicos, principalmente os testes CATA e PP. Os métodos também foram capazes de descrever as amostras de forma eficaz, e a escolha do melhor método depende diretamente do estudo. O método CATA é mais simples e rápido, sendo uma opção para estudos com maior número de avaliadores. Já o PP é uma técnica de livre descrição apropriada para estudos exploratórios. Por fim, o PM é uma técnica, também de livre descrição, mas mais adequada para estudos comparativos.

## 7. Referências bibliográficas

ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; SALDAMANDO, L.; GIMÉNEZ, A.; ARES, G. Comparison of consumer-based methodologies for sensory characterization: case study with four sample sets of powdered drinks. *Food Quality and Preference*, v. 56, Part A, p. 149-163, 2017

AQUARONE, E. *Biotecnologia industrial*. São Paulo, SP. Editora Blucher, 2001. 523 p.

ARES, G. et al. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. *Food Quality and Preference*, v. 21, p. 417-426, 2010.

ASBC – AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. *ASBC Methods of Analysis*, 14th edition. Beer Method 4. Alcohol. Approved 2004, St. Paul, MN, U.S.A. doi: 10.1094/ASBC Method-Beer 4.

ASBC – AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. *ASBC Methods of Analysis*, 14th edition. Beer Method 8. Total acidity. Approved 1958, rev. 1975 St. Paul, MN, U.S.A. doi: 10.1094/ASBC Method-Beer 8.

ASBC – AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. *ASBC Methods of Analysis*, 14th edition. Beer Method 10. Color. Approved 2002, St. Paul, MN, U.S.A. doi: 10.1094/ASBC Method-Beer 10.

ASBC – AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. *ASBC methods of Analysis*, 8th Edition, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 12806. *Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia*. São Paulo, 1993.

BALTHAZAR, C. F.; PIMENTEL, T. C.; FERRÃO, L. L.; ALMADA, C. N.; SANTILLO, A. ALBENZIO, M.; MOLLAKHALILI, N.; MORTAZAVIAN, A. M.; NASCIMENTO, J. S.; SILVA, M. C. Sheep Milk: Physicochemical characteristics and relevance for functional food development. *Food Science and Food Safety*, v. 16, i. 2, 2017.

BELTRAMELLI, M. *Cervejas, brejas e birras: um guia completo para desmistificar a bebida mais popular do mundo*. São Paulo, SP. Editora Leya, 2013. 320 p. Berlín: VLB Berlin, 2006. cap. 7, p. 826-885.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº54, de 5 de novembro de 2001. Regulamento técnico MERCOSUL de produtos de Cervejaria. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/in-no-54-de-5-de-novembro-de-2001.doc/view>. Acesso em: 08 de julho de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto Nº 9902, de 08 de julho de 2019. Diário Oficial da União, Brasília. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Diário Oficial da União. 2011.

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 17, n. 1, p. 19–27, 2014.

CARVALHO, L. G. Dossiê Técnico. Produção de cerveja. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc=>>>. Acesso em: 03 de abril. 2016.

CARVALHO, Naiara Barbosa. Cerveja artesanal: Pesquisa mercadológica e aceitabilidade sensorial. 2015. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

CERVBRASIL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CERVEJA. Anuário 2016. 2016. Disponível em: <[http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130\\_CervBrasilAnuario2016\\_WEB.pdf](http://www.cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130_CervBrasilAnuario2016_WEB.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2017.

CHOLLET, S. et al. Sort and beer: Everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask. *Food Quality and Preference*, v. 22, n. 6, p. 507-520, 2011.

DELLA LUCIA, S. M.; MINIM, V. P. R.; CARNEIRO, J. D. S. Análise sensorial de alimentos. In: MINIM, V. P. R. *Análise Sensorial: Estudos com consumidores*. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2013. p. 13-49.

DELLA LUCIA, S. M.; MININ, V. P. R.; SILVA, C. H. O.; MINI, L. A.; CIPRIANO, P. A. Ordered probit regression analysis of the effect of brand name on beer acceptance by consumers. *Food Science Technology*, Campinas, v. 33, n. 3, p. 586-591, 2013.

- DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 3. Ed. Curitiba: Champagnat, 2011. 426 p.
- ESMERINO, E. A.; TAVARES FILHO, E. R.; CARR, B. T.; FERRAZ, J. P.; SILVA, H. L. A.; PINTO, L. P. F.; FREITAS, M. Q. CRUZ, A. G. BOLINI, H. M. A. Consumer based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): A comparative case with Greek yogurt samples. **Food Research International**, v. 99, p. 375-384, 2017.
- FERREIRA, A. Cervejarias artesanais no Brasil. 2015. Disponível em: <<https://www.institutodacerveja.com.br/blog/n113/novidades/cervejarias-artesanais-no-brasil>>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- FLEMING, E. E.; ZIEGLER, G. R.; HAYES, J. E. Check-all-that-apply (CATA), sorting, and polarized sensory positioning (PSP) with astringent stimuli. *Food Quality and Preference*, v. 45, p.41-49, 2015.
- GIANCALONE, D.; RIBEIRO, L.M.; FROST, M. B. Perception and description of Premium Beers by panels with different degrees of product expertise. **Beverages**, v. 2, 2016.
- GIBSON, B. et al. New yeasts – new brews: modern approaches to brewing yeast design and development. *FEMS Yeast Research*, v. 17, n. 4, 2017.
- GOMEZ, C. C.; CHOLLET, S.; ESCALONA, H. B.; VALENTIN, D. Measuring the drinking experience of beer in real context situations. The impact of affects, senses, and cognition. **Food Quality and Preference**, v. 60, p. 113-122, 2017.
- HERRERO, N. Curso de Cerveja Artesanal. [cervejando.com](http://cervejando.com) – Cerveja Artesanal. 2010. 21 p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo. 1004 p.
- KUCK, L. S. Cerveja: Aroma e sabor. Dissertação. 46 f. Universidade Federal de Pelotas, Departamento de ciências dos alimentos. 2008.
- KUNZE, W. La cerveza terminada. In: KUNZE, W. Tecnología para cerveceros y malteros.
- LAW, D.; GRIMES, B. Cerveja artesanal: técnicas e receitas para produzir em casa. São Paulo, SP. Editora Publifolha, 2015. 144 p.

LAZO, O.; CLARET, A.; GUERRERO, L. A comparison of two methods for generating descriptive attributes with trained assessors: check-all-that-apply (CATA) vs. free choice profiling (FCP). **Journal of Sensory Studies**, v. 31, n. 2, p. 163-176, 2016.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, v. 25, p.1–18, 2008.

LE LIÈVRE DESMAS, M.; VALENTIN, D.; CHOLLET, S. Pivot profile method: What is the influence of the pivot and product space? **Food Quality and Preference**, v. 61, p. 6-14, 2017.

LIMA, U. A. Cevada. In: *Matérias-Primas dos Alimentos*. São Paulo: Blucher, 2014. p. 91-98.

LIMA, U. A. Malte. In: *Matérias-Primas dos Alimentos*. São Paulo: Blucher, 2014. p. 98-104.

LOUW, L.; OELOFSE, S.; NAES, T.; LAMBRECHTS, M.; RENSBURG, P. V.; NIEUWOUDT, H. Trained sensory panellists' response to product alcohol content in the projective mapping task: Observations on alcohol content, product complexity and prior knowledge. *Food Quality and Preference*, v. 34, p. 37-44, 2014.

MATOS, G.A.R. Produção de cervejas artesanais, avaliação de aceitação e preferência, e panorama do mercado. 2011. 78 f. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, SC - Florianópolis, 2011.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G.V.; CARR, B. T. Affective Tests: Consumer Test and In-House Panel Acceptance Tests. In: *Sensory evaluation techniques*. CRC Press, 2006. Cap. 12, p. 255-309.

MENDES, D. Curso básico de elaboração de cervejas artesanais. FREI TUCK – Slow Beer. 2008. 51 p.

MERA, L. P. Curso de produção de cerveja artesanal. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Confresa – MT. 2014. 27 p.

MINIM, V. P. R.; REIS, R. C. Testes de Aceitação. In: *Análise Sensorial: Estudos com consumidores*. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. Cap. 3, p. 66-82.

MINIM, V. P. R.; REIS, R. C. Testes de Aceitação. In: *Análise Sensorial: Estudos com consumidores*. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. Cap. 3, p. 66-82.

MOELICH, E. I; MULLER, M.; JOUBERT, E.; NAES, T.; KIDD, M. Validation of projective mapping as potential sensory screening tool for application by the honeybush herbal tea industry. *Food Research international*, v. 99, p. 275-286, 2017.

MORADO, R. Larousse da cerveja. São Paulo. Larousse do Brasil, 2009. 360 p.

NACHEL, M.; ETTLINGER, S. Cerveja para Leigos. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ. Editora Alta Books, 2013. 358 p.

OLIVEIRA, M. A. O. Produção de cerveja de baixo teor alcoólico utilizando leveduras imobilizadas em biopolímero. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, UNIT, Aracaju.

OLIVEIRA, N. A. M. Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja. UFMG, 2011. 44p.

PALMER, J. How to brew.3 ed. Nova Iorque. Brewer Association, 2006.248 p.

PERRIN, L.; PAGÈS, J. Construction of a product space from the ultra-flash profiling method: Application to 10 red wines from the Loire valley. *Journey of Sensory Studies*, v.24, p.372–395, 2009.

REITENBACH, A. F. **Desenvolvimento de cerveja funcional com adição de probiótico: *Saccharomyces boulardii***. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis.

REINBACH, H. C. et al. Comparison of three sensory profiling methods based on consumer perception: CATA, CATA with intensity and Napping®. *Food Quality and Preference*, v. 32, p. 160-166, 2014.

REINOLD, M.R. Manual prático de cervejaria. São Paulo: Aden, 1997. 214 p.

REINOLD, R. M. Tipos de malte. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/malte/25-tipos-de-malte.html>>. Acesso em: 10 de julho de 2016.

SILVA, O.D. Produção de cerveja Artesanal Tipo Pilsen. Campina Grande, 2015, 24p.

STEWART, G. G.; RUSSEL, I. An introduction to brewing Science & Technology: series III: brewer's yeast. London: The Institute of brewing. 1998. 108 p.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. New York: Academic, 3. ed., 394p., 2004.

STRONG, G. et al. Beer Judge Certification Program: 2015 Style Guidelines. 2015. Disponível em: <[https://www.bjcp.org/docs/2015\\_Guidelines\\_Beer.pdf](https://www.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Beer.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2017.

VARELA, P.; BERGET. I.; HERSLETH, M.; CARLEHOG, M.; ASIOLI, D.; NAES, T. Projective mapping based on choice or preference: An affective approach to projective mapping. Food Research International, v. 100, p. 241-251, 2017.

VENTURINI FILHO, W. G. Tecnologia de cerveja. Jaboticabal: Funep, 2000. 83 p.

VENTURINI FILHO, W. G.; Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia. São Paulo: Blucher, 2010. p. 15-50

VIEIRA, A. Produção de Cervejas Artesanais. ACERVA Paulista – Associação dos Cervejeiros de São Paulo. São Paulo, SP. 2010. 30 p.

MOURA-NUNES, N.; BRITO, T. C.; FONSECA, N. D.; AGUIAR, P. F.; MONTEIRO, M.; PERRONE, D.; TORRES, A. G. Phenolic compounds of Brazilian beers from different types and styles and application of chemometrics for modeling antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 199, p. 105-113, 2016.

## APÊNDICE A

### Ficha de Avaliação - Teste de Aceitação cervejas *Pilsen*

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Número: \_\_\_\_\_

Código da amostra: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie a amostra de cerveja *pilsen*, utilizando escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação aos atributos COR, AROMA, SABOR e IMPRESSÃO GLOBAL.

9- gostei extremamente                      COR                      \_\_\_\_\_

8- gostei muito                                  AROMA                      \_\_\_\_\_

7- gostei moderadamente                      SABOR                      \_\_\_\_\_

6- gostei ligeiramente                      IMPRESSÃO GLOBAL                      \_\_\_\_\_

5- nem gostei / nem desgostei

4- desgostei ligeiramente

3- desgostei moderadamente

2- desgostei muito

1- desgostei extremamente

Com base em sua opinião sobre esta amostra, marque com um X a opção abaixo que representa sua **intenção de compra**.

Qual seria sua atitude de compra em relação a este bolo?

- Certamente compraria
- Possivelmente compraria
- Talvez compraria, talvez não compraria
- Possivelmente **não** compraria
- Certamente **não** compraria

## APÊNDICE B

### Ficha de Avaliação – CATA

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_

Código da amostra: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie a amostra de cerveja *pilsen* e assinale todas as opções que você considera apropriado para descreve-la.

Aroma		Sabor	
<input type="checkbox"/> Frutado	<input type="checkbox"/> Verão	<input type="checkbox"/> Cereais	
<input type="checkbox"/> Fermentado	<input type="checkbox"/> Torrado	<input type="checkbox"/> Pão	
<input type="checkbox"/> Cítrico	<input type="checkbox"/> Refrescante	<input type="checkbox"/> Intenso	
<input type="checkbox"/> Aromático	<input type="checkbox"/> Ovo	<input type="checkbox"/> Amadeirado	
<input type="checkbox"/> Lúpulo	<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> Solvente	
<input type="checkbox"/> Floral	<input type="checkbox"/> Malte	<input type="checkbox"/> Floral	
<input type="checkbox"/> Suave	<input type="checkbox"/> Maçã	<input type="checkbox"/> Herbal	
<input type="checkbox"/> Herbal	<input type="checkbox"/> Lúpulo	<input type="checkbox"/> Condimentado	
<input type="checkbox"/> Solvente	<input type="checkbox"/> Leve	<input type="checkbox"/> Defumado	
<input type="checkbox"/> Malte	<input type="checkbox"/> Frutado	<input type="checkbox"/> Adstringente	
<input type="checkbox"/> Amadeirado	<input type="checkbox"/> Fermentado	<input type="checkbox"/> Amêndoas	
<input type="checkbox"/> Adocicado	<input type="checkbox"/> Encorpado	<input type="checkbox"/> Maça	
<input type="checkbox"/> Alcoólico	<input type="checkbox"/> Caramelo	<input type="checkbox"/> Forte	
<input type="checkbox"/> Maçã	<input type="checkbox"/> Café	<input type="checkbox"/> Malte	
<input type="checkbox"/> Caramelo	<input type="checkbox"/> Amargo	<input type="checkbox"/> Banana	
<input type="checkbox"/> Torrado	<input type="checkbox"/> Álcool	<input type="checkbox"/> Seco	
<input type="checkbox"/> Frutas cristalizadas	<input type="checkbox"/> Adocicado	<input type="checkbox"/> Frutado	
<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Ácido	<input type="checkbox"/> Suave	

## APÊNDICE C

### Ficha de Avaliação – *Pivot Profile*

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Número: \_\_\_\_\_

Você receberá 6 pares de cerveja *Pilsen*. Cada par é constituído de uma referência (*Pivot*) e a amostra-alvo. Por favor, prove as amostras e indique na tabela todos os atributos que a amostra-alvo difere da amostra *pivot*. Escreva os atributos que são menos intensos que a *pivot* na coluna “Menos Intenso” e os atributos que são mais intensos que a *pivot* na coluna “Mais intenso”. Por favor, utilize apenas palavras e não expressões para descrever os produtos.

Número do par	Menos Intenso	Mais Intenso

## APÊNDICE D

### Ficha de Avaliação – PM

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Número: \_\_\_\_\_

Você receberá 6 amostras de cerveja tipo *pilsen*. Favor começar da esquerda para a direita.

Você deverá avaliar as similaridades e diferenças entre cada uma das amostras de acordo com seus próprios critérios. Posicione as cervejas na folha de forma que amostras semelhantes fiquem mais próximas e amostras diferentes fiquem mais distantes umas das outras.

Utilize critérios que você considera os mais adequados! Não existe respostas corretas e incorretas. Sinta-se livre para utilizar todo o espaço da folha.

Você pode beber água entre as amostras para limpar o palato.