

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE CERVEJAS ARTESANAIS E INDUSTRIAIS COMERCIALIZADAS EM SETE LAGOAS-MG

Denner Silva de Almeida *

Renata França Cassimiro Belo**

RESUMO

Produzidas de forma industrial ou artesanal, as cervejas normalmente são compostas por água, lúpulo e malte, podendo apresentar outros ingredientes em sua receita. No Brasil as cervejas são em sua maioria de produção industrial, tendo como órgão regulamentador o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Este trabalho teve como objetivo analisar e comparar as cervejas artesanais e industriais, bem como os padrões estabelecidos pelo MAPA. Foram avaliadas as características físico-químicas de cervejas industriais e artesanais comercializadas na cidade de Sete Lagoas-MG utilizando os métodos descritos pelo MAPA e pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL). As análises feitas foram: cor, teor alcoólico, acidez e extrato seco. Os resultados obtidos apresentam valores satisfatórios quanto à cor, extrato seco e acidez para todas as amostras, entretanto observou-se divergências entre o teor alcoólico obtido e os valores informados no rótulo. De acordo com os resultados todas as amostras apresentaram-se dentro dos valores padrões estabelecidos pelo MAPA, entretanto os valores de teor alcoólico devem ser reavaliados pelas produtoras a fim de corrigir o erro de rotulagem.

Palavras-chave: Bebidas alcoólicas. Análises bromatológicas. MAPA. Padrão de qualidade.

ABSTRACT

Produced industrially or crafted artisanally, beers usually consist of water, hops and malt, and may present other ingredients in their recipe. In Brazil, beers are mostly from industrial production, having as regulatory agency the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA). This work had the purpose to analyze and compare the craft and industrial beers, as well as the standards established by the MAPA. The physico-chemical characteristics of industrial and craft beers commercialized in the city of Sete Lagoas-MG were evaluated using the methods described by MAPA and Instituto Adolfo Lutz (IAL). The performed analyzes consisted of: color, alcohol content, acidity and dry extract. The obtained results showed satisfactory values for color, dry extract and acidity for all samples, however, differences were observed between the alcohol content obtained during analyzes and the values reported on the label of the product. According to the results, all samples were within the standard values established by the MAPA, however, the values of alcohol content should be reassessed by the manufacturers in order to correct the labeling error.

Key words: Alcoholic beverages. Bromatological analyses. MAPA. Quality standard.

* Graduando em Farmácia, Faculdade Ciências da Vida, Sete Lagoas-MG, e-mail: dennersa.sa@gmail.com

** Doutora em Ciência de Alimentos –UFMG, Mestre em Ciência de Alimentos –UFMG, Farmacêutica-Bioquímica de Alimentos –UFMG; renatafcb1@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

As bebidas alcoólicas estão presentes nas tradições humanas desde eras primitivas, dentre elas destacam-se as cervejas, cujo consumo data-se por mais de 6000 anos. Artigos arqueológicos apontam para o início de sua produção na Mesopotâmia, onde é concentrada a maior parte dos indícios de produção da bebida (FERREIRA; BENKA, 2014; GIORGI; JÚNIOR, 2016). Caracterizadas por sua leveza, amargor e baixo teor alcoólico, as cervejas, em geral, possuem mercado facilitado e são bem satisfatórias ao paladar de seus consumidores, muitas vezes esse fato está associado a sua boa qualidade de produção. A cerveja é muitas vezes consumida em grandes quantidades, fazendo com que o seu volume de mercado seja cada vez maior (ANDRADE *et al.*, 2016). O Brasil está entre os maiores consumidores da bebida no mundo com cerca de 11,6 bilhões de litros/ano, além de uma produção anual que vem crescendo gradativamente (MORI; MINELLA, 2012).

No início de sua produção, as cervejas eram preparadas por padeiros, já que se utiliza cereais, grãos e leveduras em sua fabricação. Para que fosse germinada, a cevada era depositada em recipientes com água e posteriormente era moldada em bolos nos quais eram adicionadas as leveduras. Após serem parcialmente assados e desfeitos, esses bolos eram armazenados em jarros para fermentação em água. Esse tipo de produção ainda é feito no Egito e recebe o nome de *Bouza*. Atualmente os processos são bem mais modernos, maquinários são utilizados e a produção ocupa um volume consideravelmente elevado (FLORES, 2015).

As cervejas apresentam uma vasta quantidade de tipos e estilos, sendo as *Lagers* (cervejas de baixa fermentação) e *Ales* (cervejas de alta fermentação) os tipos de cerveja mais comumente produzidos. São classificadas como cervejas de baixa fermentação aquelas que são fermentadas por leveduras ativas em baixas temperaturas (9° a 15°C) e cervejas de alta fermentação quando as leveduras utilizarem temperaturas mais elevadas (15° a 25°) (BRASIL, 2009). Cerca de 98% do consumo da bebida no Brasil são representados pelas *Lagers*, na qual destacam-se as do tipo *pilsner* ou *pilsen*. Caracterizadas por uma coloração clara e baixo teor alcoólico, as cervejas do tipo *pilsen* são as mais comercializadas e conhecidas no mundo. A sua leveza e seu baixo amargor faz dessa uma bebida agradável e de fácil comércio, garantindo ao consumidor uma experiência refrescante e satisfatória (MENECHIN, 2012).

No Brasil, a primeira indústria cervejeira foi criada em 1846, na cidade de Nova Petrópolis-RS, mas sua produção ganhou maior força na década de 80, quando a produção anual era de 67 milhões de litros aproximadamente. As produções artesanais da bebida demonstraram crescimento significativo a partir do ano 2000, com a criação e difusão de novas microcervejarias brasileiras. As cervejas apresentam um futuro competitivo entre as grandes e pequenas cervejarias, uma vez que é voltada para um público em ascensão e com necessidades específicas. No Brasil os estados que mais consomem e produzem cervejas são: Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais (MORI; MINELLA, 2012).

As mais efetivas produtoras de cerveja artesanal no Brasil são as pequenas e microcervejarias, dotadas de uma produção em baixa escala e muitas vezes em caráter familiar. O público em geral desse produto são os jovens adultos com faixa etária entre 26 e 39 anos e em sua maioria de classe média (ARAUJO *et al.*, 2016). As principais características sensoriais apresentadas pela bebida artesanal são os sabores e aromas oriundos das matérias primas selecionadas e da sua forma de produção (CARDOSO; CONRAD, 2015). Esse seguimento de produção, que se iniciou de forma singela no mercado brasileiro, vem ganhando cada vez mais espaço, o que resulta em uma concorrência cada vez mais competitiva neste segmento (STEFENON, 2012; PINTO *et al.*, 2015).

Atualmente o município de Sete Lagoas-MG conta com algumas microcervejarias, que são responsáveis pela produção local das cervejas artesanais. As microcervejarias setelagoanas produzem diferentes tipos de cerveja, das quais se destacam as do tipo *Ale*, que são cervejas produzidas pelos de processos fermentativos nos quais as temperaturas são mais elevadas, utilizando-se leveduras conhecidas como leveduras de alta fermentação. Esse processo de fabricação garante ao produto final sabores e aromas especiais, que são características específicas para este tipo de cerveja (PEREIRA *et al.*, 2015).

O crescimento da produção de cerveja industrial, concomitante com os avanços da produção artesanal, gera uma necessidade de pesquisa de controle de qualidade aprofundado, levando em consideração suas características físico-químicas. Os processos do controle de qualidade deverão ser executados de acordo com as normas vigentes, assim os valores obtidos devem estar dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (MAPA), que é responsável pela descrição dos valores padrões de qualidade a serem seguidos pelas produtoras de cerveja. As indústrias, apesar de consolidadas, estão sempre em busca de produtos de boa qualidade e baixo custo, a fim de se manterem em um mercado cada vez mais exigente (RAPOSO *et al.*, 2015).

O presente trabalho parte do pressuposto de que as cervejas artesanais são muitas vezes comercializadas sem uma análise adequada de suas características físico-químicas e sem saber se o produto final estará de acordo com os valores padrões estabelecidos pelo MAPA. Diante do exposto, levanta-se a questão: qual o grau de adequação dos parâmetros físico-químicos que as cervejas artesanais comercializadas na cidade de Sete Lagoas-MG apresentam em relação às cervejas industriais e aos padrões estabelecidos pelo MAPA? Com esse problema, objetiva-se identificar as características físico-químicas presentes nas cervejas artesanais comercializadas em Sete Lagoas-MG, bem como comparar os resultados encontrados com os valores observados nas cervejas industriais e com os padrões estabelecidos pelo MAPA, além de verificar se houve erros de características físico-químicas devido aos processos de fabricação. A hipótese levantada neste trabalho é que as amostras de cervejas artesanais estudadas apresentam características físico-químicas coerentes com os padrões estabelecidos pelo MAPA, e quando comparadas com as amostras de cerveja industriais apresentam apenas diferenças nas características sensoriais.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 CARACTERISTICAS GERAIS DAS CERVEJAS

A legislação brasileira, através do Decreto nº 6.871 de junho de 2009, denomina a cerveja como uma bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação de leveduras, com adição de lúpulo, podendo-se o malte de cevada ser substituído pelos seus respectivos extratos (BRASIL, 2009). O termo malte é utilizado para denominar um cereal que passou por processo de germinação em condições controladas, o malte de cevada pode ser obtido através de três etapas: maceração, germinação e secagem. A maceração é necessária para a formação dos compostos que farão com que as leveduras fermentem o mosto e a germinação é responsável pela produção de enzimas essenciais para o processo de fermentação. A secagem interrompe a produção enzimática, nessa etapa ocorre a formação dos corantes e aromas característicos da cerveja. Outros cereais além da cevada também podem ser utilizados como matéria prima para

cervejas, quando em conjunto com o lúpulo, esses cereais conferem aromas e sabores diferenciados à bebida (BRUNELLI, 2014; VIROLI, 2014).

Um outro importante ingrediente da bebida a ser destacado é o lúpulo, o qual é uma planta utilizada praticamente para a produção de cerveja, da qual se utiliza suas inflorescências. Sua importância se dá principalmente nas características sensoriais, as substâncias presentes na sua composição garantem a cerveja aromas específicos além de proporcionar um sabor amargo característico. Outra função do lúpulo se dá a sua capacidade antimicrobiana, o que permite uma maior esterilização do mosto de fabricação, garantindo estabilidade para a cerveja e fazendo com que não haja contaminantes que impeçam as leveduras de realizar a fermentação (ALMAGUER *et al.*, 2014).

As leveduras são seres unicelulares pertencentes ao Reino Fungi, os quais possuem a capacidade de transformar metabolicamente os açúcares presentes no mosto cervejeiro, que é o resultado da fervura do malte em água. Na produção de cervejas utiliza-se principalmente duas espécies de leveduras: a *Saccharomyces uvarum*, responsável pela fermentação das cervejas do tipo *lager* e a *Saccharomyces cerevisiae* que fazem a fermentação das cervejas do tipo *ale*. Para que haja um bom processo fermentativo, aspectos como a concentração de açúcares no mosto devem ser levados em consideração, a fermentação desses açúcares resultam no teor alcoólico e concentração de gás carbônico da cerveja, dessa forma quanto maior a quantidade de açúcar maior será o teor alcoólico e de gás carbônico (LEI, 2013).

Outro ingrediente que também pode ser adicionado durante o processo de fabricação de cervejas são as frutas, essas conferem características únicas ao produto. As frutas são mais utilizadas na produção de cervejas do tipo *fruit lambic*, que são cervejas que passam por processo de fermentação através de leveduras presentes nas frutas e no meio de produção. As frutas mais utilizadas para a produção de cervejas são as framboesas, cerejas e pêssegos. A adição de frutas ao mosto cervejeiro pode auxiliar no fornecimento de açúcares para a realização da fermentação alcoólica. Esse tipo de cerveja não é amplamente difundido no comércio, elas são consideradas cervejas especiais e têm um nicho de mercado mais específico (PRASAD, 2014; LENTZ *et al.*, 2014).

São caracterizadas como cervejas especiais aquelas que são produzidas com algumas diferenciações, sendo na formulação das receitas ou na manutenção dos processos rústicos, como os chopes, que são cervejas não pasteurizadas, gerando ao produto final características sensoriais diferentes das populares cervejas produzidas em larga escala. O chope é o tipo de cerveja é o mais antigo e mais consumido mundialmente e são em sua maioria muito carbonatados e de fácil de consumo (CARDOSO *et al.*, 2015).

As cervejas produzidas são classificadas quanto ao seu extrato primitivo, cor, teor alcoólico, proporção de malte de cevada e tipo de fermentação. Quando são classificadas pela quantidade do extrato primitivo, as cervejas são consideradas leves quando o teor de extrato for maior ou igual a 5% e menor que 10,5%. Cervejas comuns apresentam quantidade de extrato primitivo entre 10,5% e 12,5%. Cervejas do tipo extra possuem um teor de extrato primitivo maior ou igual 12% e inferior a 14%. Para ser consideradas cervejas do tipo extraforte o extrato seco primitivo deve estar acima de 14%. Quanto à cor, as cervejas serão consideradas claras quando possuírem menor que 20 unidades EBC (*European Brewery Convention*) e escuras quando possuírem acima de 20 unidades EBC (BRASIL, 2009).

As cervejas que possuírem teor alcoólico abaixo de 0,5% serão consideradas cervejas sem álcool, e acima deste valor serão consideradas cervejas com álcool, sendo necessário declarar no rótulo o teor alcoólico. Quanto à proporção de malte de cevada, as cervejas puro malte são aquelas que possuem 100% do malte de cevada como fonte de açúcar. São denominadas cervejas aquelas que possuem valor maior que 50% do malte de cevada como fonte de açúcar e cerveja com o nome do vegetal predominante aquela que possuir entre 20% e 50% do malte de cevada como fonte de açúcar (BRASIL, 2009).

A produção da bebida requer cuidados importantes, que se estendem das condições de higiene até a escolha dos ingredientes, os quais deverão ser de boa qualidade para assegurar um resultado final satisfatório. Algumas alterações são notórias no que diz respeito à cerveja produzida, fatores microbiológicos como o aumento indesejado da viscosidade, produção excessiva de gás, acidez, sabores e odores não característicos da bebida são exemplos de uma produção mal realizada. O armazenamento inadequado e a escolha de matéria-prima de má qualidade também resultam em características físico-químicas indesejadas, como o aumento na turbidez do líquido (PASTORE *et al.*, 2013). Quanto à toxicidade, a cerveja pasteurizada apresenta baixo risco microbiológico, mas pode haver risco de contaminação durante o processo de fabricação, devendo assim existir um rigoroso controle de qualidade em todas as etapas, da produção até o transporte (GAY; BAGNARA, 2016).

Além dos sabores e odores indesejáveis, a produção etílica das cervejas pode ser comprometida por bactérias lácticas provenientes da própria cevada ou do ambiente de produção, as baixas condições de higiene são fatores predominantes para a proliferação destes micro-organismos, os quais, conseqüentemente, podem interferir nos processos fermentativos. Normalmente, os processos fermentativos cessam após um período de 48 a 72 horas, os períodos após esse tempo são os mais propícios a ocorrerem contaminações. O controle de

qualidade de micro-organismos faz parte das Boas Práticas de Fabricação (BPF) que tem como intuito a realização de produções adequadas assegurando a pureza do produto (OLIVEIRA, 2012; QUAIN, 2015).

2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ANÁLISES DAS CERVEJAS

O Decreto N° 6.871 de 2009 regulamenta as padronizações, especificações e classificações da produção e comércio de bebidas no Brasil. Para as cervejas estão dispostos os valores padrões e testes de características físico-químicas a serem seguidos pelas produtoras. As principais análises a serem feitas são densidade relativa (cujo valor padrão é 1,007 a 1,022g), teor alcoólico (de 2,0 a 4,5 °GL), extrato seco total (com padrões entre 2,0 e 7,0%) e acidez total (0,1 a 0,3% de ácido láctico) (BRASIL 2009).

A densidade caracteriza-se pelo resultado da divisão do valor da massa de uma substância pelo seu respectivo volume ocupado, densidade relativa é o valor da densidade encontrada dividido por outro valor de densidade, considerado padrão (ANDRADE *et al.*, 2013). Os valores de densidade são comumente utilizados em análises de alimentos em estado líquido. Para essa análise podem ser utilizados diversos aparelhos, como o picnômetro, que é graduado para pesagem de substâncias com volumes iguais em uma determinada temperatura. A densidade é o valor obtido na analogia desses pesos e volumes. Uma das utilizações para valores de densidade é a determinação do teor alcoólico em bebidas (IAL, 2008).

O teor alcoólico é representado pela porcentagem de etanol em uma mistura líquida, esse valor está largamente difundido nas caracterizações de bebidas alcoólicas (COSTA, 2012). Para determinar o valor de teor alcoólico de uma mistura um dos métodos utilizados é o densimétrico, no qual se faz a destilação do etanol contido na mistura que se deseja analisar e posteriormente sua determinação de densidade relativa. Métodos eletrônicos também podem ser utilizados para a determinação do teor alcoólico. (BRASIL, 2010).

Assim como o teor alcoólico, a determinação de acidez é um fator para o controle de qualidade em bebidas, principalmente por alterações indesejadas causadas por microorganismos, além de ser utilizada para detecção de fraudes, padronização de bebidas e acompanhamento de estabilidade, apesar deste fator não ser altamente específico (OLIVEIRA, 2012). A acidez da água utilizada na fabricação da bebida também é fator

determinante na qualidade da mesma (PERIM *et al.*, 2013). Para determinação de acidez total, utiliza-se a titulação de neutralização dos ácidos, através do uso de uma solução padronizada de álcali tendo a fenolftaleína como indicador ou utilizando pHmetro para o ponto de equivalência. A acidez total poderá ser representada pela quantidade de ácido láctico em 100 mL da amostra ou em meq/L (IAL, 2008).

O extrato seco, também, é utilizado como indicador de qualidade em cervejas e corresponde ao peso do resíduo obtido através da evaporação de todos os compostos voláteis. Ele é representado pela soma dos compostos que não se volatilizaram no processo de sua determinação. Utilizando o método densimétrico, o extrato seco total é determinado, de forma indireta, pela diferença da densidade relativa da amostra e a densidade do produto após a evaporação dos compostos voláteis. Para a determinação do extrato seco total deve-se levar em consideração a interferência pela acidez volátil, utilizando um fator de correção ($0,0000086 \times \text{Acidez volátil}$) (BRASIL, 2010).

A coloração das cervejas é oriunda principalmente do tipo de malte que apresentam em sua constituição, maltes mais escurecidos geram cervejas mais escuras, assim como cervejas claras apresentam em sua receita uma maior parte de maltes mais claros. O tipo de malte interfere também na formação da espuma e da turbidez da cerveja, a utilização de variações de malte garante ao produto final características diferenciadas como odores e sabores próprios. O malte também é responsável pelo fornecimento dos açúcares que serão transformados em álcool através dos processos fermentativos (NARZIß, 2013).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma pesquisa experimental, uma vez que todas as etapas foram realizadas em um ambiente controlado de laboratório, de caráter quantitativo quanto a sua abordagem, pois se baseou nos dados numéricos encontrados no decorrer das análises, e indutivo quanto ao método, por advir de um estudo particular visando obter uma conclusão generalizada. Como referência bibliográfica foram utilizados artigos em língua portuguesa e inglesa publicados no período de 2012 a 2017 utilizando como descritores: cerveja artesanal, cerveja industrial, controle de qualidade em cervejas e análises físico-químicas. As principais bases de dados utilizadas foram o Google Acadêmico e Scielo.

A pesquisa foi realizada em três etapas: seleção das amostras de cervejas comerciais,

realização dos testes físico-químicos conforme protocolo, e comparação dos resultados obtidos com os valores padrões estabelecidos pelo MAPA no decreto nº 6.871/2009 e o guia de estilos de cerveja do BJCP (*Beer Judge Certification Program*). Os parâmetros físico-químicos analisados foram: teor alcoólico, extrato seco total, cor e determinação da densidade relativa de acordo com as especificações salientadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2010). Todas as análises foram feitas em duplicata.

Para este trabalho, coletou-se quatro amostras de cervejas industriais e quatro amostras de cervejas artesanais que foram denominadas como A, B, C, D, E, F, G e H. Para as análises, as amostras foram previamente descarbonatadas sob agitação e utilizou-se um copo béquer de 500 ml e um bastão de vidro para o processo, conforme protocolo descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As amostras de cerveja foram compradas em um supermercado na cidade de Sete Lagoas-MG e mantidas em temperatura ambiente até o processo de análise.

O teor alcoólico foi analisado através do método densimétrico, conforme descrito pelo MAPA (BRASIL, 2009), utilizando a destilação como forma de separação do álcool e sua posterior quantificação através do valor de densidade relativa do destilado a 20°C. Para este processo utilizou-se um sistema de destilação simples, no qual foram submetidos 100 mL da amostra de cerveja até a obtenção de 30% do volume total em destilado. O destilado foi armazenado em um balão 100 mL e teve seu volume completado com água deionizada. A densidade relativa foi obtida por meio da relação entre o peso específico do destilado a 20°C e o peso específico da água a 20°C, para isso utilizou-se picnômetros como acessório de pesagem. Para o cálculo do teor alcoólico foi utilizado os valores da densidade através da fórmula (IAL, 2008):

$$densidade\ relativa = \frac{(Massa\ pic.+amostra - Massa\ pic.)}{(Massa\ pic.+água - Massa\ pic.)} \quad (\text{Equação 1})$$

Os valores de densidade relativa foram convertidos em teor alcoólico utilizando a Tabela de Conversão da densidade relativa a 20°C/20°C em porcentagem de álcool do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para encontrar os valores de extrato seco das amostras de cerveja foi utilizado o método de evaporação da água e álcool por aquecimento em banho-maria e pesagem do resíduo final, conforme descrito pelo MAPA (BRASIL, 2009). Nesse procedimento, foram utilizadas cápsulas de porcelana secas em estufa, resfriadas em dessecador e pesadas em seguida. Foram adicionados 20 mL de amostra em uma das cápsulas de porcelana e submeteu-se a aquecimento em banho-maria a 80°C, para evaporação lenta dos compostos voláteis até a

secura total da amostra. Em seguida, colocou-se as cápsulas de porcelana, já com os resíduos secos, em estufa por 30 minutos para não haver interferentes de umidade. Posteriormente resfriou-se as cápsulas em dessecador e pesou-se as mesmas. O valor de extrato seco relativo foi obtido utilizando a fórmula:

$$\text{extrato seco\%} = \frac{100 \times N}{V}, \quad (\text{Equação 2})$$

onde N equivale a massa do resíduo seco em gramas e V equivale o volume da amostra utilizada em mL.

A cor das amostras de cerveja foi analisada através do método de espectrofotometria (EBC, 2000), no qual utiliza-se o valor da absorbância obtido em um espectrofotômetro no comprimento de onda de 430 nm. Para isto utilizou-se o cálculo de conversão:

$$EBC = \text{absorbancia} \times 12,7 \times 1,97 \times d, \quad (\text{Equação 3}) \text{ onde}$$

EBC é a unidade de medida para cor utilizada pelo MAPA e d equivale 10 para cervejas escuras e 1 para as demais. Para as análises no espectrofotômetro, utilizou-se cubetas de quartzo contendo 10 mL de amostra e utilizou-se água deionizada como padrão zero.

O valor de acidez total foi obtido através da ação de neutralizar os ácidos utilizando-se uma solução padronizada de álcali até obter uma coloração rósea durante o processo de titulação (BRASIL, 2009), para isso utilizou-se uma solução de hidróxido de sódio 0,1N e solução alcoólica de fenolftaleína. Utilizando-se uma pipeta, transferiu-se 10 mL da amostra a ser analisada em um béquer de 250 mL contendo 100 mL de água e três gotas da solução de fenolftaleína. Em seguida titulou-se a amostra com a solução de hidróxido de sódio 0,1N até a obtenção da coloração rósea. Para a acidez total utilizou-se a fórmula

$$\text{acidez total} = \frac{1000 \times n \times N}{V}, \quad (\text{Equação 4})$$

na qual n representa o volume da solução de hidróxido de sódio, em mL, gasto na titulação, N refere-se ao valor de normalidade do hidróxido de sódio e V representa o volume da amostra utilizado na análise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão representados os resultados obtidos através das análises físico-químicas das cervejas artesanais e industriais comercializadas na cidade de Sete Lagoas-MG.

Os valores foram encontrados utilizando a média dos resultados das duplicatas, respeitando as metodologias descritas, não havendo ressalvas quanto a erros de análises ou de interpretação dos resultados. Os coeficientes de variações das duplicatas ficaram abaixo de 0,02%, indicando alta repetibilidade dos ensaios.

Tabela 1- Resultados das análises Físico-químicas de cervejas industriais.

Amostra	Produção	Estilo de cerveja	Teor alcóolico	Teor Alcoólico descrito no rótulo	Extrato Seco	Cor	Acidez Total
A	Industrial	<i>Pilsen</i>	4,3%	4,5%	2,10%	4 EBC	39 meq/L
B	Industrial	<i>Pilsen</i>	4,2%	4,5%	3,55%	4 EBC	35 meq/L
C	Industrial	<i>Pale Ale</i>	4,6%	4,8%	4,25%	8 EBC	39 meq/L
D	Industrial	<i>Pilsen</i>	4,3%	4,5%	3,72%	4 EBC	37 meq/L
E	Artesanal	<i>Pale Ale</i>	5,4%	5,5%	5,28%	8 EBC	21 meq/L
F	Artesanal	<i>Pale Ale</i>	5,1%	5,5%	5,34%	8 EBC	20 meq/L
G	Artesanal	<i>Weiss</i>	5,2%	5,5%	4,29%	4 EBC	53 meq/L
H	Artesanal	<i>Pale Ale</i>	4,9%	5,0%	5,12%	8 EBC	40 meq/L

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O MAPA determina como cerveja com álcool aquela cujo percentual alcoólico for superior a 0,5% em volume, devendo obrigatoriamente apresentar a sua graduação alcoólica no rótulo. Os rótulos das cervejas A, B e D apresentam graduação alcoólica 4,5% e a cerveja C apresenta o valor de 4,8%. As amostras E, F e G apresentam valor de graduação alcoólica de 5,5% em seus rótulos e a amostra H tem como valor 5,0%. De acordo com os resultados obtidos pelas análises houve divergências entre os valores reais das amostras e o valor descrito em seus respectivos rótulos. Tais divergências podem ser consideradas como falha na produção e no controle de qualidade do produto. Assim sendo deve-se fazer uma reavaliação dos processos operacionais para garantir a qualidade dos produtos ou uma adequação dos rótulos. Em trabalho semelhante realizado por Andrade e colaboradores (2016), ao utilizar os mesmos métodos descritos neste trabalho, as amostras de cervejas comercializadas na cidade de Teresina-PI apresentaram valores de teor alcoólico que não se assemelhavam com o descrito em seus rótulos. Em seis amostras coletadas, apenas duas apresentavam valor coerente ao descrito nos rótulos.

O extrato seco é utilizado para calcular a massa resultante após a evaporação de todos os compostos voláteis da amostra. Em cervejas, os valores de extrato seco devem estar entre

2,0% e 7,0%, sendo valores acima de 3,0% como determinantes para uma boa qualidade da cerveja. Nesse quesito, todas as amostras estão de acordo com os valores padrões, entretanto, a amostra A teve um menor resultado, indicando uma cerveja de menor qualidade dentro desse padrão. As amostras C, E, F, G e H apresentaram resultados mais satisfatórios, o que permite determiná-las como cervejas de melhor qualidade. Os resultados se assemelham com os valores encontrados por Alves (2014), em que quatro amostras de cervejas comercializadas na cidade de Campina Grande-PB apresentaram valores de extrato seco superiores a 3,0%.

Quanto à cor, o MAPA utiliza a escala de unidades EBC (*European Brewery Convention*) como padrão. As cervejas que apresentam valores inferiores a 20 unidades EBC são denominadas cervejas claras. Para valores superiores a 20 unidades EBC, as cervejas serão classificadas como cervejas escuras. Todas as amostras apresentaram valores inferiores a 20 unidades EBC, caracterizando-se assim como cervejas claras. Nesse quesito, as amostras C, E, F e H apresentaram-se mais escuras que as demais, característica que indica diferenças no processo de fabricação e de estilo, além dos ingredientes utilizados para a produção das mesmas.

A acidez total em cervejas pode indicar uma contaminação bacteriana da cerveja, mas não é um teste específico para este tipo de análise. Algumas cervejas apresentam elevação da acidez quando contaminadas por micro-organismos, entretanto fatores como a matéria prima utilizada e o tipo de produção podem também elevar o valor da acidez total. Não existe um valor padrão para acidez total em cervejas, considerando esse como um teste coadjuvante nas análises físico-químicas a fim de caracterizá-las perante sua acidez (TAYLOR, 2015). As amostras analisadas apresentaram valor de acidez total diferentes entre si, tendo as amostras E e F como as menos ácidas e as amostras G e H como as mais ácidas, indicando variações consideráveis dentre as cervejas de produção artesanal. A amostra G é a única do tipo *Weiss*, estilo de cerveja que leva malte de trigo em sua composição, tendo esta característica como fator importante para o aumento da acidez total.

Os valores apresentados para cervejas devem estar de acordo com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Entretanto, esses padrões encontram-se desatualizados, novas formas de avaliação e classificação já existem no BJCP (*Beer Judge Certification Program*), que é uma organização sem fins lucrativos que promove a compreensão dos tipos e subtipos das cervejas. O guia de tipos de cerveja do BJCP apresenta conformações mais elaboradas a fim de garantir a padronização e qualidade dos diferentes estilos de cerveja.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho limitou-se apenas a análises de cervejas de produção artesanal e industrial comercializadas na cidade de Sete Lagoas-MG, não generalizando os resultados para cervejas comercializadas em outras regiões. Todas as análises foram feitas respeitando as metodologias estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pelo Instituto Adolfo Lutz, entretanto existem metodologias mais precisas e avançadas para análises físico-químicas de cervejas descritas em órgãos internacionais como o *European Brewing Convention*, o *Beer Judge Certification Program* e a *American Society of Brewing Chemists*.

Através dos resultados foi possível observar que todas as amostras apresentaram-se dentro dos valores padrões estabelecidos pelo MAPA, tendo as cervejas de produção artesanal com os valores mais elevados para extrato seco e teor alcoólico. As cervejas de produção industrial obtiveram valores de acidez total mais equilibrados entre si, apesar desse não ser um indicador muito preciso para a qualidade do produto. Os valores de teor alcoólico obtidos divergem dos rótulos em todas as amostras, podendo indicar uma falha da produção ou do controle de qualidade das cervejas, indiferente do tipo de produção.

Tendo em vista que a produção e comercialização de cervejas artesanais e industriais apresentam-se em crescimento no Brasil, o presente trabalho aponta um estudo das características físico-químicas deste produto, bem como a sua legislação vigente e métodos de análises, implicando na necessidade de um controle de qualidade mais eficiente e na atualização dos métodos analíticos. Para futuros trabalhos com este tema sugere-se um maior aprofundamento nas metodologias internacionais por serem mais precisas e modernas a fim de garantir resultados mais eficientes.

REFERÊNCIAS

ALMAGUER *et al.* **Humulus lupulus – a story that begs to be told.** Journal of the Institute of Brewing. vol. 120, p. 289–314. 2014.

ALVES, L. M. F. **Análise físico-química de cervejas tipo pilsen comercializadas em Campina Grande na Paraíba.** 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014

ANDRADE, A. W. L; LIMA, E. F. B; MEIRELLES, L. M. A. **Avaliação da rotulagem e qualidade de diferentes marcas de cerveja tipo pilsen.** Rev. Interdisciplinar CUU. v. 9, n. 2, p. 49-56, 2016.

ANDRADE, J. C; PAOLI, M. A; CESAR, J. **A determinação da densidade de sólidos e líquidos.** Rev. Chemkeys, v. 1, n. 1, 2013.

ARAÚJO *et al.* **Comportamentos do consumidor de cervejas especiais.** Revista científica da escola de Gestão e Negócios, v.5 n.1, 2016.

BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009.** Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de junho de 2009.

BRASIL. **Manual de Métodos de Análises de Bebidas e Vinagres,** caderno 4 Fermentados Alcoólicos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária- SDA, Coordenação Geral de Apoio Laboratorial-CGAL, 2010.

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

CARDOSO *et al.* **Análise econômica dos processos de produção para ampliação de uma microcervejaria em Canela-RS.** R. Tecno-Científica do CREA. n. 3, p. 1-14, 2015.

COSTA, M. B. **Estudo comparativo das hidrólises ácida e enzimática de matérias primas amiláceas visando a obtenção de etanol.** UFAL, 2012.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION – EBC. **Method 9.6: Colour of Beer: Spectrophotometric Method (IM).** Analytica – EBC.

FERREIRA, A. S; BENKA, C. L. **Produção de cerveja artesanal a partir de malte germinado pelo método convencional e tempo reduzido de germinação.** Graduação – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2014.

FLORES *et al.* **Perfil sensorial e avaliação físico-química de cerveja artesanal de chocolate e caramelo.** Revista destaques acadêmicos Univates. v. 7, n. 4, 2015.

GAY, A. L; BAGNARA, M. **Análise teórica dos pontos críticos de controle do processo de fabricação da cerveja.** Rev. Salão do Conhecimento, v. 2, n. 2, 2016.

GIORGI, V. V; JÚNIOR, J. O. C. **A produção de cervejeira como patrimônio intangível.** Cultura Histórica & Patrimônio ,v. 3, n. 2, 2016.

INSTITUTO ADOLF LUTZ- IAL, **Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz, Métodos físicos e químicos para análise de alimentos.** 4º ed., v. 1, 2008.

LEI, H; ZHAO, H; ZHAO, M. **Proteases supplementation to high gravity worts enhances fermentation performance of brewer's yeast.** *Biochemical Engineering Journal*, Amsterdam, v. 77, p. 1-6, 2013

LENTZ, M; PUTZKE, T; HESSLER, R; LUMAN, E. **Genetic and physiological characterization of yeast isolated from ripe fruit and analysis of fermentation and brewing potential.** *Journal of the Institute of Brewing*, v. 120, ed. 4, p. 559-564, 2014.

MENEGHIN, M. C. **Avaliação do processo de produção de cachaça em pequenas empresas em relação às Boas Práticas de Fabricação.** 2012. 76f. Tese. (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2012.

MORI, C; MINELLA, E. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada.** Embrapa trigo documentos online. N. 139, p.28. html, 2012.

NARZIß, L. "**Abriss der Bierbrauerei**". Weinheim, 7 ed. Wiley-VCH GmbH & Co. 2013.

OLIVEIRA, S. P. A. **Níveis de congêneres, carbamato de etila e outros contaminantes em runs e uísques de consumo popular no Brasil.** *Biblioteca Eletrônica de Teses e Dissertações*, v. 4, n. 1, 2012.

PASTORE, G. M; BICAS, J. L; JUNIOR, M. R. M. **Biotecnologia de alimentos**, vol.12, São Paulo, 2013.

PEREIRA *et al.* **Adição de fontes de nitrogênio e duas linhagens de levedura na fermentação alcoólica na produção de cachaça.** *Revista de Engenharia Química e Química*, v.1, n.1, p45-59, 2015.

PERIM *et al.* **Influência do pH na Cerveja Artesanal.** *Anais do III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia*, v. 2, n. 3, p. 261-264, 2013.

PINTO *et al.* **Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill).** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 4, 2015.

PRASAD, M. P. **In-vitro evaluation of antioxidant properties of fermented fruit beer samples.** *International Journal of Science and Research*, v. 3, n. 11, p. 1545-1550, 2014.

QUAIN, D. E. **Assuring the microbiological quality of draught beer.** *Brewing Microbiology: Managing Microbes, Ensuring Quality and Valorising Waste.* Elsevier, p. 128-130, 2015.

RAPOSO *et al.* **Vending machines: food safety and quality assessment focused on food handlers and the variables involved in the industry.** *Food Control*, v. 56, p. 177-185, abr. 2015.

STEFENON, R. **Vantagens Competitivas Sustentáveis na Indústria Cervejeira: O caso das cervejas especiais.** *Revista Capital Científico - Eletrônica (Rcce)*, 2012.

TAYLOR, K. **Sour Beers: It's more than just Ph.** *Craft brewers conference*, v. 1, n. 1, p 12-16, 2015.

VIROLI, S. L. M; VIEIRA, J. T. F; SOUSA, L. M. C. **Produção e análise de cerveja artesanal a base de milho.** Journal of Bioenergy and Food Science. Macapá, v.1, n. 3, p.87-89. 2014.