

# Proposição de um sistema de tratamento para a água utilizada no processo de fabricação de cerveja artesanal em um empreendimento localizado em Lagoa Santa - MG

Letícia Cardoso de Souza Moraes <sup>1</sup>

## Resumo

A água tem grande importância para a fabricação da cerveja, pois representa mais de 90% de sua composição. Não só a qualidade da água deve ser levada em consideração mas também o volume disponível para o processo de fabricação da cerveja, sendo necessária para a limpeza dos equipamentos, para malteação da cevada e finalmente para as etapas do processo de fabricação da cerveja. Antigamente a qualidade da cerveja era associada com a água da região onde estava localizada a cervejaria, hoje não é mais assim devido as tecnologias disponíveis. Atualmente é possível adequar os principais parâmetros pH, dureza total e alcalinidade da água importantes no processo de fabricação de cerveja artesanal, através de tratamentos a base de filtros, resinas, abrandadores de água e adição de ácidos alimentícios, transformando em uma água cervejeira ideal, permitindo produzir diversos tipos de cerveja de boa qualidade em qualquer lugar do mundo.

Palavras-chaves: *Água, cerveja, parâmetros, pH, dureza total, alcalinidade.*

---

Artigo apresentado para conclusão do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário UNA Belo Horizonte, MG.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária. UNABH, 2016, MG. E-mail: leticiacsm.engambiental@gmail.com

# 1 INTRODUÇÃO

A água ocupa aproximadamente 75% da superfície da Terra e é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, sua qualidade pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Os recursos hídricos têm profunda importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas, na produção dos alimentos assim como na produção de bebidas a água utilizada influencia diretamente no processo de fabricação como também na qualidade do produto final. (M. V. SPERLING, 2005)

Para a fabricação de cerveja a qualidade e o volume da água disponível são de grande importância, pois a água corresponde aproximadamente 90-95% de sua composição. Atualmente é a terceira bebida mais popular do mundo, logo depois do chá e da água (Wikipédia, 2016). Estima-se que para fabricar 1 litro de cerveja são necessários de 5 a 10 litros de água, devido os diversos processos de produção.

A qualidade da cerveja é diretamente associada à qualidade da fonte da água que a cervejaria utiliza, um dos fatores decisivos é a localização do empreendimento. Antigamente as cervejarias eram construídas basicamente próximas a poços profundos, para assegurar um fornecimento de água de boa qualidade, pois uma água que necessite de muitas correções requer também um tratamento mais minucioso, resultando em um aumento no custo do produto final. Hoje em dia existem processos laboratoriais que corrigem ou adequam as propriedades da água para produção de cerveja industrial como também cervejas artesanais.

Existem vários tipos de cerveja com características distintas que são necessários diferentes valores de parâmetros (pH, alcalinidade, dureza, assim como outros parâmetros de menor importância) a serem notados pela água utilizada no processo de fabricação da bebida. Os parâmetros de qualidade da água, pH, alcalinidade e dureza analisados e discutidos no presente trabalho devido à sua grande importância no processo de fabricação de cerveja, são parâmetros que influenciam na aparência (cor e turbidez), estabilidade organoléptica (sabor e aroma) e na estabilidade físico química (tempo necessário para que um alimento permaneça saudável) da bebida, como também diretamente em cada etapa do processo de fabricação da cerveja (COMO FAZER CERVEJA, 2016).

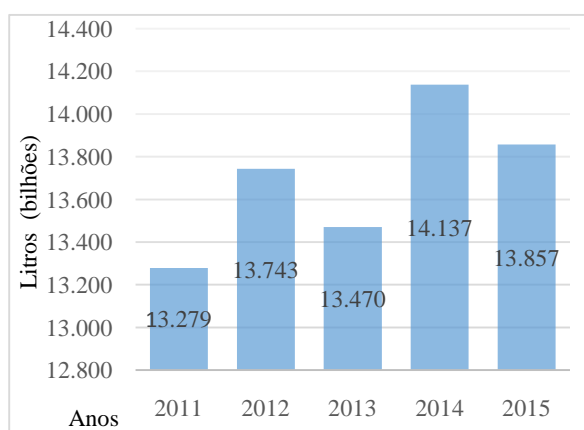
O presente trabalho objetiva a realizar o estudo e a análise da água utilizada no processo de fabricação de cerveja artesanal para um estabelecimento cervejeiro localizado em Lagoa Santa - MG, adequando e corrigindo os valores dos parâmetros pH, alcalinidade e dureza, de acordo com os valores estabelecidos pela Legislação (Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº8.918, de 14 de julho de 1994) e seguindo as características estabelecidas pelo empreendimento cervejeiro (DECRETO nº 6.871, 2009).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo o Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcóolica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo e pode ser classificada quanto ao extrato primitivo, quanto a cor; quanto ao teor alcóolico, quanto à proporção de malte de cevada e quanto à fermentação. (DECRETO nº 6.871, 2009)

Baseado na legislação, as cervejas artesanais são consideradas de puro malte, produzidas em menor volume (SEBRAE, 2016). Segundo também a *Brewers Association* (organização de fabricantes de cerveja dos EUA) as cervejas artesanais são aquelas produzidas em baixa escala (até 6 milhões de barris por ano), por produtores independentes e ampara a determinada tradição, que pode ser entendida como a perpetuação de características singulares do produto. (BNDES, 2016)

O mercado de cervejas artesanais está em crescimento e é impulsionado pela tendência de valorização da sensorialidade e a busca pelo prazer no consumo. O Brasil é o terceiro maior produtor e consumidor de cerveja do mundo, sendo esse produto um dos principais itens da indústria brasileira de bebidas (BNDES, 2016). A quantificação da produção de cerveja no Brasil é realizada pelo Sistema de Controle de Produção de Bebidas – SICOBE da Receita Federal (Gráfico 1).



**Gráfico 1- Produção de Cervejas (Litros/anos)**

Fonte: SICOBE, 2016.

A localização das cervejarias é de grande importância, pois sem um fornecimento de água suficiente e que atenda os parâmetros estabelecidos não é possível fabricar uma cerveja de boa qualidade, levando em consideração as características do solo predominante do local. O empreendimento cervejeiro que refere-se este estudo, está localizado em uma região de relevo cárstico composto por rochas carbonáticas, que são rochas solúveis representadas basicamente por calcários (carbonato cálcio e dolomitos) e com um número expressivo de cavernas formadas em rochas calcárias. Esta característica do relevo é de grande importância na caracterização da água da região, por conter elevada concentração de sais, carbonato, bicarbonato ou hidróxidos, com isso alterando a dureza que é predominantemente causada pela presença de sais de Cálcio e Magnésio; a alcalinidade devida principalmente à presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos e o pH, sendo estes os principais parâmetros da água que são inter-relacionados e que influencia na fabricação da cerveja (MACÊDO, 2011). De acordo com a literatura a água pode ser classificada em função dos níveis de dureza (TABELA 1 e 2).

**TABELA 1 - Relação entre pH e as diversas formas de alcalinidade**

<b>Faixa de pH</b>	<b>Alcalinidade</b>
> 9,4	Hidróxidos e carbonatos
8,3 – 9,4	Carbonatos e bicarbonatos
4,4 – 8,3	Bicarbonatos

Fonte: (MACÊDO, 2001)

**TABELA 2 - Classificação da água quanto a dureza.**

<b>Dureza (mg/l CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>Classificação</b>
< 50	Água mole
50 a 150	Dureza moderada
150 a 300	Água dura
≥ 300	Água muito dura

Fonte: (SPERLING 2005)

A COPASA, Companhia responsável pelo abastecimento de água da região onde o empreendimento esta localizado, disponibiliza mensalmente os resultados das análises da

água fornecida a população através do site da Companhia, informando os valores dos principais parâmetros necessários para água potável divulgando a qualidade da água fornecida (TABELA 3). (COPASA, 2016)

**TABELA 3- Dados Referentes ao período de 04/2016.**

Parametro	Unidade	Número de amostras		Valor Médio	Limites
		Analisadas	Que atende		
Cloro	mg/L Cl	75	75	0.60	0.2 a 2
Coliformes Totais	NMP/100 mL	75	67	89,33 %	Obs.
Escherichia coli	NMO/10 0mL	75	75	-	Obs.
Fluoreto	mg/L F	19	9	0,76	0.6 a 0.85
Turbidez	uT	75	75	0.58	5
pH	-	23	23	7.34	6 a 9.5

Fonte: (COPASA, 2016)

Mesmo água atendendo aos padrões de portabilidade e o seu valor de dureza enquadrado dentro do valor permitido pela Legislação, torna-se um problema para a fabricação de cerveja, pois influencia diretamente nas etapas de fabricação e no produto final, sendo necessário que água utilizada no processo passe por outros tratamentos para atender assim os parâmetros estabelecidos no Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009 e os parâmetros estabelecidos pelo empreendedor. A água é um dos principais ingredientes da composição de uma cerveja e suas propriedades são decisivas na qualidade final da bebida alcoólica, como também nas etapas do processo de fabricação como para a limpeza dos equipamentos, dos barris, garrafas e latas (*BEERLIFE*, 2016). A água não deve conter substâncias nocivas, como nitrato e metais pesados, pois influenciam diretamente a atividade das enzimas e de levedura cervejeira. As características das diversas águas são responsáveis pelo paladar individual de cada cerveja e no final, também determinantes na qualidade da cerveja.

Os parâmetros da água analisados e de maior importância na fabricação de cerveja são: pH, alcalinidade e dureza total, sendo necessário o entendimento de cada parâmetro como também o entendimento da matéria prima necessária e as etapas do processo de sua fabricação. As matérias primas necessárias para fabricação de cerveja são: água potável e com os devidos valores dos parâmetros estabelecidos pela Legislação e pelo empreendedor; o lúpulo planta aromática que confere a cerveja um aroma e amargo específicos; levedura fungo que produz etanol, dióxido de carbono e outros componentes a partir dos açúcares, que caracterizam o aroma e o gosto da cerveja; malte obtido a partir da cevada, sujeita a um

processo de germinação artificial e posterior dessecação de cereais sob condições controladas e adjuntos (arroz, milho, trigo) (TABELA 4 e FIGURA 1). (BREJAS, 2015)

**TABELA 4 – Requerimentos para qualidade de água para fabricação de cerveja.**

Parâmetro	Valor	Caldeira (água a 80C)
pH	6,0 – 7,0	< 9,2
Alcalinidade	50 – 80 mg/L CaCO3	
Dureza total	55 – 75 mg/L CaCO3	Ca+Mg <0,01 mmol/L
Alcalinidade residual	5,0 – -2,0	
Fluoreto	<1,5 mg/L	
E. coli	0 (1/100 ml)	
Coliformes	0 (1/100 ml)	

Fonte: (EMPREENDEDOR, 2015)



Figura 1- Fluxograma das etapas do processo de fabricação de cerveja.

Fonte: (AGUIAR e AFONSO, 2015)

A fabricação da cerveja ocorre pelas seguintes etapas:

> Moagem: onde ocorre a quebra do grão visando expor o endosperma, de forma a facilitar a ação das enzimas sobre o amido contido nele. A casca, porém, deve ser mantida o mais intacta possível, pois ela será utilizada para a filtração do mosto. No Brasil, o malte pode ser parcialmente substituído por outros cereais maltados ou não, e por carboidratos de origem vegetal (sacarose, frutose, glicose e maltose), transformados ou não. (OETTERER *et al*, 2006)



Figura 2- Moagem do malte.

Fonte: (BEER E BRASA, 2013)

Para as próximas etapas é necessário o preparo da água a ser utilizada, sendo água potável e após o resultado da análise da amostra de água utilizada pelo empreendimento e se necessário, adequar os valores estabelecidos dos principais parâmetros (pH, alcalinidade e dureza), analisando qual será o melhor tratamento e o que terá melhor custo benefício para o empreendedor. A água não pode ter elevada concentração de dureza, pois no uso industrial provoca corrosão e perda de eficiência na transmissão de calor em caldeiras; formação de filmes e depósitos na superfície de equipamentos, prejudicando os processos de limpeza e reduzindo a eficiência devido a formação de depósitos minerais em sistemas de refrigeração (STEFENON, 2011). O pH no início do processo de fabricação da cerveja deve-se manter controlado entre 6 e 7. As cervejas tem caráter ácido, o valor do pH é medido com instrumento ou avaliado com papel indicador. No processo cervejeiro o pH atua diretamente na regulação das atividades enzimáticas, solubilização de componentes adstringentes, variação da cor e coagulação dos componentes proteicos do mosto. (ROSA & AFONSO, 2014)

Os tratamentos para as correções dos principais parâmetros pH, alcalinidade e dureza pode ser através de: adição de Ácido Fosfórico 85% (grau alimentício), Resinas de Troca Iônica ou Abrandador de Água. O Ácido Fosfórico 85% (grau alimentício)  $H_3PO_4$ , caracterizado como ácido alimentício é o mais indicado para redução de pH e alcalinidade. Também é denominado de ácido ortofosfórico e pelos nomes usuais ortofosfato de hidrogênio e fosfato de hidrogênio. Essa substância é incolor e inodoro, com ponto de ebulição a  $158^{\circ}C$  e ponto de fusão a  $42^{\circ}C$  (Brasinter Produtos Químicos, 2014). Geralmente, o ácido fosfórico é encontrado no comércio na sua forma líquida viscosa, que é esse ácido misturado com água em cerca de 90% dele em massa. Ele é um ácido considerado semiforte, pois o seu grau de ionização, isto

é, a porcentagem de seus hidrogênios que efetivamente sofrem ionização em solução aquosa a 18°C é de 27%. Já as Resinas de Troca Iônica e o Abrandador de água, são indicados para retirada de dureza da água.

As Resinas de Troca Iônica são grânulos que tem em sua estrutura molecular radicais ácidos ou básicos passíveis de troca por outros íons em solução. Os íons positivos ou negativos fixos nestes radicais são substituídos pelos íons contaminantes na solução, a operação de troca iônica é a troca entre estes íons presentes (contaminantes) e íons sólidos presentes na resina. As resinas de troca iônica podem ser tipo gel ou macroporos. A estrutura molecular é obtida por polimerização e a diferença apenas em porosidade. O tipo gel tem porosidade reduzida à distância intermolecular (microporo) e o tipo macroporo é formada adicionando uma substância que produz o efeito. As resinas de troca iônica podem ser monofuncionais, se tiverem apenas um tipo de radical, ou polifuncionais se a molécula tiver vários tipos de radicais intercambiáveis (FIGURA 3 e 4). (NATURALTEC, 2016)



Figura 3- Trocador iônico.

Fonte: (NATURALTEC, 2016)



Figura 4- Esquema de funcionamento de uma Resina de troca iônica.



Fonte: (DESCONHECIDA, 2000)

O Abrandador de água é um equipamento utilizado também para redução dos teores de cálcio e/ou magnésio em água dura. É um processo parcial de troca iônica, denominado de abrandamento, é obtido, quando a água bruta (potável) passa em um leito de resina catiônica forte, no ciclo sódio. Os íons cálcio e magnésio,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , solúveis na água, são retidos no grupamento do ácido sulfônico e os íons sódio, ( $\text{Na}^{+}$ ), da resina, liberados para a água. Quando todos os íons sódio presos ao grupamento do ácido sulfônico foram trocados por cálcio e magnésio, a resina se encontra no estado saturado e necessita, então, ser regenerada (FIGURA 5 e 6). A regeneração das resinas do abrandamento compreende quatro estágios:

- **Exaustão:** saturação da resina com íons cálcio e magnésio;
- **Expansão:** contra lavagem do leito saturado da resina, expandindo-a até a parte superior do vaso. A finalidade da expansão ou contra lavagem é soltar as impurezas sólidas presas aos cristais e a descompactação;
- **Regeneração:** é a rejeição dos íons de cálcio e magnésio ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ) captados da água, por meio da passagem de uma salmoura a 10% substituídos por íons de sódio que voltam a se prender ao grupamento do ácido sulfônico;
- **Enxágue:** o enxágue lento completa a regeneração da resina e o enxágue rápido final remove todo o excesso da salmoura regenerante do leito. (NATURALTEC, 2016)



Figura 5- Abrandador de água.

Fonte: (NATURALTEC, 2016)

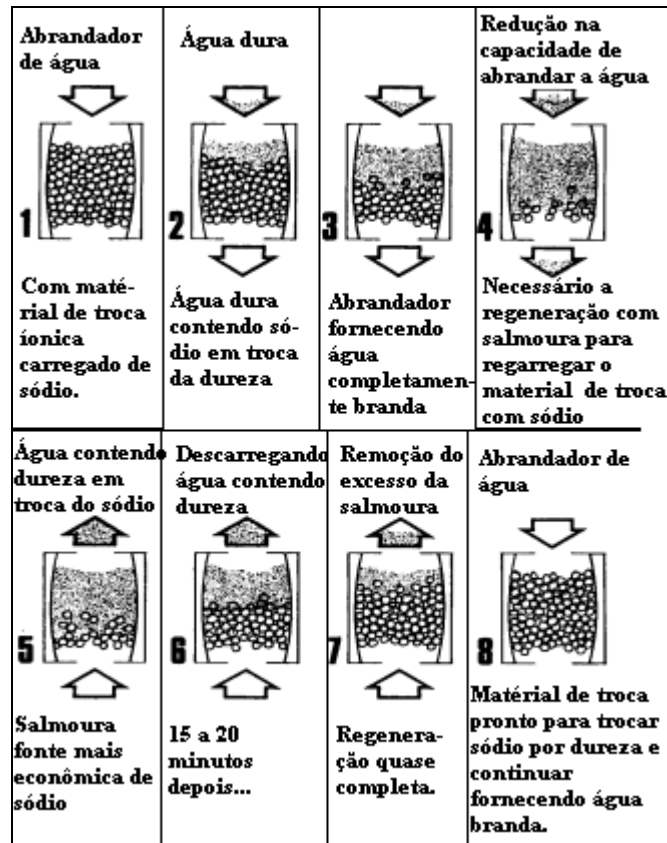


Figura 6- Ciclo de Abrandamento da água.

Fonte: (ECOHOUSE FILTROS, 2015)

Após a adequação dos parâmetros da água de acordo com os valores dos parâmetros estabelecidos dá-se sequencia as próximas etapas:

> **Brassagem**: também conhecido como mostura, visa a conversão do amido oriundo do malte em açúcares menores. A farinha proveniente dos cereais (malte e outros cereais não-maltados) é misturada com água, e posteriormente, submetida a condições operatórias (tempo, temperatura e pH) de forma a obter-se um mosto de composição adequada ao tipo de cerveja a produzir. A brassagem dura 2 a 4 horas e termina a uma temperatura próxima de 75 °C. Neste processo ocorre o cozimento do malte na água e ele se dá em diversas faixas de temperatura, de acordo com o resultado desejado e os grãos usados. Na brassagem já inicia-se o aquecimento da água através de caldeiras (FIGURA 7). (BEERLIFE, 2016)



Figura 7- Cozimento do Malte.

Fonte: (BEER E BRASA, 2013)

> Lavagem, filtragem e clarificação do mosto: tem como objetivo separar o grão da mosto. Após este processo, os grãos serão descartados. O grão nesta etapa tem a importante função de atuar como elemento filtrante, impedindo que se leve sedimentos para a fervura, gerando um mosto mais clarificado. Após o termino da Brassagem e adequação do equipamento, deve esperar um determinado tempo para os grãos se depositarem no fundo para uma filtragem melhor. Após isto, ele começará a ser retirado do recipiente e adicionado a água da lavagem. A água de lavagem deve ser adequada com os determinado valores de parâmetros estabelecidos para influenciar nas características do produto final. Esta água é para retirar os açúcares dos grãos, dando um melhor rendimento. É importante que a água esteja na mesma temperatura da última etapa, próximo a 80 °C. Após este grão estar clarificado, deve ser adicionado ao mosto primário e levado para a fervura (FIGURA 8). (BEERLIFE, 2016)



Figura 8- Clarificação do mosto.

Fonte: (BEER E BRASA, 2013)

> Fervura e lupulagem: a fervura tem algumas funções importantes na produção cervejeira, entre elas: esterilização do mosto, concentração do mosto e evaporação de substâncias indesejadas. É na fervura que o lúpulo é adicionado (FIGURA 9). (BEERLIFE, 2016)



Figura 9- Fervura do Lúpulo.

Fonte: (BEER E BRASA, 2013)

> Decantação e resfriamento do mosto: Após terminar a fervura, o mosto deve ser resfriado o mais breve possível para a temperatura de inoculação do fermento, de acordo com o tipo de fermento usado. Inicia-se o resfriamento, neste momento é importante ter muito cuidado para evitar contaminação, cada vez mais possível de acontecer com a diminuição da temperatura. O recipiente deve estar o mais tampado possível. Este processo de resfriamento é importante para coagulação de proteínas e polifenóis. (BEERLIFE, 2016)

> Envase: esta é a etapa final do processo, onde a cerveja é engarrafada e já está pronta para consumo (FIGURA 10).



Figura 10- Processo de envase.

Fonte: BEER E BRASA, 2013.

O empreendimento cervejeiro em estudo no presente trabalho localiza-se na Rua Carlos Bicalho Goulart no Bairro Praia Angélica em Lagoa Santa- MG. Com as respectivas coordenadas para localização do empreendimento, latitude 19° 39' 3,79" S, longitude 43° 54' 8,55" W (Figura 1). (GOOGLE, 2016)

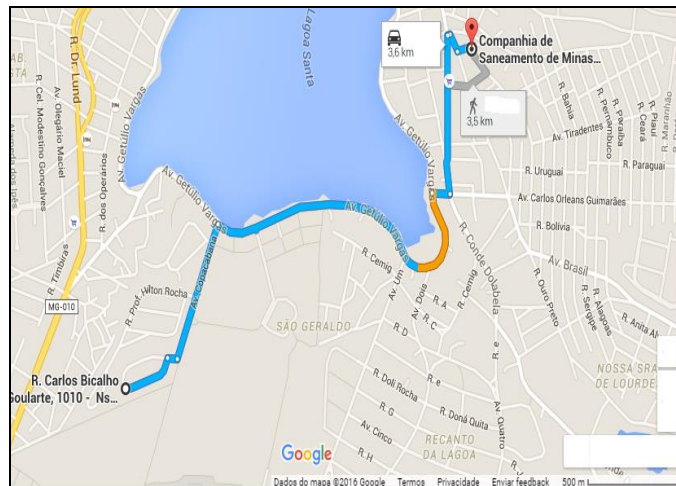


Figura 11- Localização da Companhia de abastecimento de água de Lagoa Santa e do empreendimento cervejeiro.

Fonte: (GOOGLE MAPS, 2016)

Lagoa Santa possui um solo rico em calcário denominado assim região calcária, contendo alta concentração de cálcio e magnésio. Apesar desta condição desfavorável, a água de Lagoa Santa tem o máximo de dureza de 150mg/litro (valor fornecido pela COPASA refere-se a dureza moderada), o valor do Padrão de potabilidade permitido pela Legislação é menor ou igual 500mg/litro. O Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Lagoa Santa onde o futuro empreendimento está localizado, é gerenciado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), abastecido por poços profundos, responsável pelo atendimento a 97% da população (47.158 habitantes), nas 14.100 ligações prediais, em 15.707 unidades abastecidas na cidade. (LAGOA SANTA, 2016)

O Sistema Produtor de Água encontra-se subdividido em quatro subsistemas. O sistema Confins que atende a região onde o futuro empreendimento será instalado e é o responsável por cerca de 68% do atendimento do município. O Sistema de Poços é capaz de produzir aproximadamente 280 litros por segundo, para abastecer a região central, bairros e alguns condomínios fechados. (LAGOA SANTA, 2016)

### 3 MÉTODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso, pois tem como objetivo a análise da água utilizada para fabricação de cerveja artesanal, levando em consideração a localização do empreendimento, a água fornecida para fabricação da cerveja e as determinações feitas pela Legislação quanto as características da água a ser utilizada e as solicitações do empreendimento. Do ponto de vista da abordagem da problemática desse estudo, utilizou-se a pesquisa quantitativa e a qualitativa (RICHARDSON, 1989; OLIVEIRA, 1997). No caso deste trabalho, por meio do método qualitativo, descreveu-se a realidade encontrada, possibilitando uma análise com maior profundidade dos principais parâmetros da água a ser utilizada pelo empreendimento cervejeiro. Por meio do método quantitativo, realizou-se a coleta de uma amostra da água para correção dos principais parâmetros necessários para o processo de fabricação de cerveja artesanal, atendendo a Legislação e o que foi estabelecido pelo empreendedor.

A coleta de dados foi definida por meio de fontes primárias através da coleta da amostra de água e envio para análise em laboratório. Também por fontes secundárias através de dados já existentes obtidos através de pesquisas em livros, documentos e relatórios. Este tipo de fonte colaborou substancialmente neste estudo, principalmente, por ser onde as informações estão registradas, ainda que em estado bruto e carecessem de melhor sistematização e análise propiciando informações complementares relevantes para o estudo.

No dia 07/05/2016 as 13:30hs foi realizada a coleta de 1 litro da amostra de água do empreendimento onde será realizada a fabricação da cerveja, localizado na Rua Carlos Bicalho Goulart, Bairro Praia Angélica em Lagoa Santa - MG.

Realizou-se a coleta da amostra de água de um ponto (torneira do local da fabricação da cerveja), sendo que a mesma ao ser distribuída pela COPASA e ao chegar no empreendimento é armazenada em caixa d'água. A amostra foi enviada para o laboratório para realização das análises de pH, dureza total e alcalinidade no dia 09/05/2016 às 08:20hs. Do dia da coleta até a entrega no laboratório a amostra ficou armazenada em um isopor, contendo gelo para não sofrer significativas modificações quanto as suas características (Figura 8 e 9).



Figura 12- Amostra de água coleta no empreendimento.



Fonte: (AUTOR, 2016)



Figura 13- Armazenamento da amostra até a entrega no laboratório.

Fonte: (AUTOR, 2016)

A amostra de água foi enviada para o Laboratório Hidrocepe - Serviços de Qualidade, situado em Belo Horizonte e que possui certificação pela RMMG (Rede Metrológica de Minas Gerais). Os métodos utilizados pelo laboratório para as análises dos parâmetros da amostra de água por métodos físico-químicos e métodos padrão para o exame de água e águas residuais.

A realização das análises é de extrema importância, pois assim o empreendedor identifica qual tratamento a água ainda necessita passar. Se é necessário um tratamento para redução dos teores de cálcio e magnésio, carbonato e bicarbonatos devido a presença de solo rico em calcário da região de Lagoa Santa, que altera os parâmetros de dureza total e alcalinidade influenciando diretamente no pH, adequando-os para obter uma cerveja de boa qualidade.

#### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

No dia 25/05/2016 obteve-se o resultado analítico da amostra, que analisou o pH, dureza total e alcalinidade. O resultado obtido em relação ao pH da amostra foi de 7.42, dureza total de 186.43 (mg/L) e a alcalinidade de 222.32 (mg/L) (TABELA 4).

**Tabela 4 – Resultados da análise da amostras**

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Resultado</b>	<b>VMP</b>	<b>LQ</b>
<b>Alcalinidade</b>	mg/L	222,32	NC	1,00
<b>Dureza</b>	mg/L	186,43	5,00	1,00
<b>pH</b>	-	7,42	6,00 a 9,50	0,01

Fonte: (HIDROCEPE, 2016)

Com o resultado das análises observa-se que a água fornecida pela COPASA ao empreendimento cervejeiro atende os parâmetros de portabilidade, mas não é adequada para a fabricação de cerveja, caracterizando-se como água dura (111-200ppm), por tanto é necessário a correção adequando os valores dos parâmetros dureza total, alcalinidade e o pH antes de iniciar as etapas do processo de fabricação de cerveja. Através da implantação de uma Resina de Troca Iônica ou um Abrandado de água há a correção da dureza total e posteriormente a adição de um ácido alimentício 85% (ácido fosfórico) na água para correção da alcalinidade e pH. Essa adequação dos parâmetros é de extrema importância para não impactar diretamente nas etapas de fabricação da cerveja devido que no processo à utilização da caldeira é essencial e o pH da cerveja necessitar ser mais ácido, devido a todo processo de fabricação e características da bebida.

Devido as características presentes de elevada dureza na água (151-300mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ), deve-se fazer o tratamento para redução da dureza antes da água ser introduzida na caldeira. Para isto podem ser usadas Resinas de Troca Iônica ou o Abrandador de Água. As resinas usadas geralmente são de origem orgânica e obtidas, por exemplo, pela sulfonação do poliestireno. Neste caso, é uma resina fortemente ácida que troca  $\text{H}^+$  ou  $\text{Na}^+$  por  $\text{Ca}^{++}$  ou  $\text{Mg}$ , responsáveis pela dureza. Em águas usadas na higienização de equipamentos, utensílios e superfícies contendo até 50 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  recomenda-se o uso de agentes complexantes na formulação dos detergentes. Outro aspecto, prende-se a retirada da alcalinidade devida a bicarbonatos, acima de 50mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , em função da sua decomposição em  $\text{CO}_2$  e  $\text{NaOH}$  nas temperaturas de operação das caldeiras, para efetivar este processo utiliza-se uma resina catiônica fracamente ácida que atua na forma hidrogeniônica. E posteriormente se necessário a adição do ácido alimentício para essencialmente alterar o pH, alterando para uma água mais acida (WIKIPÉDIA, 2016). Todas as correções e adequações dos parâmetros da água utilizada são necessários para que se obtenha uma cerveja de boa qualidade e boa aceitação no mercado.



## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo, a análise da água para fabricação de cerveja em um empreendimento cervejeiro, localizado em Lagoa Santa – MG. A análise da água e sua caracterização é de extrema importância para a fabricação de cerveja. A água utilizada pelo empreendimento cervejeiro, de acordo com os resultados obtidos através das análises realizadas é que a água utilizada para fabricação da cerveja é uma água dura e alcalina devido a localização do empreendimento, assim não sendo a ideal para o processo de fabricação da bebida alcoólica. A adequação dos principais parâmetros de qualidade da água (pH, alcalinidade e dureza) pode ser através de um sistema de Resinas de troca iônica ou Abrandador de água e se necessário ainda para adequar o parâmetro pH é indicado a adição do Ácido Fosfórico 85% (grau alimentício). Após todas as adequações necessárias dos principais parâmetros de qualidade da água o empreendedor terá como produto final do processo de fabricação de cerveja uma bebida de boa qualidade.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

M. V. SPERLING. “Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos”. Desa UFMG,2005.

Wikipédia - <https://pt.wikipedia.org/wiki/Cerveja>. Acessado em: 25/04/2016, 15:11hs

Como fazer cerveja - [http://comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID\\_CONTEUDO=14#aqua](http://comofazercerveja.com.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=14#aqua). Acessado em: 25/04/2016, 15:11hs.

Decreto nº 6.8171 - [http://planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm). Acessado em: 25/04/2016, 14:hs.

Sebrae - <https://www.sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/relatorios-de-inteligencia/cervejas-artesanais/55c4ad3614d01d007ffea>. Acessado em: 30/05/2016, 18:01hs.

BNDES -

[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS%2040%20O%20setor%20de%20bebidas%20no%20Brasil\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3462/1/BS%2040%20O%20setor%20de%20bebidas%20no%20Brasil_P.pdf). Acessado em: 02/06/2016, 16:36hs.

BNDES -

[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2842/7/Perspectivas%20do%20investimento%20015-2018%20e%20panoramas%20setoriais\\_atualizado\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2842/7/Perspectivas%20do%20investimento%20015-2018%20e%20panoramas%20setoriais_atualizado_BD.pdf). Acessado em: 01/06/2016, 10/15hs.

Google Maps - <https://www.google.com.br/maps/dir/R.+Carlos+Bicalho+Goularte,+1010+-+Ns.+das+Gracas,+Lagoa+Santa+-+MG,+33400-000/Rua+Cde+Dolabella+Portela+Azeredo,+1629+-+V%C3%A1rzea,+Lagoa+Santa+-+MG,+33400-000/@-19.6412052,-43.9014743,15z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0xa67c571a1833d7:0xfedb4ce160456ad5!2m2!1d-43.9022687!2d-19.6509334!1m5!1m1!1s0xa67c14bc08244f:0x2660d1e65124f989!2m2!1d-43.8840355!2d-19.6382128>. Acessado em: 21/05/2016, 11:09hs

Lagoa Santa - [http://www.lagoasanta.com.br/prestadoras\\_servicos/solucao\\_para\\_o\\_problema\\_de\\_agua\\_.htm](http://www.lagoasanta.com.br/prestadoras_servicos/solucao_para_o_problema_de_agua_.htm). Acessado em: 03/05/2016, 19:08hs.

Lagoa

Santa -

<http://lagoasanta.mg.gov.br/index.php/listoffiles0/category/133?download+8537:minuta-do-plano-de-saneamento-basico-lagoa-santa>. Acessado em: 15/05/2016, 13:14hs.

COPASA

-  
<http://www2.copasa.com.br/servicos/qualidadeagua/pesqtel.asp?letra=L&cidade=1510>. Acessado em: 11/05/2016, 12:49hs.

J. A. B. MACÊDO. "Águas & águas." Valera, 2001.

Beerlife - [http://www.beerlife.com.br/ed4/materia\\_prima.asp](http://www.beerlife.com.br/ed4/materia_prima.asp). Acessado em: 21/05/2016, 08:13hs.

Brejas - <http://www.brejas.com.br/fazer-erveja.shtml>. Acessado em: 21/05/2016, 10:10hs.

STEFENON.

Rafael

-  
[http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25791/DISSERTACAO\\_RAFael\\_STEFENON.pdf?sequence=1&isAllowed+y](http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25791/DISSERTACAO_RAFael_STEFENON.pdf?sequence=1&isAllowed+y). Acessado em: 03/06/2016, 14:30hs.

AGUIAR. Natasha, AFONSO. Júlio - [http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc37\\_2/05-QS-155-12.pdf](http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc37_2/05-QS-155-12.pdf). Acessado em: 07/06/2016, 21:32hs.

NaturalTec - <http://www.naturaltec.com.br/Filtro-desmi-abrandamento-resinas-troca-ionica.html>. Acessado em: 05/06/2016, 18:36hs.

NaturalTec - <http://www.naturaltec.com.br/Filtro-desmi-abrandamento-resinas-troca-ionica.html>. Acessado em: 05/06/2016, 13:32hs.

Wikipédia - <https://www.google.com.br/#q=acidos+fosforicos+nas+industrias+de+bebidas>. Acessado em: 06/06/2016, 15:45hs.

