



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

HANNAH BARBARA BATISTA BARRETO

**Implantação de um sistema da qualidade em uma microcervejaria com foco no
controle microbiológico**

MOSSORÓ – RN

2019

HANNAH BARBARA BATISTA BARRETO

Implantação de um sistema da qualidade em uma microcervejaria com foco no controle microbiológico

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof^a. Dra Fernanda Matias

MOSSORÓ – RN

2019

HANNAH BARBARA BATISTA BARRETO

Implantação de um sistema da qualidade em uma microcervejaria com foco no controle microbiológico

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

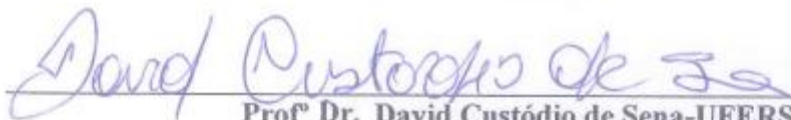
Orientadora: Prof^a. Dra Fernanda Matias

Aprovada em: 20/03/2019

Assinatura dos membros da banca examinadora



Prof^a Dr.ª Fernanda Matias-UFERSA
Presidente



Prof^o Dr. David Custódio de Sena-UFERSA
Primeiro membro



Elias Silva Gallina
Segundo membro

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B273i Barreto, Hannah Barbara Batista .
Implantação de um sistema da qualidade em uma
microcervejaria com foco no controle
microbiológico / Hannah Barbara Batista Barreto.
- 2019.
38 f. : il.

Orientadora: Fernanda Matias.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Química, 2019.

1. Contaminação. 2. Cervejaria. 3.
Pasteurização. I. Matias, Fernanda , orient. II.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela motivação, coragem, capacidade e oportunidades que me foram dadas para alcançar meus objetivos. Aos meus pais, que sempre me mostraram o caminho do bem e tiveram como prioridade meus estudos, me incentivando a crescer e dando apoio em todas as decisões acadêmicas e pessoais. Aos meus irmãos, Rafael e Larissa, que além de família sempre foram motivo de orgulho para mim, servindo de exemplo e inspiração. Ao meu companheiro Víncentte, por toda a paciência, conselhos, suporte e carinho. A todos os amigos e familiares pelos votos de confiança. Aos amigos que fiz na Irlanda, que foram a minha segunda família durante o tempo que estudei no exterior. À Professora Dr^a. Fernanda Matias, pela confiança e orientação acadêmica, aos companheiros do LABIN (Laboratório de Biorreatores e Nanotecnologia) pelo apoio e colaboração. A todos que de alguma forma participaram do meu enriquecimento intelectual e pessoal.

RESUMO

O controle microbiológico em uma cervejaria é de suma importância visto que cada levedura ou microrganismo garante propriedades sensoriais e físico-químicas particulares à bebida. Em um processo de produção de cerveja geralmente é adicionado uma levedura específica e adequada a um mosto estéril, pois o principal problema encontrado é que os contaminantes podem produzir *off-flavors*, ou seja, agregam sabores ruins a bebida e, além disso, podem conter microrganismos patogênicos à saúde humana.

Este trabalho tem como objetivo avaliar se as medidas sanitárias de prevenção à contaminação estão sendo aplicadas corretamente, verificando se há contaminação no produto final e, além disso, investigar e mapear os possíveis focos de contaminação do processo, sugerindo ações preventivas e corretivas para controlar falhas operacionais e seguir as boas práticas de fabricação na indústria cervejeira. O ciclo PDCA orientou as tomadas de decisão, houve a implantação da metodologia 5S na fábrica, a elaboração de um plano de ação e a utilização de planilhas de controle para melhorar a gestão das informações. Através de amostras colhidas durante o processo produtivo foi verificado que as cervejas não estavam atendendo ao padrão microbiológico determinado pela ANVISA, órgão responsável.

Palavras-chave: Contaminação, cervejaria, pasteurização.

ABSTRACT

Microbiological control in a brewery is of paramount importance since each yeast or micro-organism guarantees particular sensory and physicochemical properties to the beverage. In a brewing process, specific and suitable yeast is usually added to a sterile must, as the main problem encountered is that the contaminants can produce off-flavors, that is, they add bad flavors to the beer, and in addition they may contain microorganisms pathogenic to human health.

The objective of this study is to evaluate if sanitary measures are being applied correctly, verifying if there is contamination in the final product and, in addition, to investigate and map possible foci of contamination in the process, suggesting preventive and corrective actions to control failures and to follow good manufacturing practices in the brewing industry. The PDCA cycle guided decision-making, including the implementation of the 5S methodology in the plant, the elaboration of an action plan and the use of control sheets to improve information management. Through samples taken during the production process it was verified that the beers were not meeting the microbiological standard determined by ANVISA, legal responsible. For this, parameters were established for preventive and corrective actions.

Key words: Contamination, brewery, pasteurization.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	OBJETIVO GERAL	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1	MATÉRIAS PRIMAS DA CERVEJA	4
3.1.1	LEVEDURAS	4
3.1.2	MALTE	6
3.1.3	LÚPULO	6
3.1.4	ÁGUA	7
3.2	CONTROLE MICROBIOLÓGICO	7
3.3	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	8
3.3.1	Ciclo PDCA.....	8
3.3.2	5S.....	9
3.3.3	Plano de ação.....	10
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
4.1	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	11
4.2	ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO	11
4.3	TESTES DE CONTAMINAÇÃO	11
4.4	PASTEURIZAÇÃO	12
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.1	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	13
5.1.1	5S.....	13
5.1.2	Plano de ação 5H2W	14
5.2	ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO	15
5.3	TESTES DE CONTAMINAÇÃO	16
5.4	PASTEURIZAÇÃO.....	19
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
	APÊNDICE I- Fotos das placas dos contaminantes no produto final	22
	APÊNDICE II- Fotos do antes e depois da pasteurização	27
		29
	APÊNDICE III –Análises de contaminação nas garrafas, tampas, fermentadores e no mosto	30

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida carbonatada com baixo teor alcoólico que é obtida a partir da fermentação de cereais maltados, contendo lúpulo e água, podendo ainda conter outras matérias-primas e adjuntos, como arroz, trigo ou milho (ALMEIDA E SILVA, 2005).

Acredita-se que a cerveja tenha surgido na região da Mesopotâmia ou Egito, onde a cevada cresce em condições ambientes e que sofreu fermentação espontânea devido à presença de leveduras selvagens. Há evidências de que a cerveja maltada era consumida há pelo menos 6.000 anos a.C. na Mesopotâmia e tinha papel religioso, social e medicinal (DRAGONE *et al.*, 2010 apud OLIVEIRA, 2011).

Atualmente existe uma vasta variedade de estilos da bebida. O sabor é influenciado pela qualidade e tipo de matéria-prima, pelas condições de fermentação, de acordo com a levedura utilizada e com o tempo maturação (CARVALHO *et al.*, 2007). Alguns adjuntos como frutas, especiarias e plantas são comumente adicionados para aprimorar a bebida e adequar os aspectos sensoriais ao estilo desejado.

A alta competitividade no mercado mundial de cerveja e o potencial risco de contaminação com microrganismos patogênicos gerou a necessidade de isolar e utilizar culturas puras de microrganismos. A contaminação no processo cervejeiro é indesejada, pois além de adicionar *off-flavours* à bebida, também causa perda total da produção e, conseqüentemente, um prejuízo econômico significativo. Existem potenciais riscos de contaminação associados à produção de bebidas alcoólicas, pois o mosto é rico em açúcar e outros agregados, que formam um meio com substrato adequado para o crescimento de diversos tipos de microrganismos. Devido a essa condição é necessário manter a assepsia no ambiente e, se possível, pasteurizar as garrafas após o envase, visto que esse processo inativa os microrganismos que poderiam se reproduzir durante a estocagem do produto (MATA *et al.*, 2012).

O processo de produção de cerveja deve ser realizado em condições estéreis até que a levedura desejada seja adicionada ao mosto, sendo necessário calcular a quantidade inicial de células viáveis e padronizar o tempo de fermentação de produção para cada cerveja, isso garante ao cervejeiro que o produto padrão desejado seja alcançado a cada batelada. Todavia, durante o processo de produção há diversas possíveis fontes de contaminação, sendo durante o processo de envase o caso mais frequente de contaminação (CASTRO, 2014). Existem outros potenciais riscos de contaminação que precisam de análise, como na

matéria-prima, durante o processo de adição de lúpulo, na limpeza dos fermentadores, barris, garrafas e tampas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar as possíveis causas de contaminação no processo de fabricação de cerveja utilizando controle microbiológico nas etapas de produção.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar se o produto final atende as especificações legais
- Mapear possíveis pontos de contaminação
- Implantar a metodologia 5S no ambiente de produção
- Definir condições operacionais de pasteurização

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MATÉRIAS PRIMAS DA CERVEJA

A cerveja é constituída de 4 elementos básicos: malte, lúpulo, água e levedura. A ANVISA (2010) define cerveja como:

Entende-se exclusivamente por cerveja a bebida resultante da fermentação, mediante levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou do extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção, adicionado de lúpulo. Uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída por adjuntos cervejeiros. A cerveja preta poderá ser adoçada.

3.1.1 LEVEDURAS

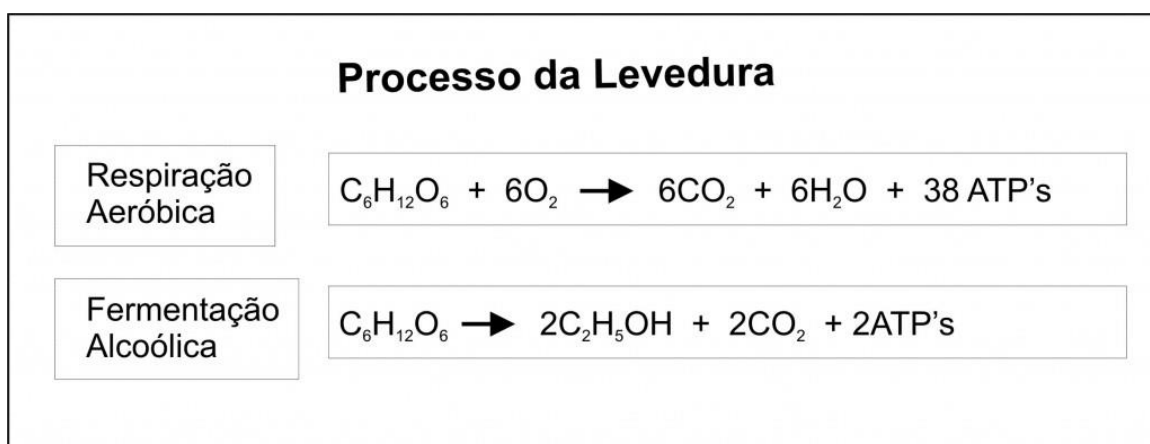
Em 1680, Antonie Van Leeuwenhoek, inventor do microscópio, observou pela primeira vez leveduras a partir de um mosto de cerveja, sem estabelecer nenhuma relação entre as leveduras e a fermentação alcoólica (RIBÉREAUGAYON *et al.*, 2007). Anos depois na França, Antoine Lavoisier (1743-1794) estudou a conversão do açúcar em dióxido de carbono e álcool, publicando a primeira descrição científica do processo em 1789. Em 1813, Louis Pasteur provou que a levedura atua como um catalisador essencial no processo de fermentação. Em 1883, Emil Christian Hansen da Cervejaria Carlsberg obteve a primeira cultura de fermento puro, a partir de então foi introduzida a prática de produzir bebidas alcoólicas a partir de culturas puras selecionadas para obter um controle maior do processo de fermentação alcoólica (PRETORIUS, 2000).

As leveduras são fungos unicelulares e englobam cerca de 80 gêneros e 600 espécies de microrganismos. As mais utilizadas na produção de bebidas alcoólicas são as *Saccharomyces cerevisiae* e a *Saccharomyces bayanus*. De acordo com Kurtzman e Fell (1998) o gênero *Saccharomyces* possui 14 espécies: *S. barnettii*, *S. bayanus*, *S. castelli*, *S. cerevisiae*, *S. dairenensis*, *S. exiguus*, *S. kluyveri*, *S. paradoxos*, *S. pastorianus*, *S. rosini*, *S. servazii*, *S. spencerorum*, *S. transvaalensis* e *S. unisporus*.

Como forma de obtenção de energia para manutenção celular e propagação, estes microrganismos possuem duas vias metabólicas: em meio anaeróbico, onde na ausência de oxigênio elas realizam fermentação alcoólica, transformando açúcares fermentáveis

presentes no mosto em álcool, dióxido de carbono, ésteres e outras substâncias responsáveis pela caracterização da cerveja (BOTTO,2009). E em meio aeróbico, onde o oxigênio presente no meio é consumido junto com a glicose, produzindo gás carbônico e água. Conforme as reações mostradas na Figura 1, a via aeróbica é a preferida das leveduras pois a quantidade de energia obtida (ATPs) é bem maior. Nos fermentador a levedura opta inicialmente pelo processo aeróbico, consumindo o oxigênio presente no meio, o que induz a multiplicação celular por demandar mais energia, quando o oxigênio dentro do tanque se torna escasso a levedura continua consumindo o açúcar e produz sua energia pelo processo anaeróbio (fermentação alcoólica). (TROMMER, 2015).

Figura 1- Reações



Fonte: TROMMER 2015.

A classificação baseia-se no desempenho obtido durante o processo fermentativo, sendo consideradas leveduras de alta fermentação, chamadas Ales, as que fermentam com temperatura entre 17 a 24 °C e as Lagers, são as que fermentam em temperaturas mais baixas, entre 9 e 14 °C. Cada linhagem possui atributos específicos, como tolerância ao etanol e dióxido de enxofre, à escassez de nitrogênio, baixa produção de compostos indesejáveis, produção de ésteres e capacidade de fermentar sob condições específicas (EHSANI, 2007).

Nas cervejarias, as leveduras costumam ser reutilizadas em mais de uma batelada, espera-se que após a fermentação elas decantem no fundo do fermentador possibilitando sua remoção, esse processo é conhecido como lavagem (MORAES, 2014). São consideradas leveduras de 1ª geração (1G) as leveduras provenientes do fabricante, que ainda não foram utilizadas na cervejaria, as de 2ª geração (2G) são as leveduras que estão sendo reutilizadas

pela primeira vez, provenientes da batelada anterior. Geralmente, os produtores de cervejas reaproveitam essa levedura de três a cinco gerações dependendo das condições de armazenamento e manutenção dessas células.

3.1.2 MALTE

O malte é a fonte de açúcares fermentáveis. Esse termo é utilizado para se referir a cereais que passaram pelo processo de malteação, sendo o malte de cevada o mais utilizado na fabricação de cerveja. O processo de malteação é necessário para deixar os grãos com uma quantidade de enzimas suficientes para reduzir o amido presente nestes açúcares (PASSARELLI, 2008).

A malteação ocorre em 4 etapas: a primeira é a maceração, que consiste na hidratação da cevada, ficando submersa em água por pelo menos dois dias; em seguida toda a água é drenada e o cereal segue para a germinação, onde permanece em uma sala de malteação por 3 a 4 dias sob temperatura e umidade controladas, nesta etapa as enzimas são produzidas; a próxima etapa é a secagem, onde é utilizado calor para secar os grãos, e por último a torragem, onde os grãos permanecem aquecidos, atingindo os diferentes tipos e tons de maltes (PASSARELLI, 2008).

3.1.3 LÚPULO

O Lúpulo é classificado como uma planta da família das canabináceas, sua função é adicionar o amargor e aroma específico à cerveja. O interesse industrial é nas plantas femininas, porém o lúpulo não possui nenhuma substância alucinógena. O que diferencia as flores femininas das masculinas é a presença de glândulas amarelas que são ricas em resina de lupulina, ésteres e óleos essenciais, que ao ser adicionado ao mosto se solubilizam e se volatilizam parcialmente, liberando aromas frutados ou característicos (AQUARONE *et al.*, 2001).

3.1.4 ÁGUA

A água é o componente majoritário na cerveja, constitui cerca de 90% do volume final, estima-se que para cada litro de cerveja produzido são consumidos de 5 a 10 litros de água durante a produção, como na lavagem de barris, vasilhames, fermentadores, preparo de soluções, análises laboratoriais e limpeza em geral. (REINOLD, 2011),

Para o tratamento da água utilizada durante o processo cervejeiro são estabelecidos parâmetros físico-químicos como ajuste do pH e da dureza da água, que deve ser filtrada e isenta de cloro, impurezas, odor e sabor, podendo ser utilizado filtros especiais ou de carvão ativo, que remove cerca de 85% do cloro (GOMES, 2010).

3.2 CONTROLE MICROBIOLÓGICO

No Brasil, toda bebida alcoólica ou não alcoólica destina a fins comerciais deve ser registrada e fiscalizada pelo MAPA- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pela ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Existem parâmetros microbiológicos e físico-químicos que devem ser atendidos para comprovar a qualidade na produção desses produtos e assegurar que os mesmos não oferecem riscos à saúde humana. Os parâmetros microbiológicos para bebidas seguem a Lei nº 8918/94 e o Decreto nº 6871 de 14 de junho de 2009 – MAPA. As bebidas devem atender aos seguintes requisitos de identidade e qualidade (BRASIL, 2009):

- I- Normalidade dos caracteres sensoriais próprios de sua natureza ou composição;
- II- Qualidade e quantidade dos componentes próprios da sua natureza ou composição;
- III- Ausência de componentes estranhos, de alterações e de deteriorações;
- IV- Limites de substâncias e de micro-organismos nocivos à saúde, previstos neste Regulamento e em legislação específicas;
- V- Conformidade com os padrões de identidade e qualidade.

Parágrafo único: Será considerada imprópria para o consumo e impedida de comercialização a bebida que não atender ao disposto neste artigo.

A ANVISA (2010) determina que os parâmetros microbiológicos para cervejas estejam dentro dos limites especificados na tabela 1.

Tabela 1-Parâmetros microbiológicos para cervejas

Parâmetros	Limite
Outros microrganismos aeróbicos	< 3000 UFC / ml
Bolores	< 100 UFC / ml
Leveduras	< 100 UFC / ml

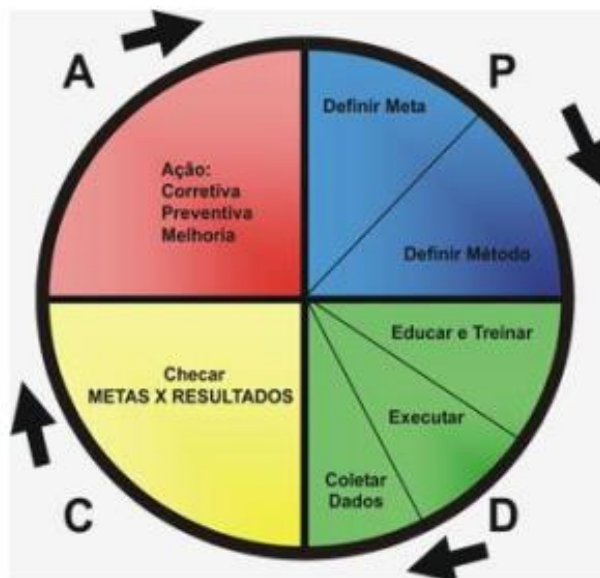
Fonte: ANVISA, 2010

3.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

3.3.1 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA (em inglês significa: *Plan, Check, Do e Act*) é uma ferramenta de qualidade que auxilia na melhoria contínua dos processos, facilitando e orientando as tomadas de decisões dentro da empresa (ROSA, 2011 *apud* CASTRO, 2014). Com esse método o foco é na correção, na prevenção de falhas, na implantação de melhorias e na consolidação dos resultados. Essa ferramenta torna a qualidade uma parte estratégica e presente durante todo o processo da empresa e não simplesmente uma aparência do produto final.

Figura 2 - Ciclo PDCA



Fonte: ROSA, 2011 *apud* CASTRO, 2014.

Relacionando ao processo de produção de cerveja podemos definir alguns passos para a implantação dessa estratégia:

Passo 1: Checar se está havendo contaminação

Passo 2: Identificar a origem dos defeitos microbiológicos.

Passo 3: Definir ou redefinir padrões de higienização.

Passo 4: Implementar as ações de melhoria.

Passo 5: Analisar e monitorar as melhorias implementadas para que todo o trabalho não seja perdido ou desrespeitado.

3.3.2 5S

O sistema 5s é uma metodologia de gestão da qualidade desenvolvido no Japão após a Segunda Guerra Mundial com o objetivo de melhorar a organização e gestão nas empresas influenciando diretamente na qualidade total do processo. Cada S representa uma base de fundamentos que devem ser implementados e pensados para melhorar a gestão da qualidade dentro de um ambiente (LAPA, 1998).

O primeiro S (SEIRI) representa o senso de utilização dos materiais. Esta etapa consiste na separação, eliminação e organização dos materiais, visando obter maior praticidade durante o processo produtivo e de limpeza. Os materiais que são desnecessários em determinado ambiente devem ser descartados, transferidos para outro local ou doados.

O segundo S (SEITON) está relacionado com a organização e gestão, visando obter a melhor disposição de equipamentos e ferramentas que facilitem a elaboração das atividades, diminuindo o tempo de procura.

O terceiro S (SEISO) está relacionado com a limpeza do ambiente, este senso confere ao local de trabalho mais harmonia, visto que um ambiente limpo dá a sensação de mais segurança e conforto, deixando o ambiente mais agradável para todos. Um ponto muito

importante é o envolvimento e conscientização de todos os colaboradores no sentido de cada um contribuir com a limpeza e organização do ambiente.

O quarto S (SEIKETSU) representa a padronização de modelos de limpeza e de produção para reduzir a variabilidade nos processos, produtos e serviços.

O quinto S (SHITSUKE) representa a autodisciplina, onde através do comprometimento dos colaboradores consegue-se atingir e manter as metas de melhoria.

3.3.3 PLANO DE AÇÃO

O plano de ação é uma etapa do planejamento que facilita a tomada de decisão e a organização das prioridades dentro da empresa, também pode ser aplicado na obtenção de metas individuais. Consiste em um roteiro, onde os objetivos a médio e longo prazo devem ser bem definido, para montar um cronograma de atividades a serem executadas a fim de cumprir as metas estabelecidas (PFEIFER, 2018).

O plano de ação deve responder a algumas perguntas básicas para orientar sua execução, um dos planos de ação mais conhecidos atualmente é o 5W2H, em que cada letra representa a inicial de uma das perguntas que devem ser respondidas, do inglês '*What? Why? Where? When? Who? How? How much?*'- traduzindo: O quê? Por quê? Onde? Quando? Quem? Como? Quanto?.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta sessão será apresentada a metodologia da que utilizou as ferramentas da qualidade para orientar atividades de controle microbiológico.

4.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Foi utilizado o ciclo PDCA como orientador para implementar melhorias na fábrica, as ferramentas da qualidade previamente definidas no referencial teórico foram implantadas e aplicadas com foco no processo produtivo da cerveja, sendo definidas e adotadas medidas para a implantação do 5S, um plano de ação e planilhas de controle sobre as leveduras.

4.2 ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO

A taxa de fermentação foi estimada pelo acompanhamento da gravidade específica (SG) diariamente, e o controle foi realizado a partir da contagem do número de células viáveis de levedura antes de inocular para calcular a dosagem correta a ser utilizada, sendo mantido uma média de 5 trilhões de células por fermentador de 530 L para cervejas Ale e de 3,5 trilhões de células para cervejas Lager.

Esse processo de contagem foi possível com o auxílio da câmara de Neubauer e azul de metileno como corante para posterior visualização e contagem em microscópio óptico 40x.

4.3 TESTES DE CONTAMINAÇÃO

Foram utilizadas placas de Petri contendo meio Ágar Nutriente com adição de sacarose 2%, recomendado para a análise de água, alimentos e laticínios, verificando se há contaminação nos fermentadores, recipientes de adição de lúpulo, garrafas, tampas, barris e no produto final após estocagem. Os microrganismos podem ser distinguidos através da morfologia das colônias, as bactérias podem ter diversos formatos de colônias, mas as leveduras e bolores possuem aparência bem definidas. Os bolores podem ser que formam micélio, com grande quantidade de hifas que juntas têm aspecto de algodão ou veludo. Já as leveduras apresentam colônias esféricas e pequenas, de aspecto liso (PELCZAR et al, 1996).

A contagem dos microrganismos no produto já envasado foi feita utilizando a técnica *pour-plate*, onde foi utilizado amostras de 1 ml aplicadas em placas de Petri contendo meio estéril. Para verificar a contaminação nas superfícies sólidas (barris, garrafas, tampas e fermentadores) a coleta foi realizada com o auxílio de um swab, recolhendo uma amostra da superfície a ser analisada e aplicando nas placas de Petri contendo meio de cultura estéril. Em seguida, as placas foram incubadas à temperatura de 37 °C por 4 dias. Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

4.4 PASTEURIZAÇÃO

Louis Pasteur constatou experimentalmente a ação do calor sobre os microrganismos e com isso propôs um mecanismo que consiste num processo de choque térmico, esta técnica é conhecida como Pasteurização em sua homenagem.

A fim de garantir maior segurança aos consumidores e prolongar a vida útil da cerveja foi realizado um teste de pasteurização de bancada, para determinar a melhor condição de operação do pasteurizador. A cerveja foi exposta a contaminação, ficando aberta por um dia, em seguida, uma amostra foi retirada e plaqueada. Logo após as garrafas foram tampadas novamente e imersas em banho termostático. Foram testadas seis temperaturas diferentes em dois tamanhos de garrafas por 240 segundos cada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – FERRAMENTAS DA QUALIDADE

5.1.1 5S

As medidas adotadas para contribuir na implantação do sistema 5S estão descritas abaixo, podemos dizer que o maior benefício foi a limpeza e organização do ambiente. Foram eliminados da fábrica centenas de materiais, incluindo caixas de papelão, embalagens vazias, tábuas, computadores e bebedouros quebrados, além disso a reorganização de áreas como laboratório e de armazenagem dos maltes foi essencial para melhorar a gestão destes espaços.

Quadro 1- Medidas adotadas do 5S

Ações	
SEIRI Utilização	a) Identificação de desperdícios; b) Colocação de etiquetas em instalações, ferramentas, caixas e outros; c) Criação de local destinado para o armazenamento temporário; d) Eliminação de itens desnecessários;
SEITON Organização e gestão	a) Classificação dos itens e definição do local de armazenamento; baseado na frequência de uso e localização das atividades; b) Lista dos materiais que devem ser armazenados em cada local; c) Organizar reagentes por ordem alfabética;
SEISO Limpeza	a) Limpeza e verificação da ordem estabelecida; b) Melhoria da gestão visual;
SEIKETSU	a) Padronização das condições de fermentação em cada batelada; b) Definição e implantação das boas práticas de fabricação de cerveja; c) Elaboração de uma pasta que reúna todos os padrões de limpeza e metodologias utilizadas com detalhes; d) Lista de produtos, EPI's e ferramentas utilizadas para em cada atividade; e) Monitoramento através de planilhas de controle;
SHITSUKE Autodisciplina	a) Conscientização e comprometimento dos funcionários e colaboradores; b) Análise contínua dos problemas; c) Monitorização do cumprimento das medidas implantadas; d) Estabelecimento de novos objetivos de melhoria;

Fonte: autoria própria, 2019

5.1.2 – Plano de ação 5H2W

Foi iniciada a elaboração do plano de ação adaptado para as necessidades da empresa, contudo o cronograma não foi estabelecido devido ao curto espaço de tempo do estágio, e ao orçamento limitante, ficando para posterior implementação.

Quadro 2-Plano de ação 5W2H

O que? (What)	Por quê? (Why)	Consequênci as	Quem? (Who)	Onde? (Where)	Como? (How)	Quanto? (How much)
Trocador de placas	Exige muita manutenção e limpeza	Perda de mão-de-obra	Supervisor de produção	Fábrica	Avaliar a substituição por trocador casco tubo ou whirlpool	-
Rotuladora	Rolos estão ressecados	Bolhas nos rótulos e retrabalho	Supervisor de produção	Fábrica	Substituir rolos da rotuladora	
Câmara de Neubaue r	Câmara não espelhada, visualização difícil.	Contagem imprecisa e exige muito tempo	Supervisor de produção	Laboratóri o	Substituir por câmara espelhada	R\$ 190
Reagente s	Fora de ordem alfabética	Poluição visual e dificuldade de encontrar reagentes	Diretor da fábrica	Laboratóri o e Fábrica	Chamar a atenção dos funcionários pois falta autodisciplin a	-
<i>Dry hopping</i>	Muito lúpulo misturado com a levedura	Difícil separação e muita levedura morta	Equipe do laboratório	Fermentad ores	Adicionar o lúpulo utilizando uma hop bag de inox previamente esterilizada em água fervente	R\$ 150

Fonte: autoria própria, 2019

5.2 – ACOMPANHAMENTO DA FERMENTAÇÃO

Para o controle do processo fermentativo foram desenvolvidas planilhas no Excel visando melhorar a gestão dos dados e facilitar os cálculos para fins de padronizar a curva de fermentação com base na quantidade de células viáveis no inóculo.

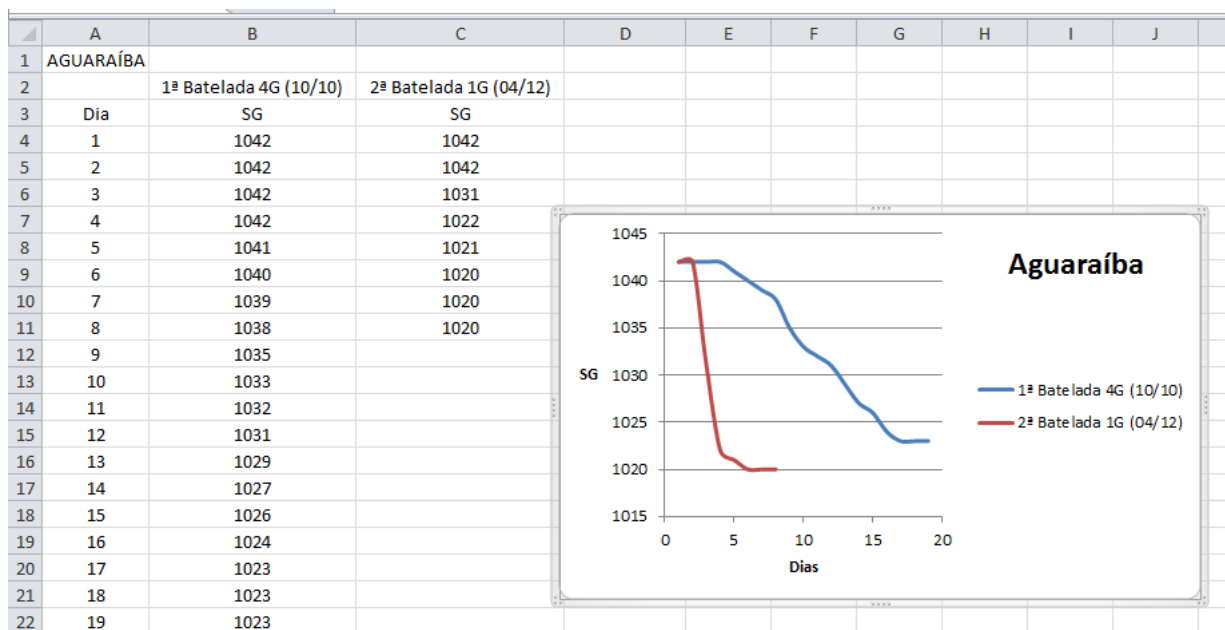
Figura 3- Panilha de controle para leveduras

E23 fx										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Cerveja	Levedura	Geração	Células/ml	Volume total (ml)	Células totais	Células ideal	Volume ideal (ml)	Starter	observação
2	Aguaraiba	-	4	50.000.000	-	-	2.500.000.000.000	-	Necessário	Não foi feito o starter
3	Cabaú	Belgian	-	780.000.000	-	-	5.000.000.000.000	-	Necessário	Não foi feito o starter
4	Tremembé	-	4	90.000.000	-	-	5.000.000.000.000	-	Necessário	Não foi feito o starter
5	Maracá	-	4	INVIÁVEL	-	-	5.000.000.000.000	-	Necessário	Não foi feito o starter
6	Ibaté	-	3	1.190.000.000	-	-	5.000.000.000.000	-	Necessário	Não foi feito o starter
7	Iguaúna	-	4	170.000.000	-	-	5.000.000.000.000	-	Necessário	Não foi feito o starter
8	Aguaraiba	Lvt 12	1	5.000.000.000	1.000,00	5.000.000.000.000,00	2.500.000.000.000	1.000	Não	Lote turvo
9	Cabaú	Belgian	-	-	-	-	5.000.000.000.000	1.000	Não	-
10	Tremembé	Lvt 12	1	5.000.000.000	1.000,00	5.000.000.000.000,00	5.000.000.000.000	1.000	Não	Lote turvo
11	Maracá	Lvt 12	1	5.000.000.000	1.000,00	5.000.000.000.000,00	5.000.000.000.000	1.000	Não	Lote turvo
12	Ibaté	Lvt 12	1	5.000.000.000	1.000,00	5.000.000.000.000,00	5.000.000.000.000	1.000	Não	Lote turvo
13	Iguaúna	Lvt 12	-	5.000.000.000	1.000,00	5.000.000.000.000,00	5.000.000.000.000	1.000	Não	Lote turvo
14	Aguaraiba	Lvt 12	2	527.000.000	15.000,00	7.905.000.000.000,00	2.500.000.000.000	4.744	Não	-
15	Cabaú	Belgian	-	400.000.000	8.000,00	3.200.000.000.000,00	5.000.000.000.000	12.500	Necessário	Não foi feito o starter
16	Tremembé	Lvt 12	2	32.000.000	12.000,00	384.000.000.000,00	5.000.000.000.000	156.250	Necessário	Foi utilizada em outra cerveja especial
17	Maracá	Lvt 12	2	G = 26 mi e P = 10 mi	11.000,00	238.000.000.000,00	5.000.000.000.000	-	Necessário	Foi utilizada em outra cerveja especial
18	Ibaté	Lvt 12	2	303.000.000	10.000,00	3.030.000.000.000,00	5.000.000.000.000	16.502	Necessário	Foi utilizada em outra cerveja especial

Fonte: autoria própria, 2019

Já para o acompanhamento global da fermentação, foi desenvolvido um modelo de planilha acompanhado de um gráfico que relaciona o decaimento da gravidade específica em função do tempo. Esse padrão de gráfico também foi obtido para as outras cervejas, nesse processo foram utilizadas leveduras de 4 geração (4G) de um tipo e leveduras de 1 geração (1G) de outro tipo, o que foi notado é que a levedura de 1G agiu bem mais rápido, estabilizando o SG em poucos dias, porém a cerveja final ficou mais turva que o de costume e o SG final manteve-se maior. Acredita-se que as leveduras não sedimentaram o suficiente, por isso afetou o SG final e a turbidez da cerveja, além disso, as leveduras de 4G demoraram mais tempo para se adaptar e começar a fermentar o mosto, prolongando o processo fermentativo em alguns dias. Talvez para uma empresa com pequena produção não faça tanta diferença. Porém quando a escala de produção é maior o tempo de fermentação é fundamental, principalmente para a padronização da cerveja e otimização da produção.

Figura 4- Panilha para acompanhamento da fermentação



Fonte: autoria própria, 2019

5.3 – TESTES DE CONTAMINAÇÃO

Inicialmente, foram realizados testes de contaminação no produto já envasado para diagnosticar se estava havendo contaminação no produto final.

Foram utilizadas 6 garrafas de 355 ml e 6 garrafas de 600 ml, uma de cada sabor e de lotes diferentes, as cervejas foram identificadas por siglas, onde as iniciais M,I, A, C,B e T se referem ao sabor da cerveja e as letras P e G se referem ao tamanho da garrafa (Tabela 2). O anexo I mostra fotos das placas contendo esses resultados.

Tabela 2- Análise das placas

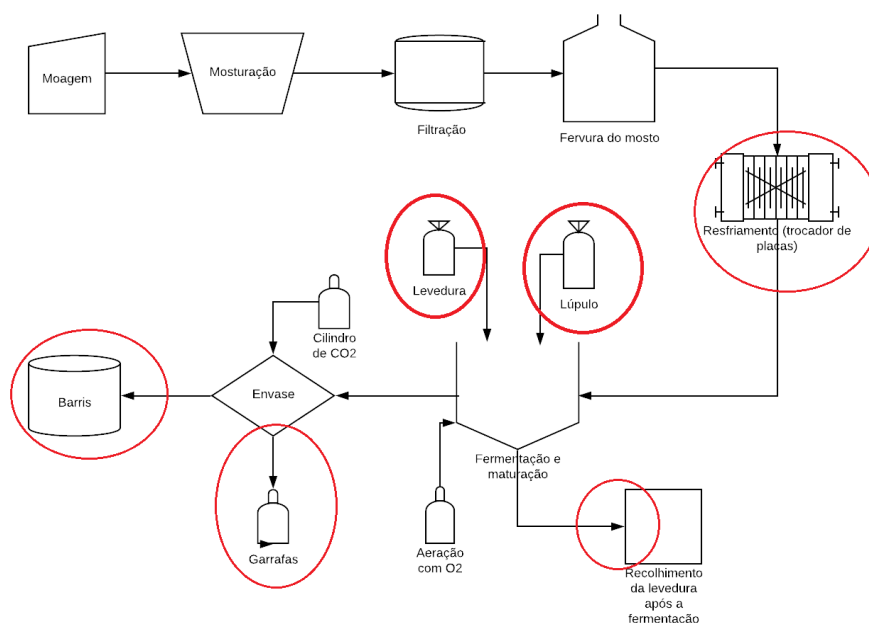
Análise das placas			
Amostra	Identificação	Presença	Contagem
1	MP	Leveduras e bactérias	>> 300 UFC/ml
2	MG	Leveduras e bactérias	>> 300 UFC/ml
3	IG	Leveduras	>300 UFC/ml
4	IP	Leveduras e bactérias	>300 UFC/ml
5	AG	Leveduras e bactérias	Aprox. 280 UFC/ml

6	AP	Leveduras e bactérias	>> 300 UFC/ml
7	CG	Leveduras e bactérias	>>300 UFC/ml
8	CP	Leveduras e bactérias	>> 300 UFC/ml
9	BG	Leveduras	>> 300 UFC/ml
10	BP	Leveduras	Aprox. 150 UFC/ml
11	TG	Leveduras e bactérias	>> 300 UFC/ml
12	TP	Leveduras e bactérias	>> 300 UFC/ml

Fonte: autoria própria, 2019

De acordo com os padrões da ANVISA todas as cervejas analisadas estão fora do padrão microbiológico estabelecido, isso indica a urgente necessidade de implantar o sistema de pasteurização e melhorar o controle sanitário. Um fluxograma foi elaborado para mapear os pontos mais sensíveis a sofrer contaminação durante o processo de fabricação. Esses pontos circulados em vermelho necessitam de uma atenção especial nas medidas sanitárias, pois representam a possibilidade de contato com contaminantes.

Figura 5- Mapeamento dos pontos críticos



Fonte: autoria própria, 2019

A CIP (*clean in place*) é uma etapa de limpeza que tem extrema importância no processo, consiste na limpeza propriamente dita dos barris, fermentadores e garrafas utilizando ácido peracético, soda, álcool 70% ou outras medidas sanitárias. Nesta etapa os cuidados não podem ser ignorados, visto que esses recipientes como as garrafas, por exemplo, ficam estocados abertos ou por tempo suficiente para que ocorra a incubação de algum microrganismo, é ideal que essa limpeza ocorra o mais próximo do momento do envase, outras atitudes simples são recomendadas como manter as mãos sempre higienizadas, borrifar álcool 70% nas tampas e gargalos das garrafas que ficaram armazenadas muito tempo, proibir o uso do celular nos momentos críticos como CIP, envase, adição e recolhimento de leveduras e lúpulo.

Foram retidas amostras no ambiente para constatar os principais contaminante (Tabela 3). O resultado mais impressionante foi no fermentador, a amostra foi colhida com swab logo após o jateamento de solução de ácido peracético e mostrou uma quantidade expressiva de bolores, que até então não tinha sido encontrado, além de leveduras e bactérias (apêndice III). As garrafas também foram sanitizadas com ácido peracético e apresentaram contaminação em menor quantidade, já as tampas foram borrifadas com álcool 70% e apresentaram a formação de apenas 1 colônia de bactéria, e o mosto antes de ser inoculado já apresentava uma quantidade de leveduras, provavelmente leveduras provenientes do tanque fermentador.

Tabela 3-Fontes de contaminação

Local	Microrganismos encontrados	Quantidade
Tampas	Bactéria	1 UFC
Mosto	Levedura	Contagem inviável >300 UFC
Fermentadores	Bolores, leveduras e bactérias	Contagem inviável >300 UFC
Garrafas	Bolores e leveduras	8 UFC

Fonte: autoria própria, 2019

O trocador de calor em forma de placas também merece atenção especial, pois devido ao seu pequeno tamanho e espaçamento entre as placas sempre resta matéria orgânica como lúpulo e malte entre as placas, sendo um possível ponto de desenvolvimento de microrganismos. Este aparelho possui limpeza e manutenção complicada. Na prática, é necessário desmontar o equipamento e utilizar luvas para a limpeza, pois as finas lâminas

facilmente causam pequenas lesões nas mãos. Outra desvantagem do equipamento é que para montar novamente foi observado que demanda muita força e tempo para ajustar os 6 parafusos de maneira igual e sem que haja vazamento entre as placas, necessitando ainda da utilização de um gás inerte para conferir se há vazamento.

5.4- PASTEURIZAÇÃO

Para completar a etapa de controle microbiológico foram obtidos parâmetros de operação para o pasteurizador, as garrafas foram imersas nas temperaturas correspondentes por 4 minutos e em seguida foram resfriadas com água corrente na temperatura ambiente, os resultados mostraram que a temperatura mais indicada e correta foi de 64°C, a única que foi completamente eficiente na remoção de leveduras e bactérias contidas na amostra para os dois tamanhos de garrafa, sendo ainda indicado um tempo um pouco maior para fornecer uma margem de segurança no processo.

Tabela 4- Condições de pasteurização

Temperatura	Tamanho da garrafa – redução de microrganismos (%)
54°C	P- 90% G- não houve redução
56°C	P- 100% G- 100%
58°C	P- reduziu apenas um tipo de microrganismo G- sem redução
60°C	P- 100% G- 80%
62°C	P- reduziu 70% G-eliminou apenas um tipo de microrganismo
64°C	P- 100% G-100%

Fonte: autoria própria, 2019

*P- 355ml e G- 600 ml

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cervejas são bebidas delicadas por serem produzidas por microrganismos e que necessitam de uma atenção especial no cumprimento das medidas sanitárias, visto que existem diversos pontos possíveis de contaminação e os cuidados devem ser redobrados.

As análises realizadas na microcervejaria mostraram que há a necessidade de melhorar as condições sanitárias, deve-se revisar os métodos sanitizantes, principalmente a respeito da solução de ácido peracético, fica recomendado para trabalhos futuros que sejam realizados testes microbiológicos para verificar a concentração ideal dessa solução. Além disso, dada as condições encontradas através desse trabalho, reforça-se a urgência em implantar o sistema de pasteurização em larga escala, evitando a possível contaminação com patógenos e a degradação da cerveja, prolongando sua validade. Cabe à empresa manter as medidas implantadas e continuar com esforços para evitar a contaminação e utilizar as ferramentas da qualidade nas atividades cotidianas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA E SILVA, JB. Cerveja. In: Venturini Filho, G. W. **Tecnologia de Bebidas**. Ed. Blucher, Brasil, 2005, p.347-380.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. **Consulta Pública (CP) nº69, 13 junho de 2010**. Disponível em : <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/392707/Relatorio_Contribuicoes_aditivos.pdf/5871a541-12f7-46da-9434-f70b11044147>. Acesso em: 23 fev. 2019

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. **Biotecnologia Industrial**. v. 4. São Paulo: Blucher, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura. 2009. **Decreto nº 6871 de 14 de junho de 2009-MAPA**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm>. Acesso em 23 fev. 2019

BOTTO, L. **Matéria prima: levedura**. 2009. Revista Beerlife. n. 5, jun., 2009. p. 10 –11.

CARVALHO, G.B.M., ROSSI, A.A., ALMEIDA e SILVA, J.B. **Elementos biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 2ª. parte, A fermentação**. Revista Analytica, v.26, p.46 - 54, 2007.

CASTRO, D. F. **Estudo das causas de contaminação microbiológica na indústria cervejeira**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Bioquímica), Universidade de São Paulo, Lorena, 2014.

EHSANI, M. **Ingénierie métabolique de *Saccharomyces cerevisiae* à faible rendement en éthanol: contrôle de la formation d'acétoïne par des levures oenologiques surproductrices de glycérol**. Tese de Doutorado, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier. Montpellier, France, p. 151. 2007.

GOMES, T. **Manual básico cervejeiro**. 2010. Disponível em: <http://www.acervacarioca.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13:m-anual-basico-cervejeiro&catid=1:processo&Itemid=2>. Acesso em: 17 fev. 2019.

KURTZMAN C.; FELL J.W.I.. **The Yeasts - A Taxonomic Study**, 4ª ed., 1998.

LAPA, R. P, **Programa 5S**, Qualitymark Editora, Rio de Janeiro, RJ, 1998. Disponível em< <http://www.ifsc.usp.br/~qualidade/qualidadewp/arquivos/5s.pdf>> Acesso: 23 jan. 2019

MATA, N. F. da; TOLEDO, P. S. de; PAVIA, P. C.. **A importância da pasteurização: comparação microbiológica entre leite cru e pasteurizado, do tipo B**. Revista do Instituto de Laticíneos Cândido Tostes, Jan/Fev, nº 384, p. 66-70, 2012.

MORAES, L. F. DE. **Reaproveitamento de levedura: como fazer?** Disponível em: <<https://pompeiahidromeis.com.br/2014/03/07/reaproveitamento-de-levedura/>>. Acesso em 11 mar. 2019

PASSARELLI, E. **O elemento-base da cerveja**. Revista Beerlife. n.3, dez., 2008. p.9-12.

PELCZAR, M. J. Jr.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia, conceitos e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Editora Afiliada, 1996.

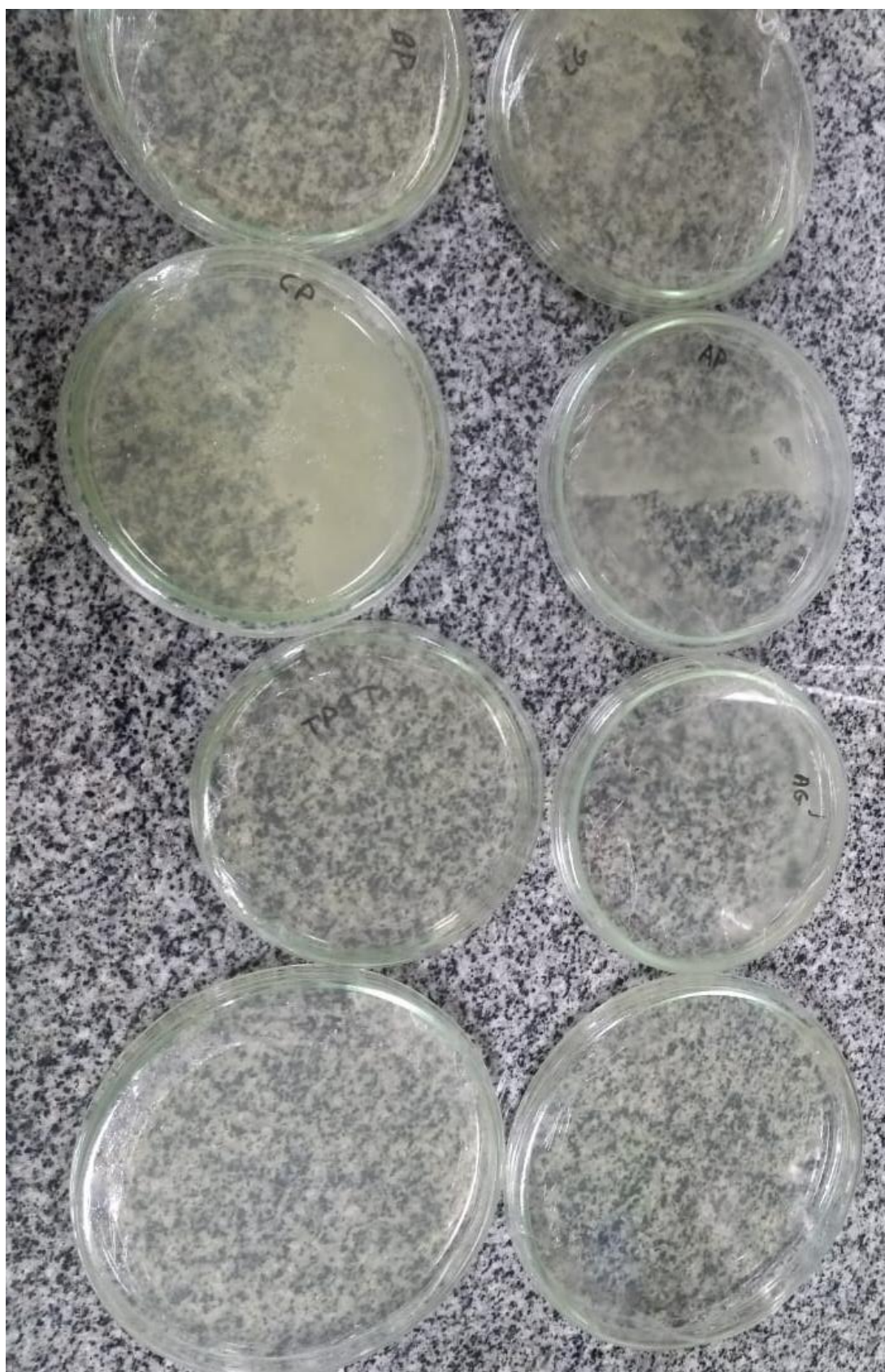
PRETORIUS, I. **Tailoring Wine Yeast for the New Millennium Novel Approaches to the Ancient Art of Winemaking**. Yeast, ed.15, p 675-629, 2000.

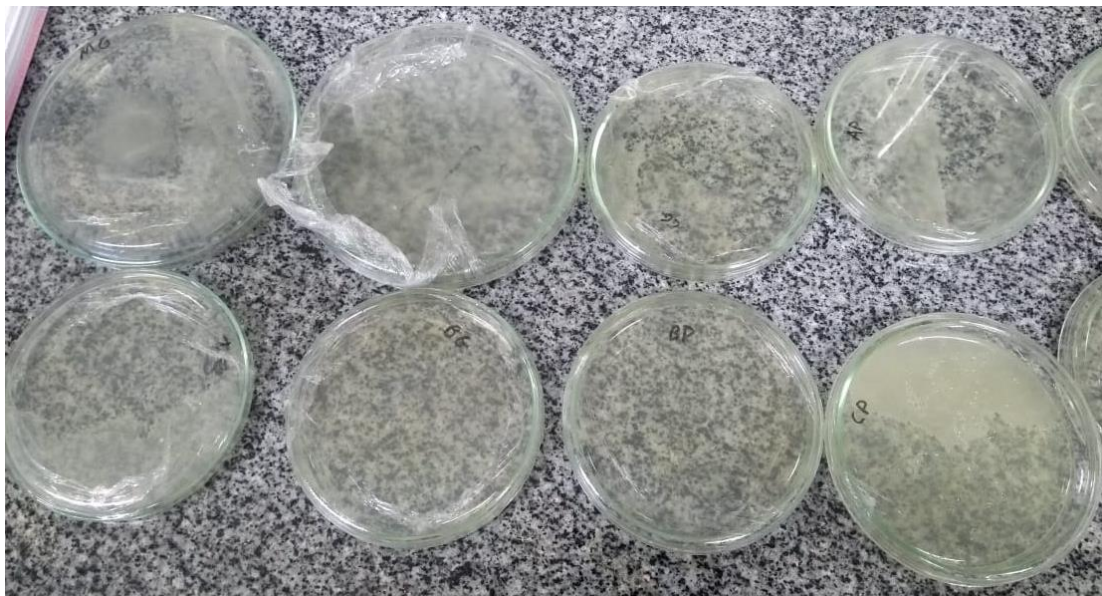
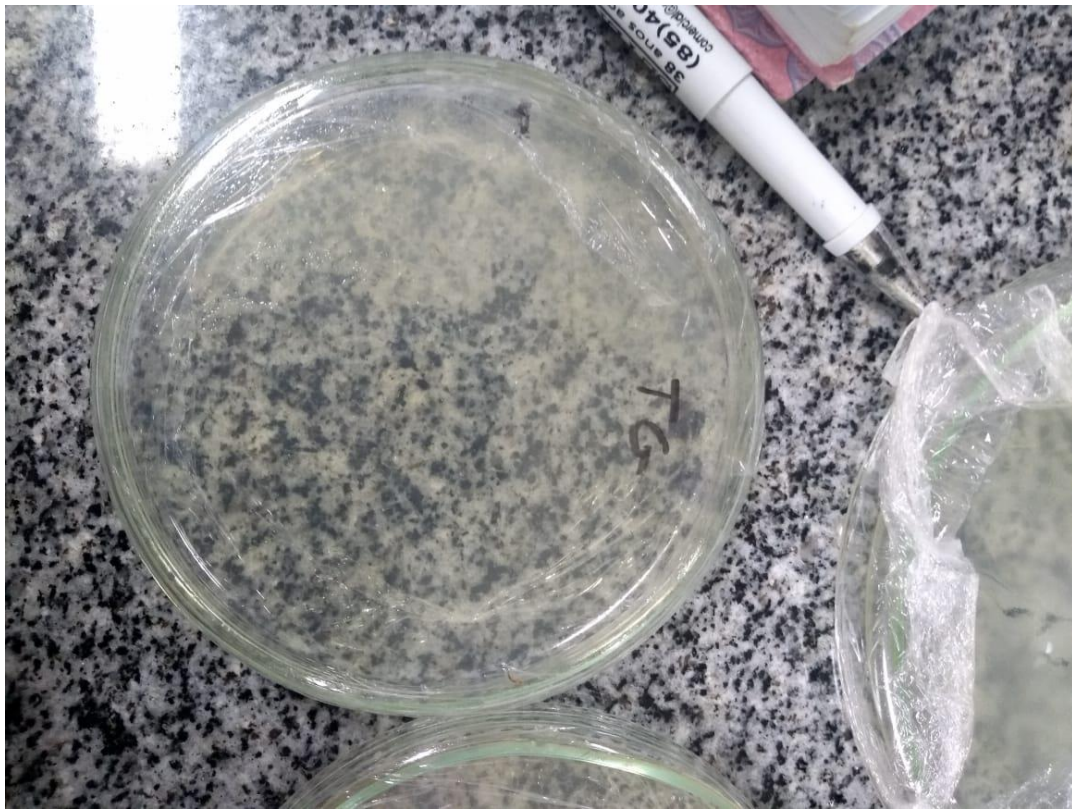
PFEIFER, G. 2018. **Plano de ação: Aprenda o que é, e como elaborar o plano perfeito**. Disponível em: <<https://blog.egestor.com.br/plano-de-acao-o-que-e-e-como-elaborar/>> Acessado em: 30 jan. 2019

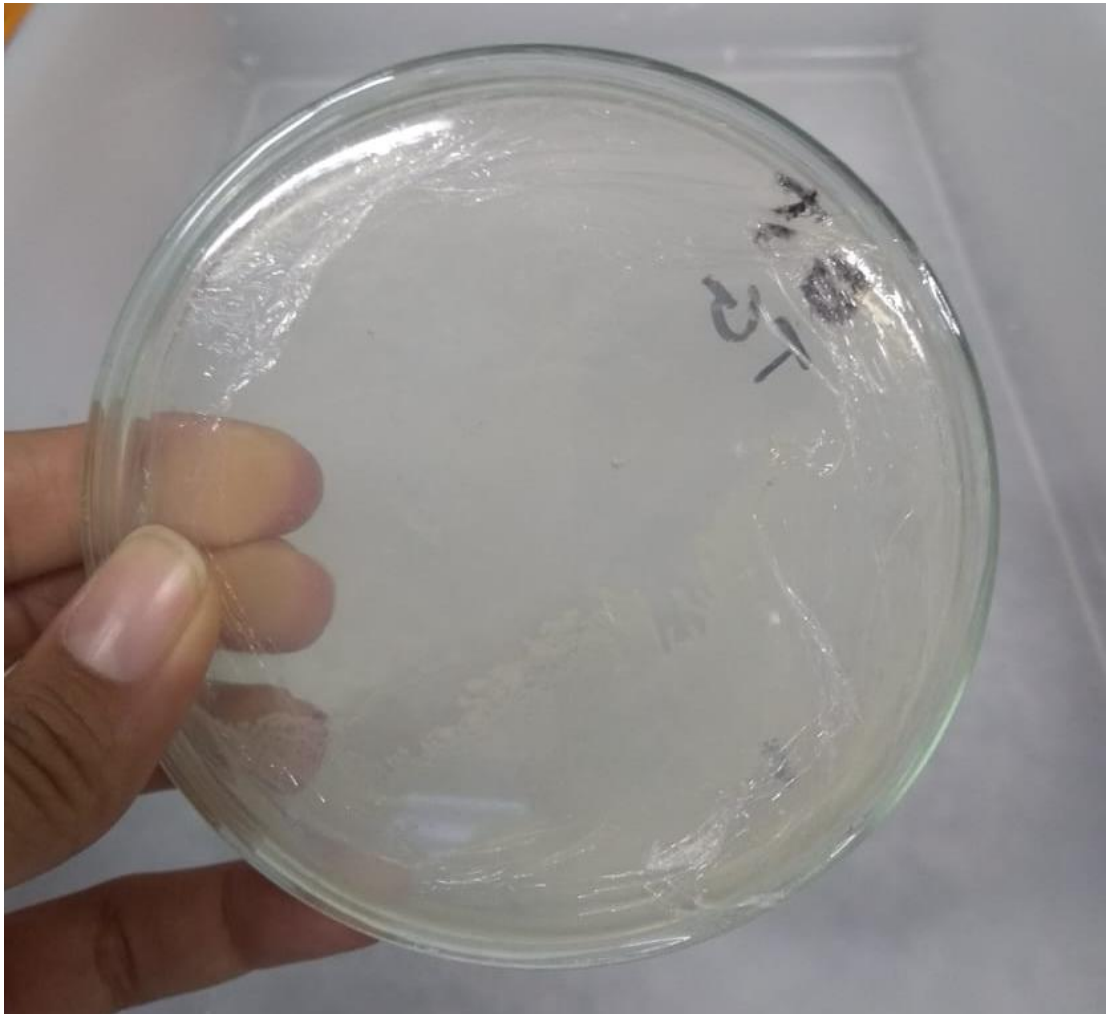
REINOLD, M. R. **Os antioxidantes da cerveja reduzem o risco de catarata**. 2011. Disponível em: <<http://www.cervesia.com.br/agua/152-o-tratamento-de-agua-nacervejaria.html>>. Acesso em: 22 fev. 2019

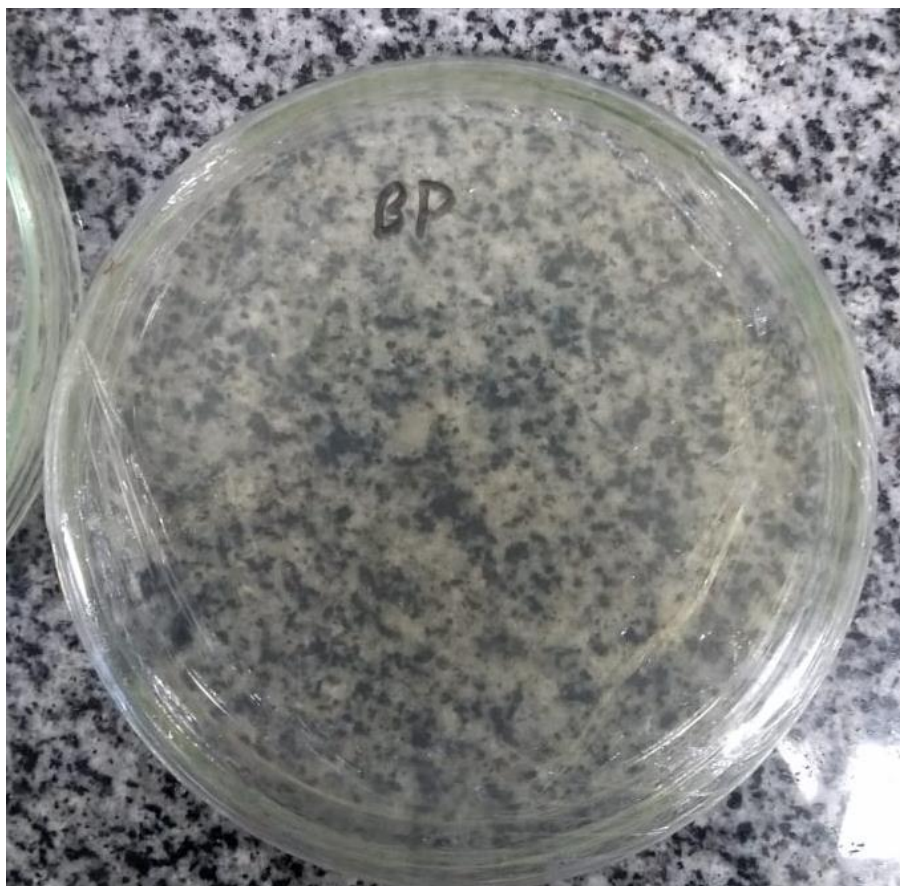
RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of enology: the microbiology of wine and vinifications**. Traité d'oenologie. 2nd ed., 2007.

TROMMER M. **Carboidratos do mosto**, 2015. Disponível em: <<https://engarrafadormoderno.com.br/processos/carboidratos-do-mosto>>Acessado em: 26 fev. 2019

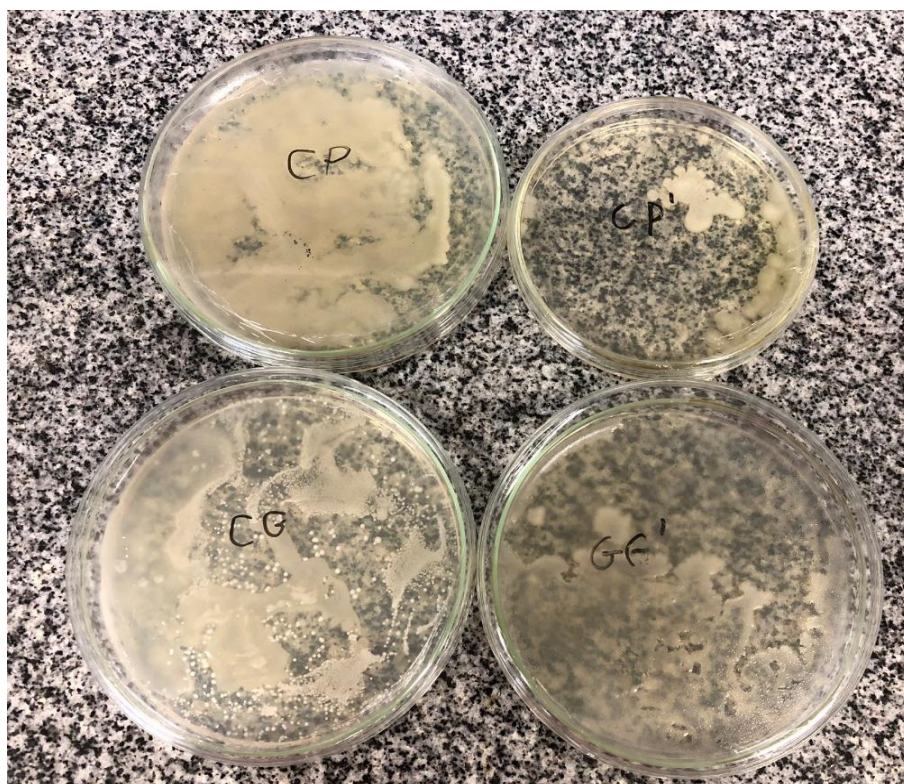
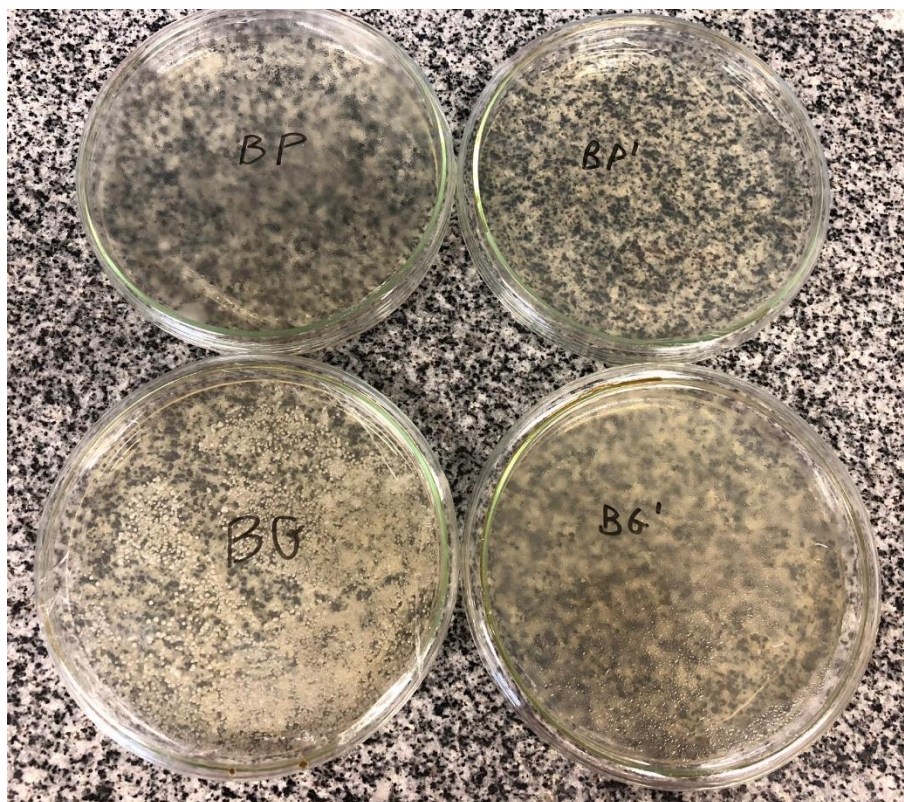


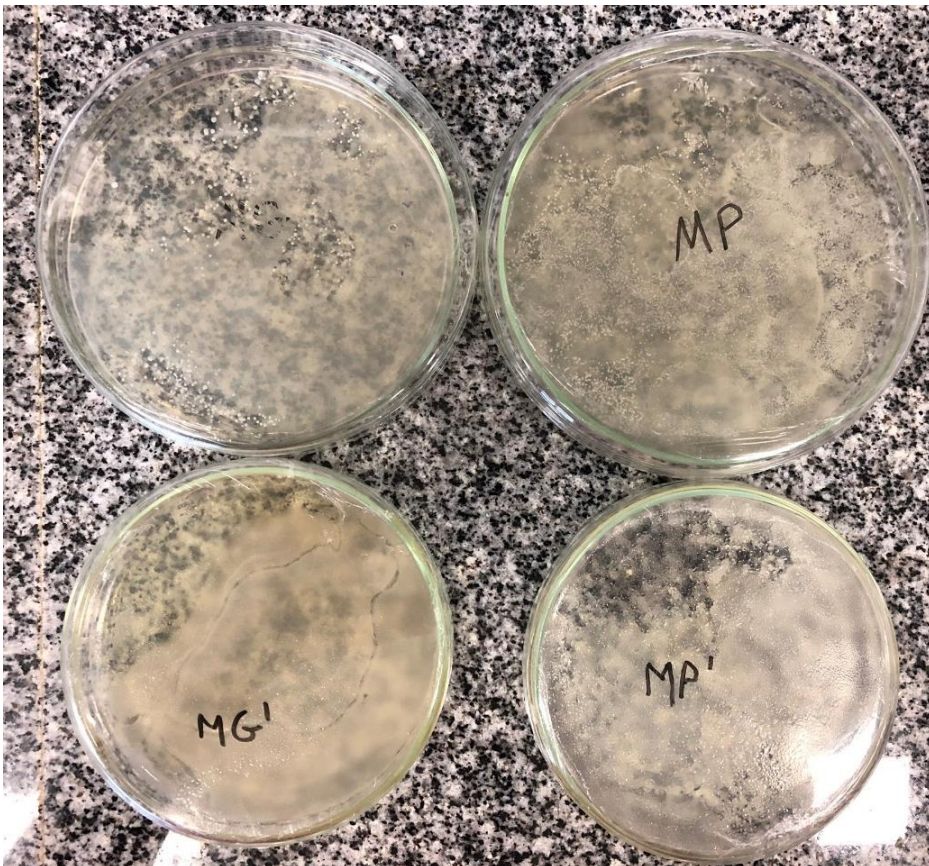
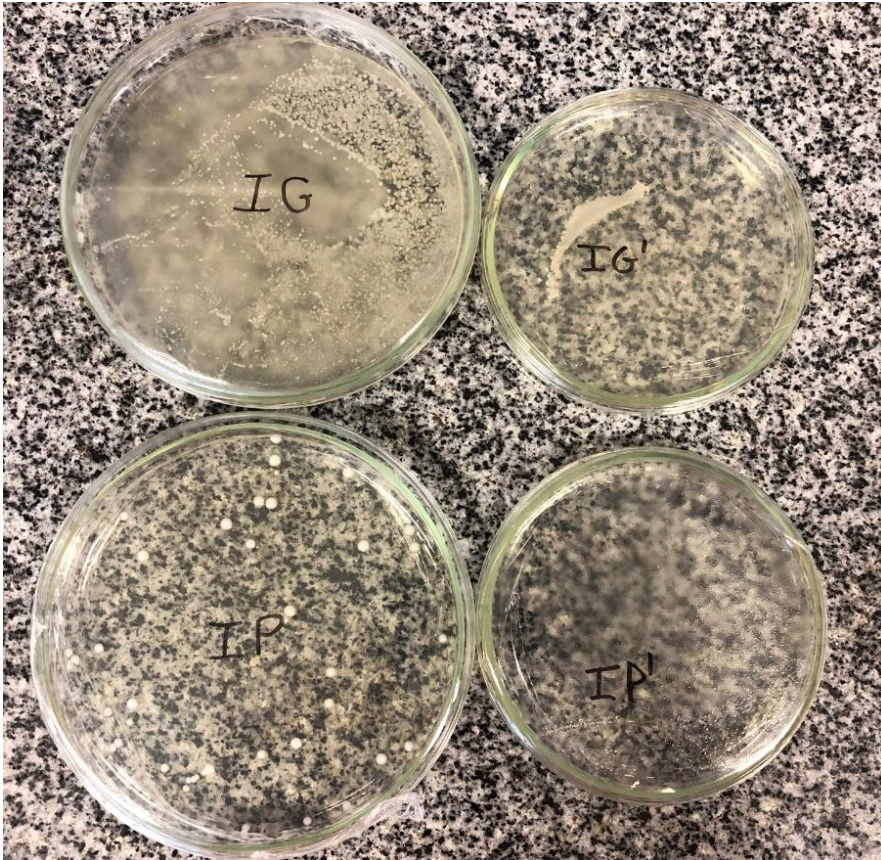


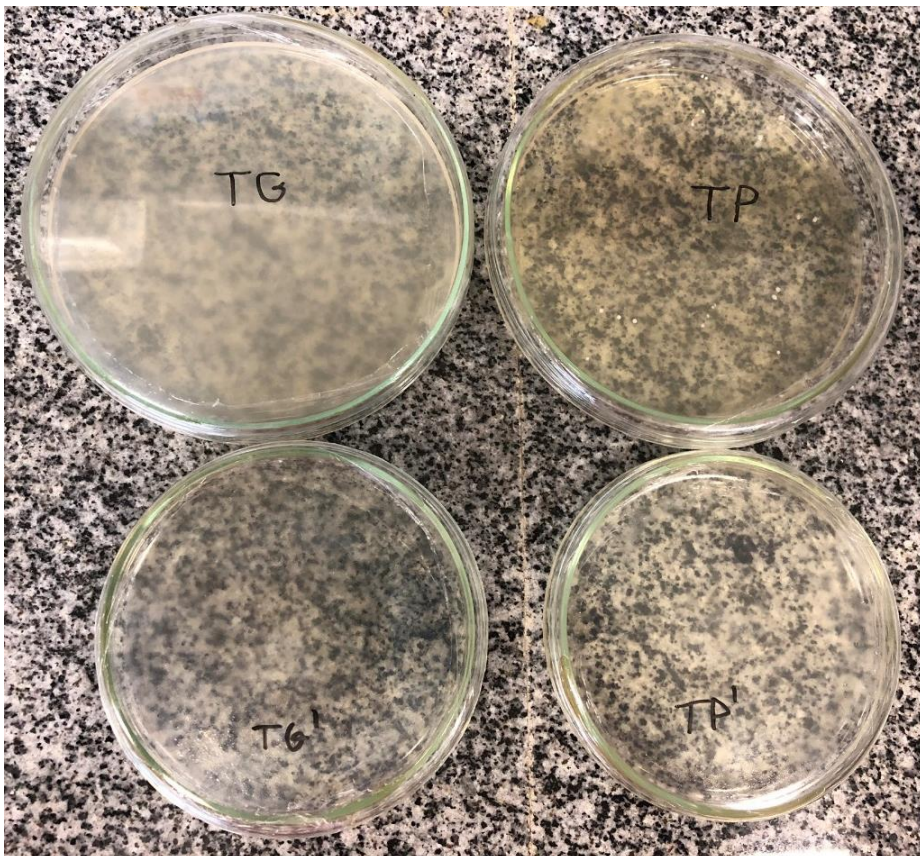
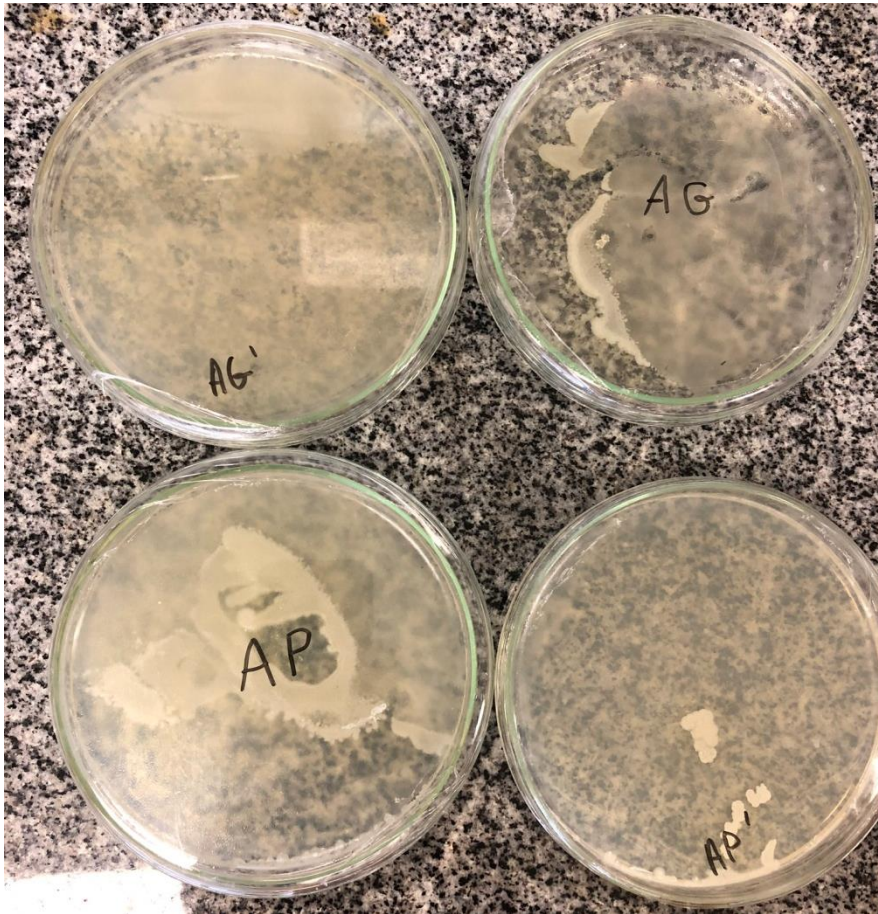




APÊNDICE II- Fotos do antes e depois da pasteurização







APÊNDICE 3 –Análises de contaminação nas garrafas, tampas, fermentadores e no mosto



