

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA

PEDRO FERREIRA CICONELLE

Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle em Microcervejaria de Uberlândia:
Um Estudo de Caso
Avaliação do Processo e Propostas para Garantia da Qualidade

Uberlândia
2024

PEDRO FERREIRA CICONELLE

Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle em Microcervejaria de Uberlândia:
Um Estudo de Caso
Avaliação do Processo e Propostas para Garantia da Qualidade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biotecnologia
da Universidade Federal de Uberlândia
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Biotecnologia.

Orientador: Edgar da Silveira Campos

Uberlândia
2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C568 Ciconelle, Pedro Ferreira, 1999-
2024 Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle em
Microcervejaria de Uberlândia: Um Estudo de Caso
[recurso eletrônico] : Avaliação do Processo e Propostas
para Garantia da Qualidade / Pedro Ferreira Ciconelle. -
2024.

Orientador: Edgar da Silveira Campos.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Biotecnologia.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

1. Biotecnologia. I. Campos, Edgar da Silveira, 1981-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia.
Graduação em Biotecnologia. III. Título.

CDU: 60

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

PEDRO FERREIRA CICONELLE

Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle em Microcervejaria de Uberlândia:
Um Estudo de Caso
Avaliação do Processo e Propostas para Garantia da Qualidade

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biotecnologia
da Universidade Federal de Uberlândia
como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Biotecnologia.

Uberlândia, 29 de abril de 2024

Banca Examinadora:

Edgar Silveira Campos – Doutor em Engenharia Química (UNICAMP)

Abílio Tomaz Coelho da Silva – Mestre em Química (UFU)

Patrick Simões Dias – Doutor em Ciências (USP)

Dedico este trabalho aos meus pais, pois
me proporcionaram chegar até aqui e
concluir esta etapa.

AGRADECIMENTOS

À minha família, por todo apoio e suporte que me proporcionaram chegar até aqui;

À Bateria Incendiária, que serviu como uma fonte de lazer e prazer extracurricular por todo o período da faculdade;

Ao meu orientador Edgar, o qual me apoiou, auxiliou e incentivou para execução do projeto;

À Deus e entidades de minha crença, dos quais me puderam ter forças de realizar este trabalho;

Aos amigos do peito que fiz ao longo de minha caminhada;

Aos meus supervisores de ambos os estágios que realizei, pelos ensinamentos para realização deste trabalho;

Ao Thiago, o qual além de ex-colega de trabalho e amigo, me auxiliou na coleta de dados deste trabalho;

À minha amada, a qual me ajudou com apoio emocional, carinho, principalmente nos momentos em que mais tive dificuldade.

“O meu lugar, é cercado de luta e suor,
esperança num mundo melhor e cerveja
pra comemorar”.

(Arlindo Cruz).

RESUMO

O presente estudo investigou a aplicação da metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) em uma microcervejaria sediada em Uberlândia, Minas Gerais. Foram analisados os processos produtivos para identificação dos perigos potenciais e pontos críticos de controle que podem alterar a qualidade e segurança do produto. Com isso, foram propostos novos métodos de controle e garantia para que a produção gere uma cerveja de qualidade com rastreabilidade.

Palavras-chave: Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle, Microcervejaria, Qualidade, Segurança, Produção de Cerveja, Métodos de Controle.

ABSTRACT

The present study investigated the application of the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) methodology in a microbrewery based in Uberlândia, Minas Gerais. The production processes were analyzed to identify potential hazards and critical control points that could alter the quality and safety of the product. Therefore, new control and guarantee methods were proposed so that the production chain can achieve a quality beer with traceability.

Keywords: Hazard Analysis and Critical Control Points, Microbrewery, Quality, Safety, Beer Production, Control Methods.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral.....	15
2.2 Específicos.....	15
3 METODOLOGIA	16
3.1 Cronologia APPCC.....	16
3.1.1 Formação da equipe.....	17
3.1.2 Descrição do Produto.....	17
3.1.3 Identificação do Uso.....	17
3.1.4 Fluxograma de Processo e Verificação “ <i>in situ</i> ”.....	17
3.1.5 Identificação, Listagem e Avaliação dos Perigos nas Etapas do Processo e Medidas Preventivas.....	18
3.1.5.1Árvore decisória.....	19
3.1.6 Procedimentos de controle e Modificações.....	21
3.1.7 Estabelecimento de Limites Críticos.....	21
3.1.8 Limites de Segurança.....	21
3.1.9 Monitoramento dos Pontos Críticos.....	21
3.1.10 Estabelecimento das Ações Corretivas.....	22
3.1.11 Estabelecimento de um Sistema de Registro e Arquivo.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÃO	41
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais antigas do mundo, datada de 8000 antes de Cristo da região Palestina. Esta bebida é proveniente de um processo fermentativo sobre um mosto composto por água potável e açúcar oriundo de malte, geralmente de cevada, do qual é mediado por microrganismos denominados leveduras. Segundo White e Zainasheff (2010), a cerveja pode ser reduzida à água, malte, lúpulo e levedura. Vale ressaltar que é o líquido alcoólico mais consumido pelo ser humano ao redor do planeta; logo, devido a essa alta demanda, diversas alterações, principalmente a partir dos anos 2000, foram e são feitas à fim de obter diferentes aromas e sabores (COLEN; SWINNEN, 2016).

No Brasil, o mercado cervejeiro não fica para trás em relação ao mundo, tendo em vista que o país ocupa a terceira posição nos maiores produtores de tal bebida, sendo mais de 90% da produção advinda de grandes empresas (STOCKER *et al.*, 2021). Essas empresas, são responsáveis principalmente pela produção de “cervejas leves”, do tipo Pilsen, que apresentam teor alcoólico por volume de 3 a 5%, são produzidas em escala industrial e são as mais consumidas ao longo do território nacional. Porém, a partir do início dos anos 2000, a escala artesanal cervejeira teve um aumento significativo no país, saltando de pouco menos que 50 cervejarias em 2002 para aproximadamente 830 em 2018, sem contar àquelas não regulamentadas (DIAS; FALCONI, 2018). A escala artesanal, por mais que não seja exorbitante estatisticamente, cresce exponencialmente, e tem mudado a “cultura cervejeira” brasileira pela participação em diversos festivais, eventos e competições nacionais e internacionais, ganhando reconhecimento mundial sobre o assunto (STOCKER *et al.*, 2021). Com isso, pode-se afirmar que a abertura do mercado e crescente exigência dos consumidores, gera a necessidade de melhorar os pontos de competitividade de mercado, como a importância da gestão de qualidade do processo para haver destaque comercial. Assim, entende-se a magnitude do mercado de cervejas brasileiro e, portanto, a necessidade de aplicações da biotecnologia no controle e garantia da qualidade para saúde e segurança do consumidor e dos envolvidos diretamente na produção (CARLOS, 2012).

Dessa forma, faz-se necessária a compreensão do processo fermentativo, que, no caso da cerveja, é mediado principalmente por microrganismos

denominados leveduras. As leveduras podem ser de diversos gêneros, como *Brettanomyces* e *Saccharomyces*, grupos muito utilizados na fermentação do mosto. Os *Saccharomyces* são mais frequentemente utilizados, uma vez que os *Brettanomyces* concedem um aroma e sabor distintos do comum apresentado nas cervejas tradicionais, devido à presença de metabólitos secundários no processo, que são de alto valor sensorial para alguns palatos (SERRA COLOMER; FUNCH; FORSTER, 2019). A fermentação, assim como qualquer outro método que envolve um agente biológico, apresenta condições ideais para operação, como temperatura, potencial hidrogeniônico (pH) do meio, taxa de flocculação, atenuação e oxigenação. Tais condições devem ser corretamente controladas para que não haja produção de compostos de aromas indesejados, os *off-flavors*, como por exemplo o diacetil, que é muito produzido em temperaturas maiores (25 a 37°C) em meio ácido (pH < 7) na presença do agente (KROGERUS; GIBSON, 2013; CALLEJO *et al.*, 2019; SHOPSKA *et al.*, 2019). Com isso, é necessário entender que existem dois grandes grupos fermentativos quando se trata de cerveja: leveduras de fermentação baixa, que fermentam cervejas do estilo *lager* atuando na faixa térmica de 7 a 15°C e leveduras de fermentação alta, que produzem o estilo *ale* entre as temperaturas 18 e 25°C (KROGERUS; GIBSON, 2013).

A partir daí, é necessário compreender que, sumariamente, o processo de produção de cerveja consiste no uso de microrganismos fermentativos em um mosto previamente preparado contendo água, malte (que pode ser de cevada ou outros cereais), e lúpulo, que juntos dão as características principais da bebida pela produção do etanol a partir da fermentação dos açúcares presentes no cereal maltado (PALMER, 2017). Além disso, deve-se conhecer os principais equipamentos envolvidos, como moedor de grãos, balança de pesagem, cozinha tribloco (a qual realiza-se o processo de brassagem cervejeira), pá cervejeira, filtros, trocador de calor, biorreator, densímetro digital, máquinas de envase, máquina de rotulagem e câmara fria. Para melhor entendimento, é necessário representar as etapas gerais de produção e tratamento do mosto, das quais podem variar parâmetros dependendo da cervejaria ou estilo a ser produzido.

A primeira etapa de produção consiste na malteação, em que os cereais são imersos em água para germinarem e posteriormente, passam por um processo de secagem, para produzir o cereal maltado que apresenta as formas de açúcares predominantes da fermentação; em seguida, tem-se a mosturação, que consiste na

deposição dos maltes moídos em água quente, que leva a ativação de enzimas (principalmente alfa e beta-amilases) capazes de quebrar açúcares de maior cadeia em açúcares fermentáveis (VILLACRECES; BLANCO; CABALLERO, 2022). Dessa forma tem-se o mosto cervejeiro que varia principalmente pela atenuação, característica que muda de acordo com a quantidade de carboidratos convertidos em álcool posteriormente pelo agente biológico fermentador (CHRISTOFOLETI-FURLAN *et al.*, 2020).

Com o mosto pronto, ele é preparado para a próxima etapa por meio de um processo de filtração, que pode variar em diferentes cervejarias, sendo a mais comum em panela de fundo falso, onde os resíduos de malte sedimentam por centrifugação no inferior da tina (LI; WANG; LIU, 2017). Em seguida, tem-se a fervura, que é o aquecimento a, aproximadamente, 100°C apenas da fase líquida do mosto para esterilização e adição dos lúpulos que liberam óleos essenciais responsáveis por aromas, sabores e alfa-ácidos que dão o caráter amargo da bebida (VILLACRECES; BLANCO; CABALLERO, 2022).

Ao fim do processo de fervura, é realizada uma clarificação por meio de *whirlpool*, o qual consiste na centrifugação para sedimentar subprodutos e demais resíduos liberados na etapa anterior, sendo o total de resíduos denominado *trub* (MARTSINKEVICH *et al.*, 2016). Com isso, após resfriamento, tem-se o processo de fermentação alcoólica após adição da levedura, o qual é fundamental, pois é este que produz, além do composto alcoólico etanol, substâncias capazes de caracterizar diferentes sabores e aromas para o fermentado (IATTICI; CATALLO; SOLIERI, 2020). Ainda sobre o assunto, é necessário enunciar que, antigamente, o processo era realizado ao ar livre de maneira espontânea, o que poderia facilmente contaminar o produto final. Com o avanço da biotecnologia, tornou-se possível a formação de cepas de microrganismos únicos e puros capazes de fermentar o mosto, de maneira que o fermentado tenha a segurança necessária para manter a qualidade (CRAUWELS *et al.*, 2015).

Em sequência, tem-se a maturação, em que a cerveja amadurece seus aromas e sabores, fase que varia de acordo com os parâmetros de cada estilo. Não menos importante, mas também parte da cadeia de produção, há o envase da bebida em latas, garrafas ou barris, podendo haver adição de dióxido de carbono e outras substâncias, para posterior distribuição e consumo (POKRIVCAK *et al.*, 2019).

Apesar da cerveja ser um meio de menor risco de contaminação microbiológica quando comparado a outras produções alimentícias, devido ao caráter alcoólico da fermentação e presença de alfa-ácidos, de capacidade bacteriostática, advindos da etapa de fervura dos lúpulos, alguns microrganismos são capazes de contaminar a cerveja desde o início até o momento de entrega do produto, o que pode gerar principalmente características fora do padrão de qualidade da bebida em questão (OBI, 2017). Dentre os possíveis contaminantes biológicos, encontram-se diversos grupos de microrganismos, como leveduras selvagens, bactérias ácido-lácticas, bactérias deteriorantes (*Pediococcus damnosus*, *Pediococcus inopinatus*, *Selenomonas lactificex*, *Zygomophilus raffinosivorans*, *Kocuria kristinae*, entre outras), enterobactérias e fungos (*Alternaria*, *Fusarium* e *Cladosporium*) (VAUGHAN; O'SULLIVAN; VAN SINDEREN, 2005; OBI, 2017). Tais contaminações podem desencadear, principalmente, aromas e sabores indesejáveis, fazendo com que a o produto final não esteja de acordo com os padrões estabelecidos, visto que o controle de qualidade destes produtos visa também a qualidade sensorial (VAUGHAN; O'SULLIVAN; VAN SINDEREN, 2005; MUTZ; ROSARIO; CONTE-JUNIOR, 2020).

A contaminação microbiana é uma preocupação significativa na indústria de cerveja artesanal, originando-se de várias fontes, como matérias-primas, recipientes da cervejaria e contaminantes secundários durante o engarrafamento, enlatamento ou engate. Com isso, a cerveja artesanal torna-se mais suscetível à infecção microbiana devido ao seu processo de produção único envolvendo fermentação e uso de ingredientes não convencionais. Assim, monitorar os parâmetros de qualidade e implementar protocolos rígidos de saneamento são fundamentais para garantir a segurança e qualidade do produto final (VILLACRECES; BLANCO; CABALLERO, 2022).

Além disso, há outros perigos que devem ser analisados na produção cervejeira, como os perigos químicos. Destes, tem-se as micotoxinas, das quais são produzidas principalmente pelos fungos e tem riscos à saúde humana, além de interferir no aroma e sabor. Dentre os riscos estão danos ao fígado, câncer e supressão do sistema imune, porém a chance de ocorrência destes problemas está diretamente ligada a quantidade das substâncias ingeridas (PASCARI *et al.*, 2018). Além disso, sabe-se que para evitar contaminações deve-se realizar processos de limpeza das máquinas envolvidas, que pode envolver a utilização de diversos

agentes químicos, como substâncias alcalinas, ácidas, detergentes ou até desinfetantes (OBI, 2017). Há também riscos físicos, os quais podem causar danos aos trabalhadores, podendo ser leves a muito graves, além de estragar maquinarias, entre outros problemas (SANTOS; BERTI, 2016). Portanto, deve-se também analisar o perigo químico gerado por possíveis substâncias residuais do processo de limpeza, as quais podem influenciar diretamente na qualidade e segurança do produto.

No território nacional brasileiro, há diversas instruções normativas, decretos e portarias na legislação de número 8.918, de 14 de julho de 1994, que tangem a produção de cerveja. O presente trabalho visa analisar a produção a partir de pesquisa sobre o controle e garantia da qualidade de uma microcervejaria residida na cidade de Uberlândia no estado de Minas Gerais (MG). A metodologia abordada é a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), citada na portaria nº 40 de 20 de janeiro de 1998 pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, (MAPA) que “aprova o Manual de Procedimentos no Controle da Produção de Bebidas e Vinagres, em anexo, baseado nos princípios do Sistema de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle – APPCC”.

A APPCC se trata de um tipo de metodologia que pode ser aplicado na indústria de bebidas com a finalidade de manter a qualidade-sanitária e segurança do produto e as boas práticas de fabricação (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016). Para isso, a metodologia prevê uma abordagem sistemática para identificar, avaliar e controlar perigos que possam inferir na qualidade de produção. Dessa forma, pode-se simplificar que o sistema APPCC afere e evita riscos, por meio de princípios diretos: análise de risco, identificação de pontos críticos de controle, definição dos limites críticos, programa de monitoramento, implementação de medidas corretivas, manutenção de registros e criação de protocolos de verificação, sendo estes pontos diretamente conectados à cadeia produtiva (CIONT *et al.*, 2022; AWUCHI, 2023). Portanto, esse procedimento de controle, tem como intuito, minimizar problemas na produção por selecionar e avaliar o processo até a entrega do produto, que neste caso, é a cerveja.

2 OBJETIVOS

Nesta seção serão abordados os objetivos geral e específicos do presente trabalho.

2.1 Geral

Avaliar o processo de produção de cerveja em uma cervejaria artesanal de Uberlândia com base no sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

2.2 Específicos

- a) Levantar os perigos e pontos críticos de controle da produção, além de dados envolvidos como pH, teor alcoólico, nível de açúcar, temperatura, volume, quantidade de leveduras.
- b) Visitar a fábrica e participar de brassagens.
- c) Propor medidas corretivas e preventivas a partir da análise e avaliação.

3 METODOLOGIA

O objeto de estudo foi uma cervejaria artesanal uberlandense, que produz uma variedade de tipos de cerveja, sendo a de maior produção o estilo *indian pale ale* do tipo *juicy*. A cervejaria abordada possui mensalmente uma produção média de até 2.200 litros de cerveja. Muitos dos rótulos produzidos são únicos e exclusivos, ou seja, não há o costume de repetir receitas. Porém, por se tratar de cerveja, a produção de um mesmo estilo como o citado anteriormente, pode envolver similaridades entre as receitas utilizadas, alterando apenas alguns fatores como volumetria, massa de ingredientes e tipos de malte e/ou lúpulo.

Para realização da pesquisa, foi utilizada uma abordagem qualitativa exploratória em um estudo de caso, pois esta é capaz de fornecer diversos dados que garantem proximidade ao pesquisador e maior enfoque na interpretação do que está em análise (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Este método foi escolhido para realização de entrevistas com funcionários da empresa, análise de rótulos dos produtos e consulta a fichas de brasagem. Com isso pode-se analisar a cervejaria frente ao método APPCC. Para tal, foi estabelecido uma cronologia de APPCC de 10 etapas cruciais para o controle dos processos.

3.1 Cronologia APPCC

- a) Formação da Equipe;
- b) Descrição do Produto;
- c) Elaboração do Fluxograma de Processo e Verificação "*in situ*";
- d) Identificação, Listagem e Avaliação dos Perigos nas Etapas do Processo e Medidas Preventivas;
- e) Procedimentos de Controle e Modificações;
- f) Estabelecimento de Limites Críticos;
- g) Limites de Segurança;
- h) Monitoramento dos Pontos Críticos;
- i) Estabelecimento das Ações Corretivas;
- j) Estabelecimento de um Sistema de Registro e Arquivo;

3.1.1 Formação da equipe

Foi verificado se havia formação de equipe separada em setores qualificados na cervejaria. Os setores de análise foram definidos em Produção, Qualidade e Manutenção, sendo o primeiro definido pelos funcionários responsáveis pelo processo produtivo, o segundo pelos que realizam controle e análise dos processos e o terceiro pelo conserto e reparação das instalações e equipamentos.

3.1.2 Descrição do Produto

Para definir a descrição do produto foram analisados alguns parâmetros que compõe o produto já pronto para uso interno e venda. Os parâmetros de análise foram os ingredientes utilizados, embalagem do produto, armazenamento, local de produção, rotulagem e recomendações. Essas informações são relevantes ao consumidor para definir o uso correto dele.

3.1.3 Identificação do Uso

Nessa etapa, foi verificado o procedimento da empresa para orientar os clientes quanto ao uso do produto, ou seja, modo de consumo, armazenamento, contraindicações, se o consumo direto pode ser realizado e os grupos vulneráveis ao produto. Tais identificações foram analisadas porque são fundamentais para uso adequado e apresentam características importantes para correta aplicação da APPCC.

3.1.4 Fluxograma de Processo e Verificação “*in situ*”

O fluxograma foi elaborado para separar toda a produção. Dessa forma foram coletadas as informações do processo total, como as etapas, adição de subprodutos e retirada de outros. Baseado nos dados coletados em visitas à cervejaria, foi

possível elaborar um fluxograma dos processos envolvidos na produção da cerveja. Esse fluxograma é disposto na Imagem 1, a seguir:

Imagem 1 – Fluxograma de Processos.



3.1.5 Identificação, Listagem e Avaliação dos Perigos nas Etapas do Processo e Medidas Preventivas

A partir do fluxograma foi possível filtrar o processo de análise dos perigos por meio das etapas estabelecidas da produção. Com isso, pôde-se identificar, listar e

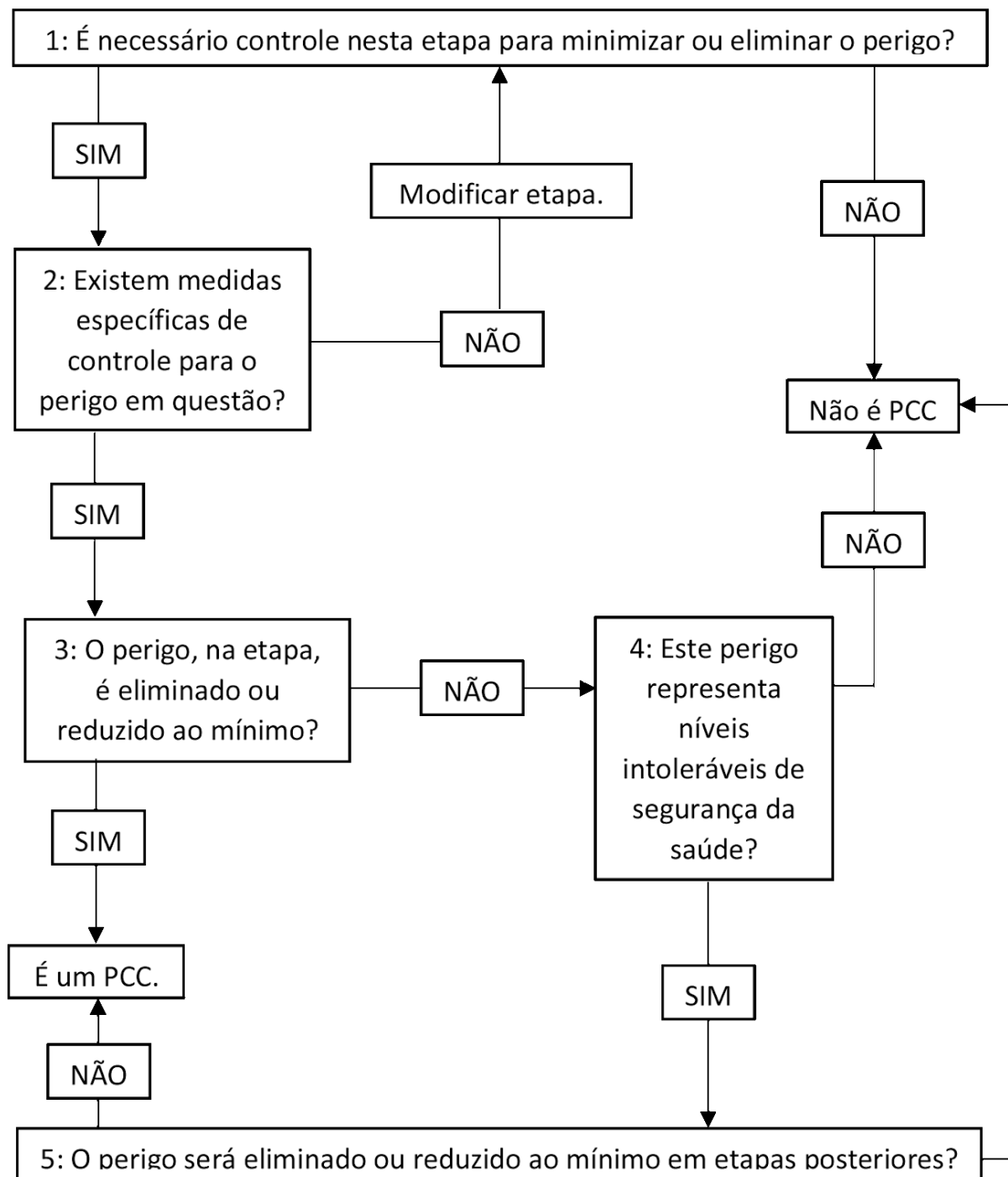
avaliar os perigos dos processos envolvidos na produção cervejeira. A análise do processo de malteação foi realizada pela avaliação de laudo do fornecedor, visto que a empresa não realiza este processo, apenas realiza a compra do malte pronto para moagem. Os outros processos listados são realizados na própria fábrica e, portanto, analisados localmente.

Para fazer a identificação, primeiro, foi necessário caracterizar se, em cada etapa, havia perigo que influenciasse os consumidores ou envolvidos no processo produtivo. Com isso, os perigos foram caracterizados em biológico, físico ou químico. A partir dessa listagem, foi verificado se esses perigos poderiam ser definidos como críticos a partir de uma árvore decisória; e se haviam Pontos Críticos de Controle (PCC), ou seja, uma medida preventiva que pudesse eliminar, prevenir ou minimizar potenciais danos severos ao produto, consumidor ou funcionário.

3.1.5.1 Árvore decisória

Tendo em vista que caracterizar os perigos conforme sua criticidade é parte essencial para aplicação da APPCC, foi elaborada a árvore decisória para pontos de controle, da qual consistiu em perguntas específicas conforme Portaria nº 40, de 20 de janeiro de 1998 do Ministério da Agricultura e Pecuária. As questões foram levantadas para cada perigo por etapa do processo produtivo a fim de caracterizá-los como PCC ou não. A árvore decisória pode ser visualizada a seguir na Imagem 2:

Imagem 2 – Árvore Decisória.



Fonte: Adaptado da Portaria N° 40 de 20 de janeiro de 1998, do MAPA.

3.1.6 Procedimentos de controle e Modificações

A partir dos PCC definidos, foi necessário analisar qual o planejamento da empresa que permitisse a observação e medição dos parâmetros de controle desses perigos. Com isso, foi possível determinar modificações necessárias para manter a integridade do processo e o PCC sob controle.

3.1.7 Estabelecimento de Limites Críticos

A partir da identificação de PCC, foi realizado um levantamento dos limites críticos, os quais são definidos como um alcance admissível, podendo ser qualitativo ou quantitativo. Estes limites são, portanto, os valores mínimos ou máximos que protejam a segurança do produto.

Além disso, verificou-se a atuação de medidas preventivas, as quais servem como limiar de periculosidade nas etapas críticas para evitar o descontrole dos perigos que possam influenciar maleficamente no produto final.

3.1.8 Limites de Segurança

Nesta etapa, foram verificados se haviam limites de segurança estabelecidos de acordo com histórico do processo ou bibliografia. Estes limites são definidos como pontos em que os envolvidos no processo devem agir para impedir que um PCC ultrapasse os limites críticos.

3.1.9 Monitoramento dos Pontos Críticos

Cada etapa que há um ponto crítico deve haver um monitoramento dele, para que possa ser mantido em controle e não ultrapasse os limites críticos. Dessa forma, foram identificadas quais as metodologias utilizadas pela cervejaria com propósito de controlar e monitorar os PCC.

3.1.10 Estabelecimento das Ações Corretivas

Caso o monitoramento aponte que o PCC excedeu o limite crítico, a empresa deve reagir, de maneira imediata, com ações corretivas que visam controlar ou eliminar o perigo e retomar o processo. Dessa forma, foi inspecionado na empresa se há, e quais são, as ações corretivas utilizadas para controlar um perigo crítico.

3.1.11 Estabelecimento de um Sistema de Registro e Arquivo

Para validação de um sistema APPCC, a empresa deve apresentar uma série de documentações e registros que identifiquem a realização de cada processo, seja ele de monitoramento, correção, produção ou qualidade. Ao registrar esses métodos ao longo da cadeia produtiva, cada processo e produto deve ser rastreável, permitindo encontrar erros e até mesmo evitá-los antes de acontecerem. Com isso, verificou-se quais eram as documentações e registros vigentes na empresa que garantiriam a qualidade da produção cervejeira.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao fim das análises e verificações realizadas ao longo do item 2.1.1, pôde-se perceber que não há formação de equipe bem definida, visto que há um déficit de funcionários para estabelecer setores diferentes de qualidade, produção e manutenção. Os colaboradores que participam da brassagem são também os que realizam testes de qualidade do produto, sendo geralmente 1 a 2 pessoas para as brassagens que variam de 170L a 400L de produção. Os processos de manutenção são realizados após contratação de terceiros.

A descrição do produto de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos pôde ser definida e demonstra-se adequada à classe de produto fabricado. A Tabela 1 a seguir, pode ser visualizada a descrição com os parâmetros e dados obtidos.

Tabela 1 – Descrição do Produto.

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Produto	Cerveja Juicy Indian Pale Ale, não pasteurizada.
Ingredientes	Água, Malte, Lúpulo e Levedura.
Características Físico-Químicas	pH, cor, sabor, aroma, teor alcoólico % (vol/vol) e densidade (°Bx).
Embalagem	Garrafa de Vidro, Barril Aço Inoxidável, Lata de Alumínio e Growler (PET).
Armazenamento	Refrigerado e ao abrigo de luz.
Informações	CONTÉM GLÚTEN. ATENÇÃO ALÉRGICOS: Pode conter traços de trigo e/ou centeio.
Local Produzido	Uberlândia, Minas Gerais.
Rotulagem	Ingredientes, proporção de malte, data de validade, alergênicos, graduação alcoólica, instruções de consumo,

volume, registro cadastro e responsável técnico.

Recomendações	Consumo proibido para menores de 18 anos, armazenar ao abrigo da luz em local refrigerado e consumir ao abrir.
----------------------	--

A partir da descrição do produto, foi possível também visualizar que o rótulo dos produtos contém recomendações de consumo para quem deseja adquiri-los. Isso pode ser reiterado pela indicação do glúten e outros insumos alergênicos e pela restrição de idade indicada, visto que no Brasil, é proibido a venda e consumo de bebidas alcoólicas para menores de 18 anos. Dessa forma, há uma restrição do grupo de pessoas ao qual é indicado o uso do produto. Em contrapartida, seria recomendável a adição de incentivo ao consumo moderado, visto que o álcool pode ter um potencial agravante se usado de maneira excessiva, e do não consumo do produto antes e ao dirigir, uma vez que ele é capaz de alterar a velocidade de reação do sujeito que o consome. Além disso, há recomendações de armazenamento, graduação alcoólica e data de validade. Notou-se a ausência de Lote, que pode ser explicada devido a rotatividade de produção na fábrica, em que a mesma cerveja não é produzida novamente em um curto intervalo de tempo, o que garante sua rastreabilidade.

A produção de 300L do estilo em questão utiliza os cereais cevada e trigo, sendo em média, 70Kg de malte do primeiro e 5 a 10Kg do segundo. Eles são retirados do depósito de sacas de malte e então moídos pela inserção em um moedor automático com intervenção de um funcionário devidamente equipado com os equipamentos de proteção individual. Após a moagem, são adicionados 350 L de água no tanque de brassagem e elevada a 45°C. Essa água é advinda do Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia, e é submetida a dois filtros de carvão ativado e um de propileno para retirada de impurezas e cloro a fim de manter o pH de 6 a 7 e evitar contaminação.

Com isso, inicia-se a etapa de mosturação pela adição dos grãos moídos ao tanque com água pré-aquecida e mantida assim por 10 minutos, para então elevar a temperatura a 68°C por 1 hora e 77°C por 5 minutos, para que ocorra a desnaturação proteica. Ao fim da mosturação, a mistura deve apresentar 5,2 a 5,6 pH. Em sequência, o mosto passa por filtração, que ocorre no tanque de filtragem

com transferência pela tubulação da máquina com inspeção visual da “claridade” do mosto. No tanque onde ocorre a filtragem, os sedimentos dos grãos são separados do líquido (formação de *trub* grosso) e posteriormente retirados por um operador. A quantidade de açúcares também é medida e deve apresentar valor de índice de refração de, aproximadamente, 17°Bx para que a fermentação ocorra de maneira estável e atingindo o teor alcoólico desejado.

Após a filtragem, o mosto é transferido, também por tubulações internas, para o tanque de fervura. Nesta etapa são adicionados 0,5 Kg de lúpulo, responsáveis pelo amargor e aroma das cervejas do estilo *Juicy Ipa*. O mosto é aquecido entre 97,9°C a 98,6°C por 1 hora, para que ocorra um controle microbiológico, pois a temperatura esteriliza o mesmo, além de isomerizar os alfa-ácidos provenientes do lúpulo e volatilizar compostos indesejáveis. Também pode ser realizado no tanque o processo de *whirlpool* após a fervura, com adição de 1,5Kg de lúpulos aromáticos, em temperatura controlada de 80°C para liberação dos compostos responsáveis pelo aroma no tempo total de 20 a 30 minutos.

Ao fim do processo realizado na cozinha tribloco, a mistura líquida é enviada a um biorreator de 300L, onde ocorre a fermentação e decantação. Esse envio é realizado por uma mangueira atóxica conectada a um trocador de calor bitubular e os maquinários. Esse trocador passa um fluido quente (mosto) e um frio (água) para o resfriamento a 23°C. A partir daí a temperatura é colocada a 19°C já no reator, para adição da levedura *Verdant Ipa®* da marca *Lallemand®*, previamente replicada no laboratório, em meio giratório, na presença de extrato de malte em pó. Essa levedura fermenta a cerveja por 7 dias sob análise de brix e álcool por volume (ABV), pelo uso do densímetro digital. Ao fim da fermentação, os resquícios proteicos, leveduras e sólidos insolúveis são depositados ao fundo, formando o *trub* fino, que é retirado para um balde de descarte pela abertura da válvula inferior do biorreator previamente higienizada com álcool etílico hidratado 70°INPM, para retirar a massa de leveduras mortas, que se deixadas no fermentador, podem passar por autólise e gerar *off-flavors* no produto final.

No oitavo dia, com a cerveja livre de leveduras mortas e poucas vivas e já mais fina, realiza-se um processo cervejeiro denominado *dry hopping* (DH) que consiste na adição de 5 Kg de lúpulos aromáticos. Na fábrica, o método utilizado é de sistema contrapressão (bazuca de DH), que consiste numa câmara de pressurização interligada ao cilindro de CO₂ que pressuriza duas vezes com o gás

para evitar a entrada de gás O₂ e, dessa forma, evitar que ocorram processos oxidativos indesejados e também permitindo maior extração de aromas. Além disso, funciona como uma forma de controle microbiológico, pois não necessita da abertura do fermentador (KLIMCZAK; CIOCH-SKONECZNY; DUDA-CHODAK, 2023). Feito isso, a cerveja entra em processo de maturação a 19°C por 5 dias. A partir daí, ocorrem reduções de temperatura ao longo de 12 dias até atingir aproximadamente 6°C (conforme visualizado na Tabela 2 elaborada por mim), que é a temperatura ideal da cerveja para que alcance os aromas e palato agradável ao cervejeiro, que realiza testes organolépticos a cada redução de temperatura para análise sensorial. Ao atingir os níveis sensoriais desejados, a cerveja passa pela última análise de ABV, que é realizada com o densímetro digital, o qual calcula o índice de refração final e entrega o ABV a partir do nível inicial realizado anteriormente.

Tabela 2 – Queda de temperatura ao longo do período de maturação.

MATURAÇÃO

DIA	TEMPERATURA
8°	19°C
13°	16°C
14°	12°C
15°	10°C
16° ao 20°	6°C

A partir daí, tem-se o processo de envase e na cervejaria. O estilo em questão é envasado em barris KEG de aço inoxidável e latas de alumínio em uma área separada para tal processo chamada “Área de Envase”. O primeiro é realizado pela conexão entre a torneira do fermentador, o recipiente de armazenamento, um cilindro de gás carbônico (CO₂,) da qual é permitida pelo uso de uma extratora de encaixe KEG, que permite a carbonatação da cerveja durante o envase, com aferimento do valor de pressão que deve ser mantido em média a 2Kg/cm² para

evitar deformações ou rompimentos. Os barris passam por limpeza e desinfecção prévia em lavadora automatizada, que enxagua os barris e os enchem de soda cáustica 3% a 80°C, para depois enxaguá-los a 80°C, esterilizá-los com vapor a 140°C e, por fim, exercem contrapressão com CO₂. O segundo envase é realizado por um sistema de envase denominado *crowler*, que consiste em encher as latas diretamente do barril conectado a uma chopeira própria para tal (PITTS; WITRICK, 2021). Na fábrica, ao encher a lata, é adicionado 1mL de solução 3% de ácido ascórbico, o qual possui capacidade antioxidante e, dessa forma, mantém a estabilidade da cerveja não pasteurizada por um maior período, sem agredir os aromas e sabores (BAMWORTH; PARSONS, 1985). Após a inserção do aditivo no líquido, as latas passam por um processo de tapagem das latas, a qual é feita por um funcionário com o maquinário manual apropriado, capaz de exercer pressão em área em volta da tampa colocada acima da lata, gerando uma força que a sela impedindo a entrada de qualquer contaminante do ar ou material externo.

Vale ressaltar que, antes do envase, um refratário é pesado para ter a tara da massa dele, para que após, o produto seja pesado em balança analítica própria para cada, e dessa forma, assegurar que a volumetria do envase está correta. Os barris não têm um limite mínimo de volume, mas tem capacidade máxima de 30L e 50L. Já as latas, apresentam um mínimo volumétrico de 473mL.

Devidamente envasados, os barris passam ainda por um processo falho de identificação, contando apenas com a demarcação do nome com uso de caneta esferográfica, podendo haver uma melhor formatação que será proposta adiante. Em contrapartida, após o envase das latas, elas passam pelo processo de rotulagem adequado, contendo todas as informações necessárias e obrigatórias de acordo com o MAPA. Esse processo conta com uma rotuladora manual que necessita do manuseio de um operador, garantindo a qualidade e rastreabilidade do produto.

Após catalogação, as latas são armazenadas em caixotes de plástico e barris e ambos são enviados sobre um carrinho industrial manual para a câmara fria, externa à fábrica. No armazenamento, a cerveja fica em um ambiente de temperatura mínima correspondente a -2°C, que varia até no máximo 10°C, para que não perca a qualidade do produto. Assim que armazenadas, as cervejas estão prontas para as vendas, que ocorrem tanto na própria cervejaria, como em pontos de vendas ao longo do território nacional e municipal.

Ao fim do sistema de produção, é procedimento padrão a assepsia e higienização dos maquinários e equipamentos envolvidos com o uso de água, detergente alcalino, ácido peracético e/ou álcool etílico 70°INPM. Tal processo é uma forma de controle que evita a contaminação da próxima batelada que os utilizem.

Com as etapas detalhadas, foi possível elaborar duas tabelas de perigos. A tabela 4 representa a classificação dos perigos quanto ao tipo de risco representado, sendo analisados entre biológicos, físicos ou químicos. Os perigos na tabela foram formatados de maneira que a letra representa o inicial da classe e o número ordem do mesmo; exemplo: B1 corresponde ao perigo biológico 1. A tabela 5 representa os perigos quanto a sua caracterização como PCC ou não, a partir da etapa em que pode ocorrer. Para isso, foram usadas as perguntas da árvore decisória apresentada anteriormente na metodologia deste trabalho. Na tabela 5, os valores “S” correspondem a resposta “SIM”, “N” correspondem a “NÃO” e o “traço” (-) corresponde a valores não aplicáveis. As tabelas citadas acima podem ser visualizadas a seguir:

Tabela 3 – Classificação de Perigos por Etapa.

CLASSE			
ETAPA	Biológico	Físico	Químico
Cereais		Transporte (F1)	
Moagem	Fungos, Bactérias Gram-Positivas e Protozoários (B1)	Materiais estranhos e fragmentos de sacas (F2), operação de máquina (F3) e inalação do pó gerado (F4)	Micotoxinas, aminas biogênicas (Q1) e pesticida residual (Q2)
Água	Bactérias gram-negativas, Fungos e Protozoários (B1)	Materiais estranhos (F2)	Metais pesados, agrotóxicos, cloro (Q3)

Mosturação	Patógenos provenientes da água e do malte (B1)	Materiais estranhos (F2), temperatura (F5) e tempo (F6)	Contaminantes da água (Q3) e malte (Q1/Q2), resíduos de higienização (Q4) e pH (Q5)
Filtração		Materiais estranhos (F2)	Resíduos de higienização (Q4)
Lúpulo		Materiais estranhos (F2)	Micotoxinas, amins biogênicas (Q1) e pesticida residual (Q2)

Fervura	Patógenos provenientes da água e do malte (B1)	Temperatura (F5) e tempo (F6)	Contaminantes da água (Q3) e malte (Q1/Q2) e resíduos de higienização (Q4)
Whirpool	NA	NA	NA
Clarificação	NA	NA	Contaminantes da água (Q3) e malte (Q1/Q2) e resíduos de higienização (Q4)
Resfriamento	NA	Temperatura (F5)	Contaminantes da água (Q3) e malte (Q1/Q2) e resíduos de higienização (Q4)
Fermentação	Contaminação Cruzada (B2)	Temperatura (F5), tempo (F6) e pressão (F7)	Contaminantes da água (Q3) e malte (Q1/Q2) e resíduos de higienização (Q4)
Dry Hopping		NA	NA
Maturação	NA	Temperatura (F5), tempo (F6) e pressão (F7)	Contaminantes da água (Q3) e malte (Q1/Q2) e resíduos de higienização (Q4)

Envase	Contaminação Cruzada (B2)	Cacos de vidro e Resíduos Plásticos (F8) e Operação de máquina (F3)	Contaminantes da água (Q3) e malte (Q1/Q2), resíduos de higienização (Q4) e aditivos químicos (Q6)
Rotulagem	NA	Operação de máquina (F3)	Alergênicos (Q7)
Armazenamento	NA	Transporte (F1) e Temperatura (F5)	NA
Higienização	NA	NA	Resíduos de Higienização (Q4)

Tabela 4 – Identificação dos PCC.

ETAPA	PERIG O	PERGUNTAS DA ÁRVORE DECISÓRIA					CONSIDERADO PCC?
		1	2	3	4	5	
Cereais	B1	S	S	N	S	S	Não é um PCC
	F1	S	S	N	N	-	Não é um PCC
	Q1	S	S	S	-	-	PCC1
	Q2	S	S	S	-	-	PCC2
Moagem	B1	S	S	N	S	S	Não é um PCC
	F2	S	S	N	N	-	Não é um PCC
	F3	S	S	S	-	-	PCC3
	F4	S	S	S	-	-	PCC4
Água	B1	S	S	N	S	S	Não é um PCC

	F2	S	S	S	-	-	PCC5
	Q3	S	S	S	-	-	PCC6
	B1	S	S	N	S	S	Não é um PCC
	F2	S	S	N	S	S	Não é um PCC
Mosturação	F5	S	S	S	-	-	PCC7
	F6	S	S	S	-	-	PCC8
	Q4	S	S	N	S	S	Não é um PCC
	Q5	S	S	S	-	-	PCC9
	B1	S	S	N	S	S	Não é um PCC
Filtração	F2	S	S	S	-	-	PCC10
	Q4	S	S	N	S	S	Não é um PCC
	B1	S	S	N	S	S	Não é um PCC
Lúpulo	F2	S	S	S	-	-	PCC11
	Q1	S	S	S	-	-	PCC12
	Q2	S	S	S	-	-	PCC13
	B1	S	S	S	-	-	PCC14
Fervura	F5	S	S	S	-	-	PCC15
	F6	S	S	S	-	-	PCC16
Whirpool	Q4	S	S	N	S	S	Não é um PCC
Clarificação	Q4	S	S	N	S	S	Não é um PCC
Resfriamento	F5	S	S	S	-	-	PCC17

Fermentação	B2	S	S	S	-	-	PCC18
	F5	S	S	S	-	-	PCC19
	F6	S	S	S	-	-	PCC20
	F7	S	S	S	-	-	Não é um PCC
Dry Hopping	B2	S	S	S	-	-	PCC21
Maturação	F5	S	S	S	-	-	PCC22
	F6	S	S	S	-	-	PCC23
	F7	S	S	S	-	-	Não é um PCC
Envase	B2	S	S	S	-	-	PCC24
	F8	S	S	S	-	-	PCC25
	Q4	S	S	N	S	S	Não é um PCC
	Q6	S	S	S	-	-	PCC26
Rotulagem	Q7	S	S	S	-	-	PCC27
Armazenamento	F1	S	S	N	N	-	Não é um PCC
	F5	S	S	S	-	-	PCC28
Higienização	Q4	S	S	S	-	-	PCC29

Os dois tipos de formatação em siglas representadas nas tabelas, são os perigos definidos previamente na tabela 4 e os pontos críticos identificados na tabela 5. Com isso, percebe-se que alguns perigos, como B1, Q1, Q2 e Q3 foram descartados da tabela 5 após as etapas em que, na cervejaria, esses são reduzidos ao mínimo ou eliminados, conforme resposta sim (S) na pergunta 3.

A partir da análise, é possível identificar que existem diversos pontos considerados como críticos ao longo da cadeia produtiva da cervejaria. Isso ocorre,

pois diversas etapas da produção, se não devidamente controladas, podem ocasionar na disfunção do produto final por contaminação biológica e/ou química. Como consequência a essas falhas, podem ser causados danos à saúde do funcionário e/ou cliente, segurança do produto, como alteração dos aromas e sabores desejáveis e danos financeiros aos proprietários.

Com a identificação dos PCC realizada, foram levantados os dados de limites críticos, limites de segurança, monitoramento e ações corretivas já realizadas pela empresa em relação ao perigo identificado neste trabalho. Com isso os resultados podem ser visualizados na tabela a seguir:

Tabela 5 – Caracterização dos PCC.

	ETAPA(S)	CONTROLE	LIMITES CRÍTICOS	LIMITES DE SEGURANÇA	MONITORAMENTO	AÇÕES CORRETIVAS
PCC1, PCC2, PCC 11, PCC12 e PCC13	Cereais e Lúpulo	Análise de Laudo do Fornecedor	0 (Não pode ocorrer)	-	-	Relatório de Não Conformidade ao fornecedor caso não esteja nos padrões necessários
PCC3, PCC4 e PCC26	Moagem e Envase	Uso de EPI adequado	0 (Não pode ocorrer)	-	-	Elaboração de procedimento de operação das máquinas
PCC5 e PCC6	Água	2 Filtros de Carbono e 1 Filtro de Polietileno	0 (Não pode ocorrer)	-	Teste rápido de cloro (CloroTester Akso)	Troca dos Filtros imediata se valores excederem limite de segurança e a cada 6 meses

PCC7	Mosturação	Definição da temperatura pelo painel de controle da Cozinha Tribloco (45°C - 68°C - 77°C)	±3° C	±1,5°C	Termômetro manual e análise de Brix pelo densímetro digital ou refratômetro	Se apresentar valor menor que o limite seguro, recomenda-se o uso de resistência manual sob monitoramento de termômetro, caso contrário deve-se desligar a resistência e ligá-la após redução da temperatura para a desejada
PCC8	Mosturação	Definição do tempo pelo painel de controle da Cozinha Tribloco (10" - 60" - 5")	>2"	Entre 0 a 1"	Cronômetro e análise de Brix pelo densímetro digital ou refratômetro	Aplicação de treinamento quanto ao monitoramento do PCC e utilização do equipamento caso o tempo exceda o limitado pela máquina ou aplicação de manutenção caso o perigo persista
PCC9	Mosturação	Quantidade conforme receita	5,4	5,2 a 5,6	Análise de pH	Correção com aditivos

PCC10	Filtração	Abertura da Válvula de Transferência	0 (Não pode ocorrer)		Inspeção Visual na tubulação	Caso haja material estranho no processo, o mesmo deve ser retirado com uso de uma peneira higienizada
PCC14	Fervura	Definição da temperatura pelo painel de controle da Cozinha Tribloco (98,6°C)	0 (Não pode ocorrer)		Avaliação sensorial.	Caso haja contaminação, o produto deverá ser descartado
PCC15	Fervura	Definição da temperatura pelo painel de controle da Cozinha Tribloco (98,6°C)	>10 0°C ou <97, 9°C	>99°C ou <98,6	Termômetro manual	Se apresentar valor menor que o limite seguro, recomenda-se o uso de resistência manual sob monitoramento de termômetro, caso contrário deve-se desligar a resistência e ligá-la após redução da temperatura para a desejada

PCC16	Fervura	Definição do tempo pelo painel de controle da Cozinha Tribloco (10" - 60" - 5")	>2"	Entre 0 a 1"	Cronômetro	Aplicação de treinamento quanto ao monitoramento do PCC e utilização do equipamento caso o tempo exceda o limitado pela máquina ou aplicação de manutenção caso o perigo persista
PCC17	Resfriamento	Uso do trocador de placas	20° C	21°C	Sensor de temperatura do biorreator	Aplicação de manutenção no Reator para que atinja as temperaturas definidas
PCC18, PCC21 e PCC24	Fermentação, Dry Hopping e Envase	Uso de EPI adequado	0 (Não pode ocorrer)		Análise dos valores de Brix e ABV pelo densímetro digital	Caso a curva de fermentação não seja satisfatória, recomenda-se envio da amostra para análise, caso esteja contaminada, o produto deve ser descartado

PCC19	Fermentação	Definição da temperatura pelo painel de controle do Biorreator (19°C)	19°C	18°C a 20°C	Sensor de temperatura do biorreator	Caso as temperaturas não sejam adequadas, o biorreator deve passar por manutenção
PCC20	Fermentação	Marcação dos valores de Brix e ABV ao longo dos dias no registro de produção	7 dias		Análise dos valores de Brix e ABV pelo densímetro digital	Se a fermentação exceder o limite deve-se realizar testes organolépticos e dos valores de Brix e ABV para confirmar se está adequada aos padrões
PCC22	Maturação	Definição da temperatura pelo painel de controle do Biorreator	Conforme Tabela 3		Análise dos valores de Brix e ABV pelo densímetro digital e Teses organolépticos	Caso não esteja de acordo com a Tabela 3, deve-se realizar testes organolépticos e dos valores de Brix e ABV para confirmar se está adequada aos padrões
PCC23		Marcação dos valores de Brix e ABV ao longo dos dias no registro de produção				

PCC25	Envase	Uso adequado de EPI e utilização do manômetro	5Kg/cm	>2Kg/cm	Inspeção visual no manômetro	Caso os valores de pressão sejam excedentes, deve-se atentar às condições do vasilhame, deve-se separar o vasilhame para descarte ou consumo direto.
--------------	--------	---	--------	---------	------------------------------	--

PCC26	Envase	Uso de pipeta	1,3 mL	1mL	Pesagem da adição do aditivo	Caso o volume exceda o limite crítico, deve-se separar o líquido em outra(s) latas e completar a quantidade de ácido e cerveja restante proporcionalmente
--------------	--------	---------------	--------	-----	------------------------------	---

PCC27	Rotulagem	Inspeção visual do design dos rótulos	Legível, ingredientes conforme receita e apresentação dos alergênicos	Avaliação dos lotes e laudos do fornecedor.	Caso os rótulos não estejam conforme adequado, deve-se realizar um novo lote, e separar os envases com identificação simples em local refrigerado separado dos produtos acabados.	
PCC28	Armazenamento	Definição da temperatura pelo painel da Câmara Fria	10° C	9°C	Termômetro	Caso os valores de temperatura não estejam de acordo com os limites adequados, deve-se realizar manutenção da Câmara Fria.
PCC29	Higienização	Uso de água cervejeira, detergente alcalino, ácido peracético e/ou álcool etílico 70°INPM	0 (Não pode ocorrer)	Não há.	Treinamento dos funcionários quanto ao processo de higienização	

Conforme a tabela 5, é possível realizar propostas para a empresa para que ela apresente um bom controle e garantia da qualidade de seus produtos. Uma das propostas seria a criação de Registros de Produção, Qualidade, Manutenção e Higienização, visto que a empresa apresenta apenas um registro, o qual contém a receita da cerveja produzida e as ações tomadas durante o processo de fermentação e maturação. Esses registros devem conter a data e horário realizado e os valores amostrados e/ou o processo realizado, seja de controle, monitoramento ou ação corretiva, além do limite de segurança do produto. Dessa forma, o processo tem rastreabilidade da qualidade e é possível melhorar a efetividade da produção (DE PAULA; ALVES; SHEUER NANTES, 2017).

Além disso, para melhor identificação dos barris, recomenda-se que haja outras informações referentes a batelada em questão, além do nome da cerveja. A Imagem 3 demonstra uma proposta de identificação para barris que pode ser impressa para que as informações sejam redigidas em caneta esferográfica, a qual permite que os barris sejam identificados por inspeção visual de maneira mais eficaz. Com isso, também pode-se aplicar um sistema “*First In First Out*” (FIFO). Este sistema é aplicado em indústrias, para que os produtos armazenados primeiros sejam expedidos mais rapidamente ao consumidor evitando a perda de produtos por validade (MANOHAR; APPAIAH, 2017).

Imagem 3 – Proposta de Identificação

NOME: _____
ESTILO: _____
DATA DE ENVASE: ___/___/_____
ABV: ___%
RESPONSÁVEL: _____

Já em relação ao controle microbiológico, é recomendado que realize o processo de pasteurização da cerveja naquelas em que a qualidade do produto final não seja alterada, a fim de diminuir o risco de contaminação cruzada da mesma ao realizar o envase e armazenamento (SOUZA, 2021). Dito isso, a cerveja do estilo Juicy IPA não deve passar por pasteurização, pois o processo pode degradar os aromas e sabores desejáveis do estilo. Além disso, como visto na Tabela 5, não se

monitora a contaminação microbiológica da cerveja, apenas são realizados os testes organolépticos, portanto, caso a cerveja falhe no teste de análise sensorial, seria recomendável o envio de amostra para análise microbiológica, para certificar se há contaminação. Caso a resposta de laboratório terceirizado seja positiva, deve-se aplicar a higienização de todo maquinário envolvido na batelada, a fim de evitar que essa contaminação se encaminhe para um novo lote.

Com isso, vale ressaltar que a aplicação de um sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle em uma empresa do tamanho de uma microcervejaria não é inviável mesmo com poucos funcionários. Isso pois os pontos críticos, já servem como forma de controle de qualidade da cerveja, como a fervura que serve como maneira de esterilização do mosto, evitando que o produto seja contaminado (OBI, 2017; VAUGHAN; O'SULLIVAN; VAN SINDEREN, 2005). Tal fato evita necessidade de aplicação de processos de controle complexos e que tenham custo mais elevado.

5 CONCLUSÃO

A partir do trabalho apresentado, é possível concluir que a APPCC é uma ferramenta adequada para controle e garantia da qualidade e segurança de produtos cervejeiros. Os processos que envolvem a cerveja, como uma fermentação estável, são estritamente necessários para confiabilidade do produto final. Para isso, é necessário a identificação e avaliação de perigos e pontos críticos, implementação de medidas preventivas e corretivas e elaboração de registros de controle adequados. Mesmo em microcervejarias, a implementação eficaz de APPCC é essencial para os padrões de qualidade e segurança dos consumidores e produção. Portanto, também se exige constante aprimoramento dos processos e monitoramentos para sucesso da empresa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWUCHI, C. G. HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems. **Cogent Food and Agriculture**, v. 9, n. 1, p. 2176280, 20 fev 2023.

BAMFORTH, C. W.; PARSOS, R. New Procedures to Improve the Flavor Stability of Beer. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 43, n. 4, p. 197–202, set. 1985.

BRASIL. Portaria n. 40, de 20 de janeiro de 1998. Aprova o Manual de Procedimentos no Controle da Produção de Bebidas e Vinagres, em anexo, baseado nos princípios do Sistema de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle – APPCC. 1998. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-deprodutos-origem-vegetal/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-no-40-de-20-de-janeiro-de-1998.pdf/view>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

BRASIL. Decreto n. 2.314, de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. 1997. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/decreto-no-2-314-de-4-de-setembro-de-1997.doc/view>>. Acesso em: 20 dez. 2023.

CALLEJO, M. J.; GARCÍA NAVAS, J. J.; ALBA, R.; ESCOTT, C.; LOIRA, I.; GONZÁLEZ, M. C.; MORATA, A. Wort fermentation and beer conditioning with selected non- *Saccharomyces* yeasts in craft beers. **European Food Research and Technology**, v. 245, n. 6, p. 1229–1238, 1 jun. 2019.

CARLOS, L. Gestão Da Qualidade Do Produto No Processo De Produção Industrial: Um Estudo De Caso Em Uma Indústria De Bebidas. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 55–67, 2012.

CHRISTOFOLETI-FURLAN, R. M.; PORTUGAL, C. B.; VARIZE, C. S.; MUYNARSK, E. D. S. M.; ALCARDE, A. R.; BASSO, L. C. Unraveling Brazilian bioethanol yeasts as novel starters for high-gravity brewing. **Food Research International**, v. 135, p. 109282, 1 set. 2020.

CIONT, C.; EPURAN, A.; KEREZSI, A. D.; COLDEA, T. E.; MUDURA, E.; PASQUALONE, A.; ZHAO, H.; SUHAROSCHI, R.; VRIESEKOOOP, F.; POP, O. L.; Beer Safety: New Challenges and Future Trends within Craft and Large-Scale Production. **Foods**, v. 11, n. 17, p. 2693. 1 set. 2022.

COLEN, L.; SWINNEN, J. Economic Growth, Globalisation and Beer Consumption. **Journal of Agricultural Economics**, v. 67, n. 1, p. 186–207, 1 fev. 2016.

CRAUWELS, S.; STEENSELS, J.; AERTS, G.; WILLEMS, K.; VERSTREPEN, K.; LIEVENS, B. *Brettanomyces bruxellensis*, Essential Contributor in Spontaneous Beer Fermentations Providing Novel Opportunities for the Brewing Industry. **Brewing Science**, v. 68, p. 110–121, 14 out. 2015.

DE OLIVEIRA, C. A. F.; CRUZ, A. G. D.; TAVOLARO, P.; CORASSIN, C. H. Food Safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). *In: Antimicrobial Food Packaging*. Elsevier, 2016. p. 129–139.

DE PAULA, L. N.; ALVES, A. R.; SHEUER NANTES, E. A. A Importância Do Controle De Qualidade Em Indústria Do Segmento Alimentício. **Revista Conhecimento Online**, v. 2, p. 78–91, 26 abr. 2017.

DIAS, M. DE O.; FALCONI, D. The Evolution of Craft Beer Industry in Brazil. **The Asian Institute of Research Journal of Economics and Business**, v. 1, n. 4, p. 618–626, 2018.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2009.

IATTICI, F.; CATALLO, M.; SOLIERI, L. Designing new yeasts for craft brewing: When natural biodiversity meets biotechnology. **Beverages**, v. 6, n. 1, p. 1–20, 1 mar. 2020.

KLIMCZAK, K.; CIOCH-SKONECZNY, M.; DUDA-CHODAK, A. Effects of Dry-Hopping on Beer Chemistry and Sensory Properties – A Review. **Molecules**, v. 28, n. 18, p. 1–32, 15 set. 2023.

KROGERUS, K.; GIBSON, B. R. 125th Anniversary Review: Diacetyl and its control during brewery fermentation. **Journal of The Institute of Brewing**, v. 119, p. 86–97, 2 jul. 2013.

LI, Q.; WANG, J.; LIU, C. Beers. *In: Current developments in biotechnology and bioengineering*. Elsevier, 2017. p. 305–351.

MANOHAR, H.; APPAIAH, S. Stabilization of FIFO system and Inventory Management. **International Research Journal of Engineering and Technology**, v. 4, n. 6, p. 5631–5638, 06 jun 2017.

MARTSINKEVICH, L.; SHPAK, M.; RYNDYUK, D.; UDODOV, S.; LIFANOVA, L. Research of Clarification Process of Beer Wort. **Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies**, v. 10, p. 40–42, 2016.

MUTZ, Y. S.; ROSARIO, D. K. A.; CONTE-JUNIOR, C. A. Insights into chemical and sensorial aspects to understand and manage beer aging using chemometrics. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 6, p. 3774–3801, 1 nov. 2020.

OBI, C. N. Brewery Contaminants, Challenges and Remedies. A Review Brewery Contaminants, Challenges and Remedies – A Review. **Nigerian Journal of Microbiology**, v. 31, n. 1, p. 3926–3940, 2017.

PALMER, J. J. **How to brew**: everything you need to know to brew great beer every time. 4. ed. Brewers Publications, 2017.

PASCARI, X.; RAMOS, A. J.; MARÍN, S.; SANCHÍS, V. Mycotoxins and beer. Impact of beer production process on mycotoxin contamination. A review. **Food Research International**, v. 103, p. 121–129, jan. 2018.

PITTS, E. R.; WITRICK, K. Brewery Packaging in a Post-COVID Economy within the United States. **Beverages**, v. 7, n. 1, p. 14, 4 mar. 2021.

POKRIVCAK, J.; SUPEKOVÁ, S. C.; LANČARIČ, D.; SAVOV, R.; TÓTH, M.; VAŠINA, R. Development of beer industry and craft beer expansion. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 58, p. 63–74, jan. 2019.

SANTOS, D. C.; BERTI, R. C. Importância Do Controle De Qualidade Na Indústria Alimentícia: Prováveis Medidas Para Evitar Contaminação Por Resíduos De Limpeza Em Bebida UHT. **Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753)**, v. 4, n. 1, p. 23–38, 05 fev. 2016.

SERRA COLOMER, M.; FUNCH, B.; FORSTER, J. The raise of *Brettanomyces* yeast species for beer production. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 56, p. 30–35, 1 abr. 2019.

SHOPSKA, V.; DENKOVA, R.; LYUBENOVA, V.; KOSTOV, G. Kinetic characteristics of alcohol fermentation in brewing: State of art and control of the fermentation process. *In*: **Fermented Beverages: Volume 5. The Science of Beverages**, Elsevier, 2019. p. 529–575.

SOUZA, B. M. **Tecnologias emergentes no processo de pasteurização da cerveja: uma revisão**. Dissertação (Trabalho de conclusão de graduação) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 1–41. 2021.

STOCKER, F.; ABIB, G.; SANTOS JHUNIOR, R. D. O.; IRIGARAY, H. A. R. Brazilian craft breweries and internationalization in the born global perspective. **Revista de Gestão**, v. 28, n. 2, p. 163–178, 9 jul. 2021.

VAUGHAN, A.; O’SULLIVAN, T.; VAN SINDEREN, D. Enhancing the microbiological stability of malt and beer – A review. **Journal of the Institute of Brewing**, John Wiley and Sons Inc., v. 111, n. 4, p. 355–371, 2005.

VILLACRECES, S.; BLANCO, C. A.; CABALLERO, I. Developments and characteristics of craft beer production processes. **Food Bioscience**, v. 45, p. 101495, fev. 2022.

WHITE, C.; ZAINASHEFF, J. **Yeast**: the practical guide to beer fermentation. Brewers Publications, 2010.