

Higienização em indústrias de bebidas - segmento cerveja: uma revisão de literatura

Hygienization in beverage industries - beer segment: a literature review

DANIELY MARREIRO CARLOS¹ [LATTES] PAOLO GERMANNO LIMA ARAÚJO² [LATTES]
HERLENE GREYCE DA SILVEIRA QUEIROZ² [LATTES]

CORRESPONDÊNCIA PARA:
danielycarlos01@gmail.com

1. Discente do Curso de Especialização em Vigilância Sanitária de Alimentos –
Universidade Estadual do Ceará)

2. Eixo Tecnológico de Produção alimentícia, Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará – Campus Sobral

RESUMO

Os processos de higienização na indústria de alimentos têm sido cada vez mais utilizados para agregar valor econômico além do atendimento às legislações pertinentes. A utilização do método correto mediante o tipo de sujidade a ser removida refletirá em melhorias de processos produtivos, assim como combate à formação de biofilmes indesejáveis. O objetivo deste trabalho foi buscar na literatura conteúdos direcionados para a higienização no segmento de bebidas alcoólicas tendo como base o processo de elaboração e envase de cerveja. A pesquisa foi desenvolvida através de uma revisão integrativa, adotando para a busca de dados fontes reconhecidas. Na pesquisa foram identificadas 43 fontes com relevância ao assunto, proporcionando um estudo focado e direcionado à realidade das empresas do setor. Os resultados mostraram que é essencial na indústria de alimentos conhecer os tipos de sujidades e a variabilidade de químicos e suas funções combinadas a fim de retirar os resíduos e reduzir/eliminar micro-organismos indesejáveis e prevenir a formação de biofilmes que comprometem a qualidade intrínseca do produto em elaboração e envasado. Palavras-chave: Higienização. Food Safety. Indústria de Bebidas Alcoólicas. Cerveja.

ABSTRACT

Hygiene processes in the food industry have been increasingly used as an aggregator of economic value in addition to complying with relevant legislation. The use of the correct method based on the type of dirt to be removed will result in improvements in production processes as well as combating the formation of undesirable biofilms. The objective of this work was to search the literature for content directed to hygiene in the segment of alcoholic beverages based on the process of preparation and packaging of beer. The research was developed through an integrative review, adopting recognized sources for data search. In the research, 43 sources with relevance to the subject were identified, providing a focused study directed to the reality of companies in the sector. The results showed that it is essential in the food industry to know the types of dirt and the variability of chemicals and their combined functions in order to remove residues and reduce / eliminate undesirable microorganisms and prevent the formation of biofilms that compromise the intrinsic quality of the product. product in preparation and bottled.

Keywords: Cleanning. Food Safety. Breweries. Beer.

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos seguros à saúde do consumidor é responsabilidade de todos que participam do processo de elaboração e disponibilização do alimento até a sua compra, desde os operadores até os cargos executivos da empresa. A Garantia da Segurança de Alimentos precisa ser aplicada a toda cadeia alimentar e, para que isto seja conquistado, é necessária a integração das ferramentas de gestão da segurança de alimentos (FORSYTHE, 2013).

No Brasil, existem legislações federais vigentes para garantir a segurança dos alimentos, contudo, cada dia mais as empresas no Brasil têm investido em certificações em Segurança de Alimentos que vão além do cumprimento legal local. Uma dessas certificações é o esquema FSSC 22000, que ganha cada vez mais força no mundo.

No Brasil existem 392 empresas do segmento alimentar certificadas em FSSC 22000, contendo nesta lista empresas de matéria-prima, embalagem e processamentos/elaboração. A primeira versão do Esquema FSSC 22000 foi publicada em 2009 e, desde então, quase 18.000 empresas (data de referência: janeiro de 2018) foram certificadas e novos escopos foram adicionados. No Ceará, essa listagem contempla 11 empresas (FUNDAÇÃO INDEPENDENTE FSSC 22000, 2018).

Vários perigos precisam ser controlados na indústria de alimentos. Estes podem ter impacto direto na saúde do consumidor ou apenas no prazo de validade do produto. Um dos problemas mais relevantes é a deterioração dos alimentos e o surgimento de biofilmes bacterianos (ANDRADE, 2014). Nem todo micro-organismo encontrado no alimento tem a condição de promover doença ou deterioração, mas na maioria dos casos são indicadores de controle de sanidade. A presença de determinados micro-organismos pode indicar falhas nos procedimentos de higiene, manipulação ou processamento (ASSIS, 2014).

O desenvolvimento de biofilmes bacterianos ocorre frequentemente na indústria de alimentos devido falhas nos processos de higienização, onde há disponibilidade de nutrientes em gaxetas de borracha, tubulações em aço inox com porosidades ou pontos de difícil limpeza. No biofilme, os micro-organismos são mais resistente aos agentes químicos e físicos comumente utilizados. Sob o aspecto microbiológico, a

adesão deteriorante ou não pode causar sérios problemas de saúde pública e/ou ordem econômica (ANDRADE, 2014).

Para se obter um programa de higienização eficiente, é essencial ter conhecimento da natureza da sujidade a ser removida, sabendo-se escolher a maneira mais adequada para sua remoção, bem como o método mais indicado para a avaliação de sua eficácia, observando-se o custo benefício (TELLES, 2011).

Dentre os métodos de higienização, o sistema CIP (CLEANING IN PLACE) é um dos mais utilizados na indústria de alimentos. Este é o mais recomendado, já que não é necessária a desmontagem de equipamentos e tubulações (ANDRADE, 2014). É constituído basicamente por uma bomba central, tanques para soluções químicas e um conjunto de tubos para distribuição, podendo ainda estar acoplado a um sistema de computador para controle e um tanque de água para rinsagem (SEABRA, 2016).

Os investimentos em equipamentos modernos, pesquisa e inovação têm sido uma forte frente de trabalho em muitas empresas. Com isso, cada vez mais as empresas têm alto foco em garantia de qualidade, sendo possível reduzir riscos e prejuízos.

Ao avaliar a indústria de bebidas alcoólicas – segmento cervejas, é notório que é um ramo em crescimento em todo o País, principalmente no sub-setor Cervejas Artesanais. Com isso, cada vez mais é relevante a preocupação na escolha do método de higienização, os químicos ideais para cada tipo de operação e equipamentos específicos por tipo de formulação de cerveja. Dessa forma, torna-se necessário que mais pesquisas sejam realizadas com a finalidade de avaliar novas ferramentas de validação pós-limpeza e sanitização para que, a partir desses estudos, novos produtos sejam desenvolvidos e possam agregar à indústria de bebidas.

Partindo das considerações apresentadas, este estudo teve como objetivo buscar na literatura conteúdos direcionados para a higienização em indústria de bebidas - segmento cerveja, tendo como base a avaliação da composição do produto e seu processo produtivo, bem como os químicos e métodos de higienização disponíveis e mais adequados ao seu processamento.

METODOLOGIA

Optou-se para o desenvolvimento deste estudo a utilização do método de revisão integrativa sobre Higienização na Indústria de Alimentos.

O levantamento bibliográfico desta revisão foi realizado entre os meses de dezembro de 2018 e Outubro de 2019 pela internet, adotando como fonte de busca em bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciência da Saúde (LILACS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Science Direct, além dos sites com cunho profissional: Associação Food Safety Brasil e FSSC 22000. A seleção do material para estudo foi realizada utilizando os descritores: segurança de alimentos, food safety, legislação de alimentos, produção de cerveja, higienização na indústria de alimentos.

A seleção da pesquisa ocorreu com a busca quantitativa e qualitativa dos trabalhos nos bancos de dados, utilizando os descritores selecionados. No primeiro momento se fez uma análise de títulos e resumos e, no momento posterior, uma análise dos artigos na íntegra. Isto resultou no total de 24 artigos e/ou revistas, 6 legislações, 9 livros e/ou dossiês técnicos e 4 sites com orientações importantes utilizados neste estudo. Para a organização dos dados após a etapa inicial de pesquisa e posterior leitura, foram excluídos os materiais que não eram aplicáveis ao que se destinava este estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar todos os conteúdos selecionados, observou-se que os temas obtidos nas pesquisas oscilavam entre aspectos gerais de qualidade para produção de alimentos seguros, sistema de gestão e legislação aplicada ao segmento e fundamentos de higienização. Dentre estas, destacamos os 3 aspectos relevantes quanto a este estudo. Quanto ao período das publicações, não houve homogeneidade na distribuição dos materiais, pois há relevantes informações desde 1995 até 2017.

Percebeu-se que apesar de inúmeros conteúdos, mais de 90% não relacionavam o tipo de sujidade x formulação ideal de limpeza x realidade da indústria de bebidas – segmento bebida alcoólica (cerveja), foco deste estudo.

3.1. Cenário - Mundo Cervejeiro

Atualmente, a cerveja encontra-se em destaque no ranking do consumo de bebidas, perdendo apenas para a água e o chá, e entre as bebidas alcoólicas, encontra-se na primeira posição (PIRES; MACHADO; RIZZATO, 2014).

Segundo pesquisa da Kirin Beer University, divulgada pelo Anuário de 2015 da Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CERVBRASIL), o Brasil é o 3º maior produtor de cerveja do mundo. De acordo com o Sistema de Controle de Produção de Bebidas da Receita Federal (SICOBEBE), de 2005 a 2014 a produção nacional de cerveja cresceu 64% (SEBRAE, 2016).

Segundo o decreto n.º 2314, de 4 de setembro de 1997, cerveja é a bebida obtida pelo processo de fermentação alcoólica por ação de leveduras no mosto cervejeiro, comumente oriundo de cevada, podendo ser também de outros cereais (como arroz, milho, sorgo ou trigo) e água com adição de lúpulo (BRASIL, 1997).

O grão de cevada, um dos mais importantes ingredientes para a produção de cerveja, vem a ser o quinto cereal de interesse econômico em escala mundial, de uso quase exclusivo da indústria cervejeira com uma quantidade anual estimada em 140 milhões de toneladas; perdendo em produção para o arroz, o milho, o trigo e a soja (MORI; MINELLA, 2012).

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking da produção global, perdendo somente para a China e Estados Unidos, com o seu volume estimado em 14 bilhões de litros para o ano de 2014 (CERVBRASIL, 2016), e o setor é um dos grandes colaboradores para a geração de emprego.

As cervejas artesanais dizem respeito a uma classe de produtos com qualidade superior e maior valor agregado, produzidas por meio de formulações ou processos distintos aos utilizados em escala industrial. A produção em pequena escala possibilita produtos diferenciados aos consumidores mais exigentes com o cuidado na seleção da matéria-prima e levando a uma tendência da valorização do regional (TOZETTO, 2017).

Além disso, a cerveja artesanal é escolhida de acordo com diferentes preferências de sabor em relação à cerveja industrializada, apreciada frequentemente em pubs e com membros da família e percebida como de maior qualidade do que a industrializada em

função da seleção cuidadosa das matérias-primas utilizadas em sua fabricação (AQUILANI et al., 2015).

O aumento expressivo de consumo do produto artesanal pode ter sido alavancado com a descoberta de seu alto valor nutricional e benefícios proporcionados à saúde do consumidor, associados ao incentivo da ingestão moderada e consciente (SOHRABVANDI; MORTAZAVIAN; REZAEI, 2012).

Algumas pesquisas sobre o uso de novos adjuntos, como batata e mandioca, estão sendo realizados. As cervejarias brasileiras estão disponibilizando novidades, produzindo bebidas com aroma de limão, morango, cereja, abacaxi, kiwi, maçã, chocolate e até mesmo rosa. Porém, estes produtos são adicionados apenas para conferir aroma na bebida (ALMEIDA E SILVA, 2005).

3.2. Ingredientes

De acordo com o Anexo XX, Artigo 5, inciso I, água para consumo humano é aquela destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem (BRASIL, 2017).

No preparo e tratamento da água cervejeira, são considerados diversos controles físico-químicos, como: controle e ajuste de pH (5,5 em média); deve ser filtrada; não conter cloro; e isenta de impurezas, odor e sabor (GOMES, 2010).

Malte é o termo utilizado para designar o grão de cereal submetido ao processo de maltagem. Quando a palavra malte não é acompanhada de alguma denominação, entende-se por ser malte de cevada, caso seja oriundo de outro tipo de grão, o termo malte deve ser seguido do nome do cereal utilizado como matéria-prima da maltagem, como malte de trigo, por exemplo. (SOUZA, 2014).

A cevada é um cereal de inverno, originário do Oriente Médio e, em ordem de importância econômica, ocupa a quarta posição entre os grãos. Existem dois tipos principais de cevada: a de duas e a de seis fileiras (CARVALHO, 2007).

A maltagem consiste em umedecer o grão para induzir a sua germinação, processo que objetiva a síntese de enzimas (α e β -amilase, maltase e proteases), estas, de grande valia no processo de obtenção da cerveja, uma vez que são responsáveis pela quebra do

amido em açúcares fermentáveis que serão consumidos na etapa da fermentação. Posterior à germinação, os grãos são secos e são retiradas as radículas. Todo o processo de maltagem é realizado sob condições controladas. Já seco, o malte é submetido ao processo de torrefação, que vai conferir características sensoriais que serão agregadas à cerveja produzida (SOUZA, 2014).

A legislação brasileira determina que, para ser considerado cerveja, o produto deve conter o mínimo de 20% de malte de cevada em sua composição (BRASIL, 2009).

Desde os primeiros tempos em que a cerveja foi elaborada (5000-7000 a.C.), diferentes ervas foram usadas para dar sabores e aromas especiais e cobrir off flavors. Urna dessas ervas foi o lúpulo, cujas propriedades ajudam a combater a contaminação bacteriana (BOAN; COLLINI; PEREZ, 2012).

Os lúpulos são as flores cônicas da planta fêmea de uma trepadeira, que são desidratadas e adicionadas à cerveja para dar amargor, sabor, aroma e para combater as bactérias. Confere à bebida o amargor característico da maioria das boas cervejas, além de aromas que variam do herbal ao floral, do frutado ao condimentado, dando personalidade ao produto (HUGHES, 2016; MORADO, 2009; SENAI, 2014). Durante a fervura do lúpulo no mosto, as moléculas de alfa-ácidos são isomerizadas para formar alfa-iso-ácidos, responsáveis pelo amargor (BORZANI, 2001).

Para produção de cerveja, a levedura mais utilizada é a *Saccharomyces cerevisiae* e existem mais de mil cepas da espécie. Os tipos principais de cerveja Ale (cresce de forma mais rápida e com menos espuma e formação de sedimento) e Lager (cresce mais lenta) são fermentadas por cepas de *Saccharomyces uvarum* e *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente. Estas leveduras fermentam em faixas de temperatura diferentes e possuem características morfológicas bastante diferentes (STEWART; RUSSELL, 1998).

3.3. Processo de Elaboração de Cerveja

O processo de fabricação da cerveja pode ser resumido basicamente em: elaboração do mosto cervejeiro, fermentação do mosto, maturação, filtração, envase e pasteurização da cerveja (SOUZA, 2010).

Na brasagem (obtenção de mosto), o malte (em geral de cevada) é umedecido a níveis de 42%

aproximadamente com a intenção de causar a germinação do grão. Durante esta etapa ocorrem as transformações enzimáticas que atuarão sobre o amido e algumas proteínas. Ao término da germinação (de 5 a 10 dias), o então malte-verde é submetido à secagem branda para reduzir a umidade a aproximadamente 12%. Nesse momento são retiradas as radículas e a acrospira; após essa etapa é realizada uma secagem mais intensa, reduzindo ainda mais a umidade, chegando até 5% e conferindo as qualidades sensoriais distintas à destinação final do malte (ROCHA, 2014).

A moagem do malte tem por objetivo quebrar o grão do cereal e expor o seu amido interno, aumentando a superfície de contato com as enzimas, favorecendo a hidrólise. Essa etapa tem relação direta com a rapidez das transformações físico-químicas, rendimento, clarificação e qualidade final da cerveja (SILVA, 2005).

A mosturação ou tratamento enzimático do mosto é a mistura do malte moído com a água cervejeira na tina de mostura ou cozinhador de malte. A filtração do mosto tem por objetivo a separação da parte sólida, chamada de bagaço de malte; e a parte líquida, o mosto cervejeiro; de real interesse para o processo de manufatura (BLEIER et al., 2013).

Na etapa de fervura do mosto ocorre desnaturação proteica, a concentração do mosto, a eliminação de compostos sulfurosos, a esterilização e escurecimento do mosto, através da reação de Maillard. Nessa etapa ocorre a adição do lúpulo, normalmente feita em dois momentos: no início da fervura, para conferir o amargor, e mais ao final da fervura, responsável por conferir o aroma característico de cerveja (TOZETTO, 2017).

Após a fervura, o mosto passa por um processo de decantação para a retirada do trub, uma mistura de proteínas coaguladas e gordura. Após a retirada do trub, o mosto é resfriado e enviado a um tanque para ser armazenado durante a fermentação, onde é inoculado com leveduras (SOUSA, 2010).

Na segunda etapa, que consiste na fermentação do mosto, o processo é iniciado após a inoculação da levedura, com o mosto já devidamente resfriado e aerado. Nessa etapa, ocorre a liberação de CO₂ e calor. Na presença de oxigênio no meio, a rota respiratória da levedura predomina em relação à rota fermentativa, uma vez que o processo de obtenção de energia via respiração é mais eficiente à levedura. O oxigênio é consumido pelas leveduras em poucas

horas e utilizado para produzir ácidos carboxílicos e esteróis essenciais para produção de membrana celular (SOUSA, 2010).

Após a retirada do fermento, acontece a redução da temperatura no tanque, iniciando assim a fase de maturação, de no mínimo 72 horas. Ocorrem importantes reações físico-químicas de transformação do aspecto visual da bebida, além da produção de aromas e sabores característicos. Essa etapa é considerada por muitos cervejeiros como a fase de “afinamento”, de “acabamento” da cerveja (MORADO, 2009).

A etapa de fermentação dura, em média, de 5 a 8 dias, dependendo da aeração durante o resfriamento do mosto, o tipo de fermento e a quantidade dosada, a concentração e a qualidade do mosto, a temperatura de fermentação e a quantidade de trub. Nesse período ocorrem algumas reações físico-químicas, como: atenuação do extrato, através da transformação da maltose em álcool e CO₂, redução do pH de 5,4 ~ 5,7 do mosto para 4,0 ~ 4,6, na cerveja fermentada, redução do oxigênio dissolvido, alterações na cor, que passa a ser mais clara, provocada pela queda do pH e alterações nas proporções das proteínas, onde a quantidade total é reduzida durante a fermentação em 20% a 25%, através da assimilação do fermento, coagulação ou de precipitação. Esta fase é bastante crítica quanto à limpeza, pois quando não executada com perfeição é impulsionadora de formação de biofilmes (CARVALHO, 2007).

Na terceira etapa de maturação, após a remoção do excedente de levedura presente na cerveja verde, ocorrem reações que arredondam aroma e paladar (a redução na concentração de ácido sulfídrico, de acetaldeído e diacetil). Nesta etapa ocorre também a formação do CO₂, que é muito importante para a formação de espuma e frescor da cerveja. Logo, deve haver o monitoramento constante do O₂ na bebida para que ela mantenha suas características constantes (CARVALHO, 2007).

Segundo o SENAI (2014), é possível usar neste processo equipamentos do tipo centrífugas, que auxiliarão na remoção do fermento excedente na fermentação, conferindo uma cerveja mais clara e permitindo uma operação contínua.

A quarta etapa, que consiste na filtração, segundo Gomes (2010) é um processo bem definido. À medida que os componentes particulados da cerveja são filtrados, a pré-camada diminui a vazão de filtração,

umentando a pressão do filtro e dificultando o processo de filtração; remove partículas por barreira física da terra infusória ou por adsorção (forças moleculares ou eletrocinéticas). Para Martins, Fuzioka e Silva (2014), os filtros de terra diatomácea e de placas de celulose são utilizados nessa última etapa do processamento.

A filtração tem como objetivo eliminar partículas menores que ainda restaram na cerveja, deixando a bebida transparente, brilhante, límpida, cristalina, com estabilidade microbiológica, físico-química, entre outros (BOTELHO, 2009).

Para finalizar, após ser filtrada a cerveja é encaminhada para o envase, que pode ser realizado em barril para chope, garrafa de vidro ou lata (GOMES, 2010).

O processo de pasteurização visa destruir os micro-organismos patogênicos não esporulados e reduzir a microbiota deteriorante de forma a oferecer ao consumidor um produto com vida útil aceitável. A pasteurização pode ser baixa (30 minutos numa faixa de 62 a 68 graus Celsius) ou alta (15 a 20 segundos numa faixa de 72 a 85 graus Celsius), segundo Andrade (2018).

3.4. Higienização na Indústria de Alimentos

A Comissão do Codex Alimentarius definiu como higiene todas as condições e medidas necessárias para garantir a segurança e a adequação dos alimentos em todas as etapas da cadeia alimentar (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2003).

A higienização se divide em duas etapas muito bem distintas: limpeza e sanificação/desinfecção. O objetivo geral da limpeza é remover todo e qualquer tipo de sujidade depositada em superfícies (principalmente por proteínas, gorduras e sais minerais). Para uma higienização perfeita é necessário que se tenha um conjunto de fatores atuando, sendo eles: ação química, mecânica, térmica e tempo de contato. Esses fatores são impactados pelos fatores apresentados a seguir (ANDRADE, 2014).

3.4.1. Tipo de sujidade e agente de limpeza

Em geral, os resíduos de alimentos são carboidratos, gorduras, proteínas e sais minerais (mono e divalentes). O agente de limpeza a ser escolhido deverá ser obtido mediante a solubilidade do tipo de sujidade

e sua facilidade ou não de remoção (ANDRADE, 2014). O Quadro 1 demonstra os principais tipos de sujidades e solubilidade.

Os detergentes alcalinos são recomendados para remoção de sujidades orgânicas, especialmente lipídios e proteínas. A soda cáustica (hidróxido de sódio) tem poder de saponificação destes tipos de sujidades e pode ser suave, moderadamente ou altamente alcalina. A soda cáustica é acessível quanto ao custo, porém precisa de atenção quanto à formação de carbonatos que impactam na eficiência da limpeza, pois no processo fermentativo é gerado CO₂ e este tem associado um enorme risco quanto à contaminação da solução cáustica de limpeza. Esse carbonato pode ser proveniente da fabricação do hidróxido de sódio, da reutilização da solução cáustica e/ou da absorção de CO₂ do ar ou sistema onde a solução está sendo aplicada (ANDRADE, 2014).

Já os detergentes ácidos são recomendados para remoção de sujidades inorgânicas. Os ácidos de limpeza podem ter base orgânica (ex.: láctico, cítrico) ou inorgânico (ex.: nítrico, fosfórico) e sua utilização terá impacto direto em tratamento de efluente industrial. Logo, a escolha deverá levar em consideração estes fatores ambientais (ANDRADE, 2014).

Ácidos orgânicos são menos corrosivos do que os inorgânicos, contudo, são mais caros, pois têm na maioria dos casos tensoativos para reduzir a tensão superficial da solução e melhorar a molhabilidade da superfície (ANDRADE, 2014).

A facilidade com a qual o resíduo será removido da superfície é função da sua solubilidade. Dessa forma, são classificados de acordo com esse quesito em: I- Solúveis em água: açúcares, alguns tipos de amidos, maioria dos sais; II- Solúveis em ácidos: maioria dos depósitos minerais; III- Solúveis em álcalis: proteínas, emulsões gordurosas; IV - Solúveis em água, álcali ou ácido (SCHMIDT, 1997).

A água tem impacto direto na elaboração de soluções de limpeza e sanitização, além de atuar como agente de limpeza (promove ação mecânica), e deve atender ao Decreto-Lei 306/2007, de 27 de agosto, tanto em nível químico como microbiológico. Propriedades como dureza e pH da água tem impacto direto na diluição e correta formulação das soluções e, em consequência, impactam na eficiência da higienização (BRASIL, 2007).

A dureza temporária da água, provocada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, é especialmente relevante, já que em condições particulares de temperatura, pH ou pressão, estes sais podem converter-se em carbonatos de cálcio e magnésio, que são insolúveis em água, precipitando na superfície dos equipamentos, podendo levar à sua obstrução, deposição de sujeira e promoção do desenvolvimento microbiano, tornando-se um potencial foco de contaminação (BAPTISTA, 2003; WATKINSON, 2008).

corrosivas. O calor mata os micro-organismos pela desnaturação de suas enzimas e proteínas, desorganização dos lipídeos celulares e alterações genéticas (ANDRADE, 2014). A eficiência desses químicos está correlacionada à dureza da água usada no preparo, pH, temperatura e correta concentração de acordo com o tipo de químico escolhido.

A desinfecção química tem como premissa principal a utilização de agentes biocidas de natureza diversa (à base de cloro, iodo, perácidos), que eliminam a com-

Quadro 1 – Diferentes tipos de sujidades Orgânicas e Inorgânicas e Agentes de Limpeza

Sujidade	Tipo de Sujidade	Exemplos	Agente de Limpeza
Inorgânica	Água dura	Carboidratos de cálcio e magnésio	Agente ácido
	Metálicos	Ferrugem e outros óxidos	
	Alcalinos	Películas que se formam quando um detergente alcalino não é devidamente enxaguado	
Orgânica		Gordura animal, vegetal	Agente alcalino
	Petróleo	Óleos lubrificantes, gorduras diversas	

Fonte: Adaptada de Marriot (1997).

A sanificação é a última etapa de um fluxograma de higienização, tendo por objetivo a eliminação de micro-organismos patogênicos e a redução dos deteriorantes até níveis considerados seguros nas superfícies dos equipamentos e utensílios (GERMANO; GERMANO, 2001).

Os sanificantes podem ser por agentes químicos ou físicos. O calor é o agente físico mais utilizado, seja sob forma de vapor, água quente, ar quente e radiações, em particular a radiação ultravioleta (ANDRADE, 2014).

O calor é considerado por estudiosos o melhor agente desinfetante, pois consegue penetrar até em superfícies com ranhuras e não tem características

ponente microbiana que poderá estar presente nas linhas de produção. Apesar da grande diversidade, os desinfetantes deverão preferencialmente possuir um espectro de atuação alargado, ação rápida, estabilidade, eficácia à temperatura ambiente, e baixas toxicidade e corrosividade (BAPTISTA, 2003).

Para que a desinfecção seja eficaz, é crucial que as superfícies estejam desprovidas de sujeira, já que esta pode comprometer a atuação dos desinfetantes (MOERMAN; RIZOULIÈRES; MAJOOR, 2014). Além disso, é importante atenção com o tempo de exposição ao sanificante, concentração e pH.

3.4.2 - Principais Métodos de Higienização

O método Scrubbing (limpeza manual) é aquele no qual se utiliza um sabão, em geral em forma de espuma, para melhor penetração nos pontos de difícil acesso e esfregação para remoção de sujidades. É o mais antigo e mais recomendado para a limpeza de balcões, pisos, e paredes. Para este tipo de limpeza utiliza-se de ferramentas para remoção de sujidades como esponja, vassouras, escovas, equipamentos do tipo “lava jato”. É importante que os utensílios não soltem fragmentos nem causem fissuras que poderão comprometer a superfície e possibilitar a formação de pontos de contaminação a imersão é o método que utiliza recipientes separados ou os próprios equipamentos com soluções químicas para remoção de sujidades através da ação do químico por tempo de contato. Preferível que as peças sejam desmontadas e escovadas antes da etapa de limpeza por imersão. São utilizados, em geral, detergentes de média e baixa alcalinidade (GERMANO; GERMANO, 2001).

O Sistema de Higienização CIP permite uma higienização controlada substituindo os processos de limpeza manual de equipamentos que trabalham com alimentos líquidos, tais como leite, cerveja, bebidas não alcoólicas entre outros, sendo mais empregado na limpeza e sanitização de tanques, trocadores de calor, tubulações e homogeneizadores. No CIP é possível controlar desde o fluxo, temperatura e concentração da solução química utilizada, além de controles gráficos (caso o programa de automação possua essa ferramenta). Esse sistema permite a recuperação de soluções possíveis a outras utilizações, haja vista o CIP ser feito em circuito fechado (FORSYTHE, 2002).

A introdução desta tecnologia em sistemas de produção contínuos passou a permitir a lavagem e desinfecção de tanques, condutas e equipamentos de processamento por circulação de água e agentes de limpeza, sem ser necessário desmontar muitos dos equipamentos existentes nas linhas de produção, reduzindo a intervenção humana, o tempo despendido, assim como os custos associados ao processo, tendo como objetivo final reduzir a probabilidade de futuras contaminações. Nas décadas seguintes, os principais avanços surgiram no sentido da automação do processo, com a instalação de Controladores Lógicos Programáveis, no desenvolvimento de agentes

químicos mais eficientes e na simplificação do processo (VALIGRA, 2010).

Para entender como controlar os sistemas de higienização CIP precisamos entender um pouco mais as vantagens desse tipo de higienização, como higienização de vários equipamentos ao mesmo tempo, facilidade de automação, redução da intervenção humana, maior segurança dos operadores, redução do impacto ambiental e financeiro, permite rastreabilidade e possibilidades de melhorias na formulação da receita de higienização. Em geral, o processo de Higienização é composto pelas etapas de enxágue inicial ou pré-enxágue, limpeza, enxágue intermediário, desinfecção e enxágue final (MOERMAN; RIZOULIÈRES; MAJOUR, 2014).

Quanto menos eficaz for o processo de higienização industrial, maior probabilidade de formação de biofilmes prejudiciais ao alimento, já que a formação de biofilmes ocorre devido à deposição de micro-organismos em uma superfície, que se fixam e se desenvolvem (ANDRADE, 2014).

3.4.3. Biofilmes

O desenvolvimento de biofilmes microbianos ocorre com bastante frequência nas indústrias de alimentos, onde grande quantidade de nutrientes está disponível aos micro-organismos. Se nesses pontos não há uma higienização correta, certamente haverá crescimento de biofilme (ANDRADE, 2014).

Para que não haja formação de biofilmes, é necessário que a higienização ocorra corretamente. O detergente e o desinfetante precisam atuar com eficácia. Afetam o desempenho de um detergente: concentração, a relação detergente/sujeira, temperatura, ação mecânica, o tempo, o ambiente. O desempenho de um sanitizante é afetado pelos seguintes fatores: tempo de contato, temperatura, concentração, tensão de superfície, número ou quantidade de organismos presentes, pH, presença de matéria orgânica, íons metálicos e todo tipo de micro-organismos (SENAI, 2014).

Vários fatores influenciam no processo de adesão e formação de biofilme bacteriano. Fatores como carga da superfície, hidrofobicidade, temperatura, presença de substratos e características do micro-organismo como pili, fimbrias e flagelo são muito importantes. É essencial ressaltar que as diferenças entre as superfícies

utilizadas e a configuração dos equipamentos em relação à facilidade ou não de limpeza e sanitização (EHEDG, 2013).

O biofilme contém partículas de proteínas, lipídeos, fosfolipídios, carboidratos, sais minerais e vitaminas, entre outros, que formam uma espécie de crosta denominada matriz, abaixo da qual os micro-organismos continuam a crescer, formando um cultivo puro ou uma associação com outros micro-organismos, e aumentando a proteção contra agressões químicas e físicas (ANDRADE, 2014). As bactérias do biofilme possuem a mesma origem genética das bactérias planctônicas, entretanto, suas atividades bioquímicas diferem em 40%, o que as torna mais difíceis de serem eliminadas, pela maior resistência adquirida (MEDONLINE, 2008).

Na indústria de alimentos, os biofilmes podem se acumular em uma variedade de substratos como, por exemplo, aço inox, vidro, borracha, polipropileno, fôrmica, ferro, polietileno de baixa densidade, policarbonato, entre outros. Convém ressaltar que o biofilme, quando submetido ao calor, pode cristalizar e formar depósitos ou crostas que são muito aderentes, protegendo novos micro-organismos e dificultando ainda mais os procedimentos de higiene (ANDRADE, 2014).

Uma ação importante na prevenção de biofilmes é a avaliação da eficiência dos procedimentos de higienização. A escolha do método de avaliação a ser verificada em superfícies varia de acordo com os tipos de micro-organismos contaminantes. Não há uma metodologia universal para avaliação na indústria, mas através da combinação de metodologias é possível verificar as condições higiênicas durante o processamento e envase de alimentos (ANDRADE, 2014).

Dentre os tipos de avaliação propostos, três deles são os mais recomendados para o segmento bebidas alcoólicas: 1. Teste de swab - considerado metodologia padrão e que, devido à flexibilidade, alcança superfícies irregulares também. 2. Técnica de Rinsagem – arraste de possíveis contaminantes através da água de último enxágue. 3. Técnica do ATP - Bioluminescência – detecção de ATP nas superfícies. Quanto maior o ATP, pior a condição higiênica da superfície (ANDRADE, 2014).

CONCLUSÃO

Diante do exposto neste estudo, conclui-se que é essencial para a indústria de alimentos conhecer as legislações aplicáveis ao segmento, entender o processo produtivo e os materiais de seus equipamentos e conhecer os tipos de sujidades geradas pelos processos. Com base nessa informação, identificar os químicos mais adequados e definir métodos e ferramentas de higienização coerentes com a necessidade e realidade de cada planta produtora, prevenindo e garantindo a não formação de biofilmes indesejáveis e inocuidade do produto (alimento seguro).

Viu-se que a escolha do tipo de detergente e desinfetante, assim como a execução das higienizações seguindo os 4 parâmetros básicos de engenharia de cip (tempo, concentração, químico e ação mecânica) fazem diferença importante na prevenção da formação de biofilmes.

É importante destacar que, apesar de uma quantidade relevante de materiais de suporte técnico, ainda há oportunidade no desenvolvimento de estudos/testes que promovam o surgimento de tecnologias de avaliação pós-higienização e novos químicos que atendam ao trinômio Meio Ambiente x Custo x Tempo de Execução com resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. P. Colares. Tecnologia de Alimentos. Estácio. Edição SESIS. Rio de Janeiro, 2018.
- ANDRADE, N. J.; MACEDO, J. A. B. Higienização na Indústria de Alimentos. São Paulo: Varela, 1 reimpressão, 2014.
- Associação Independente Food Safety Brasil, Perfil das Empresas certificadas em Segurança de Alimentos. São Paulo, 11 Ago. 2016. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/?s=perfil+das+empresas+certificadas>. Acesso em: 18 nov. 2018.
- ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. Cap. 15, p. 347-382.
- AQUILANI, B. et al. Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory

- BRASIL. Decreto n. 2.314, de 04 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.
- BRASIL. Decreto-lei nº 306/2007 de 27 de agosto, relativo ao controle da qualidade da água destinada ao consumo humano. Disponível em: <http://www.iasaude.pt/attachments/article/659/DL%20306-2007.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Decreto nº 6.871, de 4 de julho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a Padronização, a Classificação, o Registro, a Inspeção, a Produção e Fiscalização de Bebidas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, 2009.
- BRASIL – Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação número 5 de 28 de Setembro de 2017. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saude-legis/gm/2017/prc0002_03_10_2017.html. Acesso em 09 de outubro de 2019.
- BOAN, M.; COLLINI, D.; PEREZ, C. Manual Cervecer. Buenos Aires: Malaspina, 2012.
- BORZANI, Walter. Biotecnologia industrial. São Paulo: E. Blücher, 2001. 4v, il.
- BOTELHO, Bruno Gonçalves. Perfil e teores de aminas bioativas e características físico-químicas em cervejas. Faculdade de Farmácia, UFMG, Belo Horizonte, MG, 2009.
- BLEIER, B. et al. Craft Beer Production. University of Pennsylvania. Filadélfia: editor, 2013. 565 p.
- CARVALHO, L. G. Dossiê Técnico. Produção de cerveja. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, mar. 2007. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTc>. Acesso em: 02 jun. 2019.
- CERVBRASIL - Associação Brasileira da Indústria de Cerveja. Anuário 2016. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/anuarios/CervBrasil-Anuario2016_WEB.pdf. Acesso em: 05 set. 2018.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. General Principles of Food Hygiene. CAC/RCP 1-1969, 2003.
- ASSIS, Luana de. Alimentos Seguros: Ferramentas para gestão e controle de produção e distribuição. 2ª edição atualizada. Senac, 2014.
- EHEDG. Critérios de Projetos Sanitários de Alimentos, Segunda Edição, 2013.
- FORSYTHE, S. J. Microbiologia da Segurança de Alimentos, second ed., Artemed, Porto Alegre, 2013.
- Fundação Independente FSSC 22000. Disponível em: <https://www.fssc22000.com/certified-organizations>. Acesso em: 09 out. 2019.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. Higiene e Vigilância sanitária de alimentos. São Paulo: Varela, 2001.
- GOMES, T. Manual básico cervejeiro. 2010. Disponível em: http://www.acervacarioca.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13:manual-basico-cervejeiro&catid=1:processo&Itemid=2. Acesso em: 18 out. 2018.
- HUGHES, G. Cerveja feita em casa. São Paulo: Publifolha, 2016.
- MARTINS, I. F.; FUZIOKA, P. U.; SILVA, A. M.. Produção de Cerveja. II Simpósio de Assistência farmacêutica, Centro Universitário São Camilo, 2014.
- MORI, C.; MINELLA, E. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 28 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 139). 128p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/969146/aspectos-economicos-e-conjunturais-da-cultura-da-cevada>. Acesso em: 15 out. 2019.
- MEDONLINE. Medicina on Line.. Biofilme: um velho problema, uma nova batalha. Revista Virtual de Medicina. Disponível em: www.medonline.com.br. Acesso em: 18 nov. 2018.
- MOERMAN, F.; RIZOULIÈRES, P.; MAJOOR, F. A. Cleaning in Place (CIP) in food processing. In: LELIEVELD, H. L. M.; HOLAH, J.; NAPPER, D. (Eds.). Hygiene in Food Processing: Principles and Practice (2nd ed., p. 305–383).

- MORADO, Ronaldo. Larousse da Cerveja. 1ª ed. São Paulo: Editora Lafonte Ltda., 2009.
- PIRES, Nádia Fernanda; MACHADO, Lais Fragali; RIZZATTO, Márcia Luzia. Estudo da Produção de Cerveja com Adição de Frutas Desidratadas no Mosto. In: 5º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP, São João da Boa Vista – SP, 2014.
- ROCHA, Rita Ferreira Ramos Marinho. Monitorização de Parâmetros Físico-químicos do Grão de Cevada/Malte ao longo do Processo de Maltagem. Dissertação. Universidade do Porto, Faculdade de Ciências. 2014.
- SEABRA, Catarina. Validação e Otimização do Sistema Automático de Limpeza de Equipamentos. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias de Produção e Transformação Agroindustrial. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Dezembro.2016.
- SEBRAE. AD HOC Microcervejarias. Sebrae SIM (Inteligência de Mercados). Disponível em: www.sebraemercados.com.br. Acesso em: 10 jan. 2019.
- SENAI. Tecnologia cervejeira. Rio de Janeiro: SENAI, 2014.
- SCHMIDT, R. H. Basic elements of equipment cleaning and sanitizing in food processing and handling operations. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1997.
- SILVA, D. P. Produção e avaliação sensorial de cerveja obtida a partir de mostos com elevadas concentrações de açúcares inicial. Lorena, 2005. 177p. (Tese de Doutorado em Biotecnologia Industrial - Faculdade de Engenharia Química de Lorena EEL/USP).
- SOUSA, P. G. Elaboração de cervejas tipo lager a partir de farinha de pupunha (*bactris gasipaes kunth*) como adjunto, em bioprocessos conduzidos com leveduras livres e imobilizadas. Manaus, 2010.40p. (Tese de Mestrado em Biotecnologia da Universidade do Estado do Amazonas).
- SOUZA, Nayara Gabriela Gonçalves. Conhecimento e Motivação dos Consumidores sobre Cervejas Artesanais na Cidade de João Pessoa – PB. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB, 2014.
- SOHRABVANDI, S.; MORTAZAVIAN, A. M.; REZAEI, K. Health-related aspects of beer: a review. *International Journal of Food Properties*, v. 15, n. 2, p. 350-373,2012.
- STEWART, G. G.; RUSSELL, I. Brewer's Yeast. An Introduction to Brewing Science & Technology, Series III. The Institute of Brewing, 1998.
- TELLES, E. M. A higienização na prevenção e no controle do biofilme: uma revisão. 2011. 44p. Monografia (Curso de Especialização em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- TOZETTO, L. M. Produção e Caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*). Dissertação. Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Mestrado em Engenharia de Produção, 2017.
- VALIGRA, L. Integral Role for Clean-in-Place Technology. Food Quality and Safety, Farm to Fork Safety, 2010. Disponível em: <http://www.foodqualityandsafety.com/article/integral-role-for-clean-in-place-technology>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- WATKINSON, W. J. Chemistry of Detergents and Disinfectants. In: TAMINE, A. (Ed.). *Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations* (3rd ed., pp. 56–80). Blackwell Publishing Ltd, Society of Dairy Technology, 2008.