

CONTROLE HIGIÊNICO-SANITÁRIO EM DIFERENTES LINHAS DE ENVASE PARA PRODUÇÃO DE BEBIDAS EM UMA INDÚSTRIA NO RIO GRANDE DO SUL.

Renata Morgana da Silva dos Santos^a, Júnia Capua Lima Novello^b

a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Ciência e Tecnologia de Alimentos, *Campus* Caxias do Sul.

b Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Ciência e Tecnologia de Alimentos, *Campus* Caxias do Sul.

Resumo

A crescente ênfase na segurança de alimentos e na qualidade higiênico-sanitária dentro da indústria de bebidas tem impulsionado pesquisas focadas no aperfeiçoamento dos procedimentos de higiene. Dentro desse contexto de necessidade, este estudo examina as estratégias de limpeza em linhas de envase dentro da indústria de bebidas, sublinhando a necessidade de adaptar os métodos de higienização às propriedades únicas de cada bebida para assegurar a qualidade higiênico sanitária. Conduzida em uma indústria de bebidas situada no Rio Grande do Sul, a pesquisa empregou a bioluminescência de ATP como ferramenta para mensurar a eficácia dos procedimentos de limpeza. A detecção de valores elevados de ATP sinalizou a urgência de aprimorar os Procedimentos Padrão de Higienização Operacional (PPHO). Enquanto algumas linhas demonstraram resultados satisfatórios de higiene, outras enfrentaram dificuldades na eliminação de resíduos e na manutenção dos padrões higiênicos. Os maiores desafios foram identificados nas linhas dedicadas aos vinhos, onde se observou uma lacuna na eficácia da limpeza, evidenciada por resultados negativos, indicando a complexidade de alcançar uma higienização adequada. O estudo ressalta a importância da escolha meticulosa de detergentes especializados e a necessidade de refinamento contínuo dos processos de *Clean-In-Place* (CIP), reforçando a necessidade de implementar práticas de higienização adequadas.

Palavra-chave: Bebidas, Envase, Bioluminescência.

Introdução

A indústria de bebidas desempenha um papel crucial na economia nacional, impulsionada pela busca incessante por novas experiências gastronômicas e pela crescente valorização de produtos de qualidade em termos de segurança de alimentos. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA, 2023), em 2022 houve um significativo aumento no faturamento e na produção do setor, representando expressivos 10,8% do Produto Interno Bruto (PIB) do país.

O Rio Grande do Sul destaca-se como uma região vital na produção de bebidas no Brasil, não apenas por sua contribuição econômica, mas também pela excelência dos produtos, os quais refletem as ricas tradições culturais e históricas do estado (FIERGS, 2023). No entanto, o sucesso contínuo da indústria de bebidas não é garantido apenas pela demanda de mercado e condições econômicas favoráveis; é igualmente dependente da garantia da qualidade e segurança dos produtos elaborados

No entanto, o sucesso contínuo da indústria de bebidas não depende apenas da demanda de mercado e de condições econômicas favoráveis, mas também da garantia da qualidade e segurança dos produtos elaborados. A realização inadequada dos Procedimentos Padrão de Higienização Operacional (PPHO), particularmente das instalações e dos equipamentos de processamento, afeta não somente as características sensoriais dos produtos, mas também constitui um risco considerável para a saúde dos consumidores (Smith; e Jones, 2021).

Monteiro (2021) salienta que os profissionais nas indústrias alimentícias enfrentam desafios para o controle e a eliminação de fontes de contaminação e destaca, particularmente, que deve ser dada atenção à avaliação dos PPHO. Ressalta também as limitações inerentes às análises microbiológicas convencionais, enfatizando a necessidade de métodos mais eficazes para a supervisão dos processos de higienização.

Dentre estes métodos, a técnica de ATP bioluminescência é uma importante estratégia empregada pela indústria alimentícia para o controle higiênico das superfícies de equipamentos e utensílios, uma vez que mensura o ATP orgânico (FURTULA *et al*, 2020).

Esta técnica de coleta utilizada há o uso de *swabs* estéreis previamente umedecidos em solução de extração de ATP. A determinação dos níveis de ATP presentes nas amostras foi conduzida por meio de uma abordagem de bioluminescência. Após a coleta de amostra da superfície, o *swab* foi introduzido em uma cubeta contendo o complexo enzimático luciferina luciferase, presente no kit Ultrasnap (Hygiena, EUA). Na cubeta, ocorreu a reação entre o ATP e o complexo enzimático formando luz, cuja a quantidade foi medida no aparelho. De acordo com Lima (2015), a rapidez na obtenção e interpretação dos resultados desse método é uma das principais vantagens que sustentam a aplicação, atendendo, assim, às demandas de mercado por abordagens rápidas e simplificadas.

Portanto, o presente estudo propôs a reavaliação dos PPHO nas linhas de envase e armazenamento de bebidas, visando aprimorar a qualidade microbiológica dos produtos em uma empresa situada no Rio Grande do Sul (RS). Ao adotar essa abordagem, buscou-se contribuir para garantir a qualidade higiênico-sanitária dos produtos na indústria de bebidas, alinhando às exigências do mercado por processos eficazes e confiáveis.

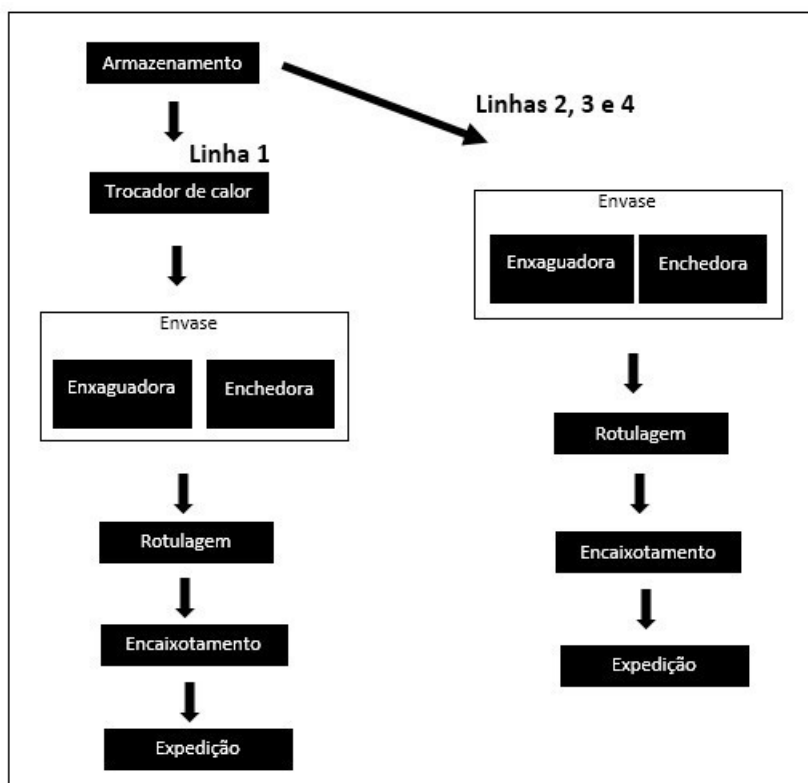
Materiais e Métodos

Este estudo foi realizado em uma empresa de bebidas no Rio Grande do Sul. Atualmente, esta indústria possui em suas linhas de produção os equipamentos de envase das bebidas onde são compostos por um conjunto de dois módulos sequenciados, sendo eles: a enxaguadora e a enchedora. O primeiro módulo executa a etapa de lavagem das garrafas. Inicialmente, as garrafas são conduzidas por um trilho transportador e agarradas por pinças que realizam sua viragem.

Em seguida, elas são direcionadas aos bicos lavadores, que lançam jatos d'água clorada (2 mg/L) em seu interior. Após a lavagem, as garrafas permanecem invertidas para permitir o escoamento da água. Posteriormente, são viradas novamente para serem enchidas.

No módulo seguinte a enchedora, ocorre o processo de envase da bebida. As garrafas lavadas são automaticamente direcionadas à cúpula rotativa de enchimento, onde são alinhadas com as válvulas que despejam a bebida em seu interior. A bebida é fornecida à enchedora através de uma tubulação conectada à cantina, onde é armazenada. Após envase, a bebida segue os próximos passos conforme os fluxogramas representativos de processo (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma de processo de envase das bebidas.



Fonte: a autora (2024).

A necessidade de revisão dos PPHO iniciou-se quando se verificou que havia formação de incrustação por sais minerais (ácido tartárico) em uma das linhas de produção (Quadro 1).

Quadro 1- Linhas de elaboração de bebidas e pontos de amostragem para análise com o luminômetro.

Local de produção de bebidas	Pontos de amostragem das superfícies processadoras
Linha 1A - Suco integral de uva	Válvulas da enchedora (Ponto 1)
Linha 1B - Destilados	Válvulas da enchedora (Ponto 2)
Linha 2 - Vinhos A	Válvulas da enchedora (Ponto 3)
Linha 3 - Vinhos B	Válvulas da enchedora (Ponto 4)

Fonte: a autora (2024).

A revisão documental para cada linha de processamento de bebida foi o primeiro passo para adequação dos PPHO. Além da revisão destes procedimentos, fez-se a amostragem das superfícies por *swab*, leitura em um luminômetro *Hygiena Ensure Touch* (*Hygiena*, EUA) para a medida quantitativa da presença de adenosina trifosfato (ATP), um indicador de contaminação orgânica (*Hygiena, 2021*).

Esta tecnologia possibilitou uma avaliação rápida e objetiva da etapa de limpeza. O instrumento foi operado de acordo com as instruções do fabricante. Foram realizados 25 testes para ATP bioluminescência, para cada linha em 5 dias diferentes. Os resultados obtidos eram: (i) "aprovado" se houvesse uma escala entre 0 a 19 RLU (Unidades de Luz Relativa), indicando que o procedimento de limpeza realizado estava adequado ou; "atenção", se 20 a 59 RLU, indicando uma limpeza satisfatória, sugerindo a necessidade de uma possível reavaliação do procedimento ou; "reprovado", acima de 60 RLU, apontando para uma inadequação do procedimento, sendo necessária a repetição da limpeza.

Essa categorização segue os padrões definidos pela empresa *Higiena*, em conformidade com as diretrizes estabelecidas tanto pela *Food and Drug Administration* (FDA) dos Estados Unidos quanto pela *European Food Safety Authority* (EFSA) na Europa, garantindo um alinhamento com práticas de segurança dos alimentos internacionalmente reconhecidos (*Hygiena*, 2021).

Os resultados obtidos a partir da avaliação dos procedimentos adotados pela indústria de bebidas foram utilizados para a realização das melhorias a serem implementadas. Após discutirmos as melhorias, estas foram implementadas. Essas alterações tiveram como objetivo principal garantir a segurança dos produtos envasados, certificando que atenderiam aos padrões de qualidade e higiene exigidos pela empresa.

Resultados e Discussão

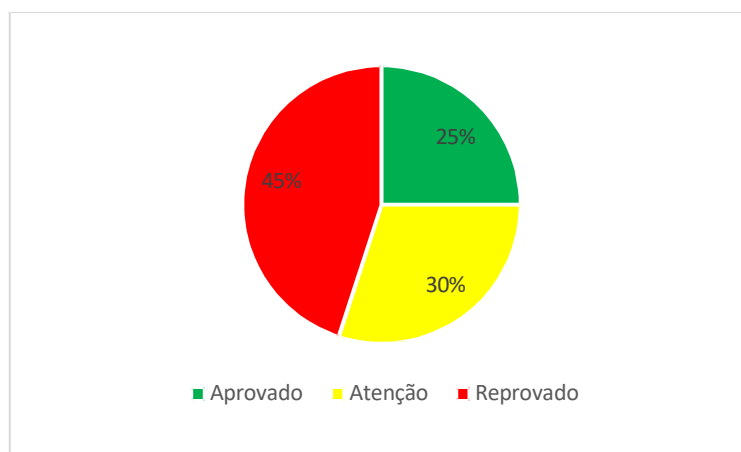
Durante a investigação dos processos de limpeza nas linhas de envase (Figura 1), observou-se a variação da eficácia de remoção de resíduos em função das características específicas das bebidas envasadas. Por meio dos resultados obtidos através da amostragem por *swab* e leitura utilizando luminômetro, mostraram a necessidade de reavaliação dos procedimentos de limpeza.

Na Linha 1, onde ocorre o envase de suco de uva integral (linha 1A) e destilados (linha 1B), verificou-se por inspeção visual a presença de resíduo mineral proveniente de suco integral de uva (incrustações). Após realização dos primeiros testes utilizando ATP bioluminescência, pode-se verificar a necessidade de melhoria dos PPHO dos equipamentos das linhas, e conseqüentemente, também a necessidade de validação destes procedimentos. Afinal, 45% dos resultados obtidos foram de “reprovação” para a limpeza realizada nesta linha (Figura 2).

A limpeza dos equipamentos para a produção de destilados e suco de uva, linhas 1A e 1B, era realizada apenas no final do processamento de cada uma destas bebidas. Ressalta-se ainda que após o processo de elaboração de suco era realizado somente o procedimento de limpeza com detergente básico e enxague com água quente a

80°C. Assim, não havendo aplicação de detergente ácido e nem aplicação de um sanitizante químico. Pelo fato de realizar o procedimento de higienização incompleto, verificava-se a presença de incrustações nas superfícies em diferentes pontos destas linhas, o que resultava em valores fora do padrão estabelecido como “aprovado” (0 a 19 URL), conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 –Resultados para as análises de ATP bioluminescência encontrados para a Linha 1 A e 1B: “aprovado” (1 a 19 URL); “atenção” (20 a 59 URL) e “reprovado” (acima de 60 URL).



Fonte: a autora (2024).

De acordo com Helmenstine (2024) as incrustações nas superfícies em contato com alimentos, são resultado da presença de sais minerais, ou proteínas desnaturadas ou ainda devido a presença de açúcar caramelizado. Smith, J., & Brown, A. (2023) atribuíram este fenômeno de formação de depósito à presença de sais minerais, uma vez que a bebida, o suco de uva, contém uma variedade de minerais essenciais, incluindo potássio, magnésio, manganês, cálcio, sódio e ferro. Diante destes resultados, melhorias no PPHO da linha 1A foram implementadas, sendo elas destacadas no Quadro 2.

Quadro 2- Melhorias implementadas no Procedimento Padrão de Higienização Operacional (PPHO) para as linhas avaliadas.

Linha	Etapa do Procedimento Padrão de Higienização Operacional (PPHO)	Melhoria Implementada
1A	Limpeza	Aplicação do detergente ácido (ácido nítrico e fosfórico, 1% - v/v) após aplicação enxague do detergente alcalino (soda cáustica – NaOH, 1% - v/v).
1A	Sanitização	Aplicação de ácido peracético (3 mg/L), circula a solução na tubulação, após esgota.
2	Limpeza	Aplicação do detergente alcalino sem formação de espuma à 2% (v/v) de concentração, por 20 min.
3	Limpeza	Correção do processo e consequentemente o aumento do tempo de contato do detergente alcalino de 15 para 25 min.

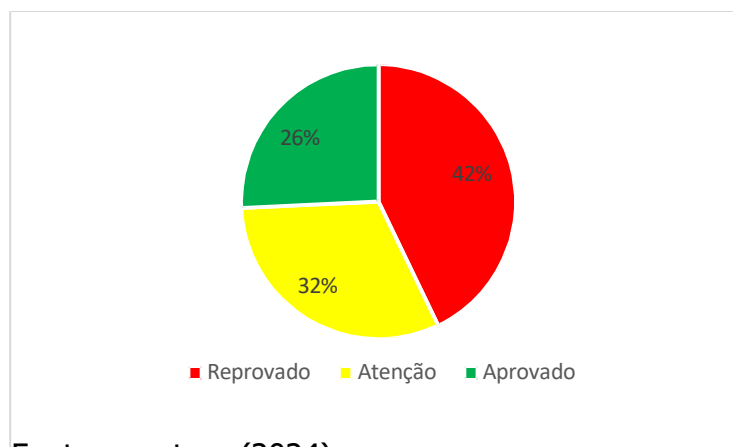
Fonte: a autora (2024).

Após as melhorias realizadas para os PPHO da Linha 1 (Quadro 2), não mais se obteve resultados de “reprovação” (acima de 60 URL), ou seja, o percentual de aprovação de 25% (Figura 3) subiu para 100%. Portanto, sendo eficazes as mudanças realizadas, principalmente no que se refere a presença de incrustações nas superfícies.

A Linha 2 é uma linha especificamente designada para o envase de vinhos. Inicialmente, o processo de limpeza era realizado ao final do ciclo de envase desta bebida por meio de um procedimento *Clean In Place* (CIP). Este procedimento consistia em um pré-enxágue com água a temperatura ambiente (temperatura variável de acordo com a estação do ano), seguida da aplicação de uma solução aquosa com detergente alcalino na concentração de 1% (v/v) sem formação de espuma, que circulava por 20 min.

Após esse processo, as válvulas eram esgotadas manualmente pela operadora, garantindo o contato da solução com a válvula do equipamento. Em seguida, eram realizados dois enxágues com água potável, em temperatura ambiente, seguida pela circulação do sanitizante ácido peracético na concentração de 3% (v/v), antes do próximo ciclo de envase. Somente uma vez ao mês, a limpeza era realizada com detergente ácido, após a aplicação do detergente básico. Os testes de ATP foram empregados para avaliar a eficácia deste procedimento de limpeza. Observou-se que a maioria dos resultados foram insatisfatórios, ou seja, 43% de “reprovação” e 26% “aprovado” (Figura 3) e, portanto, concluindo a necessidade de revisão e melhoria dos PPOH para estas linhas de envase.

Figura 3 - Resultados para as análises de ATP bioluminescência encontrados para a Linha 2: “aprovado” (1 a 19 URL); “atenção” (20 a 59 URL) e “reprovado” (acima de 60 URL).



Fonte: a autora (2024).

Para melhorar esses resultados, inicialmente revisou-se o PPOH, buscando compreender as causas dos resultados insatisfatórios. Shimit (2021) conclui que é necessário um entendimento correto das características da sujidade, para o auxílio na escolha de estratégias de limpeza que maximizam a eficiência e mantêm a conformidade com regulamentos de higiene e segurança.

Observando a natureza química da sujidade na Linha 2, que envasa apenas vinhos, pode-se classificar resíduos orgânicos ocasionados pelos açúcares presentes na bebida. Portanto, conhecendo o tipo de sujidade e superfície de contato, foram realizadas modificações para os PPHO para a Linha 2, sendo elas destacadas no Quadro 2.

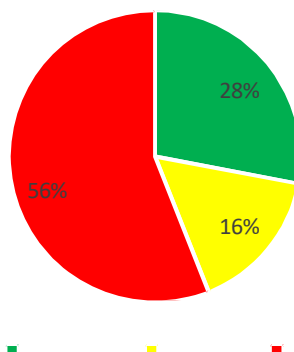
Inicialmente, optou-se por ajustar apenas a concentração do detergente básico para 2% (v/v), mantendo o restante do Procedimento Padrão de Higienização Operacional (PPHO) inalterado, que inclui pré-enxágue com água em temperatura ambiente, circulação do detergente alcalino por 20 min, enxágue e sanitização antes do próximo ciclo de envase. Com essa modificação, observou-se uma melhora significativa, alcançando 100% de aprovação nos testes de validação subsequente.

Portanto, os resultados reiteram a importância de práticas de higiene adequadas, com ênfase nas características dos resíduos das bebidas, como o teor de açúcar, para assegurar a integridade e a qualidade do produto final.

Na Linha 3, que também é utilizada para o envase de vinhos, as operações de limpeza são executadas através de um sistema CIP. A principal distinção entre a Linha 3 e a Linha 2 reside no tamanho do tanque da enchedora, sendo que o tanque da Linha 2 possui capacidade para armazenar o dobro de bebida (1000 L). O procedimento de limpeza inicia-se com um pré-enxágue utilizando água à temperatura ambiente, seguida pela adição de detergente alcalino a 1% (v/v), conforme recomendação do fabricante. Após a circulação da solução de limpeza por 15 min, procede-se à drenagem manual de cada válvula, finalizando com um enxágue final com água à temperatura ambiente, procedimento similar ao adotado na Linha 2.

Os resultados dos testes de ATP foram realizados para verificar a eficácia deste procedimento de limpeza. Observamos por meio dos resultados obtidos que apenas 28% dos testes apresentaram-se “aprovados”, 16% como “atenção” e 56% como “reprovados” e, portanto, necessitando de revisão do PPOH para atender aos padrões desejados de higiene e segurança da empresa (Figura 4).

Figura 4 - Resultados para as análises de ATP bioluminescência encontrados para a Linha 3: “aprovado” (1 a 19 URL); “atenção” (20 a 59 URL) e “reprovado” (acima de 60 URL).



Fonte: a autora (2024).

Para melhorar os procedimentos de limpeza realizados na Linha 3, foi essencial analisar a dinâmica do processo CIP. Verificou-se que o tempo de contato da solução alcalina com as válvulas da enchedora era inadequado, principalmente porque, durante a drenagem da solução das válvulas, a solução era simultaneamente drenada por uma tubulação secundária para acelerar o processo, o que impedia um contato efetivo. Assim, para melhorar a eficiência da limpeza, o tempo de contato do detergente foi aumentado de 15 para 25 min, corrigindo o método de drenagem (Quadro 2). Essa modificação levou a uma melhoria expressiva, resultando em 100% de aprovação nos testes ATP bioluminescência subsequentes para validação da limpeza.

Durante a revisão dos PPHO, observou-se também que havia deterioração na superfície dos tanques de aço inoxidável usados no armazenamento do suco de uva integral. Este problema foi relacionado aplicação inadequada de um detergente alcalino, com pH muito elevado, para limpeza das superfícies destes tanques. Como resultado observou-se a formação de manchas esbranquiçadas e foscas, ou seja, incrustação de sais minerais e remoção da camada passivadora (Figura 5a). Para isso, desenvolveu-se aplicou-se um detergente formulado a base de Ácido Fosfórico e Bifluoreto de Amônio (Halitec, Brasil), para remover de maneira eficaz o resíduo mineral e recuperar a camada passivadora do aço inoxidável dos tanques.

Assim, aplicou-se manualmente, com o auxílio de uma esponja de fibra sintética, o detergente na concentração de 15% (v/v) por 10 min (Figura 5b). Após, enxaguou-se com água a temperatura ambiente, e aguardou a secagem natural da superfície. Observou-se que após aplicação do detergente ácido, houve remoção da incrustação de sais minerais, o que resultou na recuperação da camada passivadora e, consequentemente, em uma superfície “brilhante”.

Figura 5- Tanque de aço inoxidável para armazenamento de suco: (a) destaque para a presença de manchas esbranquiçadas de minerais incrustados na superfície; (b) aplicação do detergente ácido na etapa de limpeza; (c) tanques após a limpeza com detergente ácido.



(a)



(b)



(c)

Fonte: a autora (2024).

Martinez e Garcia (2022) ressaltam que os processos de degradação da camada passivadora em aço inoxidável podem ocorrer devido à exposição a químicos agressivos, altas temperaturas e ambientes salinos. Eles destacam técnicas de restauração dessa camada, incluindo a aplicação de ácido nítrico ou cítrico para eliminar ferro livre e outras impurezas da superfície, um tratamento que facilita a oxidação do cromo e é essencial para otimizar a camada de óxido de cromo que confere ao aço suas propriedades anticorrosivas.

Conclusão

Este estudo, sobre as práticas de controle higiênico-sanitário nas linhas de envase de uma indústria de bebidas no Rio Grande do Sul, enfatiza a necessidade de adaptar e aprimorar continuamente os PPHO. A aplicação da bioluminescência de ATP provou ser um método eficaz para avaliar a presença de contaminações orgânicas, facilitando a identificação das áreas onde os processos de limpeza necessitavam de melhorias.

Antes da revisão dos PPHO, os resultados obtidos sinalizam que algumas linhas de produção exibiam padrões de higiene insatisfatórios, especialmente aquelas dedicadas ao envase de vinhos, mostravam deficiências claras. A complexidade das bebidas envasadas, particularmente o alto conteúdo de açúcar e minerais nos vinhos, introduziu desafios adicionais na remoção de resíduos, exigindo uma seleção cuidadosa de detergentes e uma adaptação dos tempos de contato e concentrações.

A reavaliação e refinamento dos PPHO, incluindo ajustes no uso de detergentes e no tempo de procedimentos de limpeza, resultaram em uma melhoria notável na qualidade higiênica, comprovada pelos testes subsequentes de ATP que indicaram 100% de aprovação. Isso não apenas reforça a importância de uma manutenção rigorosa e adaptada das práticas de limpeza para garantir a segurança dos alimentos, mas também ressalta a necessidade de responder dinamicamente às especificidades das diferentes linhas de produção dentro da indústria de bebidas.

Portanto, este estudo destaca a importância de monitoramento contínuo, avaliação rigorosa e adaptação flexível dos procedimentos de higiene para assegurar a qualidade dos produtos e a conformidade com as normas de qualidade, garantindo assim a segurança e o sucesso a longo prazo das operações de produção na indústria de bebidas. O compromisso com práticas de higiene é essencial para a confiança do consumidor e a integridade da marca no mercado competitivo de qualquer alimento.

Referencias Bibliograficas

ABIA, Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. (2023). Relatório anual 2022. Disponível em: www.abia.org.br. Acesso em: 10 mai. 2024.

FIERGS, Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul. (2023). Panorama da indústria de bebidas no Rio Grande do Sul. Disponível em: www.fiergs.org.br. Acesso em: 12 mai. 2024.

FURTULA, V.; SINKOVIC, S.; PODOLIC, T.; PAVIC, M.; KOMES, D.; DEKIC, S. (2020).

Aplicação da bioluminescência de ATP para controle higiênico na indústria de alimentos. *Revista de Higiene Alimentar*, 32(3), 214-221.

HELMEISTINE, A. M. (2024). Chemical composition and formation of mineral deposits in food processing equipment. *Journal of Food Engineering*, 256, 123-134.

Hygiena. (2021). Manual de operação do luminômetro Ensure Touch. Disponível em: www.hygiena.com. Acesso em: 20 mar. 2024.

LIMA, R. C. (2015). Avaliação da bioluminescência de ATP como ferramenta de monitoramento higiênico-sanitário em superfícies de indústrias alimentícias. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MARTINEZ, J. A.; GARCIA, E. F. (2022). Técnicas de restauração de camada passivadora em tanques de aço inoxidável utilizados na indústria alimentícia. *Journal of Food Safety and Quality*, 15(4), 345-357.

MONTEIRO, P. C. (2021). Desafios e soluções para o controle de contaminação em indústrias alimentícias. *Revista Brasileira de Segurança Alimentar*, 10(1), 45-56.

Shimit, R. K. (2021). Effective strategies for cleaning food processing equipment. *Food Technology Magazine*, 34(2), 67-78.

Smith, J.; Jones, P. (2021). Assessing the limitations of traditional microbiological methods in food safety. *International Journal of Food Microbiology*, 150(2), 87-95.

Smith, J.; Brown, A. (2023). Mineral deposition and fouling in beverage processing equipment: Causes and solutions. *Beverage Industry Journal*, 29(5), 112-123.