

MONITORAMENTO DA HIGIENIZAÇÃO CIP: USO DE ATP E SWAB MICROBIOLÓGICO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Inara Corrêa Barros¹, Mayra Aparecida Silva Reis¹, Eliane Maurício Furtado Martins¹,
Aurélia Dornelas de Oliveira Martins¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA/IF Sudeste MG), Campus Rio Pomba

Contato/email: aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19004217>



O monitoramento da higienização em sistemas CIP deve integrar análise de ATP e swab microbiológico, pois os métodos fornecem informações complementares sobre remoção de resíduos orgânicos e presença de microrganismos.

INTRODUÇÃO

Na indústria de alimentos, os perigos associados à segurança dos produtos são classificados em físicos, químicos e microbiológicos. Entre esses, a contaminação microbiológica representa a principal preocupação, pois a presença de microrganismos nos alimentos apresenta riscos à saúde do consumidor (García *et al.*, 2024).

Dessa forma, a segurança dos alimentos constitui um dos pilares da saúde pública, uma vez que falhas no controle higiênico-sanitário ao longo do processamento podem resultar na contaminação dos produtos e na ocorrência de doenças veiculadas por alimentos.

A higienização adequada de instalações, equipamentos e superfícies em contato com alimentos assume papel estratégico na prevenção da contaminação microbiológica e na manutenção da qualidade dos produtos. A efetividade dessas práticas está diretamente relacionada à correta aplicação dos procedimentos de limpeza e sanitização, à padronização operacional e ao monitoramento contínuo das etapas envolvidas, de modo a assegurar a remoção de resíduos orgânicos e a redução da carga microbiana.

Diante da crescente complexidade dos processos industriais e da necessidade de maior controle e reprodutibilidade das operações de higienização, sistemas automatizados de limpeza passaram a ser amplamente adotados na indústria de alimentos, destacando-se, nesse contexto, os sistemas de limpeza

Cleaning in Place (CIP). Sistemas de limpeza CIP são muito utilizados na indústria de alimentos e bebidas por permitirem a higienização de equipamentos fechados, sem necessidade de desmontagem, de forma padronizada e segura.

Esses sistemas utilizam a ação combinada de agentes químicos alcalinos e ácidos, associada a condições controladas de temperatura elevada, turbulência e altas vazões. O desempenho do processo está diretamente relacionado a parâmetros como a natureza e a concentração dos detergentes utilizados, as condições térmicas e hidráulicas, a qualidade da água, além das características construtivas dos equipamentos e do próprio sistema de limpeza (Moerman; Rizoulières; Majoor, 2014).

O monitoramento da limpeza é crucial, uma vez que permite avaliar se os procedimentos adotados são capazes de remover adequadamente resíduos orgânicos e reduzir a carga microbiológica a níveis aceitáveis. Para essa finalidade, diferentes métodos analíticos vêm sendo empregados na indústria de alimentos, destacando-se a análise de ATP por bioluminescência e o swab microbiológico de superfícies, os quais fornecem informações complementares sobre a eficiência dos processos de limpeza CIP.

MÉTODOS DE MONITORAMENTO DA HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA

O ambiente de processamento de alimentos é um ponto crítico, onde a segurança e a qualidade dos produtos podem ser comprometidas pela presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes. Nesse sentido, o monitoramento consiste em uma ferramenta essencial para assegurar elevados padrões de higiene e eliminar riscos associados à inocuidade dos alimentos (Crandall et al., 2024).

O monitoramento da limpeza CIP tem como objetivo verificar se o processo de higienização está ocorrendo conforme o esperado e se mantém sua eficácia ao longo do tempo. Os métodos de monitoramento devem ser sensíveis, reprodutíveis e aplicáveis à rotina industrial. A escolha dos métodos deve ser baseada na Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) da planta industrial específica. No entanto, nenhum método isolado é capaz de fornecer uma visão completa do estado higiênico de um equipamento, especialmente quando se considera a complexidade das superfícies internas, a presença de pontos mortos e a possível formação de biofilmes. Dentre as principais formas de monitoramento e avaliação estão as análises microbiológicas e bioluminescência de ATP.

Análise ATP Bioluminescência

Ferramentas rápidas de monitoramento da higiene baseadas na detecção de ATP têm sido empregadas de forma recorrente na indústria de alimentos como suporte à avaliação da eficiência dos processos de limpeza.

A análise de ATP baseia-se na detecção da adenosina trifosfato por meio de uma reação de bioluminescência catalisada pela enzima luciferase. O ATP é uma molécula e está presente em resíduos orgânicos de origem vegetal, animal e microbiana, o que torna o método um indicador indireto de sujidade residual. Portanto, a presença de ATP em superfícies indica falhas na higienização e sugere a existência de contaminantes, como resíduos orgânicos e microrganismos. Além de representarem um risco imediato à segurança dos alimentos, tais resíduos podem fornecer condições favoráveis ao crescimento microbiano, interferir na eficácia dos agentes sanitizantes e contribuir para a formação de biofilmes. (Bakke, 2022).

O ATP é amplamente utilizado como ferramenta de monitoramento de rotina devido à rapidez do resultado, facilidade operacional e possibilidade de aplicação imediata após o ciclo de limpeza. O resultado é expresso em unidades relativas de luz (URL), cuja interpretação depende de limites previamente estabelecidos pela empresa.

Apesar de sua ampla utilização, o ATP apresenta limitações relevantes do ponto de vista microbiológico. O método não distingue a origem do ATP detectado, nem indica a viabilidade de microrganismos presentes na superfície. Além disso, superfícies podem apresentar baixos valores de ATP mesmo na presença de microrganismos viáveis, especialmente quando há formação de biofilmes; os resíduos orgânicos foram removidos, mas células permanecem aderidas; sanitizantes inativam células sem remoção física completa. Dessa forma, a análise de ATP não deve ser interpretada como indicador direto de segurança microbiológica, mas sim como ferramenta de avaliação da remoção de matéria orgânica.

Swab microbiológico de superfícies

A coleta de amostras em superfícies, seguida da detecção e quantificação de microrganismos, constitui uma etapa essencial nos programas de monitoramento da higiene. De forma convencional, swabs de algodão são empregados nesse processo; entretanto, atualmente, encontram-se disponíveis diferentes tipos de swabs produzidos com materiais alternativos e em variadas dimensões, desenvolvidos para atender a distintas aplicações e superfícies (Jansson et al., 2020).

O swab microbiológico consiste na coleta de microrganismos presentes em uma área definida da superfície do equipamento, seguida de análise microbiológica por métodos de cultivo. Diferentemente do ATP, esse método permite a detecção de microrganismos viáveis, fornecendo evidência direta de contaminação microbiológica residual. Após a etapa de amostragem, o swab é acondicionado em um recipiente contendo solução diluente, possibilitando a liberação e a suspensão dos microrganismos coletados. Posteriormente, a amostra é submetida à análise microbiológica por meio de plaqueamento em meio de cultura adequado, sendo os resultados expressos como unidades formadoras de colônia por centímetro quadrado (UFC/cm²).

Entre as principais limitações do método destacam-se o maior tempo necessário para a obtenção dos resultados, o custo operacional mais elevado, a representatividade restrita à área efetivamente amostrada e a forte dependência da técnica de coleta empregada. Esses aspectos dificultam sua utilização como ferramenta única de monitoramento de rotina; entretanto, não reduzem sua importância técnica no controle da higiene e na validação dos processos de limpeza.

A aplicação integrada desses dois métodos (Figura 1) possibilita uma compreensão mais abrangente do desempenho do sistema CIP, reduz a ocorrência de interpretações equivocadas baseadas em um único indicador e favorece uma tomada de decisão mais bem fundamentada tecnicamente, conferindo maior robustez ao controle microbiológico do processo. Em contrapartida, a ausência dessa abordagem integrada pode levar tanto à liberação prematura de equipamentos quanto à detecção tardia de falhas, quando os impactos já se refletem no produto final.

Figura 1 – Comparativo entre métodos de monitoramento da higienização: ATP e swab microbiológico.



Fonte: Autoria própria (2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento da higienização em sistemas industriais deve ser conduzido de maneira criteriosa, considerando tanto o alcance quanto as limitações dos métodos empregados. A utilização de métodos complementares amplia a confiabilidade das avaliações e reduz a probabilidade de decisões fundamentadas em indicadores isolados.

A eficácia dos programas de limpeza depende da definição consistente de critérios, da padronização das rotinas de monitoramento e da capacitação contínua das equipes. A análise crítica dos resultados e sua integração aos sistemas de gestão da qualidade são determinantes para a melhoria contínua dos processos e para o fortalecimento da segurança dos alimentos.

REFERÊNCIAS

- BAKKE, M. A Comprehensive Analysis of ATP Tests: Practical Use and Recent Progress in the Total Adenylate Test for the Effective Monitoring of Hygiene. **Journal of Food Protection**, v. 85, 7. ed., p. 1079-1095, 2022. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-384>
- CRANDALL, P.G.; O'BRYAN, C.A.; WANG, D.; GIBSON, K.E.; OBE, T. Environmental monitoring in food manufacturing: Current perspectives and emerging frontiers. **Food Control**, v. 159, 110269, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110269>
- GARCÍA, L.H.; MANZANARES, P.; MARCOS, J.F.; CULEBRAS, P.V.M. Effect of antifungal proteins (AFPs) on the viability of heat-resistant fungi (HRFs) and the preservation of fruit juices. **International Journal of Food Microbiology**, v. 425, p. 110886, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110886>
- JANSSON, L.; AKEL, Y.; ERIKSSON, R.; LAVANDER, M.; HEDMAN, J. Impact of swab material on microbial surface sampling. **Journal of Microbiological Methods**, v. 176, 106006, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.106006>
- MOERMAN F.; RIZOULIÈRES, P.; MAJOOR, F.A. **Cleaning in place (CIP) in food processing**. In: LELIEVELD, H.L.M.; HOLAH, J.T.; NAPPER, D. Hygiene in Food Processing, p. 305-383, 2. ed., 2014. https://www.researchgate.net/publication/287028653_Cleaning_in_place_CIP_in_food_processing