

PROCESSO DE LIMPEZA CIP EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Paloma Mariana dos Santos¹; Mauro Luiz Begnini¹; Ana Paula Silva Capuci¹

¹ Universidade de Uberaba - Uniube

Autor correspondente: paulinha.aps@gmail.com

RESUMO

Um dos métodos de limpeza para equipamentos e linhas de um processo fechado mais utilizados em uma indústria alimentícia é o de limpeza *Cleaning In Place* (CIP). Com uma validação de processo eficiente, é possível padronizar e automatizar as variáveis de controle de acordo com os parâmetros estabelecidos. Este trabalho tem como objetivo descrever as etapas de limpeza no sistema CIP para garantia de uma operação eficiente, visando a qualidade assegurada do produto final. Para evidenciar a eficácia da limpeza CIP em um silo de leite fermentado, foi realizado amostragens de *swab* e água de enxágue final, sendo possível verificar por meio de análises laboratoriais a quantidade de coliforme total, *E-coli*, coliforme termotolerante, *enterobactérias*, bolor, CBT e ATP (adenosina trifosfato), além das análises visuais do silo e das plaquetas. Os resultados obtidos foram iguais a zero para resíduos orgânicos, químicos ou contaminações microbiológicas, estando dentro dos padrões esperados. Foi verificado que o modo de limpeza CIP atende os requisitos estabelecidos pela qualidade, buscando atender um padrão de sistema de gestão sobre as normas regulamentadoras, garantido um produto seguro para seu consumidor.

Palavras-chave: CIP, Processo, Controle.

ABSTRACT

One of the cleaning methods for closed process equipment and lines most used in a food industry is Cleaning in Place (CIP). With efficient process validation it is possible to standardize and automate control variables according to established parameters. This work aims to describe the cleaning steps in the CIP system to guarantee an efficient operation aiming at the assured quality of the final product. To demonstrate the effectiveness of CIP cleaning in a fermented milk silo, swabs and final rinse water were sampled, making it possible to verify through laboratory analyzes the amount of total coliform, E-coli, thermotolerant coliform, enterobacteria, mold, CBT and ATP (adenosine triphosphate), in addition to visual analyzes of the silo and platelets. The results obtained were equal to zero for organic, chemical residues or microbiological contamination, being within the expected standards. It was verified that the CIP cleaning mode meets the requirements established by quality, seeking to meet a management system standard on regulatory standards, guaranteeing a safe product for its consumer.

Keywords: CIP, Process, Control.

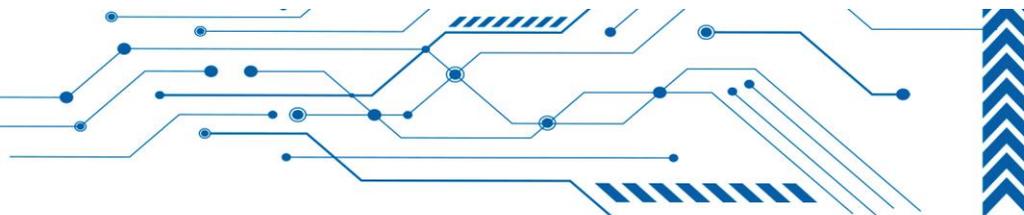
1. INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos deve produzir produtos seguros para o consumo. A limpeza física, química e biológica é pré-requisito para a segurança dos alimentos. Uma grande variedade de perigos pode contaminar os alimentos tais como micro-organismos e suas toxinas, produtos anteriormente fabricados e os ingredientes ativos como alergênicos, resíduos de agentes de limpeza e de sanitização e lubrificantes. Portanto, tanto os equipamentos de processo quanto os auxiliares necessitam de limpeza efetiva e regular, com ou sem desinfecção, para garantir o controle de tais perigos e para prevenir a contaminação cruzada dos produtos alimentícios (EHEDG, 2016).

A higienização deve remover os materiais indesejados (restos de alimentos, corpos estranhos, resíduos de produtos químicos e microrganismos) das superfícies a um nível tal que, os resíduos que persistirem, não apresentem qualquer risco para a qualidade e segurança do produto (ICTA, 2010).

Para realizar um programa de higienização com sucesso, é essencial compreender a natureza da sujidade que vai ser removida, saber escolher o método mais adequado para a sua remoção, assim como o método mais indicado para avaliar a eficácia do processo utilizado (ICTA, 2010).

Sistemas CIP - Este método de limpeza, designado a maioria das vezes, de limpeza CIP, iniciais da designação inglesa "*Cleaning In Place*", consiste numa instalação específica para higienização em circuito fechado. Nestes sistemas, tem lugar uma circulação, distribuição, aspersão e armazenamento de produtos de higienização e água sobre as superfícies a higienizar. Isto pode fazer-se de uma maneira automática (circuitos fixos) ou manual (circuitos



móveis). Estes tipos de sistemas apresentam um custo de instalação muito elevado e só se justificam para empresas de grandes dimensões (ICTA, 2010).

Desenvolver estratégias efetivas em sistemas CIP para reduzir a adesão microbiana e o biofilme nas superfícies industriais torna-se um aspecto fundamental para indústria e para saúde pública. Além disso, minimizar custos com consumo de energia e perda de produtividade, relacionadas à inatividade da planta frente a longas paradas para higienização, é de suma importância para o cenário industrial (Silva, 2019).

Este trabalho tem como objetivo descrever as etapas de limpeza no sistema CIP para garantia de uma operação eficiente, visando a qualidade assegurada do produto final.

2. METODOLOGIA

A indústria de alimentos deve propor limites de segurança que deverão ter um sistema de monitoramento, de medição e de registro com frequência definida para assegurar que o procedimento será efetivo e o que foi estabelecido será alcançado (Andrade, 2008).

Dentro dos limites estabelecidos, pode-se considerar que os perigos químicos, físicos e ou microbiológicos serão controlados. Dentre esses controles estão incluídos, por exemplo: I) as concentrações (mg. L^{-1}) dos princípios ativos das soluções sanitizantes; II) as concentrações dos detergentes; e III) as recomendações de qualidade microbiológica estabelecida com critério técnico para superfícies higienizadas, ambientes de processamento, manipuladores e de equipamentos (Andrade, 2008).

A validação das operações de limpeza e/ou desinfecção é necessária para garantir a conformidade e fornecer evidência documentada de que um procedimento de limpeza aprovado resultará em um equipamento limpo e adequado para o uso pretendido. A otimização de uma operação de limpeza pode resultar em uma subsequente redução de uso de substâncias químicas, de energia, de água, de trabalho, de tempo de parada e de efluentes (EHEDG, 2016).

Superfícies que estão no escopo da validação de limpeza são aquelas que entram em contato intencionalmente ou não com o produto, áreas de respingo de produto, de condensado, de líquidos ou de materiais que possam escoar, gotejar, espalhar, derramar ou retornar ao produto ou ao recipiente, além de superfícies que entram em contato com materiais de embalagem (EHEDG, 2016).

Validação é a ação que prova e documenta que o processo, procedimento ou método realmente e consistentemente conduz ao resultado esperado e, portanto, cumpre o objetivo de limpeza de um programa de controle de perigo. Validação não pode ser confundida com verificação. Uma vez que o processo de limpeza é validado, ele passa a ser rotineiramente aplicado, sendo monitorado e verificado (EHEDG, 2016).

Para determinação das concentrações dos produtos utilizados no processo de limpeza é aplicado a recomendação do fornecedor após juntamente realizarem a validação do processo.



Na indústria analisada, o processo de limpeza CIP é automatizado, para o controle e o monitoramento das concentrações dos produtos químicos utilizados no processo. A operação contempla instrumentos chamados de condutímetros, em que este realiza a leitura da condutividade do produto que pode ser convertida em valores de concentração. Para o Hidróxido de sódio, esses valores são demonstrados através da Tabela 1 onde é realizado a comparação do valor de condutividade, obtido no painel IHM, com o valor da concentração da solução.

Tabela 1 – Condutividade x concentração do Hidróxido de sódio

[% (m/m)]	Condutividade específica à 25°C [mS/cm]
1,0	24,3
1,1	25,5
1,2	27,6
1,3	29,9
1,4	32,2
1,5	34,5
1,6	36,8
1,7	39,1
1,8	41,4
1,9	43,6
2,0	45,9
2,1	48,2
2,2	50,5
2,3	52,8
2,4	55,1
2,5	57,4

Fonte: Diversey Brasil, 2017.

Pode-se observar a curva da relação condutividade x concentração do Hidróxido de sódio, conforme Figura 1 a seguir:

Figura 1 – Curva de condutividade x concentração do Hidróxido de sódio



Fonte: Diversey Brasil, 2017.

Para o Ácido nítrico, esses valores são demonstrados através da Tabela 2 onde é realizado a comparação do valor de condutividade obtido também no painel IHM com o valor da concentração da solução.

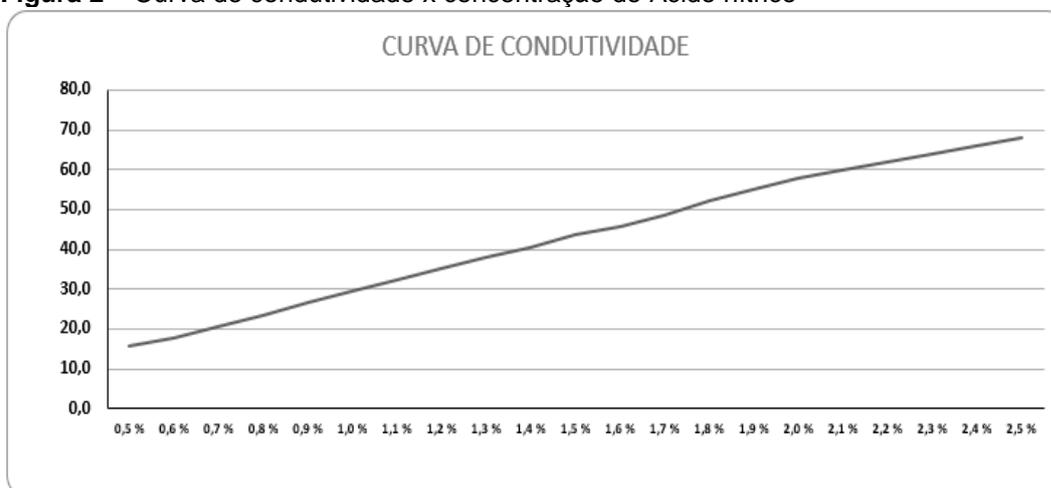
Tabela 2 – Condutividade x concentração do Ácido nítrico

[% (m/m)]	Condutividade específica à 25°C [mS/cm]
0,5	15,6
0,6	17,6
0,7	20,6
0,8	23,5
0,9	26,5
1,0	29,4
1,1	32,3
1,2	35,3
1,3	37,9
1,4	40,6
1,5	43,5
1,6	45,7
1,7	48,6
1,8	52,0
1,9	54,9
2,0	57,8
2,1	59,9
2,2	62,0
2,3	64,1
2,4	65,8
2,5	68,0

Fonte: Diversey Brasil, 2017.

Pode-se observar a curva da relação condutividade x concentração do Ácido nítrico, conforme Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Curva de condutividade x concentração do Ácido nítrico



Fonte: Diversey Brasil, 2017.

Em termos de etapas, a operação de higienização de equipamentos e tubulações pode esquematizar-se, conforme descrito na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Etapas da higienização de equipamentos e tubulações

Etapas	Ação
Enxágue	Remoção das sujidades maiores com aplicação de água.
Limpeza	Remoção das sujidades pela aplicação de detergentes básicos e/ou ácidos.
Enxágue	Remoção do detergente com água corrente.
Sanitização	Destruição de microrganismos pela aplicação de agente químico sanitizante ou calor.
Enxágue	Remoção de resíduos de sanitizante com água corrente.

Fonte: Adaptado de (ICTA, 2010).

No laticínio realizado os estudos, as etapas de higienização do processo ocorrem com enxágue inicial, de aproximadamente 10 minutos há 40°C utilizando água recuperada do enxágue final do processo anterior, removendo assim os resíduos e as partículas de sujidade dos equipamentos e das tubulações do processo.

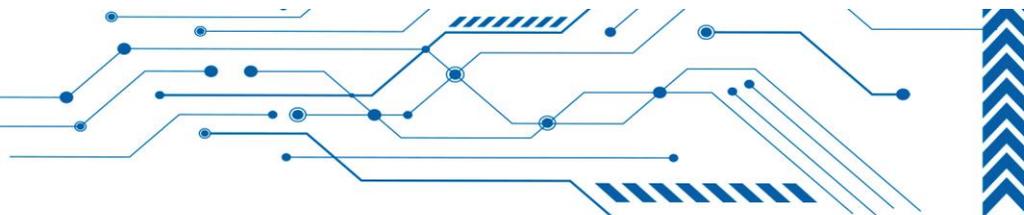
A temperatura da água é importante, pois se estiver muito elevada pode provocar a desnaturação de proteína; se estiver muito baixa, causa a solidificação de gordura. Assim, é recomendável que a temperatura seja cerca de 5°C acima do ponto de solidificação da gordura do alimento. Geralmente, temperaturas entre 35°C e 40°C atendem à maioria das indústrias (Andrade, 2008).

Os detergentes modificam a capacidade de penetração e remoção da sujidade pela água, por meio da transformação de gorduras, da solubilização de proteínas e da dissolução de sais minerais. O detergente deve apresentar características como saponificação, emulsificação, molhagem, solubilização de proteína, manutenção dos resíduos em suspensão, controle de minerais; não ser corrosivo e ser de baixo custo (Silva, 2010).

Dentre os alcalinos, incluem-se o hidróxido de sódio, o carbonato de sódio, o metassilicato de sódio, o ortossilicato de sódio e o sesquissilicato de sódio. Todos esses agentes apresentam como característica principal a liberação de íons hidroxila (OH-) que promovem a saponificação dos ácidos graxos constituintes da gordura e a solubilização dos resíduos de proteína (Andrade, 2008).

Como na maioria dos laticínios, na 2ª etapa de higienização do estudo, o agente alcalino utilizado é uma solução de Hidróxido de sódio com uma concentração de 1,5% a 2,0%, há 85°C, recirculando nos equipamentos e tubulações do processo por aproximadamente 30 minutos.

Na 3ª etapa é realizado o enxágue da solução alcalina do processo por 10 minutos, com água em temperatura ambiente.



Logo, é coletado uma amostra residual da água na linha e realizado teste com fenofaleína, confirmando assim que o equipamento ou linha está sem a solução alcalina, ou seja, apto para continuação da limpeza.

Para a 4ª etapa é utilizado uma solução de ácido nítrico com uma concentração de 1% a 1,5%, há 60°C, recirculando por 20 minutos.

Os ácidos participam da limpeza para remoção de sais minerais incrustados nas superfícies de equipamentos e utensílios. Estes reagentes podem ser orgânicos, a exemplo do ácido láctico, acético e tartárico ou inorgânicos como nítrico e o fosfórico. No entanto, os ácidos inorgânicos são corrosivos e precisam ser utilizados com inibidores de corrosão, enquanto os orgânicos são menos agressivos, porém mais caros. O ácido nítrico, por exemplo, transforma os sais insolúveis em água como carbonato de cálcio e carbonato de magnésio em nitrato de cálcio e de nitrato de magnésio, respectivamente e dióxido de carbono (Andrade, 2008).

Para finalizar o processo de limpeza CIP na 5ª etapa, é realizado o enxágue do ácido nítrico com água em temperatura ambiente por 10 minutos. Essa água é reutilizada na 1ª etapa da próxima higienização.

Logo após o final do processo é coletado uma amostra residual da água na linha e realizado teste com azul de bromotimol, confirmando assim que o equipamento ou linha está sem a solução ácida.

Para evidenciar a eficácia da limpeza CIP em um silo de leite fermentado foi realizado amostragens de *swab* e água de enxágue final, sendo possível verificar por meio de análises laboratoriais a quantidade de coliforme total, *E-coli*, coliforme termotolerante, *Enterobactérias*, bolor, CBT e ATP (adenosina trifosfato), além das análises visuais do silo e plaquetas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

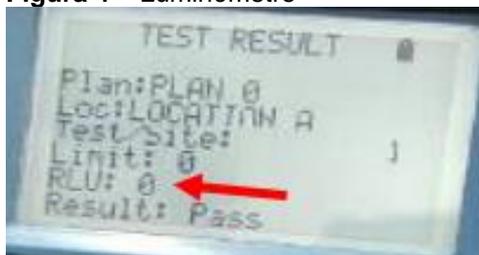
Após realizados todos os testes laboratoriais, os resultados das amostragens coletadas em *swab* e da água de enxágue final para os testes de coliforme total, *E-coli*, coliforme termotolerante, *enterobactérias*, bolor, CBT e ATP (adenosina trifosfato) apresentaram resultados iguais a zero, dentro dos padrões esperados. Logo abaixo, segue imagem o luminômetro, das plaquetas e do tanque.

Com o luminômetro foi possível excluir a presença de resíduos orgânicos, químicos e microrganismos na água final do processo de limpeza, conforme Figura 3 e 4 a seguir.



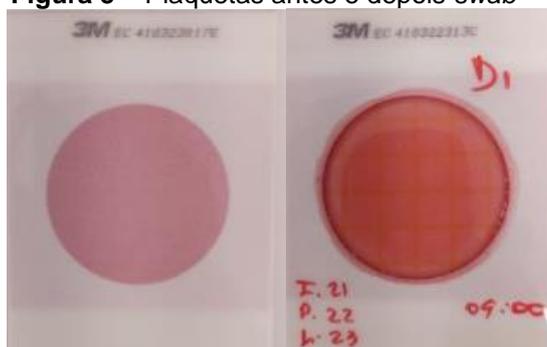
Figura 3 – Luminômetro

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2023.

Figura 4 – Luminômetro

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2023.

Com as análises laboratoriais realizadas conforme Figuras 5, plaquetas antes e depois da coleta de Swab e da Figura 6, plaquetas antes e depois da água de enxágue, foi possível excluir a presença dos microrganismos nas amostras coletadas.

Figura 5 – Plaquetas antes e depois swab

Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2023.

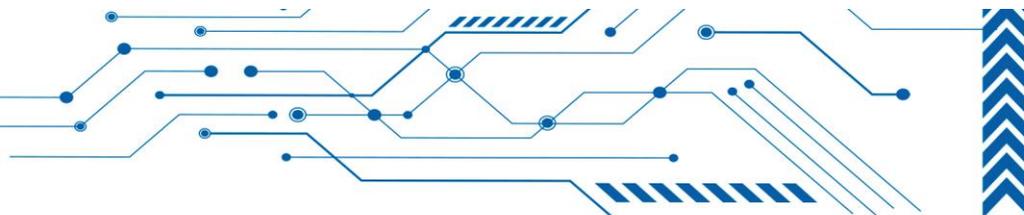


Figura 6 – Plaquetas antes e depois água de enxague



Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2023.

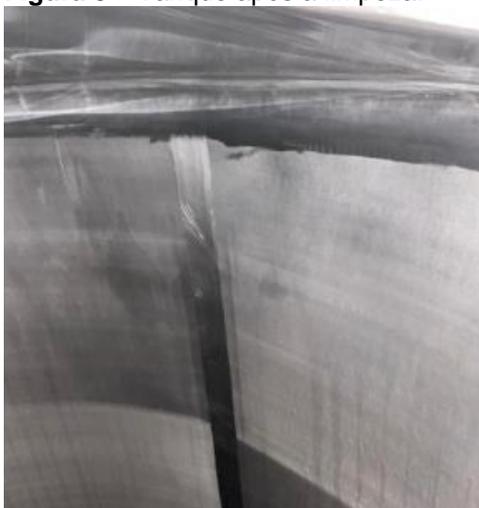
A seguir, para evidenciar a inspeção visual do tanque, temos a Figura 7 sendo o tanque antes da limpeza e a Figura 8 sendo o tanque após a limpeza.

Figura 7 – Tanque antes da limpeza



Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2023.

Figura 8 – Tanque após a limpeza.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores, 2023.



5. CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi descrever as etapas de limpeza no sistema CIP para garantia de uma operação eficiente, visando a qualidade assegurada do produto final. A partir dos resultados obtidos durante os testes, foi possível comprovar que o equipamento ou linha do processo está sem a presença dos microrganismos analisados e sem a presença de resíduos dos produtos químicos utilizados, dessa forma, comprovando a eficácia do processo de limpeza CIP para iniciar a produção sem contaminações.

Com o processo de limpeza automatizado, é possível controlar variáveis como: vazão, tempo, temperatura, condutividade, nível e fluxo, sendo os quatro primeiros os parâmetros utilizados para validação do processo. Com isso, o processo se torna confiável e estável.

Com os estudos realizados, é importante frisar que a indústria tenha uma validação de limpeza eficiente, pois uma vez ajustado os valores de receita, pautado nos resultados laboratoriais, não se faz necessário a repetibilidade do mesmo e sim apenas a verificação e a manutenção dos parâmetros para uma limpeza eficaz.

Pode-se afirmar, portanto, que o modo de limpeza CIP atende os requisitos estabelecidos pela qualidade, buscando atender um padrão de sistema de gestão sobre às normas regulamentadoras, garantido um produto seguro para seu consumidor.

REFERÊNCIAS

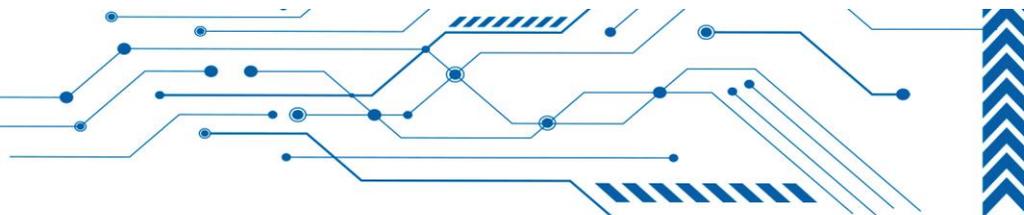
EHEDG. **Validação da limpeza na indústria de alimentos - princípios gerais**. 2016.

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ICTA). **Manual de higienização da indústria alimentar** 40 p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2010.

SILVA, Gilvan, **Higiene na indústria de alimentos** / Gilvan Silva, Paulo Ricardo Santos Dutra, Ivan Marques Cadima, - Recife: EDUFRPE, 2010. 134p.

SILVA, Lucas Donizete. **Otimização da limpeza CIP (clean in place) por meio de vazão pulsada**. 2019. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.351>

SILVA, P. R. Santos Dutra, I. M. Cadima. Higiene na indústria de alimentos. E-tec Brasil. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2010. Ozga Immig. Higienização na Indústria de Alimentos. Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2013.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Higiene na indústria de alimentos. Andrade, Nélío José de, 1952 **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos** / Nélío José de Andrade. -- São Paulo: Varela, 2008. 412p.

VIEIRA, Thainá Harris. Eficiência do processo de higienização e controle de contaminantes físicos em uma linha de produção de queijos análogos. universidade tecnológica federal do paraná, **Medianeira**, ano 2019, p. 0-79, 5 jul. 2019.

