Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

ELIEZER ALVES DA SILVA

IMPORTÂNCIA DO PROCESSO CLEAN IN PLACE (CIP) NA HIGIENIZAÇÃO DE TANQUES E EQUIPAMENTOS

Assis
2011

ELIEZER ALVES DA SILVA

IMPORTÂNCIA DO PROCESSO CLEAN IN PLACE (CIP) NA HIGIENIZAÇÃO DE TANQUES E EQUIPAMENTOS

Trabalho de conclusão de curso de graduação em Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como exigência para obtenção de título de Químico Industrial.

Orientador(a): Prof(a). Mary Leiva de Faria

Assis
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Eliezer Alves da

Importância do Processo Clean In Place (Cip) na Higienização de Tanques e Equipamentos/ Eliezer Alves da Silva. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2011

57p**.**

Orientador: Prof. Mary Leiva de Faria.
Trabalho de conclusão de curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Limpeza. 2. Higienização.3. Qualidade.

CDD: 660
Biblioteca da **FEMA**

IMPORTÂNCIA DO PROCESSO CLEAN IN PLACE (CIP) NA HIGIENIZAÇÃO DE TANQUES E EQUIPAMENTOS

ELIEZER ALVES DA SILVA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora.

Orientador(a): Dra. Mary Leiva de Faria

Analisador (1): Prof.(a) Dra. Silvia Maria Batista de Souza

ASSIS
2011

DEDICATÓRIAS

Dedico esse trabalho a Empresa BIORIGIN que tem investido parte de seu capital na arte de educar, contemplando a muitos com este incentivo ao estudo e sou um destes. Dedico a todos profissionais da química que de alguma forma irá utilizar este trabalho como fonte de informação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai de nosso Senhor e Salvador Jesus Cristo que me enviou o Espírito Santo para me ajudar nos momentos difíceis quando mais ninguém me podia me compreender, dando-me coragem, Fé e energia para vencer mais essa batalha de minha vida.

A professora, Mary Leiva de Faria pela orientação, pelo conhecimento transmitido e pelo constante estimulo durante o trabalho.

Aos amigos Paulo Ricardo, José Roberto, Rafael, Erik, demais colegas de classe pelo companheirismo e troca de conhecimentos e a todos que colaboraram direta ou indiretamente para conclusão do curso.

A minha família, em especial ao meu pai José e minha mãe Elza que me ensinaram o caminho reto, a minha esposa Márcia, que tem estado ao meu lado nos momentos de alegria e também nos momentos de dificuldade, me apoiando, me incentivando a nunca desistir e aos meus filhos, Mayara Beatriz e Miguel Vitor, que tem sido minhas fontes de inspiração para viver cada dia mais intenso em busca de um mundo melhor.

RESUMO

A ausência de um processo de higienização adequado pode colocar em risco a saúde do consumidor, além de poder diminuir a vida de prateleira dos alimentos, reduzindo assim, a qualidade do produto final. Isto mostra a importância da higienização (limpeza e desinfecção) das superfícies internas dos equipamentos industriais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é descrever o processo Clean in Place (CIP) na higienização de tanques e equipamentos na indústria de alimentos. A busca de novas tecnologias e novas formas de higienização levou os pesquisadores ao sistema de higienização CIP que não necessita da desmontagem das linhas e equipamentos ao serem higienizados. A eficiência do CIP está associado ao uso do Círculo de Sinner, que relaciona os agentes térmicos, agentes químicos e agentes mecânicos no tempo necessário para romper as ligações que mantém as sujidades aderidas às superfícies. A remoção dos resíduos varia muito de acordo com as características da sujidade sendo necessário o conhecimento especifico da sujidade produzida na indústria, para determinar a utilização de solução ácida, básica ou sanificante. O CIP mostra maior viabilidade econômica em relação a outros projetos de higienização, trazendo mais lucratividade as indústrias, visto que minimiza tempo, maior produção, menos desperdícios de soluções químicas, bem como mais segurança para os trabalhadores e para o produto final, visto que tem uma eficiência muito grande reduzindo num patamar aceitável os microrganismos. Tem como desvantagens possíveis pontos mortos em suas tubulações e a necessidade de mão de obra sempre qualificada. O trabalho traz também um capitulo exclusivamente dedicado aos alunos do ensino médio, abordando ácidos, bases e detergente. Com isso é possível concluir que o sistema de higienização é tão importante quanto qualquer outra faze de fabricação, se não for a mais importante, pois todo processo de fabricação estará comprometida se a higienização não for bem realizada. Para isso é necessário promover uma adequação do sistema, com parâmetros a serem seguidos à risca, seja na hora do desenvolvimento do projeto de CIP, seja na hora de executar a operação do sistema de higienização, para que se tenha sucesso e 100% de eficiência de limpeza que um sistema CIP pode oferecer.

Palavras chaves: Limpeza, Higienização, Qualidade.

ABSTRACT

The absence of an adequate process of hygienic cleaning can at risk place the health of the consumer, beyond being able to diminish the life of shelf of foods, being thus reduced, the final product quality. This sample the importance of the hygienic cleaning (cleanness and disinfection) of the internal surfaces of the industrial equipment. In this context, the objective of this work is to describe the Clean process in Place (CIP) in the hygienic cleaning of tanks and equipment in the food industry. The search of new technologies and new forms of hygienic cleaning took the researchers to the hygienic cleaning system CIP that does not need the dismount of the lines and equipment to be cleaned. The efficiency of the CIP is associated with the use of the Circle of Sinner, that relates the thermal agents, agent chemistries and mechanical agents in the time necessary to breach the linking that the dirtiness adhered to the surfaces keep. The removal of the residues very varies in accordance with the characteristics of the dirtiness being necessary the knowledge specifies of the dirtiness produced in the industry, to determine the use of acid, basic solution or sanificants. The CIP shows to greater economic viability in relation to other projects of hygienic cleaning, bringing more profitability the industries, since it minimizes time, greater production, little wastefulness of chemical solutions, as well as more security for the workers and the end item, since it has a very great efficiency reducing in an acceptable platform the microorganisms. It has as possible disadvantages dead spots in its tubing and the necessity of hand of always qualified workmanship. The work also brings one capitulates exclusively dedicated to the pupils of average education, approaching acid, bases and detergent. With this is possible to conclude that the hygienic cleaning system is so important how much any another one you make of manufacture, if will not be most important, therefore all process of manufacture will be compromised if the hygienic cleaning well will not be carried through. For this it is necessary to promote an adequacy of the system, with parameters to be followed to the scratch, either in the hour of the development of the CIP project, either in the hour to execute the operation of the hygienic cleaning system, so that if it has success and 100% of cleanness efficiency that a system CIP can offer.

keywords: Cleanness, Hygienic cleaning, Quality.

Lista de Figura

Figura 1	Círculo de Sinner	20
Figura 2	Estrutura de tensoativos aniônicos, catiônicos e não iônicos	27
Figura 3	Reação entre gordura e hidróxido de sódio	28
Figura 4	Estrutura do ácido glucônico	28
Figura 5	Reação entre incrustado de cálcio e ácido inorgânico	29
Figura 6	Alguns oxo-ânions do fósforo: (a) ortofosfato, (b) pirofosfato ou dipolifosfato, (c) tripolifosfato, (d) trimetafosfato	30
Figura 7	Estrutura da clorhexidina e do dicloroisocianurato de sódio	31
Figura 8	Spray Ball cabeçote fixo	38
Figura 9	Cabeçote Rotativo Toftejorg de limpeza por leques de arraste	38
Figura 10	Cabeçotes Rotativos Toftejorg de limpeza por leques de arraste em diferentes graus	39
Figura 11	Cabeçote Rotativo Toftejor de limpeza por jatos	40
Figura 12	Ionização do cloreto de hidrogênio	46
Figura 13	Ionização da amônia	46
Figura 14	Exemplo de reação ácido-base de Bronsted-Lowry	46
Figura 15	Reação genérica de neutralização, segundo a teoria de Lewis	47
Figura 16	Reação específica de neutralização, de acordo com a teoria de Lewis	47
Figura 17	Representação estrutural e esquemática de detergentes sintéticos	48
Figura 18	Representação esquemática de uma micela contendo óleo em seu interior	49
Figura 19	Reação entre um detergente e cálcio, presente em águas duras	49
Figura 20	Reação de um detergente quando em águas ácidas	50

Lista de Tabela

Tabela 1	Grau de solubilidade das sujeiras	24
Tabela 2	Tipos e Características das sujidades e tipo de detergentes recomendado	30
Tabela 3	Principais agentes sanificantes e suas características	31
Tabela 4	Etapas da Higienização	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

2. HISTORIA DA HIGENIEZACAO INDUSTRIAL 16

3. HIGIENIZAÇÃO 18

3.1 FATORES QUE INTERFEREM NA HIGIENIZAÇÃO 19

3.1.1 Ação mecânica 20

3.1.2 Agentes Químicos 20

3.1.3 Agentes Térmicos 21

3.1.4 Tempo 22

4. LIMPEZA NO LOCAL (CLEANING IN PLACE) 23

4.1 CONCEITOS DE HIGIENIZAÇÃO CIP 24

4.2 CARACTERÍSTICAS DAS SUJEIRAS 24

4.3 REMOÇÕES DE RESÍDUOS 25

4.4 MECANISMOS DE LIMPEZA 25

4.5 ELEMENTOS DE HIGIENIZAÇÃO 26

4.6 LOCAIS QUE SÃO HIGIENIZADOS PELO CIP 35

5 EQUIPAMENTOS E COMPONENTES BÁSICO DE UM CIP 36

5.1 EQUIPAMENTOS BÁSICOS 36

5.1.1 Tanque de armazenamento de Solução CIP 36

5.1.2 Bombas de Avanço e de retorno de Solução 36

5.1.3 Sistemas de Tubulação 36

5.2 DISPOSITIVOS ASPERSORES DE SOLUÇÃO 37

5.3 OPERAÇÃO BÁSICA DE UM SISTEMA CIP 40

6. VANTAGEM E DESVANTAGEM DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE HIGIENIZAÇÃO CIP 42

6.1 VANTAGENS 42

6.2 DESVANTAGENS 43

7. PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO CLEAN IN PLACE (CIP):

UM TEMA PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES E DE DETERGENTES **44**

7.1 ÁCIDO E BASE DE ARRHENIUS 45

7.2 OS ÁCIDOS E AS BASES DE BRONSTED-LOWRY 46

7.3 OS ÁCIDOS E AS BASES DE LEWIS 47

7.4 DETERGENTES 48

8. CONCLUSÃO **51**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **52**

1. INTRODUÇÃO

Nas indústrias de alimentos em geral, as matérias primas, produtos e subprodutos estão comumente expostos à contaminação através de partículas sólidas e também a microrganismos. Esta contaminação é extremamente indesejável nas várias etapas do processamento dos alimentos e bebidas, podendo ser nociva ao ser humano, principalmente quando a contaminação ocorre através dos microrganismos patogênicos. Os microrganismos encontram nestas indústrias, ambientes favoráveis ao desenvolvimento e multiplicação das colônias, devido à disponibilidade de matéria orgânica e matéria inorgânica contida nos produtos e subprodutos (ANDRADE; MACEDO, 1996).

As superfícies em que são transportados os produtos das indústrias de alimentos e bebidas são focos de contaminação. As tubulações, equipamentos, tanques de armazenamento, são pontos críticos para a proliferação de microorganismos e acúmulo de resíduos orgânicos, fazendo-se necessária a higienização destas tubulações e equipamentos (ANDRADE; MACEDO, 1996).

O procedimento de higienização consiste fundamentalmente no uso de detergentes e sanificantes. Apesar dos detergentes diminuírem a carga bacteriana das superfícies, o principal objetivo da sua utilização é a remoção de resíduos orgânicos e minerais. Já a sanitização, que é a última etapa do procedimento de higienização, tem a finalidade de reduzir microrganismos alteradores e eliminar patogênicos até níveis seguros, visando obter um produto de boa qualidade higiênico-sanitária (MORAES et al., 1997).

A sanitização pode ser realizada por meios físicos ou químicos. Na sanitização por meios físicos são empregados calor (vapor, água quente) e radiação ultravioleta. Já a sanitização através de agentes químicos é dependente de uma variedade de compostos bactericidas, os quais vão desde ácidos orgânicos até agentes umectantes complexos (CARDOSO et al., 2003). Vários são os agentes químicos disponíveis para uso como sanificantes, como por exemplo, os compostos à base de

cloro, iodo, amônia quaternária, ácido peracético, água oxigenada, extrato de semente de grape-fruit e clorhexidina (MORAES et al., 1997; CARDOSO et al., 2003). Segundo Moraes et al. (1997, p. 325), “estes sanificantes apresentam uma comprovada eficiência sobre as formas vegetativas bacterianas nas condições recomendadas para uso nas indústrias de alimentos”.

A grande necessidade das indústrias de alimentos e bebidas quanto à higienização das superfícies internas dos equipamentos proporcionou um avanço das técnicas e métodos de limpeza. Uma das novas técnicas de higienização é o Cleaning in Place. O Cleaning in Place (limpeza no local) é o método de higienização ao qual não é necessária a desmontagem das partes e peças de um sistema fechado. Essa higienização é realizada em etapas, onde uma solução de produtos químicos, a uma temperatura adequada, é circulada através das tubulações e tanques de armazenamento, provendo ação mecânica, ação térmica e ação química sobre as superfícies (SILVA JUNIOR, 1999).

A ausência de um processo de higienização adequado pode colocar em risco a saúde do consumidor, além de poder diminuir a vida de prateleira dos alimentos, reduzindo assim, a qualidade do produto final (ALVIM, 2008). Isto mostra a importância da higienização das superfícies internas dos equipamentos industriais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é descrever o processo Clean in Place (CIP) na higienização de tanques e equipamentos na indústria de alimentos.

2. HISTÓRIA DA HIGIENIZAÇÃO INDUSTRIAL

Desde o princípio da criação das indústrias a higienização tem sido um fator crítico devido ao tempo gasto, e a necessidade de desinfecção das linhas e equipamentos em geral. Verificou-se que, para uma perfeita higienização há a necessidade de limpeza e desinfecção interna das linhas, tanques e equipamentos de uma indústria, proporcionando a produção de alimentos seguros à saúde do consumidor (FORNI, 2007).

Até os anos de 1950 a higienização dos equipamentos, pisos, paredes e utensílios, eram realizados sem a necessidade de parar a produção industrial, sendo realizada manualmente, com o auxílio de detergentes. Já a limpeza e a desinfecção das superfícies internas dos equipamentos exigiam a desmontagem e a montagem dos mesmos, perdendo muito tempo nos procedimentos de desmontagem e de limpeza. Tornou-se então fundamental, o planejamento das atividades de higienização nas indústrias, visando à redução dos tempos de ociosidade dos equipamentos para alcançar altos níveis de produtividade e lucratividade (FORNI, 2007).

As indústrias foram em busca de novas tecnologias e novas formas de higienização que não necessitassem a desmontagem das linhas e equipamentos ao serem higienizados. A limpeza por imersão foi um dos primeiros modelos utilizados e consistia no preparo de uma grande quantidade de solução, suficiente para preencher tubulações, silos e tanques de armazenamento. Porém, esse método representava um grande custo para as indústrias, devido à grande quantidade de solução necessária em cada processo, além de não fornecer nenhum fator mecânico que colaborasse com a higienização, sendo ineficiente, já que a solução permanecia em repouso durante o processo de imersão, não fazendo o arraste da sujidade (LAURIA, 2006).

A inviabilidade da higienização de grandes tanques através do processo de imersão, devido seu alto custo, motivou o desenvolvimento de um novo conceito de higienização chamado Cleaning in Place (CIP), que não necessita a desmontagem

dos sistemas de produção industrial. No CIP, a limpeza e desinfecção são feitas através da circulação de um pequeno volume de solução química, fornecendo ação mecânica ao sistema. Este novo método permite reduzir o tempo de higienização, além de propiciar maior eficiência na retirada de incrustações, se comparado aos métodos de imersão e limpeza manual (FORTUNA, 2000).

3. HIGIENIZAÇÃO

A higienização é um procedimento técnico de limpeza e desinfecção de superfícies ou de instalações e equipamentos, garantindo a correta eliminação dos resíduos. Este procedimento é aplicado para eliminar ou reduzir a nível aceitável o perigo, minimizando os riscos dos microrganismos patogênicos e agentes causadores de doenças (SILVA JUNIOR, 1996).

A higienização é um dos fatores mais importantes na qualidade final dos produtos manufaturados. Sempre deve-se começar e terminar a produção com o sistema todo limpo. A operação de limpeza deve ser sempre a última etapa de um processo de fabricação, pois, é imprescindível para o sucesso da desinfecção. A limpeza é responsável pela remoção de partículas, materiais orgânicos, materiais inorgânicos, detritos, entre outros, para assegurar que o próximo lote será fabricado sem contaminações (COSENTINO, 2011)

As superfícies que entram em contato com alimentos podem ser de aço, vidro, polipropileno, plásticos, etc. Podem sofrer acúmulo de resíduos orgânicos decorrentes da má higienização, podendo microrganismos aderir-se e multiplicar-se nesses resíduos, formando polímeros extracelulares e outros metabólitos. Esta massa composta recebe o nome de biofilme. Segundo ALVIM, (2008), o biofilme contém partículas de proteínas, lipídeos, fosfolipídios, carboidratos, sais minerais e vitaminas, entre outros, que formam uma espécie de crosta, onde abaixo os microrganismos continuam a multiplicar-se, formando um cultivo puro ou uma associação com outros microrganismos. No biofilme os microrganismos estão mais protegidos à ação de agentes químicos e físicos, como aqueles usados no procedimento de higienização (ALVIM, 2008). Os biofilmes microbianos são indesejáveis na indústria de alimentos, pois podem diminuir o fluxo em tubulações, causar corrosão das superfícies, além de serem fontes de contaminação, podendo trazer sérios riscos à saúde do consumidor, o que resultam em sérios problemas de higiene, de saúde pública ou de ordem econômica (ANDRADE; MACEDO, 1996).

Segundo Germano (2001) basicamente duas teorias sobre o processo de formação de biofilmes microbianos em superfícies sólidas são propostas. Uma delas sugere que o processo ocorra em duas etapas. A primeira é reversível, estando o microrganismo fracamente aderido à superfície por atração eletrostática e forças de Van der Walls. Nesse estágio, a célula bacteriana pode ser facilmente removida. A segunda etapa é irreversível, depende do tempo de aderência e envolve adesão física da célula à superfície por material extracelular de natureza polissacarídica ou protéica produzida pelo microrganismo. Forma-se então uma estrutura denominada de matriz de glicocálix que suporta a formação do biofilme. Essa matriz é produzida somente após a adesão superficial e fornece condições para a adesão do peptidoglicano das bactérias Gram positivas e a parte externa das Gram negativas. Os microrganismos aderidos apresentam uma resistência maior à ação dos sanificantes e aquecimento. No controle e prevenção de biofilmes microbianos, a etapa de remoção contínua de resíduos é fundamental.

3.1 FATORES QUE INTERFEREM NA HIGIENIZAÇÃO

O Círculo de Sinner (figura 1) é o principal modelo de interferências na higienização. Tal modelo relaciona os agentes térmicos, agentes químicos e agentes mecânicos no tempo necessário para romper as ligações que mantém as sujidades aderidas às superfícies (RIBAS, 2011).

Cada agente mostrado no Círculo de Sinner (figura 1) corresponde a 25% da higienização. Considerando que um destes fatores é reduzido em 10%, esta porcentagem deve ser compensada com o aumento de um dos outros agentes de higienização ou aumento proporcional dos outros três agentes do circulo. Exemplo da utilização do Circulo de Sinner: Reduzindo a variável tempo da higienização, é necessário aumentar a ação de uma das variáveis na proporção que foi diminuído o tempo de cip, ou mesmo combinar o aumento das outras três variáveis do ciclo, de modo a compensar a redução do tempo de higienização (FORNI, 2007)

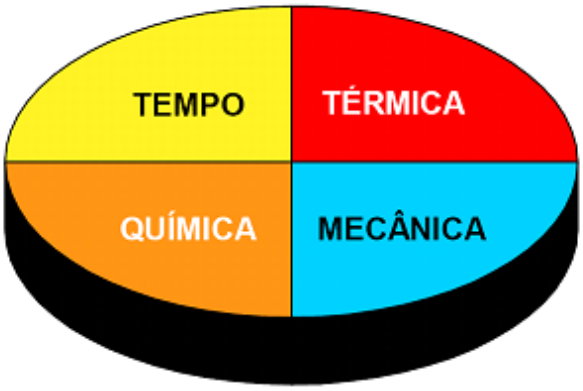


Figura 1 - Círculo de Sinner (In: FORNI, 2007, p.03)

3.1.1 Ação Mecânica

É obtida pela ação do fluído na superfície dos equipamentos através da colisão do jato de fluido com uma superfície onde se encontra a sujidade. O resultado dessa colisão do jato é uma força de atrito do fluído, além de uma força de atrito resultante na direção do escoamento na superfície sólida. A ação mecânica nas superfícies depende também se o escoamento é laminar ou turbulento. O Escoamento turbulento e feito pela alta vazão de escoamento provocado por uma bomba. A ação mecânica obtida com o escoamento turbulento é mais eficiente para a higienização se comparado com o escoamento laminar. Além do efeito causado pelas tensões de cisalhamento, o escoamento permite uma homogeneização da solução química (FORNI, 2007).

3.1.2 Agentes Químicos

São produtos químicos que atuam por meio de reações químicas, coagulação de proteínas, oxidação e ação do pH. A sujidade entra em contato com as moléculas da solução química, formando os reagentes químicos, permitindo que ocorram reações químicas que degradam as sujidades. O resultado dessa reação é formação de um

novo composto químico, diferente dos anteriores, chamado de produto da reação (RIBAS, 2011).

Na hora da escolha dos produtos desinfetantes utilizados na desinfecção por agentes químicos, devem levar em conta as condições de limpeza possíveis de serem alcançados antes da desinfecção, os agentes a serem destruídos, entre outras características. O desinfetante deve ter alto poder de eliminação de elementos patógenos, levando em consideração que alguns podem apresentar alta toxicidade, instabilidade em condições adversas de pH, grau de dissociação eletrolítica, alto poder residual, elevado poder de penetração, elevado potencial de corrosão, além de causar efeitos nocivos ao meio ambiente (FORNI, 2007). São exemplos de alguns sanificantes químicos importantes os compostos à base de iodo (que não são utilizados na indústria de laticínios devido à sua coloração residual), os compostos clorados, o mono cloreto de iodo, ácido peracético e quaternários de amônio (HOFFMANN, 2002).

3.1.3 Agentes Térmicos

Nas reações químicas, é necessária uma energia inicial para que elas aconteçam, chamada energia de ativação. Uma parcela da energia de ativação é fornecida pela temperatura, ou seja, o agente térmico está relacionado diretamente com os agentes químicos. Pela cinética química, quanto maior a temperatura, maior a agitação das moléculas da matéria. As moléculas dos produtos e dos reagentes têm um acréscimo da agitação molecular, aumentando assim a quantidade de colisões efetivas, ocorrendo à reação química. O aumento da velocidade da reação química é outro resultado obtido com o aumento da temperatura. Quanto maior a temperatura, mais rápido ocorre à transformação dos reagentes em produtos (FORNI, 2007).

A utilização do calor como modo de sanitização pode-se usar o vapor, à água quente e também ar quente. Utilizam-se jatos de vapor a 77°C, por 15 minutos ou jatos de vapor a 93°C, por 5 minutos ou vapor direto durante 1 minuto, (GERMANO, 2001)

3.1.4 Tempo

Maior será o número de ligações rompidas, quanto mais tempo as sujidades ficarem expostas aos produtos químicos, ou seja, as ligações químicas rompidas durante o processo de higienização é um fator diretamente proporcional ao tempo da reação. O tempo envolvido com a pausa da linha de produção representa uma perda de produtividade da linha, sendo assim, em um processo de higienização de uma planta industrial é adequado atrelar os fatores mecânicos, térmicos e químicos, com a finalidade de reduzir o tempo necessário de higienização, aumentando o tempo de produção (FORNI, 2007).

4. LIMPEZA NO LOCAL (CLEANING IN PLACE)

A crescente busca pelo aumento de produtividade nas indústrias de bebidas e alimentos, e conseqüentemente a redução do tempo de inatividade da produção devido à higienização das instalações de produção, possibilitaram o desenvolvimento da higienização CIP. O CIP trata-se de um conceito de higienização que não requer a desmontagem das partes e peças de uma instalação produtiva. No atual estágio do desenvolvimento do conceito CIP, não existe ainda um único equipamento que seja capaz de realizar a higienização da instalação produtiva sem a desmontagem da linha de produção. Em contrapartida, o conceito CIP requer uma quantidade mínima de equipamentos e componentes, que associados possibilitam a higienização sem o desmonte. A associação destes equipamentos e componentes forma um sistema de higienização CIP (KUNICK,1998)

Um requisito básico para a produção higiênica de alimentos de alta qualidade é que as máquinas de transformação devem ser escrupulosamente limpas. Algumas peças da máquina, tais como tubagens, trocadores de calor, tanques, cargas, etc. devem ser limpos imediatamente após ter acabado o ciclo de produção de modo que quando o próximo ciclo de produção inicia o sistema está limpo e livre de qualquer resíduo orgânico ou inorgânico (GBISON et.al. 1999).

A intenção da limpeza no local (CIP) é eliminar resíduos orgânicos e inorgânicos do sistema de transformação, como precipitado de proteínas, carboidratos, gorduras, sais minerais e muitas outras que formam as bases nutricionais sobre as quais bactérias cresçam ou que sejam os precursores do fenômeno da bio-corrosão (GBISON et al., 1999).

4.1 CONCEITO DE HIGIENIZAÇÃO CIP

Conceitua-se higienização como processo de remoção de sujidades mediante a aplicação de energias química, mecânica ou térmica, num determinado período de tempo, seguido de sanificação (SILVA JUNIOR, 1999).

A energia química é proveniente de ação dos produtos que têm a finalidade de limpar através da propriedade de dissolução, dispersão e suspensão da sujeira. A energia mecânica é proveniente de uma ação física aplicada sobre a superfície para remover a sujeira resistente à ação de produto químico. A energia térmica é proveniente da ação do calor que reduz a viscosidade da graxa e gordura tornando-as mais facilmente removíveis pela aceleração da ação química (ANDRADE, 1999).

4.2 CARACTERÍSTICAS DA SUJEIRA

A sujeira pode ser classificada de acordo com sua solubilidade ou composição. Com relação à solubilidade pode ser classificada em solúvel em base e solúvel em ácido (PROFIQUA, 1995).

As sujeiras solúveis em base são as gorduras e proteínas. A água de alta dureza possui minerais que causa incrustações que são solúveis em ácido. A tabela 1 descreve o grau de solubilidade das sujeiras (PROFIQUA, 1995).

Constituinte	**Água**	**Base**	**Ácido**
Gordura	Fraco	Forte	Médio
Proteínas	Fraco	Forte	Médio
Minerais	Médio	Médio	Forte

Tabela 1 - Grau de solubilidade das sujeiras (In: PROFIQUA, 1995, p. 125)

4.3 REMOÇÃO DE RESÍDUOS

Os procedimentos do CIP devem fornecer a energia suficiente (térmica, mecânica e química) para mudar o resíduo aderido na superfície para um estado suspendido ou dissolvido, removendo ao mesmo tempo a maioria de microrganismos associados (BARROS; PAIVA; PANETA, 2002)

A remoção dos resíduos varia muito de acordo com as características da sujidade, sendo necessário o conhecimento especifico da sujidade produzida na indústria, para determinar a utilização de solução acida ou básica ou mesmo as duas (BARROS; PAIVA; PANETA, 2002)

4.4 MECANISMO DE LIMPEZA

O mecanismo de limpeza pode ser dividido em 3 etapas conhecidas como fase 1, fase 2 e fase 3.

Na fase 1, conhecida como difusão dos produtos químicos, a solução da limpeza penetra os depósitos através das rachaduras (principalmente pela difusão). Um efeito do inchamento é gerado e a espessura da camada de sujeira aumentará 2 a 3 vezes. Em seguida os depósitos são removidos pela solução de limpeza.
Na fase 2, as forças de adesão da sujeira à superfície metálica enfraquecem-se sob o ataque combinado (térmico, o mecânico e o químico)

Na fase 3, o residual de depósito em contato com a superfície metálica é mais difícil de remover. Esta camada fina geralmente é composta de fosfatos de cálcio, sendo necessária uma limpeza com ácido (ALVES, 2001).

4.5 ELEMENTOS DE HIGIENIZAÇÃO

A higienização nas indústrias de alimentos visa basicamente preservar a pureza e a qualidade microbiológica dos alimentos manipulados, sem ocasionar riscos à saúde do consumidor (ANDRADE, 1999).

Para um processo de higienização de superfícies e ambientes necessitam-se dos conceitos de limpeza e sanitização, conforme descrição a seguir.

A limpeza é a etapa de remoção das sujidades de uma superfície. É a primeira etapa da higienização. Se bem executada, elimina até 99,9% das partículas de sujidades. Já a sanitização é a etapa que visa a reduzir os microrganismos (células vegetativas ou esporos), ainda presentes na superfície limpa, para níveis aceitáveis. Estes microrganismos podem estar abrigados nos resíduos (imperceptíveis) ainda presentes nas superfícies após a limpeza. É essencial que a etapa de limpeza seja bem executada, para que a sanificação possa ter efeitos desejados (SILVA JUNIOR, 1999).

A utilização de produtos de limpeza e de sanitização, se for o caso, precisa estar de acordo com as determinações da legislação higiênico sanitária e as especificidades apresentadas pelos fabricantes. Gândara e Oliveira (2000), por exemplo, descrevem em seus estudos de limpeza e sanificação de linhagem selvagem de *Streptococcus thermophilus* em superfície de aço inoxidável, que a limpeza foi realizada utilizando-se solução 1% detergente líquido alcalino forte (Liquibrite) com as seguintes características do fabricante: pH ~ 13 em solução a 3%, contendo além do álcali (NaOH a 44%) compostos tensoativos não iônicos, agentes sequestrantes e controladores de espuma. Já a solução a 1% de detergente líquido ácido (Dilac U) apresentou as seguintes características do fabricante: pH 1,5 a 1,9 em solução a 1%, acidez de 41 a 45% em ácido fosfórico contendo agentes umectantes, antiespumante, ácidos minerais (HNO_3 e H_3PO_4) e inibidores de corrosão. A limpeza química compreende a ação detergente sobre os resíduos encontrados facilitando a remoção dos mesmos. É importante neste caso o uso de detergentes apropriados para os resíduos a serem removidos e seguir as instruções do fabricante quanto à concentração de uso e tempo de vida útil da solução em uso (ANDRADE, 1999).

A substância detergente atua durante a limpeza reduzindo o tamanho e removendo as sujidades. Os detergentes utilizados comercialmente podem conter vários componentes, adicionados para exercer funções específicas. Os componentes dos detergentes estão descritos abaixo (SILVA JUNIOR, 1996).

Tensoativos: Têm por finalidade melhorar a qualidade umectante e de penetração do produto. Estes podem ser aniônicos, como o alquilbenzeno-sulfonato de sódio, catiônicos como o quaternário de amônio, que também possui ação bactericida e não iônicos, como o alquiletoxilados (figura 2).

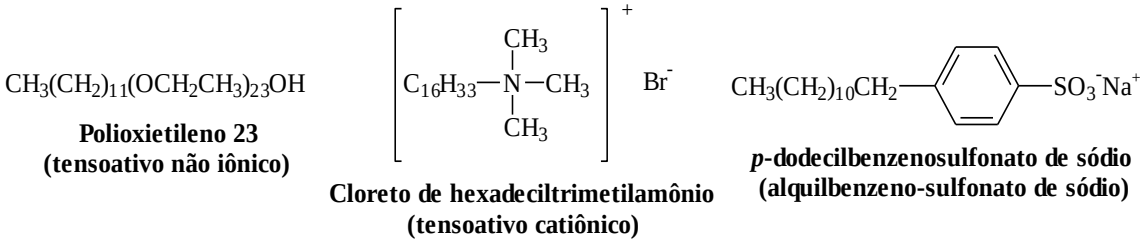


Figura 2 – Estrutura de tensoativos aniônicos, catiônicos e não iônicos (In: MANIASCO, 2001, p. 88; BARBOSA et al., 2010, p. 377, SILVA, 2011)

Alcalinos: Favorecem a ação dissolvente sobre os alimentos sólidos e fornecem boa capacidade emulsionante. São exemplos o hidróxido de sódio (NaOH), que é o mais forte e o mais utilizado na limpeza de equipamentos de aço inoxidável; carbonato de sódio (Na_2CO_3) e metassilicato de sódio (Na_2SiO_3) (SILVA JUNIOR, 1996).

A substância comumente utilizada é o hidróxido de sódio (NaOH), em concentrações entre 1,0 N a 3,0 N. O produto reage com os depósitos de gordura e produz agentes tensoativos (figura 3) que melhoram o processo de lavagem.

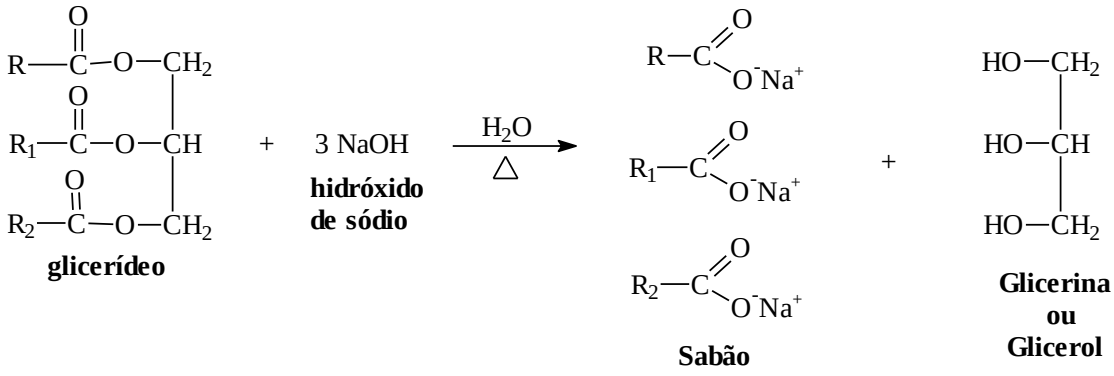


Figura 3 – Reação entre gordura e hidróxido de sódio (In: MARCELINO, 2011)

A concentração da solução de hidróxido de sódio (NaOH), utilizada para limpeza de qualquer equipamento está de acordo com o grau da sujidade. Se o produto apresentar maior quantidade de gordura, maior deve ser a concentração da solução, devido às características da gordura fazer com que ela fixa mais nas paredes das tubulações e tanques em comparação com as proteínas, e carboidratos (BRYAN, 1996). Essas concentrações de NaOH (1,0 a 3,0 N), são suficiente para o arraste de qualquer sujidade presa nos equipamentos. Soluções acima dessas especificações podem acarretar prejuízo para as indústrias devido a ação da solução ficar estável perante a sujidade, além de aumentar o desgaste dos equipamentos como, por exemplo, sedes, juntas de vedações de válvulas e retenções (BRYAN,1996).

Ácidos: Têm ótima ação para retirar incrustações e remover depósitos de sais inorgânicos. São exemplos: ácido nítrico (HNO_3), muito utilizado na prática, ácido fosfórico (H_3PO_4) e ácido glucônico (figura 4) (SILVA JUNIOR, 1996).

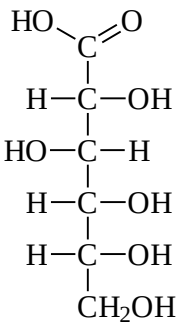


Figura 4 – Estrutura do ácido glucônico (In: http://pt.wikipedia.org, 2011)

A solução de ácido, orgânico e inorgânico, é utilizada em concentrações entre 0,5N e 4,0 N. Essa solução remove quaisquer depósitos de cálcio incrustado (figura 5) formado em contacto com superfícies quentes no interior do sistema.

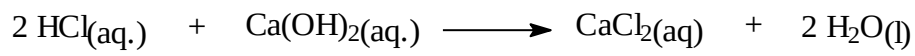


Figura 5 – Reação entre incrustado de cálcio e ácido inorgânico (In: www.profpc.com.br/funções%20inorgânicas.pdf, 2011)

Os ácidos normalmente utilizados são ácido nítrico (HNO_3) 0,5 a 1,0 N, e ácido fosfórico (H_3PO_4) 2,0 a 4,0 N. Essa diferença de concentração 0,5 a 1,0 N para ácido nítrico, e de 2,0 N a 4,0 N para o ácido fosfórico é devido ao ácido nítrico se ionizar completamente na água, se tornando mais forte. Além de gastar menos no preparo da solução, tem o preço de custo menor. Com isso fica mais inviável a utilização do (H_3PO_4) utilização nas indústrias (BRYAN,1996).

Os ácidos orgânicos mais utilizados e seguros para o manuseio são: são ácido lático, ácido glucônico, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido hidroxiacético, Ácido acético e ácido levulínico. Esses ácidos são usados em concentrações de 0,5% e pH de 2,5 ou menor. Esta formulação apresenta eficiente ação de molhagem e também retarda o crescimento microbiano pela ação residual na superfície (UFSC, 2011).

Fosfatos: Sua ação principal é peptizar e dispersar os resíduos protéicos, além de possuir ação sequestrante (reduz precipitação de sais).

Segundo Osório e Oliveira (2001), a adição de fosfatos inorgânicos condensados (figura 6) tem a finalidade de complexar os íons metálicos responsáveis pela dureza da água e tornar o meio alcalino, o que melhora a ação de limpeza.

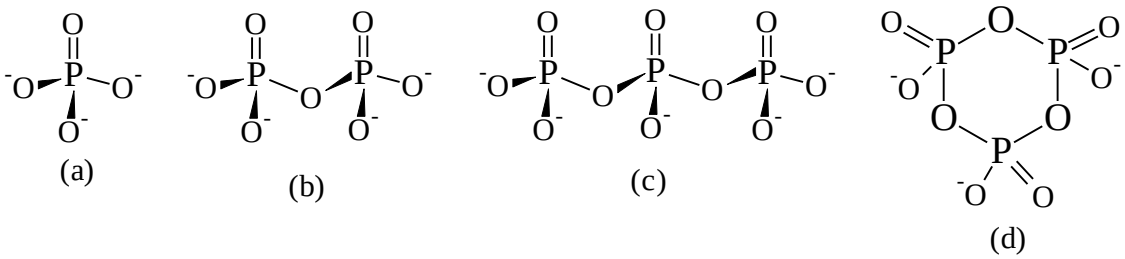


Figura 6 - Alguns oxo-ânions do fósforo: (a) ortofosfato, (b) pirofosfato ou dipolifosfato, (c) tripolifosfato, (d) trimetafosfato (In: OSÓRIO e OLIVEIRA, 2001, p. 701)

Sequestrantes: São usados para evitar o depósito ou aglomeração de sais na superfície. O sequestrante mais utilizado é o EDTA ou ácido etilenodiamino tetra-acético.

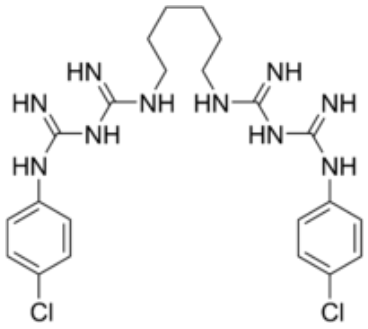
A tabela 2 apresenta as sujidades possivelmente encontradas, critério de remoção, sua solubilidade e tipo de detergente a ser usado.

Componentes (Sujidades)	Remoção	Solubilidade	Tipo de Detergente Recomendado
Carboidratos	Fácil	Solubilidade em água	Alcalino
Lipídios	Difícil	Insolúvel em água Solúvel em álcalis	Alcalino
Proteínas	Muito fácil	Insolúvel em água Solúveis em álcalis Ligeiramente solúvel em ácido	Clorado, Alcalino
Sais Minerais	Variável	Solubilidade em água variável Solúvel em ácido	Ácido

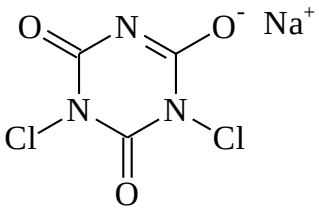
Tabela 2 – Tipos e Características das sujidades e tipo de detergentes recomendados. (in: LARISSA, 2011)

Segundo Moraes et al. (1997), encontram-se disponíveis para uso como sanificantes os compostos à base cloro, como por exemplo hipoclorito de sódio (NaClO) e

dicloroisocianurato de sódio (figura 7), amônia quaternária, ácido peracético (CH_3COOOH), água oxigenada (H_2O_2) e clorhexidina.



Clorhexidina



Dicloroisocianurato de sódio

Figura 7 – Estrutura da clorhexidina e do dicloroisocianurato de sódio (In: CUNHA et al., 2006, p. 521; http://it.wikipedia.org/wiki/Clorexidina, 2011)

A tabela 3 demonstra os principais agentes sanificantes e suas características.

Sanificantes	Tempo de Contato	Temperatura de uso	pH efetivo	Gram (+)	Gram (-)	Bolores e leveduras
Quaternário de Amônio	10-15 minutos	Ambiente	9,5-10,5	***	**	***
Compostos Inorgânicos de Cloro	10-15 minutos	Ambiente	6,0-8,0	***	***	**
Ácido peracético	10-15 minutos	Ambiente	< 8,0	***	***	***

(***) Altamente Eficaz, (**) Moderadamente Eficaz.

Tabela 3 – Principais agentes sanificantes e suas características (In: PCPILP 2011, p. 82)

A higienização é feita por etapas, onde deve ser levado em conta o tipo e as características da sujidade e também o grau de contaminantes microbiológicos, para determinação do tipo de solução a ser utilizada.

A tabela 4 demonstra as etapas aplicadas durante os procedimentos de higienização numa indústria que produz sujidades com um residual de matéria orgânica e também contaminantes microbiológicos.

Etapa	Descrição
Remoção de resíduos	Consiste na limpeza grosseira (retirada mecânica) dos resíduos em contato com a superfície, com auxilio de abrasivos físicos.
Pré- lavagem	Remoção dos resíduos através da água.
Lavagem	Remoção dos resíduos pelo uso de soluções detergente, com ou sem auxilio de abrasivos.
Enxágüe	Remoção dos resíduos de detergente da superfície através da água.
Sanificação	Aplicação da solução sanificante para redução dos microrganismos ainda presente na superfície. Utiliza-se geralmente, tempo de 10 a 15 minutos.
Enxágue	Remoção dos resíduos da solução sanificante, quando necessário.

Tabela 4 – Etapas da Higienização (in: PROFIQUA 1995, p. 130)

Dentre os métodos de higienização mais usados destaca-se o método de limpeza manual que usa para limpeza de superfícies esfregação de abrasivos (esponjas, escovas). Empregado para peças, utensílios, partes de equipamentos. Na limpeza

manual, faz-se inicialmente uma pré-lavagem (com água morna); lavagem com solução detergente com uso de abrasivos; enxágüe; sanificação e enxágüe final para remoção do sanificante (ALVES, 2001).

Destaca-se também, o método de limpeza por imersão, sendo empregado para peças, utensílios e partes de equipamentos de difícil acesso à limpeza manual. O processo consiste de uma pré-lavagem das peças, com água morna; lavagem por imersão em tanques ou recipientes, contendo solução detergente por cerca de 15 minutos, que pode ser agitado para aumentado a ação mecânica; enxágüe, com água para remoção do detergente; sanificação por imersão ou aspersão e enxágüe final (PROFIQUA, 1995).

Enfatiza-se também o método de limpeza por sistema mecanizado que utiliza máquinas próprias que produzem jatos de alta pressão removendo mecanicamente as sujidades. Utilizado para limpar ambientes, equipamentos e utensílios grandes. O processo consiste de pré-lavagem com jato de água; lavagem com detergente; enxágüe com água; sanificação; enxágüe final (PROFIQUA, 1995).

Atualmente, aplica-se o método de limpeza por espuma em superfícies e ambientes, usando de geradores de espuma com detergentes com elevado poder espumante, (ALVES, 2001).

Segundo Andrade (1999) para uma avaliação do processo de higienização, há diferentes níveis de monitorização:

Verificação visual: Consiste na observação de qualquer presença de resíduo, o que significa que a etapa de higienização não foi bem executada e que deve ser refeita. Isto é aplicado às superfícies dos equipamentos e utensílios.

Verificação ao contato: Usada para locais onde a vista não alcança ou superfícies suspeitas à visão. Pode ser feita com papel branco, ou mesmo com a mão higienizada. Se houver a sensação de gordura nas mãos, ou se houver sujidades no papel, processo deve ser refeito.

Verificação da carga microbiológica: Consiste em verificar através do exame com “swab”, placas de contato ou última água de enxágüe. Só deve ser realizada se as superfícies dos equipamentos passaram pelas duas primeiras verificações. Estes

exames detectam a presença de microrganismos viáveis fornecendo indicações sobre as operações de higienização. Atualmente utiliza-se, por sua rapidez, a técnica de “Swab” para detecção de ATP (proveniente tanto de células quanto de resíduos orgânicos) que se encontra nas superfícies (bioluminescência).

Verificação dos procedimentos e operações: Consiste em verificar os procedimentos escritos, concentração de soluções, aspectos complementares da higienização (temperatura das soluções, tempo de contato) (ANDRADE, 1999).

Conforme já mencionado, um dos fatores que interferem na qualidade do produto final na indústria de alimentos é a formação de biofilme. Sabe-se que, quando o biofilme é tratado corretamente com detergentes antes do uso dos sanificantes, os microrganismos geralmente são eliminados. No entanto, procedimentos de higienização incorretos não removem nem inativam os microrganismos aderidos (GERMANO, 2001). Para controlar a sua formação é necessário definir estratégias de atuação de caráter preventivo, onde algumas medidas podem ser aplicadas como: definição e implantação de um plano de limpeza, prática de monitoração, inspeção visual da acumulação de biofilme e de sinais de corrosão. Os controles da formação de biofilmes incluem aplicação de agentes químicos e forças mecânicas. O uso somente de produtos químicos pode não bastar para a limpeza e remoção dos biofilmes. A limpeza da superfície de aço inoxidável por detergente alcalino remove mais que 99,9% das células do microrganismo aderidas a essa superfície e as células remanescentes são removidos com detergente ácido, o que demonstra a necessidade das diferentes etapas e diferentes tipos de detergentes na eficiência da limpeza desse tipo de superfície. Células do biofilme formado por Streptococcus thermophilus em superfícies de aço inoxidável é removida pelos processos de limpeza descritos acima, seguido de sanitização com hipoclorito de sódio (ALVIM, 2008; GANDARA, 2000).

4.6 LOCAIS QUE SÃO HIGIENIZADOS PELO CIP

O conceito de higienização CIP geralmente é aplicado em locais onde a limpeza manual não pode ser realizada facilmente, ou mesmo em situações de total impossibilidade de alcance manual. Os principais locais onde existem restrições da limpeza são, por exemplo, as superfícies internas de tanques, silos, tubulações, equipamentos de processamento de bebidas e alimentos. Em determinados casos a desmontagem dos equipamentos permitem a higienização das partes e peças, porém este tipo de procedimento se torna inviável em indústrias de grande porte, (KATSUYAMA, 1993).

As principais indústrias que utilizam o conceito CIP são as indústrias farmacêuticas, bebidas, alimentos, laticínios entre outras. Os principais equipamentos e componentes que vêm sendo higienizados nessas indústrias, desde o desenvolvimento do CIP são: tanques de armazenamento de matérias primas, produtos e subprodutos (creme de levedura), caminhões tanques de transporte, tubulações de transferência de matérias primas ou produtos, engarrafadoras de bebidas, equipamento de processamento de bebidas, cozinhadores, e trocadores de calor entre outros (KATSUYAMA, 1993).

5. EQUIPAMENTOS E COMPONENTES DE UM SISTEMA DE CIP

Os equipamentos e componentes que compõe o CIP serão classificados em duas categorias sendo escolhidos de acordo com a necessidade de cada indústria: Equipamentos Básicos e Dispositivos Aspersores de Solução. Cada categoria tem a sua importância especifica dentro do sistema com sua complexidade e funcionalidade (GORMEZANO; KUNIGK; GEDRAITE, 2011).

5.1 EQUIPAMENTOS BÁSICOS

5.1.1 Tanque de armazenamento de Solução CIP

Em média as empresas utilizam 3 tanques, sendo 2 tanques utilizado para armazenamento de solução química e um para armazenar água para enxágüe dos equipamentos que foram utilizados durante a produção. O volume de cada tanque de CIP é definido de acordo com o volume e a área superficial dos tanques e tubulações de produção a ser higienizado (FORNI, 2007).

5.1.2 Bombas de Avanço e de retorno de Solução

As bombas de avanço de solução são responsáveis pelo envio de solução química do tanque de CIP até os locais em que se desejam realizar a higienização. As Bombas de retorno de solução fazem a reposição da solução utilizada nos tanques de CIP para posterior utilização. São utilizadas bombas centrifugas para o avanço e retorno das soluções químicas. O dimensionamento e seleção das bombas dependem do comprimento e das singularidades contidas nas tubulações e das cotas (altura) de sucção da bomba e do ponto de aplicação da solução, que está previsto em projeto (COSENTINO, 2011).

5.1.3 Sistemas de Tubulação

As tubulações permitem a comunicação entre a unidade CIP (tanque), os pontos de aplicação das soluções químicas e o retorno até os tanques de cip. O comprimento das tubulações interfere diretamente na especificação e seleção das bombas a serem utilizadas. Quanto maior o comprimento na tubulação, maior será a perda de carga distribuída durante o escoamento. As tubulações devem ser instaladas sempre com um desnível para evitar acúmulo de solução química e proliferação de microorganismos (FERREIRA, 2010).

5.2 DISPOSITIVOS ASPERSORES DE SOLUÇÃO

Os dispositivos aspersores de solução química são os elementos de muita importância que permitem a aplicação da solução química nas superfícies fornecendo ação mecânica necessária para retirada da sujidade durante a higienização. A pressão e vazão de trabalho dos dispositivos aspersores devem seguir as condições e especificações técnicas definido em projeto. Em um projeto de um sistema CIP, os aspersores são elementos fundamentais para o dimensionamento das bombas de avanço de solução, devido suas especificações de trabalho. Estes cabeçotes (dispositivos aspersores) são denominados spray ball, podendo ser fixos ou rotativos (GORMEZANO; KUNIGK; GEDRAITE, 2011).

O Spray Ball (cabeçote fixo) (figura 8) tem forma de esfera com furos ou fendas que permitem a passagem de solução de cip, atingindo a pressão necessária para limpeza. Existem variados modelos de spray ball que diferem quanto ao tamanho da esfera, tipos de furos ou “rasgos” e localização destes furos. O modelo a ser selecionado depende das características do projeto e do locais onde as sujidades estão alocadas nas instalações da produção (FORNI, 2007).

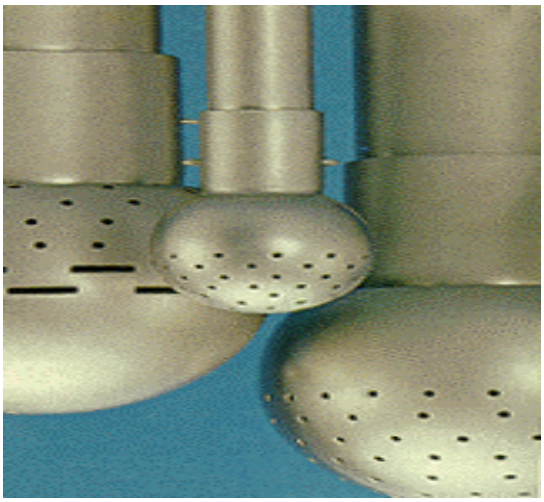
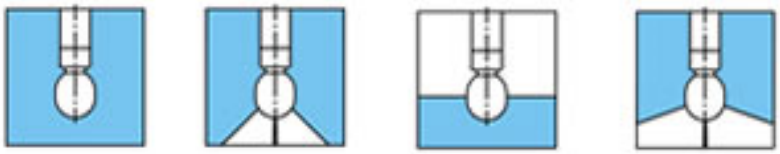


Figura 8 – Spray Ball cabeçote fixo (In: http://cipinox.sites.uol.com.br, 2011)

Os cabeçotes Toftejorg (Sani Magnun ou Sani Madget) (figura 9 e 10) são cabeçotes rotativos de limpeza por leques de arraste.

Figura 9 - Cabeçote Rotativo Toftejorg de limpeza por leques de arraste (In: http://cipinox.sites.uol.com.br, 2011)

Os Cabeçote Rotativo Toftejorg possui uma fenda na sua cabeça que determina o ângulo de alcance. Quanto maior a fenda, maior o Grau, como demonstra a cor azul (figura 10), fazendo uma maior varredura sobre o equipamento.



360º 270º 180º 220º

Figura 10 - Cabeçotes Rotativos Toftejorg de limpeza por leques de arraste em diferentes graus (In: http://cipinox.sites.uol.com.br, 2011)

A rotação é obtida através da angulação da saída em relação ao vetor normal a superfície do componente. O funcionamento desses cabeçotes é semelhante aos aspersores de jardim. Se comparado ao spray ball, a instalação e manutenção desses cabeçotes, requer cuidados maiores, devido à presença de elementos rotativos em sua constituição. Um aperto excessivo ou pressão de trabalho acima de 3 bar neste elemento pode impedir que ocorra a rotação durante a aplicação. A vantagem deste elemento se comparado ao spray ball, é o maior impacto do fluído com as superfícies sujas, ou seja, a melhor ação mecânica durante a higienização (FORNI, 2007).

Os cabeçotes Toftejorg (figura 11) são cabeçotes rotativos de limpeza por jatos, que aplicam a solução sobre alta rotação e velocidade do elemento rotativo. Essa rotação é imposta por um conjunto de engrenagens internas que ditam o caminho pelo qual é aplicado. Esse cabeçote rotativo é um elemento bastante preciso. A ação mecânica obtida é superior a ação mecânica alcançada pelos spray ball e Cabeçotes (Sani Magnun ou Sani Madget), tendo como desvantagem o alto custo, em comparação aos demais aspersores (FORNI, 2007).

Figura 11 – Cabeçote Rotativo Toftejor de limpeza por jatos (In: http://www.tetralon.com.br, 2011)

5.3 OPERAÇÃO BÁSICA DE UM SISTEMA CIP

A operação do sistema CIP consiste na circulação da solução CIP pelas superfícies internas das tubulações, tanques, dos equipamentos promovendo a atuação do agente mecânico (físico), químico durante a higienização. A operação do sistema CIP inicia com o preparo da solução CIP que é realizada através da diluição de produtos químicos concentrados em um solvente, geralmente água. Geralmente o sistema de cip é composto de três tanques onde é armazenada água de enxágüe, solução básica e solução ácida. Após adição de produto químico é feito a análise da concentração da solução onde então o sistema está pronto para entrar em operação (GORMEZANO; KUNIGK; GEDRAITE, 2011).

A temperatura da solução é controlada por sistema automático que injeta vapor direto para aumentar a temperatura conforme a necessidade, promovendo ação térmica. Liga-se a bomba de avanço que promove a pressurização de toda tubulação até os dispositivos aspersores, induzindo o escoamento do fluido pelos furos do aspersor, aplicando as soluções nas superfícies sujas dos tanques,

equipamentos e componentes de uma instalação produtiva (SANTOS, 2004). Nesse momento o circulo de sinner deve ser levado muito em consideração, pois necessita de ação química, física, mecânica e tempo de exposição da solução química com a sujeira e contaminação para que haja a degradação das sujidades e a eliminação dos microrganismos (SANTOS, 2004).

A bomba de retorno deve ter maior vazão que a bomba de avanço para evitar que crie um acúmulo de solução e sujidades na parte inferior dos tanques e equipamentos, garantindo a solução sempre limpa. O processo de bombeamento de avanço e retorno ocorre simultaneamente durante a operação do CIP, em regime permanente. Enquanto parte da solução esta sendo pressurizada na tubulação de avanço e aplicada nos aspersores, a outra parte está sendo recalcada para o tanque CIP (COSENTINO, 2011).

6. VANTAGEM E DESVANTAGEM DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE HIGIENIZAÇÃO CIP

Há vantagens e desvantagens na operação de CIP se comparado a outros métodos de higienização, na qual deve ser analisadas na hora da escolha do sistema de CIP.

6.1 VANTAGENS

Redução do tempo de higienização, além de propiciar maior eficiência na retirada de incrustações, se comparado aos métodos de imersão e limpeza manual, aumentando a produção, visto que há a diminuição do tempo higienização (FORTUNA, 2000).

Não há desmontagem do sistema de higienização, conceito que garante o sucesso do desenvolvimento do sistema de higienização acarretando no aumento de produtividade de uma planta industrial, devido à redução das interrupções da linha devido às contaminações e a remoção das sujidades das partes, peças e equipamentos em menor tempo e com maior eficiência (GBISON et.al., 1999).

Há possibilidade de utilização de detergentes mais concentrados, visto que não há manipulação desses detergentes por pessoas, o que possibilita ganho de tempo, visto que a remoção de sujidade será mais eficiente e em menor tempo (RIBAS, 2011).

A operação do CIP é segura sob 3 pontos de vista: menos riscos de acidentes com a utilização de produtos químicos. Não há risco de acidentes com montagem e desmontagens de tubulações e equipamentos. Segurança do produto final sem contaminantes, pois não há riscos de contaminação ao término do processo de cip e inicio de produção (COSENTINO, 2011)

Menor custo de higienização que os demais tipos devido reutilização da solução de CIP em vários equipamentos sendo necessário apenas a correção da concentração da solução. A simples circulação de solução (agentes mecânicos) somada aos

fatores térmicos e químicos são garantias de eficiência na higienização de superfícies (LAURIA, 2006)

6.2 DESVANTAGENS

Necessidade de uma mão de obra qualificada desde o início, com o projeto mecânico de um CIP, ate a operação e manutenção, o que muitas vezes não e encontrado com facilidade (FORNI, 2007)

Em caso de mau funcionamento, toda operação de um sistema CIP fica comprometida implicando na total interrupção da higienização de uma linha de produção, ao contrário de uma limpeza convencional por desmontagem. Não existem meios de se realizar neste caso a limpeza parcial desta linha de produção (COSENTINO, 2011)

Em determinados trechos de tubulação, como por exemplo, curvas acentuadas, pode haver pontos na superfície com escoamento insuficiente para prover ação mecânica para a remoção das sujidades. Durante o projeto do CIP, devem ser consideradas maneiras alternativas de se realizar a limpeza destes pontos (FORNI, 2007)

7. PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO CLEAN IN PLACE (CIP): UM TEMA PARA O ENSINO DE ÁCIDOS E BASES E DE DETERGENTES

Na atualidade um dos grandes desafios do ensino nas escolas de nível fundamental e médio é construir uma ponte entre o conhecimento ensinado e cotidiano dos alunos, (CASTRO et al., 2011). O modelo tradicional de ensino, onde o aluno é um mero espectador trazem grandes dificuldades de aprendizagem, pois o aluno tem apenas o papel de ouvinte, e com isso o aluno tem a química como uma matéria muito complexa (OLIVEIRA; GOUVEA; QUADROS, 2009). Segundo Castro et al. (2011), “o formalismo nas discussões em sala de aula deixa cada vez mais distante a possibilidade das associações entre os conteúdos e a realidade” .

Atualmente, a utilização de temas sociais para ensinar Química tem sido uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para chamar a atenção dos alunos e dinamizar as aulas, fazendo com que eles se interessem pelo conteúdo e percebam sua aplicação cotidiana. Sendo assim, uma atividade interdisciplinar, possibilita aos alunos compreender a importância e a utilização da química no cotidiano, fazendo com que a aprendizagem se torne mais prazerosa e menos complexa (MORAES et al., 2011).

O uso de novas tecnologias no ensino de química tem permitido aos professores o uso de recursos didáticos que não podiam ser utilizados quando se usava apenas o quadro e o livro. O movimento estático do livro e da lousa agora pode ser complementado com animações em 3D, que mostra os movimentos de moléculas, movimentos de átomos, interações entre moléculas, que tradicionalmente era apresentado em duas dimensões, que não dava ao aluno o real acontecimento (POSSO, 2010).

Este trabalho descreve a importância do processo Clean in Place (CIP) na higienização de tanques e equipamentos industriais. Ao apresentar este processo de limpeza é possível esclarecer aos alunos que todas as etapas de higienização envolvem a aplicação de soluções ácidas básicas e também o emprego de detergentes. A utilização destes compostos em um processo industrial de

higienização tão importante ilustra a aplicação da química no cotidiano industrial. Além disso, com a apresentação deste processo de higienização é possível abordar conteúdos como as funções inorgânicas, ácidos e bases, bem como o tema detergente.

É possível abordar que as substâncias químicas são classificadas em inorgânicas e orgânicas, sendo que as inorgânicas são aquelas que não possuem cadeias carbônicas e as orgânicas são aquelas que possuem. Pode-se abordar também que as substâncias inorgânicas são divididas em quatro grupos: os ácidos, as bases, os sais e os óxidos, chamados de *"funções inorgânicas"* (CAMPOS; SILVA, 1999).

O ensino de ácidos e bases pode ser iniciado com um breve histórico, mostrando que a palavra ácido (do latim *acidus*) significa "azedo", álcali (do árabe *al qaliy*) significa "cinzas vegetais" e que as cinzas vegetais possuem propriedades básicas (GARRITZ; CHAMIZO, 2002).

No histórico pode-se dizer que em 1789, Antoine-Laurent Lavoisier afirmava que "o oxigênio é o princípio acidificante". Em outras palavras, dizia que todo ácido deveria ter oxigênio. Entretanto, já nesta época, Claude-Louis Berthollet (1787) e Humphry Davy (1810) descreveram vários ácidos que não apresentavam o oxigênio, tais como o ácido cianídrico (HCN), ácido sulfídrico (H_2S) e ácido clorídrico (HCl) (GARRITZ; CHAMIZO, 2002).

Depois as teorias ácido-base que procuram explicar o comportamento dessas substâncias podem ser abordadas.

7.1 ÁCIDO E BASE DE ARRHENIUS

Em 1887 o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927) propôs uma teoria para explicar o comportamento de ácidos e bases. Segundo a teoria de Arrhenius ácido é toda substância que em água produz íons H^+ (CHAGAS, 1999).

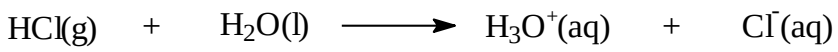


Figura 12 – Ionização do cloreto de hidrogênio (In: CAMPOS; SILVA, 1999, p. 20)

Base é toda substância que em água produz íons produz OH^- (CHAGAS, 1999).

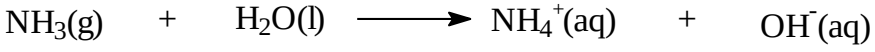


Figura 13 – Ionização da amônia (In: CAMPOS; SILVA, 1999, p. 20)

7.2 OS ÁCIDOS E AS BASES DE BRONSTED-LOWRY

Os químicos Johannes Nicolaus Bronsted (1879-1947) e Thomas Martin Lowry (1874-1936) propuseram em 1923 de forma independente uma nova teoria, mais abrangente, para explicar o comportamento de ácidos e bases, conhecida como teoria de Bronsted-Lowry. Segundo esta teoria, ácido é um doador e base um receptor de prótons (figura 14) (CHAGAS, 1999).

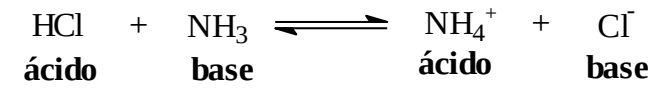


Figura 14 – Exemplo de reação ácido-base de Bronsted-Lowry (In: CHAGAS, 1999, p. 29)

Observando-se a reação da esquerda para a direita, o átomo de hidrogênio da espécie **HCl** é transferido para a molécula **NH_3**, formando **NH_4^+**. No sentido contrário, o átomo de hidrogênio de **NH_4^+** é transferido para **Cl^-**. Portanto, **NH_4^+**é um ácido e **Cl^-** é uma base, segundo Brönsted-Lowry. Desse modo, **HCl** e **Cl^-** formam

um par ácido-base conjugado. Ou seja, **HCl** é um ácido porque doa um próton e transforma-se em Cl^-. Já Cl^- é uma base porque recebe um próton e transforma-se em **HCl**. Do mesmo modo, NH_3 e NH_4^+ formam um segundo par ácido-base conjugado (CHAGAS, 1999).

7.3 OS ÁCIDOS E AS BASES DE LEWIS

Gilbert Newton Lewis (1875-1946), um químico americano, propôs em 1923 uma teoria de ácidos e bases no mesmo ano em que Bronsted e Lowry apresentaram a sua teoria (CHAGAS, 1999). De acordo com Lewis ácidos são espécies capazes de receber um par eletrônico e bases são espécies capazes de doar um par eletrônico (CHAGAS, 1999). De modo geral, a reação ácido base nesta teoria está descrito na figura 15.

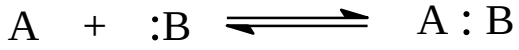


Figura 15 – Reação genérica de neutralização, segundo a teoria de Lewis (In: CHAGAS, 1999, p. 29)

O composto A:B recebe diversos nomes, de acordo com a circunstância: aduto, sal, complexo, complexo ácido-base, complexo doador-aceitador, etc . Um exemplo específico de reação de neutralização está descrita na figura 16.

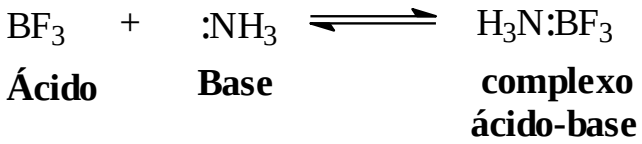


Figura 16 – Reação específica de neutralização, de acordo com a teoria de Lewis (In: CHAGAS, 1999, p. 29)

7.4 DETERGENTES

Além de abordar o conteúdo ácidos e bases, é possível trabalhar também o tema detergentes. Definição de sabão**:** Do ponto de vista químico, a palavra sabão é usada para definir qualquer sal de ácido graxo. Quanto a classificação: Existem vários critérios que podem ser usados para classificar os sabões. Entre eles, a solubilidade e o processo de fabricação são os mais importantes. **Detergente** é qualquer composto que pode ser utilizado como agente de limpeza sendo os substitutos sintéticos do sabão. Pode-se descrever também que o nome genérico para essa classe de compostos é 'agentes tensoativos', (BARBOSA; SILVA, 1995). São substâncias cujas moléculas têm uma cabeça polar e uma cauda apolar. A cabeça polar geralmente tem uma carga elétrica, positiva ou negativa, e a cauda apolar é formada por uma cadeia de átomos de carbono (figura 17). A cabeça polar atrai água e repele óleo e a cauda apolar atrai óleo e repele a água (VERANI; GONÇALVES; NASCIMENTO, 2000).

Figura 17 – Representação estrutural e esquemática de detergentes sintéticos (in: BARBOSA; SILVA, 1995, p. 4)

É possível abordar que ao acrescentar detergente à mistura observa-se a dissolução da sujeira. Esta ocorre devido à formação de interações intermoleculares entre a sujeira e a parte apolar da molécula do sabão (parte hidrofóbica). A parte polar da molécula de sabão (parte hidrofílica) também interage com as moléculas de água. Ocorre a formação de micelas solúveis em água, eliminando dessa forma a sujeira. As micelas (figura 18) são agregadas de ânions moleculares (agrupamento de 40 a 100 ânions) rodeados por cátions (FILHA; COSTA; BIZZO, 1999).

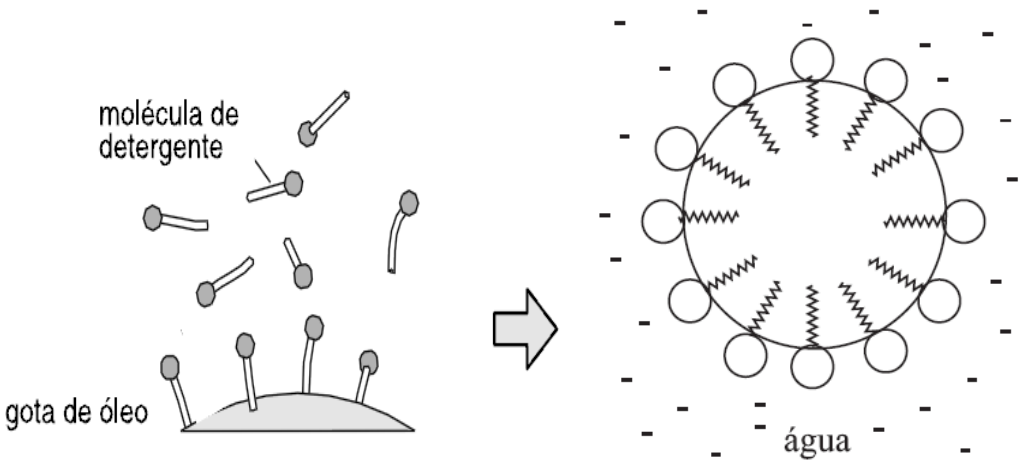


Figura 18 – Representação esquemática de uma micela contendo óleo em seu interior (in: BARBOSA, Silva, 1995, p. 4); (in: www.cienciamao.usp.br, 2011)

A ação dos detergentes em água dura é outro assunto que pode ser abordado. É importante descrever que os detergentes em presença de águas duras ou ácidas não perdem sua ação tensoativo. Os sais formados pelas reações dos detergentes com os íons cálcio e magnésio, encontrados em águas duras (figura 19), não são completamente insolúveis em água, o que permite ao tensoativo sua permanência na solução e sua possibilidade de ação (BARBOSA; SILVA, 1995). Em presença de águas ácidas (figura 20), os detergentes possuem também caráter ácido e, novamente, o produto formado não é completamente insolúvel em água, permanecendo, devido ao equilíbrio das reações químicas, em solução e mantendo sua ação de limpeza.

$$2\ C_{11}H_{23}\text{-}SO_3^-Na^+(aq) + Ca^{++}(aq) \rightleftharpoons 2\ [C_{11}H_{23}\text{-}SO_3^-]_2Ca^{++}(aq) + 2\ Na^+(aq)$$

Lauril Sulfonato de sódio (Detergente)

Lauril Sulfonato de cálcio (Solúvel em água)

Figura 19 – Reação entre um detergente e cálcio, presente em águas duras, (In: NETO, et al., 2011 p. 53).

Em presença de águas ácidas (figura 20), os detergentes possuem também caráter ácido, o produto formado não é completamente insolúvel em água, permanecendo, devido ao equilíbrio das reações químicas, em solução e mantendo sua ação de limpeza.

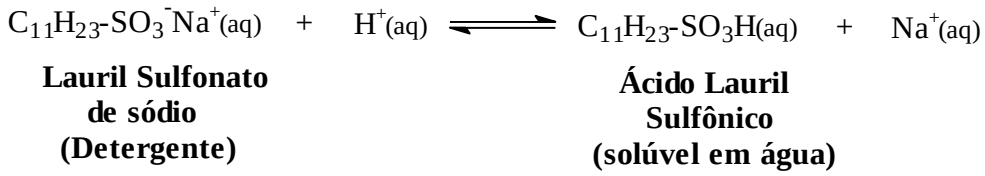


Figura 20 – Reação de um detergente quando em águas ácidas, (In: NETO, et al., 2011 p. 53).

8. CONCLUSÃO

Os dados de literatura indicaram que o processo de higienização Cleaning in Place (CIP), por não necessitar de desmontagem dos sistemas de produção industrial e pela limpeza e desinfecção serem feitas através da circulação de um pequeno volume de solução química, fornecendo ação mecânica ao sistema, consiste em uma alternativa atrativa para evitar a contaminação nas várias etapas do processamento dos alimentos. Isto porque este método permite reduzir o tempo de higienização, além de propiciar maior eficiência na retirada de incrustações, se comparado aos métodos de imersão e limpeza manual.

Uma otimização de um sistema de limpeza (CIP) deve considerar o ciclo de Sinner, pois tal modelo relaciona os agentes térmicos, agentes químicos e agentes mecânicos no tempo necessário para romper as ligações que mantém as sujidades aderidas às superfícies. É preciso ter também um conhecimento amplo do produto fabricado, para que seja usada a solução adequada de limpeza e desinfecção e para que o CIP seja eficiente em tanques, tubulações ou em outros equipamentos, deixando todo sistema livre de sujidades e contaminantes para a próxima fase do processo de fabricação.

Através deste estudo pôde-se concluir que o sistema de higienização é tão importante quanto qualquer outra fase de fabricação, se não for a mais importante, pois todo processo de fabricação estará comprometido se a higienização não for bem realizada. Para isso é necessário promover uma adequação do sistema, com parâmetros a serem seguidos à risca, seja na hora do desenvolvimento do projeto de CIP, seja na hora de executar a operação do sistema de higienização, para que se tenha sucesso e 100% de eficiência de limpeza que um sistema CIP pode oferecer.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. E. **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos,** 4ª. ed. São Paulo: Varela, 2001.

ALVIM, SAULO CARNEIRO. **Formação de Biofilmes na Indústria de Lacticínios**. 2008, 21 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Universidade Castelo Branco, Goiás, Goiânia, 2008.

ANDRADE, J. N. & PINTO, C. L. O. **Higienização na indústria de alimentos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999.

ANDRADE, J. N. e MACEDO, B. A. J. **Higienização na industria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996.

Aula 43, **Como os detergentes tiram gorduras.** Disponível em <www.cienciamao.usp.br/tudo/t2k.php?cod=_quimica_qui43>. Acesso em: 02 out. 2011.

BARBOSA, André Borges; SILVA, Roberto Ribeiro da. Xampus, **Química Nova na Escola,** n° 2, nov., 1995, p. 03-06.

BARBOSA, R.; SOUZA, D. D.; ARAÚJO, E. M.; MÉLO, T. J. A. Avaliação da estabilidade térmica de sais quaternários de amônio para uso em argilas organofílicas nacionais - Parte I. **Cerâmica**, v. 56, 2010, p. 376-380.

BARROS, V. R. M; PAIVA, C. P.; PANETA, J. C. Salmonella spp: sua transmissão através dos alimentos. **Higiene alimentar**, v.16, nº. 94, 2002, p. 15- 19.

BRYAN, F. L. Análise de risco nas empresas de alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 3, nº. 2, 1996, p. 92-99.

Cabeçote Rotativo. Disponível em: <http: //cipinox.sites.uol.com.br/sprayball.htm> Acesso em: 20 Set. 2011.

Cabeçote Rotativo. Disponível em: <http://www.tetralon.com.br/outros-equipamentos/lavar/cabecote-rotativo-de-limpeza/scanjet/cabecote-rotativo-para-limpeza-de-tanques.htm>. Acesso em: 19 Set. 2011

CAMPOS, Reinaldo Calixto de; SILVA, Reinaldo Carvalho; Funções da química inorgânica ... funcionam? **Química Nova na Escola,** n° 9, maio, 1999, p. 18-22.

CARDOSO, Claudia Catelani; VEIGA, Sandra Maria Oliveira Morais; NASCIMENTO, Luiz Carlos do; FIORINI, João Evangelista; AMARAL, Luiz Augusto. Avaliação Microbiológica de um Processo de Sanificação de Galões de Água Com a Utilização do Ozônio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, nº. 1, jan.-abr., 2003, p. 59-61.

CASTRO Denise L. de; SANTOS, Cleber H. dos; PINTO, Karla Gomes de; JESUS, Vitor L. B. de; MILATO, Jônatas V.; ALVES,Thiago R.S. SILVA, Daniele Tavares M. da. Sociedade Brasileira de Química, **A contribuição do PIBID para o Ensino de Ciências em uma escola municipal da Baixada Fluminense.** 34a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. IFRJ - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio de Janeiro, 2011.

CHAGAS, Aécio Pereira, Teorias ácido-base do século XX, **Química Nova na Escola,** n° 9, maio, 1999, p. 28-30.

Clorexidina. Disponível em: <http://it.wikipedia.org/wiki/Clorexidina>. Acesso em: 18 jul. de 2011.

COSENTINO, Rodolfo. **Sistemas de Limpeza WIP (Washing in Place) e CIP (Clean-in-place) Instalações Sanitárias para fabricação de líquidos e semi-sólidos**. São Paulo Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/23561706/Artigo-Sistema-de-Limpeza-WIP-e-CIP-na-Industria Farmacêutica> Acesso em: 17 julho 2011.

CUNHA, Anna Cláudia; PAIXÃO, Fernanda Menezes da; SOUZA, Maria Cecília B. V.; FERREIRA, Vitor Francisco. Cloreto Isocianúrico e Cloreto Cianúrico: Aspectos Gerais e Aplicações em Síntese. **Química Nova**, v. 29, nº. 3, 2006, p. 520-527.

FERREIRA, Felipe Norberto, Procedimentos de higienização do equipamento de ordenha e tanque de expansão - Material adaptado do curso pela internet

"Qualidade do leite e controle de mastite" **Higienização do equipamento de ordenha e tanque rehagro**, 2010.

FILHA, Aída Maria Bragança Bittencourt; COSTA, Valéria Gonçalves; BIZZO, Humberto Ribeiro, Avaliação da qualidade de detergentes a partir do volume de espuma formado, **Química Nova na Escola,** n° 9, maio, 1999, p.43-45.

FORNI, R**, Projeto Mecânico de um Sistema de Higienização CIP (Cleaning in Place).** São Paulo: valela, 2007.

FORTUNA, A. O. **Técnicas Computacionais para Dinâmica dos Fluidos Conhecimentos Básicos e Aplicações**. São Paulo: Edusp, 2000.

GANDARA, Ana Lourdes Neves e Oliveira, José Sátiro. Adesão de linhagem selvagem de Streptococcus thermophilus em superfície de aço inoxidável e efeitos da higienização na sua remoção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, nº 1, 2000, p. 1-7.

GARRITZ RUIZ, Adoni; CHAMIZO GUERREIRO, José Antônio. **Química**, São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos.** 1. ed. São Paulo: Varela, 2001.p. 629.

GIBSON, H. TAYLOR, J. H.; HALL, K. E.; HOLAH, J.T. Effectness of cleanning of holding tubes techicniques used in food industry in terms in bacterial biofilms. **Journal of Applied Microbiology**, v.8, nº. 1, 1999, p. 41-48.

GORMEZANO, Lucien, KUNIGK, Leo; GEDRAITE, Rubens, **O gerenciamento de projetos na indústria alimentícia com sensores virtuais,** disponível em: < www.maua.br/arquivos/artigo/h/9c1760667a1e3bfaf705f4e80fd64c6d> acesso em 28 ag. 2011.

GLUCONATO, disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_gluc%C3%B4nico> acesso em 28 Set. 2011.

HOFFMANN, F. L. et al. Avaliação da Atividade Antimicrobiana "in vitro" de dois Agentes Sanificantes de Uso Industrial. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, nº. 94, março, 2002, p. 62-67.

KATSUYAMA. A. M.. **Principles of Food Processing Sanitation**. The Food Processors Institute, Washington, D. C., 2.ª ed., 1980.

KUNICK L. **Ação do ácido Peracético sobre mecanismo contaminante de processo cervejeiro**, São Paulo 1998 USP. 130 p.

LARISSA, UFPA, Engenharia de Alimentos, **Limpeza e Sanitização na Indústria de Alimentos,** disponível em:<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABL50AJ/limpeza-sanitizacao-na-industria-alimentos> acesso em 15 Out. 2011.

LAURIA, D. **Apostila de máquinas de fluxo**. São Paulo. Escola Politécnica, USP, 2006, p. 120.

MANIASCO, Nelson, Ambientes Micelares em Química Analítica. **Química Nova**, v. 24, nº. 1, 2001, p. 87-93.

MARCELINO, Ana Paula. Escola técnica estadual professor Agamemnom Magalhães Módulo IV **– Curso Técnico Em Química Industrial. Disciplina: Análise Orgânica II.** Disponível em: <www.ebah.com.br/.../ABAAABtvoAI/relatorio-sabao> Acesso em: 20 jul. de 2011.

MORAES, M. S. V.; ANDRADE, N. J.; CHAVES, J. B. P.; PASSOS, F. J. V. & GOMIDE, L. A. M. Isolamento de esporos de equipamentos de abatedouros avícolas e avaliação de sua resistência a sanificantes químicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, nº. 3, set.-dez.,1997, p. 325-329.

MORAES, Priscila Cardoso; TRAJANO, Silvia Cristina De Souza; MAFFRA, Stella Maria ; MESSEDER, Jorge Cardoso, Abordando Agrotóxico No Ensino De Química: Uma Revisão, **Revista Ciências & Ideias,** v. 3, nº. 1. Setembro-2010/Abril-2011.

NETO, Zago Odone Gino; Pino, JOSÉ Claudio Del**;** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Química, Área de Educação Química. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes.** Disponível em: <www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>. Acesso em: 28 set. 2011**.**

OLIVEIRA, Sheila Rodrigues; GOUVEIA, Viviane de Paula; QUADROS, Ana Luiza de. Uma Reflexão sobre a Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepções dos Estudantes, **Química Nova na Escola**, v. 31, nº 1, fevereiro, 2009, p. 23-30.

OSÓRIO, Viktoria Klara Lakatos e OLIVEIRA, Wanda de, Polifosfatos em Detergentes em Pó Comerciais. **Química Nova**, v. 24, nº. 5, 2001, p. 700-708.

PCPILP, Programa de Capacitação Profissional das Indústrias de Laticínios do Paraná, **Boas Práticas na Produção de Laticínios.** Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/cpleite/industria.pdf >. Acesso em: 18 jul. de 2011.

POSSO, Adriana da Silva, **A produção de significados em um ambiente virtual de aprendizagem: utilizando a teoria da ação mediata [ara caracterizar a significação dos conceitos relacionados a solubilidade dos materiais**, USP, São Paulo, 2010.

PROFIQUA, Sociedade Brasileira Ciência e Tecnologia de Alimentos - SBCTA. Manual - Série Qualidade - Profiqua, primeira edição, **Higiene e sanitização para empresas de alimentos**. São Paulo SP.BR., p. 193, 1995.

RIBAS, Luciane Cristina Mota. **Higienização de Instalações e Equipamentos em Indústria de Laticinios.** Disponivel em <http://www.eteavare.com.br/arquivos/836_565.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2011.

SANTOS, Marcos Veiga. Pirassununga SP 2004. disponível <http://www.milkpoint.com.br/artigos-tecnicos/qualidade-do-leite/limpeza-e-desinfeccao-de-equipamentos-de-ordenha-e-tanques-parte-3-18526n.aspx>. Acesso em 25 ag. 2011.

SILVA JUNIOR, E. A.E. **Manual de controle higiênico sanitário em alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Varela, 1996.

SILVA JUNIOR., E. A. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos**, 4ª. ed., São Paulo: Varela, 1999.

SILVA Wesley Pereira. **As Propriedades do Sabão e dos Detergentes**. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=7757>. Acesso em: 18 jul. de 2011.

Spray Ball rotativos: Disponível em: <http://www.tetralon.com.br/outros-equipamentos/lavar/cabecote-rotativo-de-limpeza/scanjet/cabecote-rotativo-para-limpeza-de-tanques.html>. Acesso em: 27 Set. de 2011.

Spray Ball cabeçote fixo. Disponível em: http://cipinox.sites.uol.com.br/sprayball.htm. Acesso em: 15 jul**.** 2011.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Depto. de Eng. Química e de Eng. de Alimentos. EQA 5221 - Turma 945 – Higiene e Legislação de Alimentos. **Agentes Químicos Para Higienização – Detergentes.** Disponível em: <http://www.enq.ufsc.br/disci/eqa5221/material/detergentes07.pdf>. Acesso em 20 jul. de 2011.

VERANI, Cláudio Nazari; GONÇALVES, Débora Regina; NASCIMENTO, Maria da Graça, Sabões e Detergentes Como Tema Organizador de Aprendizagens no Ensino Médio, **Química Nova na Escola**, n° 9, nov., 2000, p.15-19.