

**Melhoria contínua no processo de higienização *Cleaning in Place* em
uma indústria alimentícia**

Liliane Dolores Fagundes

Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL

ldfagundes@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é mostrar a mudança de um sistema de higienização *Cleaning in Place* (CIP). O CIP possibilita a higienização das partes e peças de uma instalação de produção de uma indústria sem a necessidade da desmontagem dos equipamentos e tubulações. Este trabalho foi baseado em um estudo de caso real, feito dentro de uma indústria alimentícia. A indústria estava em fase de mudança do CIP local para o CIP central, o que permitiu observar as melhorias na segurança, qualidade e perdas. Durante o trabalho são descritos métodos e materiais utilizados no CIP, os vários tipos de CIP's existentes, além da influência do processo de melhoria contínua em alguns indicadores de desempenho.

Palavras-chaves: Gestão da Manutenção. Melhoria Contínua. *Cleaning in Place*.

1. Introdução

Em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas precisam aperfeiçoar seus processos e reduzir custos para conseguir manter um produto de qualidade e com um preço mais acessível aos consumidores. Atentas à mudança de comportamento dos consumidores, as empresas constantemente buscam por novos métodos de produção que as tornem mais eficientes e flexíveis, sem que haja perda de qualidade e aumento de custo.

Uma preocupação das empresas é a melhoria contínua dos seus processos para a redução de custos e melhoria da qualidade. Para isto utilizam o *Kaizen*. *Kaizen* é uma palavra japonesa que significa melhoramento. Logo é a melhoria continua de um processo, que tem por finalidade adicionar mais valor e menos desperdício (CAMPOS, 2014; HORNBERG, 2007).

A melhoria contínua é feita a partir do momento em que as metas estabelecidas são atingidas. Neste caso, deve-se voltar a Planejar e revisar as metas já atingidas traçando novos desafios, novos procedimentos (VIEIRA FILHO, 2012).

O trabalho mostra a aplicação do *Kaizen* no *Clean in Place (CIP)*. Este é um método de higienização das máquinas e dos equipamentos de processamento (tanques, trocadores de calor, etc.), usadas nas indústrias de alimentos e bebidas. Tem como diferenciais de uma manutenção tradicional o fato de ser realizado com as máquinas e equipamentos fechados, não sendo necessário o desmonte das partes e das peças desses (FORNI, 2007). Essa limpeza é desempenhada em etapas, sendo que em cada etapa é circulado um tipo de produto químico através das tubulações a uma temperatura adequada.

Dentro deste contexto, este trabalho pretende-se mostrar a eficiência do CIP através da eliminação das falhas operacionais, tanto no abastecimento do produto químico, quanto na quantidade requerida para limpeza. Além disto, pretende-se mostrar o controle sistêmico de todo o produto químico utilizado, conseguindo valorar o quanto se gasta nas limpezas de CIP, além da eliminação dos riscos que envolvem a manipulação e manuseio dos produtos químicos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é a melhoria do CIP através da automatização. Com a mudança do processo atual pelo automatizado, é possível atingir os seguintes benefícios.

- Melhora do indicador de segurança: eliminação do contato do operador industrial durante o fracionamento que acontece na estação do CIP;
- Melhora dos indicadores de qualidade: aumento da confiabilidade na limpeza química, eliminando-se o risco do operador industrial esquecer-se de abastecer o reservatório ou até mesmo errar a dosagem do químico que é colocado nos tanques de CIP local;
- Melhorar do indicador de perdas: eliminação das perdas de produto acabado ou em processo devido à ineficiência do CIP.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. *Cleaning in place (CIP)*

Segundo Tamime (2008), CIP é a associação de equipamentos e componentes, que possibilitam a higienização sem o desmonte.

A higienização do CIP após o processo de produção é fundamentado na circulação de produto químico sobre as superfícies que contenham algum tipo de resíduos ou incrustações aderidas.

Nas tubulações e nas superfícies internas dos tanques de armazenamentos é onde se utiliza um maior volume de circulação de químico (TAMIME, 2008).

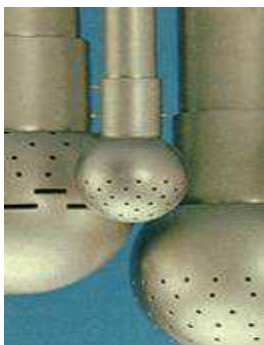
O círculo de Sinner é um modelo que relaciona agentes térmicos, químicos, mecânicos em um determinado tempo. Quando esses agentes estão associados, a higienização acontece com uma melhor eficiência. No entanto a circulação de uma solução química altera os fatores mecânicos e o tempo de higienização, fazendo com que o fluido cause um efeito de arrancamento de sujeiras, com uma redução significativa do tempo (FORNI, 2007).

Forni (2007) informa que a higienização do CIP é feita geralmente em locais que não pode ser feita a limpeza manual facilmente. Alguns desses locais são, por exemplo, superfícies internas de tanques, silos, tubulações, equipamentos de processamento de bebidas e alimentos.

As indústrias farmacêuticas, bebidas, alimentos, laticínio, são as que mais utilizam o conceito CIP, e os principais equipamentos são: tanques de solução CIP (onde são armazenadas as matérias primas), bombas centrífugas radiais, tubulações para o avanço e retorno de solução, silos de armazenamento de leite, caminhões de transporte de leite.

Segundo Forni (2007), os dispositivos aspersores possibilitam a aplicação de solução química nas superfícies que deverão ser higienizadas. Cada aspersor de solução química possui condições químicas específicas, como pressão e vazão. Cada modelo de *sprayball* possui um determinado tamanho de esfera, tipos de furos e determinadas localizações desses furos. Os principais modelos são *sprayball 360°*(furação por toda a esfera), *sprayball 180° Top* (furação na metade superior) e *Sprayball180° Bottom* (furação na metade inferior). O mesmo autor salienta que o sistema de CIP automático necessita de alguns equipamentos complementares como sensores, atuadores e controladores.

Figura 1 - Tipos de aspersores do modelo de *sprayball*



Fonte: Forni (2007)

2.2. Tipos de CIP

Uma vez definidos os principais componentes de um CIP é possível estabelecer a relação e a conexão de cada uma destes de modo a montar um sistema que realize a higienização das partes, peças e equipamentos de uma linha de produção. O CIP pode ser classificado de diversas maneiras devido algumas características (TAMIME, 2008). São eles:

- Central CIP x CIP local;
- CIP de sistema aberto x CIP de sistema fechado
- CIP Móvel x CIP manual

2.2.1. Central CIP x CIP local

Uma central CIP é composta basicamente por bombas de avanço e retorno, tubulações de avanço e retorno, tanque(s) de solução CIP, válvulas solenoides e válvulas convencionais (borboleta, esfera). Dependendo das características do projeto a Central CIP pode conter condutivímetros, bombas pneumáticas entre outros, permitindo a automação do sistema.

A central CIP é um sistema completo para higienização. Permite a higienização dos tanques de armazenamento como também das tubulações da planta industrial as quais transportam produtos, subprodutos e matérias-primas de um processo produtivo. Outros equipamentos, como os trocadores de calor, também podem ser higienizados pela Central CIP. A central permite a lavagem simultânea de mais de um tanque de armazenamento produtivo de uma planta industrial como também a lavagem da tubulação.

Devido a essa pluralidade dos tanques CIP é possível também realizar o reaproveitamento da solução química. O reaproveitamento é controlado manualmente ou automaticamente através dos equipamentos, como por exemplo, os condutivímetros. Outra característica importante da central CIP é o fato de ficar fixa em um determinado local da planta da fábrica, diferentemente de um CIP móvel.

Em um CIP local, após acionado o início da higienização, todo o processo de lavagem dos tanques é realizado automaticamente. Cada uma das etapas de lavagem, como a lavagem ácida, básicas e enxágue, é realizada automaticamente através de uma programação de um *Power Line Communication* (PLC de Controle), ou seja, uma comunicação via rede elétrica, definindo-se o tempo de cada uma delas e a sequência entre elas (TAMIME, 2008).

Figura 2- Central CIP



Fonte: Forni (2007)

Tamine (2008) ainda explica que esse PLC é responsável também pelo controle de abertura e fechamento de válvulas solenóides, direcionando o fluxo de solução química para os locais aos quais se desejam realizar a higienização. A dosagem de produtos químicos é realizada através dos controladores de condutividade citado acima. Quando necessário, o direcionamento das soluções para dreno também é realizada automaticamente.

2.2.2. CIP de sistema aberto x CIP de sistema fechado

De acordo com Forni (2007), em um CIP de sistema aberto ocorre o descarte da solução química, durante o processo de higienização, ou no final deste processo. A bomba de retorno é montada no circuito de modo a eliminar a solução para o dreno após a aplicação, ou promover a recirculação da solução já utilizada diretamente no local onde está sendo aplicado o CIP (*bypass*). A solução CIP em nenhum momento retorna ao tanque de solução CIP, esta medida busca evitar contaminar a solução CIP do tanque preparada antes do início do processo.

Forni (2007) ainda explica que no CIP de sistema fechado não ocorre o descarte da solução química após sua utilização na higienização. Esta solução é retornada ao tanque CIP com o auxílio da bomba de retorno de solução química. A definição da utilização de um sistema aberto ou fechado varia a cada projeto.

A opção pelo descarte ou não da solução é função principalmente do tipo e da quantidade de sujidade envolvida na superfície de higienização. Caso a sujidade possa contaminar o tanque e a solução CIP, de maneira a prejudicar a higienização durante a recirculação da solução, esta solução deve ser descartada. Quando a sujidade em determinada superfície não oferece riscos patogênicos ou risco de contaminação da solução, pode ser utilizado o CIP de sistema fechado.

2.2.3. CIP móvel x CIP manual

Segundo Tamine (2008) CIP móvel é um sistema mais simples e mais barato comparado a Central CIP. Sua versatilidade é obtida através da possível movimentação do sistema ao longo da planta de uma fábrica. O CIP móvel geralmente não requer a utilização de uma bomba de retorno, já que o CIP móvel é colocado abaixo do tanque que está sendo higienizado, recolhendo a solução utilizada para a higienização. Sua utilização é bastante restrita, possibilitando geralmente a higienização de um tanque de armazenamento por vez. Outra limitação é a dificuldade de se realizar a higienização das tubulações devido a impossibilidade de retorno da solução química ao tanque de solução, ou até mesmo devido a impossibilidade de obtenção de um fluxo em regime permanente na tubulação. Em determinados casos a solução utilizada pode ser descartada diretamente para dreno, ou seja, sem reaproveitamento.

A higienização através de CIP móvel é obrigatoriamente realizada através de acionamento manual. Os principais componentes de um CIP móvel, bomba de avanço, tanque de solução CIP e tubulação de avanço flexível, são montados em cima de uma plataforma com rodas, as quais possibilitam a movimentação do sistema. Como se trata de um sistema móvel, o engate da tubulação aos dispositivos aspersores é realizado através de um engate rápido. O CIP móvel tem dimensões reduzidas comparadas a uma Central CIP. Referenciar e dar um exemplo das dimensões (FORNI, 2007).

No CIP manual todo acionamento do processo de higienização é manual, inclusive a preparação de solução química, que é realizada sem o auxílio de equipamentos controladores. Em processos de higienização em que são necessários mais de um tipo de lavagem, por exemplo, lavagem ácida e lavagem básica, assim é necessária a utilização de no mínimo dois tanques de solução química. Todo o *set-up* para lavagem é realizado por um operador responsável pela alteração do posicionamento das válvulas (aberto e fechado), o acoplamento e desacoplamento das tubulações para direcionamento da solução ao local de higienização, além do controle do tempo e interrupção do processo. O processo de pré-lavagem, quando necessário, e enxágue é feito manualmente, tal como é realizada a lavagem.

3. Desenvolvimento

O estudo de caso, que ocorreu em uma indústria do ramo alimentício, está descrito nesta seção.

Para o desenvolvimento, foi utilizado a seguinte metodologia:

- Descrever o processo e os indicadores;
- Levantar pontos de melhoria;
- Implementar as melhorias;
- Medir o desempenho do processo após melhorias implementadas.

3.1. Descrição operacional básica de um sistema CIP

CIP é a circulação da solução CIP pelas superfícies internas dos equipamentos, tanques e silos. Através dele é feita a higienização para que o equipamento esteja limpo e pronto para ser utilizado.

O dispositivo aspersor deve estar instalado no interior dos locais aos quais se deseja efetuar a limpeza. Devem ser colocados um ou mais aspersores de modo a aplicar solução química ao longo de toda superfície suja.

Primeiramente, deve-se preparar a solução CIP. A preparação da solução é realizada através da diluição de produtos químicos concentrados em um solvente, geralmente água. Em sistemas simples de CIP, as soluções são diluídas manualmente pelo operador. Em outros casos, pode ser feita por controladores de condutividade e bombas pneumáticas. Neste caso o controlador de condutividade recebe um sinal elétrico da condutividade da solução química lido por um sensor de condutividade, tal parâmetro indica a presença e a movimentação de íons dentro da solução, indicando conseqüentemente a concentração química.

Depois da dosagem dos produtos, a solução está pronta para ser utilizada, porém, às vezes é necessário aquecer ou resfriar a solução antes de ser encaminhada para os aspersores. Utilizam-se trocadores de calor para fornecer essa ação térmica.

A bomba de avanço, após acionada, promove a pressurização de toda tubulação de avanço com solução química, até o(s) dispositivo(s) aspersores. A pressurização deste dispositivo

aspersos induz o escoamento do fluido pelos furos do aspersor, devido a sua diferença de pressão interna e externa. Em outras palavras, ocorre a aplicação de solução química nas superfícies sujas dos equipamentos e componentes de uma instalação produtiva.

A degradação das sujeiras é feita através do contato com a solução química, somado aos fatores mecânicos e térmicos. A solução química entra em contato com as partículas de sujeiras acumuladas na parte inferior do tanque higienizado, devido à ação da gravidade. Neste mesmo instante que a solução escoou pela tubulação de retorno, é realizada a operação de recalque de solução pela bomba de retorno. Esta solução pode ser recalçada novamente diretamente ao aspersor (*by-pass*) ou pode ser recalçada para o tanque CIP.

O processo de bombeamento de avanço e retorno ocorre simultaneamente durante a operação do CIP, em regime permanente. Enquanto parte da solução está sendo pressurizada na tubulação de avanço e aplicada nos aspersores, a outra parte está sendo recalçada para o tanque CIP ou realizando o *by-pass*. As aberturas e fechamentos das válvulas da central CIP são importantes durante o processo de higienização, visto que ao final do processo de CIP, seja garantido que não ocorra o escoamento de soluções químicas durante a produção, assim, não contaminando os produtos que posteriormente serão repassados aos clientes. Outro ponto importante é destinar as soluções aos locais corretos, para que não haja nenhum desvio, ou ocasionar problemas críticos.

3.2. Levantamento dos indicadores do processo atual

3.2.1. Indicador de segurança

Através da automatização do CIP é possível melhorar o indicador de segurança, eliminando assim o contato do operador industrial com o fracionamento do produto químico. Na metodologia anterior ao *Kaizen* o operador retirava o produto químico de um reservatório e fraciona o mesmo em frascos menores para fazer o abastecimento na máquina. Nesta atividade existe o risco do operador derrubar o frasco, e sofrer uma projeção do produto químico em seu corpo.

Na movimentação e no manuseio dos produtos químicos também existe o risco de acidente envolvendo o operador e outros funcionários que estejam passando no local.

Portanto, com a implementação do CIP central houve uma redução de acidentes, pois se elimina o contato do operador com o produto químico.

Com o CIP anterior ao *Kaizen*, existia a necessidade de mão de obra para realização das atividades de fracionamento, manuseio e controle da retirada e devolução dos frascos de

químicos. Com a migração para o CIP central, há redução no custo de mão de obra, equipamentos de proteção individual e fracos na utilização do fracionamento, além de alocar os colaboradores em outras atividades que trazem valor agregado a companhia.

Com a instalação do CIP Central, o time de operação da linha em estudo não está mais exposto aos riscos relacionados à movimentação e manipulação de produtos químicos, pois essas atividades foram eliminadas com a automatização do CIP. O CIP central é alimentado automaticamente pela central CIP, que é um tanque onde contém os produtos químicos, sendo, então fornecida a quantidade necessária que se necessita. Este tipo de sistema possui duas bombas sendo uma responsável por puxar o produto químico e a outra por dar o retorno, fazendo uma circulação fechada, ou seja, após a limpeza o produto é retornado ao CIP central

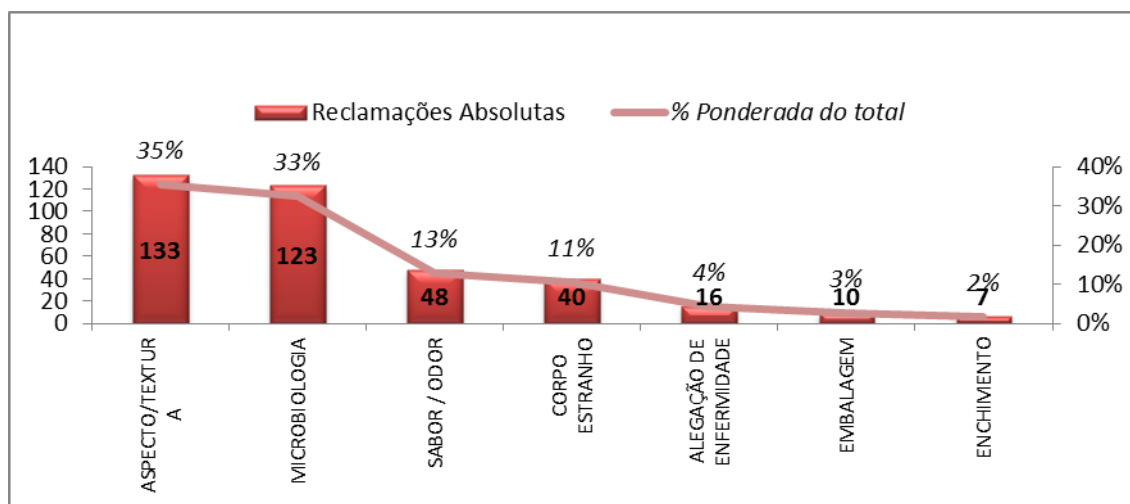
Nos três meses posteriores à implementação da mudança não houve ocorrências nem registros ambulatoriais de acidentes ligados ao sistema do CIP. Isso deixou o processo de produção mais seguro. Além disso, o custo de EPI's foi reduzido, pois essa atividade não demanda mão de obra operacional, e os colaboradores foram realocados para outras áreas para desenvolver uma função mais produtiva.

3.2.2. Indicadores de Qualidade

Os indicadores de qualidade (quantidade de não conformidade interna e quantidade de não conformidade externa) estão também diretamente ligados com a limpeza da máquina. No cenário anterior ao *kaizen*, o operador podia esquecer-se de abastecer o reservatório do CIP ou até mesmo errar a dosagem do químico que é colocada nos tanques. Isto pode levar a contaminações microbiológicas que resultam em retenções de produto acabado e reclamações de consumidores por alegação de enfermidade.

As reclamações de consumidores referentes a problemas de qualidade no período de um ano são mostradas na Figura 3.

Figura 3 - Reclamações de consumidores antes da melhoria



Fonte: Elaborada pela autora (2018)

A figura 3 mostra que 33% das reclamações são por problemas microbiológicos, ou seja, estão diretamente relacionados à ineficiência do CIP local. Transformando-se em números absolutos, esse percentual é referente a 123 reclamações que potencialmente podem ter sido originadas por desvios no CIP. Estratificando as reclamações, têm-se o cenário mostrado na Tabela 1:

Tabela 1- Estratificação das reclamações do CIP local

Tipos de não conformidades	Reclamações
Presença de Bolor	116
Estufamento	4
Outros de origem vegetal	1
Embalagem estufada	1
Mancha roxa	1
Total Geral	123

Fonte: Elaborado pela autora (2018)

A não conformidade de presença de bolor representa 94% de todas as reclamações da linha em estudo. Grande parte desses desvios está relacionada a falhas na sanitização da linha, sendo que a mesma é feita manualmente.

Após a implementação do CIP Central o número de reclamações dos clientes diminuiu de forma significativa. Levando em consideração que esta linha produz alimentos do segmento infantil, é de suma importância que o risco de contaminação microbiológica seja extremamente reduzido.

A comparação das reclamações dos consumidores após a implementação do CIP automatizado (ano de 2017) é mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Comparação das reclamações de consumidores por microbiologia de 2016 e 2017



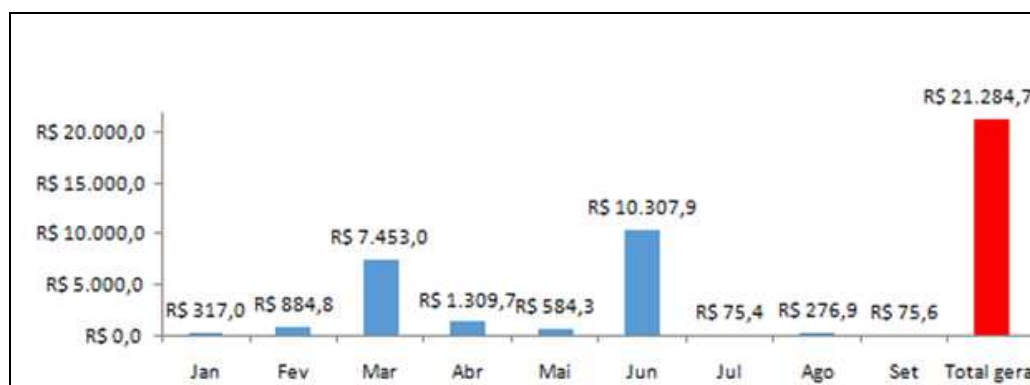
Fonte: Elaborado pela autora (2018)

3.2.3. Indicador de Perda

Devido à ineficiência do CIP local, ocorrem muitas perdas de produto acabado ou em processo. Um CIP ineficiente gera a contaminação microbiológica que resulta no bloqueio e destruição do produto processado, gerando perdas consideráveis a toda cadeia produtiva. Isso acontece quando um produto químico não é dosado na quantidade correta, ou quando há a ausência deste químico por falha tanto no abastecimento quanto por falha na abertura da válvula do reservatório do CIP local, que impede que o químico entre na etapa exata de limpeza.

A figura 5 representa a perda de produtos acabados até o mês de setembro de 2016. Observa-se que a linha de estudo perdeu R\$ 21.284,7 por problemas relacionados a desvios microbiológicos, originados por falhas na etapa de limpeza e sanitização dos equipamentos. Isso representa que 3,6 toneladas de produtos acabados foram descartados.

Figura 5 – Perdas de produto acabado de 2016



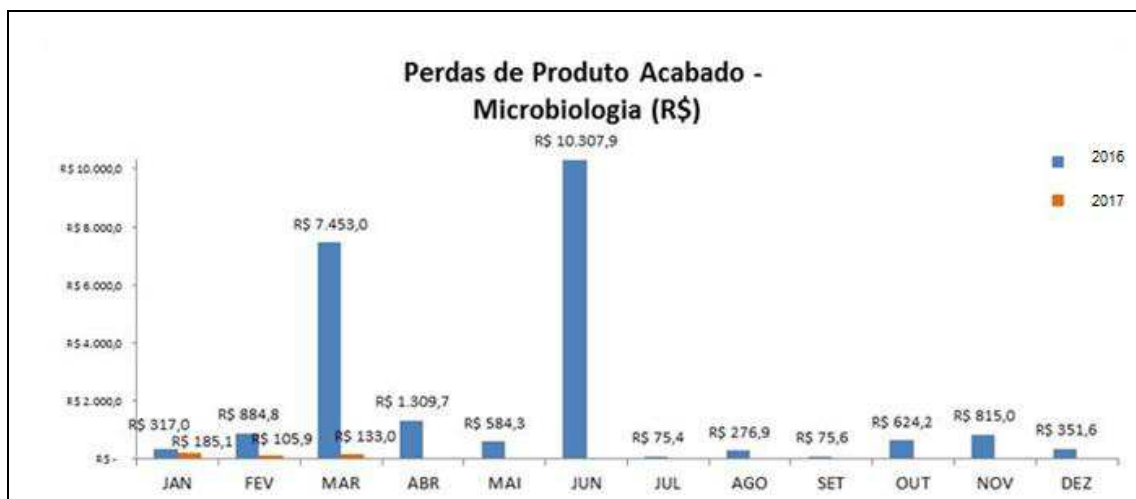
Fonte: Elaborado pela autora (2018)

Com a implementação do projeto CIP central que ocorreu no final de Dezembro de 2015, pode-se analisar pela figura 6 que houve uma redução significativa das perdas relacionadas à contaminação microbológica. Os dados são referentes aos três primeiros meses de 2016.

O novo sistema trouxe uma garantia à condutividade do CIP, mesmo se houver perda de solução, o químico é repostado pela central automaticamente, mantendo a condutividade e garantindo a eficiência na limpeza.

Nos três primeiros meses após a mudança, a empresa R\$424,00 de produto acabado com desvio microbológico, o que mostra ser relativamente baixo comparado ao ano de 2015. Notou-se que os resultados nesses meses se mantiveram, o que justifica o quanto é sustentável e seguro fazer a limpeza utilizando este novo método.

Figura 6 - Perdas de Produto Acabado em reais (R\$) da linha de estudo de 2016 e 2017



Fonte: Elaborado pela autora (2018)

4. Conclusão

Este trabalho mostra em números a importância das decisões empresariais referentes à área de Manutenção. Um *Kaizen* realizado em uma empresa de alimentos para a implementação da automatização do CIP gerou impactos significativos nos indicadores de segurança, qualidade e perda. Além da redução das perdas inerentes ao processo, a empresa obteve uma vantagem competitiva de grande relevância, a confiabilidade do processo. Menores números de reclamação de clientes, ainda mais no setor de alimentos, é algo valioso. Produtos contaminados ou estragados podem acabar com o nome da empresa. Outra grande conquista com o novo processo de higienização foi a segurança dos colaboradores. Um processo que protege os funcionários merece priorização na tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, V. F. TQC – **Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). 8. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2014.
- FORNI, R. **Projeto Mecânico de um Sistema de Higienização CIP (Cleaning in Place)**. 2007. 114 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- HORNBURG, S.; WILL, D. Z.; GARGIONI, P. C. Introdução da filosofia de melhoria contínua nas fábricas através de eventos kaizen. In: **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2007, Foz do Iguaçu.
- TAMIME, A. Y. **Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations**. Swanston Street, Carlton, Victoria 3053, Austrália: Blackwell, 2008.
- VIEIRA FILHO, G. **Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática**. 4 ed. Campinas: Alínea, 2012.