

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA QUALIDADE NA TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ALINE FATIMA FLORES

**EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO E DE AÇÃO DETERGENTE
ENZIMÁTICO EM COMPARAÇÃO AO ALCALINO CLORADO EM
ABATEDOURO DE AVES**

MONOGRAFIA

FRANCISCO BELTRÃO

2015

ALINE FATIMA FLORES

**EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO E DE AÇÃO DETERGENTE
ENZIMÁTICO EM COMPARAÇÃO AO ALCALINO CLORADO EM
ABATEDOURO DE AVES**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Francisco Beltrão, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos.

Orientador Prof.^ª Dr.^ª. Ellen Porto Pinto

FRANCISCO BELTRÃO

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

**EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO E DE DETERGENTE ENZIMÁTICO EM
ABATEDOURO DE AVES.**

por

ALINE FATIMA FLORES

Esta Monografia de especialização foi apresentado(a) em 22 de agosto de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Ellen Porto Pinto
Prof.(a) Orientador(a)

Prof.^a Dr.^a Andréa Cátia Leal Badaró
Membro titular

Prof.^a Dr.^a Ticiane Sauer Pokrywiecki
Membro titular

RESUMO

FLORES, Aline Fatima. **Eficiência da higienização e de ação de detergente enzimático em comparação ao alcalino clorado em abatedouro de aves.** 2015. 19 páginas. Monografia de Especialização (Especialização em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

A qualidade dos alimentos está diretamente ligada a higiene de produção e principalmente das superfícies de contato durante o processo produtivo, que podem se tornar focos de contaminação quando mal higienizadas. Para avaliar a eficiência da higienização em um abatedouro de aves, foram realizados teste de ATP-bioluminescência para avaliação da presença de matéria orgânica total sobre as superfícies antes e após a higienização. Também foi testada a eficiência do detergente enzimático em comparação ao detergente alcalino clorado, no processo de higienização sobre placas de corte de polipropileno utilizadas na indústria, através da contagem padrão em placas para mesófilos aeróbios totais. Todas as superfícies foram consideradas em estado de alerta ou em condições inaceitáveis, ou seja, todos os resultados ficaram acima de 2,18 log URL. Todos os resultados obtiveram diferença significativa a nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey, admitindo que há uma considerável diminuição da matéria orgânica sobre as superfícies após a higienização. Ao comparar os detergentes utilizados, não houve diferença significativa, sendo considerados semelhantes em seu campo de ação, porém nenhum obteve resultados satisfatórios na contagem de mesófilos totais.

Palavras-chave: Bioluminescência. Swab. ATP (Adenosina Trifosfato).

ABSTRACT

FLORES, Aline Fatima. **Efficiency of cleaning and enzymatic detergent action compared to chlorinated alkaline in poultry slaughterhouse.** 2015. 19 páginas. Monografia de Especialização (Especialização em Gestão da Qualidade na Tecnologia de Alimentos) - Federal Technology University - Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

The quality of food is directly linked to production hygiene and especially of contact surfaces during the production process, which can become sources of contamination when poorly sanitized. To evaluate the cleaning efficiency in a poultry slaughterhouse, were performed ATP-bioluminescence test to evaluate the presence of all organic matter on the surfaces before and after cleaning. It was also tested the efficiency of enzymatic detergent in comparison to chlorinated alkaline detergent in the cleaning process on polypropylene cutting boards used in the industry, by standard plate count for total aerobic mesophilic. All surfaces were found to be on alert or in unacceptable conditions, ie all results were above 2.18 log URL. All results obtained significant difference at the level of 5% probability by Tukey's test, assuming that there is a considerable decline in organic matter on surfaces after cleaning. By comparing the detergents, there was no significant difference, being considered similar in its scope, but none achieved satisfactory results in the total mesophilic count.

Keywords: Bioluminescence. Swab. ATP (Adenosine Trifosfato).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 HIGIENIZAÇÃO PRÉ-OPERACIONAL.....	10
3.2 DETERGENTES ENZIMÁTICOS	12
3.4 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1 EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO PRÉ-OPERACIONAL.....	14
4.2 TESTE DE ATP- BIOLUMINESCÊNCIA.....	15
4.3 COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DETERGENTE ENZIMÁTICO E DE DETERGENTE ALCALINO CLORADO	15
4.4 TESTE DE SWAB.....	16
4.5 CONTAGEM PADRÃO EM PLACAS.....	16
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1 TESTE DE ATP- BIOLUMINESCÊNCIA.....	17
5.2 COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DETERGENTE ENZIMÁTICO E DE DETERGENTE ALCALINO CLORADO	19
6. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a indústria de alimentos enfrenta sérios problemas quanto à qualidade de seus produtos. E a qualidade está intrinsicamente ligada a inocuidade, que pode ser alcançada com um processo limpo e higiênico. O processo de higienização descritos nas indústrias como o PPHO (Procedimento Padrão de Higiene Operacional) está inserido dentro das boas práticas de fabricação (BPF) e do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), que visam buscar alimentos livres de contaminantes químicos, físicos e microbiológicos. A higiene é a base da qualidade e segurança dos alimentos, assim, os profissionais dessa área, devem seguir constantemente o desenvolvimento educacional das pessoas envolvidas nas tarefas conscientizando da importância de realizar de forma correta os procedimentos de higienização (GERMANO; GERMANO, 2008; ANDRADE, 2008).

A prática de higiene na indústria de alimentos é norma obrigatória e indispensável a ser cumprida, na fábrica na manutenção dos equipamentos e nas atividades de processamento de produtos e seus manipuladores (EVANGELISTA, 2008).

O processo de higienização deve ser avaliado frequentemente para ter a garantia de alimentos seguros e livre de contaminantes. Para isso, existem métodos para fazer a avaliação da superfície limpa, sobre os aspectos esperados e considerados seguros a saúde do consumidor (ANDRADE, 2008). Mas os resultados só são concluídos, um ou dois dias, e a empresa não fica sem produzir. Fazendo-se necessário um controle mais efetivo, sendo interessante a implantação de novas tecnologias, para avaliar a higienização pré-operacional.

A técnica de ATP-bioluminescência pode ser utilizada como método alternativo para avaliar as condições higiênicas das superfícies. Esta tecnologia permite avaliar a presença de matéria orgânica de qualquer natureza. Esta medida é realizada com um luminômetro (fotômetro) sensível a emissão de luz, por fotomultiplicadores que são expressos seus resultados em URL (Unidades Relativas de Luz) (ANDRADE, 2008).

As superfícies utilizadas para a manipulação de alimentos, como equipamentos e utensílios, podem ser focos de contaminação se não forem bem higienizadas. As superfícies mais comuns de encontrarmos em indústrias alimentícias são de aço inox,

polipropileno, plástico entre outras, que acumulam resíduos facilmente (SILVA JR, 2008).

Os produtos utilizados para a higienização destas superfícies têm uma grande importância. Os detergentes alcalinos comumente usados neste processo nem sempre apresentam toda essa eficácia na remoção dos materiais orgânicos aderidos. A utilização de detergentes enzimáticos nas indústrias brasileiras ainda não é muito comum, tem seu uso direcionado principalmente em hospitais para limpeza de materiais cirúrgicos e lavanderias dos mesmos. Por serem compostos por enzimas, não possuem toxicidade e sua eficiência na retirada de matéria orgânica é grande, pois as enzimas são específicas na quebra de gorduras, proteínas e carboidratos, facilitando assim sua retirada das superfícies (BAPTISTA, 2003).

O teste de Swab é considerado padrão para verificar as condições microbiológicas das superfícies, mãos, equipamentos e utensílios. Pode ser aplicado em qualquer tipo de superfície, e seus resultados são expressos em UFC.cm², por mão ou por utensílio (ANDRADE, 2008).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a eficiência da higienização em um abatedouro de aves através do teste de bioluminescência e avaliar a ação de detergente enzimático por teste de swab em comparação ao detergente alcalino clorado utilizado no processo de higienização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Testar um método alternativo de avaliação da eficiência da higienização, através do luminômetro, ainda não utilizado pela empresa em estudo;
- Testar a ação de detergente enzimático sobre superfícies de placas de polipropileno;
- Verificar por meio de teste de swab, a eficiência do detergente enzimático em relação ao detergente alcalino clorado normalmente utilizado na indústria.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HIGIENIZAÇÃO PRÉ-OPERACIONAL

A implantação de novos e mais rigorosos programas de higienização tem sido uma necessidade, devido ao desenvolvimento de novos produtos e novas tecnologias de processamento nas indústrias alimentícias. Assim como para atender a novos mercados cada vez mais exigentes com a segurança e inocuidade do produto que adquire, pelo relato de doenças transmitidas por alimentos contaminados, principalmente por origem bacteriana (ANDRADE, 2008). A adesão de biofilmes nas superfícies de equipamentos e utensílios pode causar grandes problemas, sendo que pode atuar como ponto de contaminação por patógenos, comprometendo a qualidade dos produtos e colocando a saúde do consumidor em risco, podendo também acarretar em prejuízos financeiros (CAIXETA, 2008).

A orientação para a higienização é que a desinfecção só será eficaz se removida toda a matéria orgânica, pois esta inativa a ação dos desinfetantes assim não afetando os microorganismos. Essa matéria orgânica forma uma camada protetora, sendo então favorável, ao que inicia a formação do biofilme (KRASZCZUK, 2010). A lavagem correta com água e detergentes permitem reduzir os resíduos orgânicos nas superfícies, e os biocidas (desinfetantes), ajudam na redução de microorganismos patogênicos e deteriorantes a níveis aceitáveis, diminuindo os metabólitos e dificultando a formação de biofilmes (SILVA JR, 2008).

Nas indústrias de alimentos, a higienização inclui-se as etapas de limpeza e sanitização das superfícies de contatos com os alimentos, dos ambientes de processamento, equipamentos, utensílios, manipuladores e ar de ambientes de processamento (ANDRADE, 2008).

A limpeza tem por objetivo a remoção de resíduos orgânicos e minerais aderidos à superfície, sendo principalmente carboidratos, proteínas, gorduras e sais minerais, e a sanitização tem por objetivo diminuir o número de microorganismos para níveis seguros e aceitáveis (ANDRADE, 2008).

Geralmente as operações de limpeza e sanitização ocorrem em quatro estágios:

Pré-lavagem: é a retirada dos resíduos presentes nas superfícies a serem higienizadas, sendo usada somente água nesta etapa, mas tendo que tomar o cuidado

com a temperatura para a remoção das gorduras e não desnaturando as proteínas ali presentes, sendo levado em consideração o tipo de proteína presente neste processo de produção, as quais têm pontos de desnaturação diferentes, a temperatura usada geralmente é em torno dos 35 a 40°C. A ação mecânica da água é responsável pela remoção de resíduos não solúveis e diminuição da carga bacteriana (BAPTISTA, 2003; GERMANO; GERMANO, 2008;)

Limpeza com detergentes: o uso de solução detergente tem por objetivo separar as sujidades da superfície e impedir que elas voltem a se depositar por meio de dispersão no solvente. Para melhores resultados é preciso conhecer a natureza das sujidades, as características do detergente a ser utilizado e a superfície de aplicação. Sendo que, para um bom desempenho do produto deve ter qualidades específicas, como: emulsificante para dispersar gorduras, solvente para dissolver resíduos dos alimentos, sobretudo proteínas, emoliente para umedecer as superfícies, agente de dispersão para lavar em água tanto branda como dura, muito solúvel para sua completa remoção, e inofensivo ao homem (BAPTISTA, 2003; GERMANO; GERMANO, 2008).

Enxágue: após a lavagem, os equipamentos devem ser enxaguados com água limpa para remoção de resíduos suspensos e de produtos de limpeza, caso não forem bem removidos irão interferir na desinfecção dos equipamentos. Quando possível o enxágue deve ser efetuado com temperaturas elevadas acima de 70°C, sendo favorável a eliminação de microorganismos e evaporação das superfícies (GERMANO; GERMANO, 2008).

Desinfecção: visa à destruição de microorganismos patogênicos e a redução dos alteradores até níveis considerados seguros, nas superfícies de contatos com alimentos. As etapas anteriores de higienização diminuem os níveis de microorganismos, mas não a níveis satisfatórios. Os processos de limpeza e desinfecção apesar de serem diferentes são um complementar ao outro, pois um equipamento que não tenha sido adequadamente higienizado não será desinfetado com eficiência, a camada de resíduos orgânicos, inativa a ação de quase todos os tipos de desinfetantes, reduzindo a ação antimicrobiana dos mesmos (BAPTISTA, 2003; GERMANO; GERMANO, 2008.).

Na prática todos os agentes de desinfecção possuem um conjunto de limitações que reduzem seu campo de aplicação, essas limitações podem ser das suas próprias características, das superfícies a serem desinfetadas e dos sistemas de

desinfecção. Em função disso os melhores resultados são obtidos com o uso de mais de um tipo de desinfetante, ou feito um uso alternado dos mesmos (BAPTISTA, 2003; GERMANO, GERMANO, 2008).

3.2 DETERGENTES ENZIMÁTICOS

O primeiro detergente com enzimas fabricado no Brasil foi o Biotex, da Organon, em 1968. A fria recepção ao produto, contrastando com seu êxito no mercado holandês, não inibiu a Gessy Lever de lançar, pouco depois, o Biopresto, formulação originalmente introduzida na Itália, pela Unilever (CASTRO, 2001).

Enzimas do tipo protease, amilase e lipase são utilizadas largamente na indústria de formulação de detergentes. Na indústria de alimentos em situações onde a exposição a agentes ácidos ou alcalinos seja um problema, por exemplo, ação corrosiva em equipamentos, ou para melhorar o desempenho de um detergente são utilizados o emprego de enzimas. Atuam de forma específica sobre determinado tipo de sujidade, e a eficácia da sua ação depende da sua adequação ao produto selecionado, tendo em vista as sujidades que se deseja remover (BAPTISTA, 2003).

Os detergentes enzimáticos são adequados para as sujidades a base de proteínas, gorduras e carboidratos, pois, as hidrolisam facilitando sua remoção. O uso de enzimas não requer água quente que ao contrário pode inativá-las. Além disso, elas atuam melhor em meio neutro ou ligeiramente alcalino, por isso a eficiência das proteínas em detergentes de alcalinidade cáustica deve ser bem avaliada (ANDRADE, 2008).

Na utilização de qualquer destes produtos deve-se ater as condições de uso, entre eles se são autorizados para o uso pretendido e em que condições. Os produtos de limpeza têm uma autorização de uso por um determinado período, podendo ou não ser renovada. E devem ser seguidas as instruções fornecidas pelos fabricantes (BAPTISTA, 2003).

Para detergentes enzimáticos de uso hospitalar foi estabelecido critérios de composição, rotulagem, entre outros, na RDC n.º 55 de 14 de novembro de 2012, que dispõe sobre os detergentes enzimáticos de uso restrito em estabelecimentos de assistência à saúde com indicação para limpeza de dispositivos médicos (BRASIL, 2012).

3.3 QUALIDADE DA ÁGUA

O fornecimento de água de boa qualidade é imprescindível para o funcionamento das empresas alimentícias, sendo usada não somente para a higienização, mas também no processamento, na transferência de calor, produção de vapor, entre outros. A água para a indústria deve ser considerada como matéria prima e deve atender os padrões físicos, químicos e microbiológicos descrito na legislação de acordo com a Portaria n.º 518, do Ministério da Saúde de 2004 (BRASIL, 2004). A legislação atual prevê a análise de 90 parâmetros, para comprovar a qualidade da água, que estão em cinco grupos: características sensoriais, riscos à saúde humana, indicadores de depósitos (incrustações e corrosão), indicadores de poluição e análises microbiológicas (GERMANO; GERMANO, 2008; ANDRADE, 2008).

Para o processo de limpeza e desinfecção a água é utilizada em todas as etapas até mesmo da dissolução dos produtos, isto é de grande importância, pois muitos são vendidos na forma concentrada para sua diluição, na maioria das vezes a água representa de 90 a 95% das composições (BAPTISTA, 2003; ANDRADE, 2008).

3.4 AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO

O processo de higienização deve ser avaliado frequentemente para ter a garantia de alimentos seguros e livre de contaminantes, quando o procedimento de higienização não é realizado corretamente tem-se o aumento da microbiota, por isso a necessidade da implantação de um programa de monitoramento adequado pelas indústrias de alimentos. Para tanto existem métodos para fazer essa avaliação da superfície limpa, sobre os aspectos esperados e considerados seguros a saúde do consumidor. Dentre esses controles estão: as concentrações de sanificantes e detergentes e os limites aceitáveis para presença de microrganismos sobre critérios pré estabelecidos em superfícies higienizadas, ambientes de processamento, manipuladores e equipamentos (ANDRADE, 2008).

O teste de Swab é considerado padrão para verificar as condições microbiológicas das superfícies, mãos, equipamentos, utensílios. Pode ser aplicado em qualquer tipo de superfície, sendo demonstrado seus resultados em UFC.cm², por mão ou por utensílio. Em situações que se deseja verificar eficiência da higienização devem-se utilizar agentes neutralizantes específicos, que devem ser adicionados a solução diluente para reagir com resíduos de detergentes e sanificantes. Mesmo com

limitações o Swab é um método simples, rápido e barato de verificação das condições higiênicas (ANDRADE, 2008).

Na técnica de ATP-Bioluminescência, as condições higiênicas de uma superfície de manipulação de alimentos podem ser expressas pela quantidade de ATP (Adenosina Trifosfato) presente, quanto maior, mais suja esta superfície. Existem equipamentos que comercialmente expressão resultados em Unidades Relativas de Luz (URL), que estão relacionados a quantidade de luz formada pelo ATP e o complexo luceferina e luciferinase. Utilizando os swabs apropriados, é quantificado o ATP presente na superfície, que reage com a luciferina (extraído da cauda do vagalume da espécie *Photinus pyralis* ou de peixes abissais), através da descarboxilação oxidativa, resultando na emissão de luz, todos os ATP coletados correspondem há um fóton de luz emitido. Esta medida é realizada com um luminômetro (fotômetro) sensível a emissão de luz, por fotomultiplicadores (ANDRADE, 2008). A reação ocorre conforme a Figura 1.

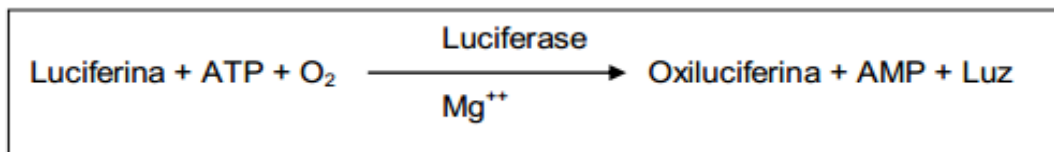


Figura 1. Esquema da formação de luz pela reação entre ATP e o complexo enzimático luciferina/luciferase. Fonte: Costa (2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os testes foram realizados após a higienização pré-operacional de um abatedouro de aves, situado no município de Francisco Beltrão - PR. As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório industrial de microbiologia da própria empresa.

4.1 EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO PRÉ-OPERACIONAL

A avaliação da eficiência das condições higiênicas foi realizada antes e após o procedimento de higienização de diferentes locais do abatedouro de perus. Esses pontos específicos foram escolhidos por serem locais onde há um maior contato da matéria-prima (aves) gerando, portanto, maior quantidade de resíduos orgânicos durante o processo produtivo. Os locais avaliados foram: o tanque de escaldagem das aves, a esteira de rependura antes do resfriamento, os ganchos da câmara de

resfriamento, esteira de rependura após resfriados e os cones da desossa. As avaliações foram realizadas em três dias consecutivos em triplicata.

4.2 TESTE DE ATP- BIOLUMINESCÊNCIA

Para a realização dos testes de ATP-bioluminescência, foi utilizado o equipamento luminômetro Clean Trace da 3M®. Primeiramente o swab foi umedecido em solução do complexo luciferina/luciferase. O swab foi friccionado, formando um ângulo de 30 °C com a superfície, por duas vezes no sentido de vai e vem em duas diagonais, numa área de 100 cm². Os resultados foram expressos em log de Unidades Relativas de Luz (URL) (ANDRADE, 2008; COSTA, 2001).

4.3 COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DETERGENTE ENZIMÁTICO E DE DETERGENTE ALCALINO CLORADO

Foram realizados procedimentos de higienização para comparação da eficiência do detergente enzimático em relação ao detergente alcalino clorado comumente utilizado. Foram utilizados os detergentes Multienzimas 3M® composto pelas seguintes enzimas: lipolítica (Lipase), amilolíticas (alfa-amilase e celulase) e proteolíticas (protease e peptidase) e o Divosan TC86 da Diversey® um produto desinfetante alcalino à base de hipoclorito de sódio, ambos foram utilizados na concentração de 3 % conforme recomendação dos fabricantes. O processo de higienização foi realizado em placas de corte de polipropileno utilizadas no processamento das aves. Primeiramente foi realizada a pré-lavagem para remoção dos resíduos maiores com água a 45 °C. Logo após, foi feita a lavagem com o detergente alcalino na concentração de 3 % por 5 minutos, sendo realizado novamente a operação de enxágue com água a temperatura de 45 °C. O mesmo procedimento foi efetuado com a utilização do detergente enzimático. As avaliações foram realizadas em triplicata. Após o procedimento foi realizada a coleta das amostras através do teste de swab.

4.4 TESTE DE SWAB

O teste de swab foi realizado após o procedimento de higienização da superfície das placas de corte com os detergentes em estudo. O swab esterilizado e umedecido em solução peptonada salina 0,1 % foi friccionado na superfície, com o uso de um molde esterilizado que delimitou a área amostrada (100 cm²). Foram realizados movimentos da esquerda para a direita e depois da direita para a esquerda. A parte manuseada da haste do swab foi quebrada na borda interna do frasco que contém a solução da diluição, antes de se mergulhar o material amostrado com os microrganismos aderidos. O diluente foi examinado pelo método de contagem total em placas (APHA, 1992)

4.5 CONTAGEM PADRÃO EM PLACAS

Para a contagem padrão em placas de mesófilos aeróbios foram utilizadas placas de Petrifilm da 3M®¹. Estas foram inoculadas com 1mL de amostra, conforme recomendação do fabricante. A seguir, as placas foram incubadas com o lado transparente para cima em estufa a 32°C por 48 horas. A contagem das colônias foi feita com o auxílio do contador Quebec®. Os resultados foram expressos em UFC/cm².

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos a análise de variância Anova e ao teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade através do software Statistic 7.0 (STATSOFT, 2005)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 TESTE DE ATP- BIOLUMINESCÊNCIA

Todos os valores encontrados apresentaram diferença significativa antes e após o procedimento de higienização. Pelos valores médios encontrados, o local que foi evidenciado maior presença de matéria orgânica antes da higienização foram nos ganchos de rependura com 5,68 log de URL, onde as aves são colocadas, enquanto são resfriados por air-chiller, permanecendo por no mínimo 8 horas nesses ganchos em câmara de resfriamento a -4 °C. No entanto, também é o menor valor encontrado após a higienização (2,26 log de URL). Os resultados da avaliação da eficiência da higienização das superfícies de abatedouros de aves pelo teste de ATP-bioluminescência encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 Resultados da avaliação antes e após a higienização das superfícies de abatedouro de aves pelo teste de ATP-bioluminescência.

Pontos avaliados	log URL		
	Antes	Depois	% redução
Tanque de escaldagem	4,47 ^{a*} ± 0,05	3,26 ^b ± 0,38	37,1
Esteira Rependura evisceração	4,99 ^a ± 0,69	2,74 ^b ± 0,23	82,1
Ganchos rependura resfriamento	5,68 ^a ± 0,35	2,26 ^b ± 0,29	51,2
Esteira Rependura sala de cortes	5,59 ^a ± 0,57	3,15 ^b ± 0,24	77,4
Cones de desossa	5,03 ^a ± 0,27	2,80 ^b ± 0,54	79,6

*Valores médios com letras iguais na mesma linha significam que não diferiram significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O menor valor encontrado para matéria orgânica antes da higienização foi no tanque de escaldagem (4,47 log de URL), sendo que apresentou os valores mais altos após a higienização (3,26 log de URL).

Esses valores podem ter interferência direta do operador que realiza a higienização no local, se a limpeza não for realizada de uma maneira eficiente pode haver quantidade elevada de matéria orgânica. Também podem variar dependendo do peso das aves abatidas, quanto maiores, mais gordura deixam sobre as superfícies, sendo mais difícil remoção deste resíduo do que outras matérias orgânicas como carboidratos e proteínas. Nos dias avaliados o peso médio das aves (perus) foi de 16,2 kg, podendo chegar até 25 kg.

Pode-se observar a diminuição das sujidades presentes após o processo de higienização, havendo uma redução de até 82,1% da matéria orgânica total sobre as superfícies. No entanto, de acordo com Andrade 2008, as superfícies para serem

consideradas dentro das condições higiênicas aceitáveis devem apresentar até 150 URL (2,18 log URL), valores entre 151 e 300 URL (2,48 log URL) em condições de alerta e condições insatisfatórias acima de 300 URL. De acordo com esses parâmetros os ganchos de rependura estariam em condições de alerta (2,26 log URL) e os outros locais estariam em condições de higienização insatisfatórias, demonstrando a necessidade de realizar um treinamento mais aprofundado sobre os procedimentos corretos de higienização, aos operadores responsáveis para intensificar a ação mecânica nessas superfícies contribuindo para melhor remoção dos resíduos orgânicos.

Takahashi et al 2013, utilizaram o teste de ATP-bioluminescência para avaliar as condições higiênicas de restaurantes antes e após o treinamento de boas práticas de fabricação e também evidenciaram diminuição nos valores após o processo de higienização, mas também não dentro dos padrões de higiene descritos por Andrade², sendo que vários valores apresentados após o treinamento dos manipuladores foram acima de 2,18 log URL.

Costa 2001, fez comparações entre os métodos de avaliação de superfície convencional, que seria de contagem de mesófilos aeróbios totais e de ATP-bioluminescência antes e após higienização. Este autor encontrou resultados médios de 3,26 a 4,28 log URL, sendo que para o teste de ATP foram consideradas todas as superfícies em condições inaceitáveis após a higienização. No entanto, pelo método de contagem de mesófilos, somente metade das amostras, foram reprovadas.

Oliveira e Canettiniere (2010), obtiveram resultados semelhantes quando compararam os métodos de ATP-bioluminescência e contagem de mesófilos sobre quatro tipos de superfícies diferentes. No teste de ATP-bioluminescência foram encontrados valores entre 2,4 e 3,1 log URL. Em comparação a outros estudos realizados, esse tipo de avaliação deve ser usado como teste complementar aos métodos tradicionais de contagem padrão em placas.

O teste de ATP-bioluminescência é um método interessante de ser aplicado na indústria de alimentos, quando esta necessita de resultados rápidos para a verificação das condições higiênicas das superfícies. Este método realiza uma avaliação mais superficial, pois detecta somente o conteúdo total de matéria orgânica das superfícies. No entanto, seria pertinente aliar a utilização de métodos convencionais para um controle periódico desse processo na indústria.

5.2 COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO DETERGENTE ENZIMÁTICO E DE DETERGENTE ALCALINO CLORADO

Ao comparar os dois tipos de detergentes utilizados no procedimento de higienização de placas de corte de polipropileno, pode-se verificar que não houve diferença estatística, sendo considerados iguais em seu campo de ação. Os resultados da avaliação da eficiência do uso do detergente enzimático no procedimento de higienização de placas de corte através do teste de swab encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 Resultados da avaliação da eficiência do detergente enzimático através do teste de swab.

Detergentes	log UFC/cm ²
Enzimático	4,26 ^a ± 0,57
Alcalino	3,94 ^a ± 0,32

*Valores médios com letras iguais na mesma coluna significam que não diferiram significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para se considerar uma superfície em condições higiênicas aceitáveis, existem padrões estabelecidos por órgãos regulamentadores Segundo a APHA (*American Public Health Association*) o número médio de mesófilos aeróbios nas superfícies devem ser de 2 UFC/cm² (0,3 log UFC.cm²) e a OMS (Organização Mundial da Saúde) prescreve até 50 UFC/cm² (1,70 log UFC.cm²) (ANDRADE, 2008).

Levando em consideração estes parâmetros, nenhum dos detergentes avaliados obteve resultados satisfatórios, permanecendo na superfície um elevado número de mesófilos aeróbios totais, sendo de 4,26 log UFC/cm² para o detergente enzimático e de 3,93 log UFC/cm² para o alcalino.

Segundo Andrade (2008), o uso do detergente alcalino clorado tem a preferência das indústrias, em virtude de este possuir um amplo espectro bactericida, auxiliando a limpeza e desinfecção das superfícies (placas de corte, bacias) e demais utensílios utilizados. O processo de higienização das placas na indústria em estudo, é realizado por máquina de lavagem automática, algumas vezes não sendo totalmente eficiente, e para se ter maior garantia, as placas de cortes após serem higienizadas com o detergente, são colocadas em tanque de imersão com sanitizante apropriado para garantir a sanitização das mesmas.

Quase não se tem relatos e estudos científicos do uso de detergentes enzimáticos nas indústrias alimentícias brasileiras, talvez pelo custo ainda ser elevado

em comparação aos outros tipos de detergentes, ou mesmo pela falta de conhecimento sobre o assunto. Na maioria dos casos é utilizado para alguns tipos de materiais mais sensíveis a ação de detergentes ácidos e alcalinos. Tendo em vista seu alto poder de quebra da matéria orgânica pela especificidade de cada uma das enzimas utilizadas na composição, facilitando a higienização destes locais (BAPTISTA, 2003).

Este resultado pode ter sido afetado pelas superfícies não terem passado por sanitização após a lavagem com os detergentes, o que sempre é feito dentro do processo normal de higienização das superfícies. Neste estudo foi avaliado somente a eficiência da composição dos detergentes, sem interferência de sanitizantes.

6. CONCLUSÃO

A avaliação da eficiência da higienização através do teste de ATP-bioluminescência, mostrou que houve uma redução na quantidade de matéria orgânica total, mas não a níveis aceitáveis segundo a literatura. Para se obter melhores resultados deveriam adotar medidas mais específicas, como treinamento dos envolvidos nas tarefas explicando a importância do procedimento de higienização para a segurança alimentar, a adoção desse método rápido e que pode ser utilizado pela indústria para avaliar a eficiência também dos operados que realizam as tarefas e que serve para detectar as condições higiênicas mais superficialmente, para obter resultados mais satisfatórios.

O detergente enzimático apresentou-se similar ao detergente alcalino em relação ao seu modo de ação, mas nenhum dos dois foi eficiente para realizar uma boa higienização sem uso de sanitizantes para complementar. Outros estudos ainda necessitam ser realizados para confirmar a eficiência deste tipo de produto.

A busca pela melhoria da qualidade dos produtos e processos deve ser contínua, assegurando assim alimentos mais saudáveis e livre de contaminações, transmitindo aos consumidores mais confiança e segurança.

REFERÊNCIAS

- 3M do Brasil Ltda. **Petrifilm Placa para Contagem de Aeróbios**; Folheto de Instrução de Uso. USA, 1997.
- ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 2008.
- APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 3. Ed. Washington, American Public Health Association, 1992. 1219 P.
- BAPTISTA, P. **Higienização de equipamentos e instalações na indústria Agro - alimentar**. Forvisão. Poeiras, Marketing, comunicação e designer LTDA. Portugal – 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. **Diário oficial da união**. Brasília. 26 de março de 2004.
- BRASIL; Agência nacional de vigilância sanitária; RDC nº 55 de 14 de novembro de 2012; Estabelece os padrões de composição, rotulagem, armazenamento para detergentes enzimáticos para uso na área médica. **Diário Oficial da União**, Brasília, 21 de novembro de 2012.
- CAIXETA, D. S. **Sanificantes químicos no controle de biofilmes formados por duas espécies de Pseudomonas em superfície de aço inoxidável**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- CASTRO, H. F de; **Processos químicos industriais II**. Apostila 6. Faculdade de engenharia Química de Lorena. SP – 2001.
- COSTA. P. D. **Avaliação da técnica de ATP-Bioluminescência no Controle do Procedimento de Higienização na Indústria de Laticínios**, Tese (Pós-Graduação), Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade federal de Viçosa. Minas Gerais, 2001.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2ed, São Paulo, Atheneu, 2008.
- FRANCO, B. D. G. de M; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo, Atheneu, 2008.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. 3.ed, São Paulo: Manole, 2008.
- KRASZCZUK, V. **Verificação do Processo de higienização Pré-operacional de um abatedouro de aves**. UFRGS, Porto Alegre, 2010.

Oliveira T, Canettieri ACV. **Eficiência dos Métodos Microbiológicos e de ATP-Bioluminescência na Detecção da Contaminação de Diferentes Superfícies**. Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo, 2010; 69(4):467-474.

SILVA JR, E. A. da, **Manual Higiênico Sanitário em Serviços de Alimentação**. 6ed, São Paulo, Varela, 2008

Statsoft – **Statistica**. Tulsa: Statsoft, 2005, Software Versin 7.0

Takahashi CC, Amaral PE, Santos LCL, Contim JD, Pinto UM, Neves CVB, Et Al. **Avaliação do Treinamento de Manipuladores de Alimentos de Restaurantes Comerciais pelo Ensaio ATP-Bioluminescência**. Revista Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, 2013; 72(4):302-8.