

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CÂMPUS MEDIANEIRA**

**LUIZ GUSTAVO BEIER
RAFAEL FRANÇA**

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE UM COMPOSTO
LÁCTEO EM PÓ E AVERIGUAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA LIMPEZA DOS
EQUIPAMENTOS DO PROCESSO PRODUTIVO**

MEDIANEIRA – PR

2019

LUIZ GUSTAVO BEIER

RAFAEL FRANÇA

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE UM
COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ E AVERIGUAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA
LIMPEZA DOS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO PRODUTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à disciplina de TCC2, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, do departamento de Alimentos-DAALM- da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Profa. Dra. Celeide Pereira

Co-orientador: Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin

MEDIANEIRA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE UM COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ E AVERIGUAÇÃO DE EFICIÊNCIA DA LIMPEZA DOS EQUIPAMENTOS DO PROCESSO PRODUTIVO

Alunos:

LUIZ GUSTAVO BEIER

RAFAEL FRANÇA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 14:40 horas do dia 28 de Junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Professor(a): Celeide Pereira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientadora)

Professor(a): Valdemar Padilha Feltrin
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Co-orientador)

Professor(a): Carla A. P. Schmidt
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Professor(a): Elciane Regina Zanatta
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Prof. Fábio Avelino Bublitz Ferreira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

‘Termo de aprovação assinado encontra-se na secretaria de coordenação de curso’

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que contribuíram no decorrer desta jornada, em especialmente a Deus, a quem devemos nossa vida.

Agradecemos as nossas famílias que sempre nos apoiaram nos estudos e nas escolhas e colegas de faculdade por todos os momentos vividos juntos.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus de Medianeira, pela oportunidade concedida.

À Profa. Dra. Celeide Pereira, do Departamento de Alimentos-DAALM, pela orientação para a realização e conclusão deste trabalho.

À Profa. Profa. Dr. Valdemar Padilha Feltrin pela co-orientação na conclusão deste trabalho.

À Profa. Profa. Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt do Departamento do Curso de Engenharia de Produção, pela orientação nas análises estatísticas.

À Profa. Profa. Dra. Elciane Regina Zanatta do Departamento do Curso de Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos, pela orientação e correção deste trabalho.

A todos os professores e técnicos dos cursos de Tecnologia de Alimentos e Engenharia de Alimentos, agradeço pelos ensinamentos ofertados no decorrer do curso de graduação.

Aos queridos colegas e amigos do Curso de Tecnologia de Alimentos, obrigado pela amizade, apoio e carinho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigado!

LUIZ GUSTAVO BEIER

RAFAEL FRANÇA

“É preciso força pra sonhar e perceber que a estrada vai além do que se vê”

Marcelo Camelo

BEIER, Luiz Gustavo; FRANÇA, Rafael. Avaliação microbiológica e físico-química de um composto lácteo em pó e averiguação da eficiência do processo de limpeza dos equipamentos do processo produtivo. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

RESUMO

A secagem é uma das técnicas mais antigas destinadas à preservação dos alimentos, atuando não apenas na remoção da água, como também sendo responsável por mudanças em aspectos físico-químicos e biológicos do produto. Compostos lácteos em pó são produtos obtidos a partir da secagem de uma mistura de produtos lácteos e ingredientes não lácteos, através de processos tipo *spray – dryer*. Boas Práticas de Fabricação são normas de procedimentos para atingir um determinado padrão de identidade e qualidade de um produto e/ou de um serviço na área de alimentos. O sistema de ATP-bioluminescência, para a validação de limpeza em superfícies, é um dos benefícios obtidos através de pesquisas realizadas com organismos bioluminescentes. O objetivo deste trabalho foi efetuar a avaliação microbiológica e físico-química de um composto lácteo em pó e averiguação de eficiência da limpeza dos equipamentos. Foram efetuadas análises físico-químicas (acidez, gordura, partículas queimadas, proteínas, umidade, pH) e microbiológicas (coliformes totais, coliformes termotolerantes, estafilococos coagulase positiva, mesófilos aeróbios e *Salmonella sp*) de 5 lotes de compostos lácteos, verificou-se a eficiência da higienização dos equipamentos através da técnica de *swab* tradicional e *swab* por bioluminescência. Os resultados das análises físico-químicas do composto lácteo em pó se mostraram de acordo com os padrões estabelecidos pelas legislações vigentes e não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre os resultados, sendo que a calda do produto apresentou variação nos resultados. As análises microbiológicas do pó também apresentaram resultados satisfatórios segundo a legislação vigente. A higienização dos equipamentos da torre de secagem apresentou resultados insatisfatórios apenas para o duto de exaustão, que apresentou $1,5 \times 10^2$ UFC/cm² para análise de mesófilos aeróbios. Em relação a coliformes totais e termotolerantes os resultados estão de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação. Os tanques 1 e 3 apresentaram contagens de coliformes totais acima do padrão estabelecido, $2,0 \times 10^1$ UFC/cm² e $1,5 \times 10^1$ UFC/cm² respectivamente, estes resultados foram comprovados pelo teste de *swab* por bioluminescência. Constatou-se que há necessidade de ter mais atenção ao sistema CIP e limpeza manual, através de treinamentos para funcionários que executam a higienização e manutenção/adequação do sistema CIP para melhor eficiência. Essas falhas podem comprometer a qualidade microbiológica do produto. De forma geral, em equipamentos de fácil acesso a higienização foi eficiente. Deve se também evidenciar a qualidade do produto, que atendeu a todos os requisitos.

Palavras-chave: secagem, qualidade, análises, higienização.

BEIER, Luiz Gustavo; FRANÇA, Rafael. **Microbiological and physico-chemical evaluation of a powdered milk compound and verification of the efficiency of the cleaning process of the equipment of the productive process.** 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

ABSTRACT

Drying is one of the oldest techniques for preserving food, acting not only in the removal of water, but also being responsible for changes in physical, chemical and biological aspects of the product. Powdered dairy compounds are products obtained by drying a mixture of dairy products and non dairy ingredients, through spray - dryer processes. Good Manufacturing Practices are standards of procedures to achieve a certain standard of identity and quality of a product and/or service in the area of food. The ATP-bioluminescence system, for the validation of surface cleaning, is one of the benefits obtained through research carried out with bioluminescent organisms. The objective of this work is to carry out the microbiological and physical-chemical evaluation of a powdered dairy compound and to check the efficiency of the cleaning of the equipment. Physical-chemical analyses (acidity, fat, burnt particles, proteins, lactose, humidity, pH) and microbiological analyses (total coliforms, thermotolerant coliforms, coagulase positive staphylococci, aerobic mesophils and Salmonella sp) of 5 batches of dairy compounds were carried out, the efficiency of the cleaning of the equipment through the technique of traditional swab and swab by bioluminescence was verified. The results of the physical-chemical analysis of the powdered dairy compound were in accordance with the standards established by current legislation and there was no significant difference ($p \geq 0,05$) between the results, and the syrup of the product showed variation in the results. The microbiological analysis of the powder also presented satisfactory results according to the current legislation. The cleaning of the drying tower equipment presented unsatisfactory results only for the exhaust duct, which presented 1.5×10^2 CFU/cm² for analysis of aerobic mesophils. In relation to total coliforms and thermotolerants, the results are in accordance with the standards established by legislation. Tanks 1 and 3 showed total coliform counts above the established standard, 2.0×10^1 CFU/cm² and 1.5×10^1 CFU/cm² respectively, these results were confirmed by the swab test by bioluminescence.

It was found that there is a need to pay more attention to the CIP system and manual cleaning, through training for employees who perform the cleaning and maintenance/adequacy of the CIP system for better efficiency. These failures can compromise the microbiological quality of the product. In general, in equipment with easy access to sanitization was efficient. Product quality, which met all requirements, must also be evidenced.

Keywords: drying, quality, analysis, sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diagrama de migração da água do interior de um sólido.....	22
Figura 2- Etapas da secagem por atomização.....	23
Figura 3- Fluxograma esquemático de <i>spray dryer</i>	24
Figura 4- Ciclone.....	26
Figura 5- Reação de ATP-bioluminescência na presença de luciferina/luciferase....	30
Figura 6- Luminômetro Modelo SystemsurePlus Higiene.....	31
Figura 7- Fluxograma do processo de mistura líquida e secagem do composto lácteo em pó	34
Figura 8- <i>Layout</i> sala de envase.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tipos básicos de sistemas de contato ar-gotículas.....	25
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Requisitos físico-químicos compostos lácteos	20
Tabela 2- Parâmetros microbiológicos compostos lácteos.....	20
Tabela 3- Pontos de coleta de <i>swab</i>	36
Tabela 4- Etapas do CIP dos Equipamentos.....	38
Tabela 5- Padrões internacionais da Organização Pan americana de Saúde (OPAS) e Organização Mundial da Saúde (OMS).....	39
Tabela 6- Resultado análises de <i>swab</i> dos equipamentos.....	40
Tabela 7- Resultado análises de <i>swab</i> dos tanques.....	41
Tabela 8- Resultados análises de <i>swab</i> por ATP-bioluminescência.....	42
Tabela 9- Resultado análise de <i>swab</i> de ambiente.....	44
Tabela 10- Resultado análises físico-químicas	45
Tabela 11- Resultados análises microbiológicas do pó.....	47
Tabela 12- Análises físico-químicas da calda.....	49

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 COMPOSTOS LÁCTEOS	19
3.1.1 Classificação	19
3.1.2 Requisitos físico-químicos e microbiológicos	19
3.2 SECAGEM	20
3.2.1 Princípios da secagem	20
3.2.2 Migração de água.....	21
3.2.3 <i>Spray dryer</i>	22
3.2.4 Atomizadores de disco centrífugos	23
3.2.5 Câmara de secagem	24
3.2.6 Separação do produto seco do ar de saída.....	25
3.3 PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO	25
3.3.1 Etapas da Higienização.....	26
3.3.1.1 Pré-lavagem	26
3.3.1.2 Lavagem com detergentes	26
3.3.1.3 Enxágue	27
3.3.1.4 Sanificação.....	27
3.4 <i>SWAB</i> TRADICIONAL E POR BIOLUMINESCÊNCIA	27
3.4.1 Teste de <i>Swab</i> tradicional	27
3.4.2 Teste <i>swab</i> por bioluminescência	28
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	31
4.2 OBTENÇÃO DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ	31
4.3 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS DA CALDA	33
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO PÓ.....	34
4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO PÓ	34
4.6 ANÁLISE MICROBIOLÓGICAS DOS <i>SWAB</i> DOS EQUIPAMENTOS	34
4.7 ANÁLISE DE <i>SWAB</i> DO AR DA SALA DE ENVASE	35
4.8 ANÁLISE DE <i>SWAB</i> PELO LUMINÔMETRO	36
4.9 HIGIENIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E TANQUES	36

4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
5.1 ANÁLISE DE SWAB DOS EQUIPAMENTOS	38
5.2 ANÁLISE SWAB TANQUES	39
5.3 ANÁLISE DE SWAB PELO LUMINÔMETRO	40
5.4 ANÁLISE DE SWAB DO AR DA SALA DE ENVASE	42
5.5 ANÁLISES FÍSICO - QUÍMICAS DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ	43
5.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ	45
5.7 ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA DA CALDA DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ	47
6 CONCLUSÃO	49
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Compostos lácteos em pó são produtos obtidos a partir da secagem de uma mistura de produtos lácteos e ingredientes não lácteos, através de processos tipo *spray – dryer* que podem ser utilizados para várias aplicações na indústria de alimentos, como um substituto de leite em pó integral em diferentes níveis, dependendo dos resultados desejados.

De acordo com o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade da Instrução Normativa nº 28 define-se como Composto lácteo o produto em pó resultante da mistura do leite e produto(s) ou substância(s) alimentícia(s) láctea(s) ou não lácteas, ou ambas, adicionado ou não de produto(s) ou substância(s) alimentícia(s) láctea(s) ou não láctea(s) ou ambas permitida(s) no presente Regulamento, apta(s) para alimentação humana, mediante processo tecnologicamente adequado. Os ingredientes lácteos devem representar no mínimo 51% (cinquenta e um por cento) massa/massa (m/m) do total de ingredientes (obrigatórios ou matéria-prima) do produto. (BRASIL, 2007).

A secagem é uma das técnicas mais antigas destinadas à preservação dos alimentos, atuando não apenas na remoção da água, como também sendo responsável por mudanças em aspectos físico-químicos e biológicos do produto. Dentre os benefícios destacam-se o aumento da vida útil do produto, preservação do valor nutricional, facilidade de transporte e comercialização e redução de perdas pós-colheita (CELESTINO 2010; DADALI; DEMIRHAN; ÖZBEK, 2008). O esquema de funcionamento do sistema de secagem *spray Dryer* inicia-se com uma amostra utilizada na alimentação que pode estar em solução, suspensão, emulsão ou na forma de pasta. Com auxílio de uma bomba, a amostra é carregada até um atomizador que transforma o líquido em pequenas gotículas que entram em contato com o ar aquecido no interior da câmara de secagem. O ar aquecido remove a água da gotícula, resultando em um pó fino, do produto, que passa por um ciclone e é acondicionado em um coletor (AZEREDO, 2004; KESHANI et al., 2015).

O seu benefício, em relação à secagem por desidratação, está associado ao baixo tempo de exposição do produto a elevadas temperaturas, fazendo com que a temperatura no interior da partícula permaneça baixa, o que pode levar a uma menor degradação dos nutrientes do produto (AZEREDO, 2004; KESHANI et al., 2015).

Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) são procedimentos descritos, desenvolvidos, implantados e monitorizados, visando estabelecer a forma rotineira pela qual o estabelecimento industrial evitará a contaminação direta ou cruzada e a adulteração do produto, preservando sua qualidade e integridade por meio da higiene antes, durante e depois das operações industriais (Resolução DISPOA/DAS n. 10, de 22 de maio de 2003). Os PPHO fazem parte do programa de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e têm procedimentos de monitorização, ação corretiva, registros e verificação, onde se busca padronizar os procedimentos de higiene e diminuir os riscos relacionados à contaminação dos alimentos. (BRASIL, 2003)

A Portaria 368 (BRASIL, 1997) aborda, especificamente, as BPF aprovando o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas para estabelecimentos industrializadores de alimentos, em que são estabelecidos os requisitos essenciais de higiene para alimentos destinados ao consumo humano.

O estudo de organismos bioluminescentes tem trazido avanços muito significativos nas áreas de biotecnologia (NUNES; DURAN, 2003). O método tradicional de swab que consiste na contagem padrão em placas utiliza desde 1900 até a década de 80. Através de estudos realizados com microrganismos bioluminescentes e a utilização da enzima luciferase extraída do vagalume, foram desenvolvido o sistema de ATP-bioluminescência, utilizado para a validação de limpeza em superfícies. Portanto se faz necessário a utilização de métodos rápidos para diversas áreas, como a indústria de alimentos para avaliar a limpeza, sem dispensar o uso da técnica de esfregaço em superfície tradicional (COSTA et al, 2006) .

Pode-se definir como “rápido” qualquer metodologia ou um método destinado à detecção, contagem e caracterização de microrganismos do qual possa obter resultados com um menor tempo e que seja mais simples e confiável em comparação aos métodos convencionais. (LEOTTA, 2009). Estes novos métodos detectam resíduos de matéria orgânica tanto de microrganismos ou de outros detritos alimentares, de um processo falho de limpeza, indicando se o processo de higienização foi bem sucedido e os resultados são obtidos em tempo real. (GRIFFITH, 2005).

As moléculas de ATP que acabam reagindo com o complexo enzimático luciferina-luciferase, onde cada molécula de ATP que será consumida nessa reação

dará a emissão de um fóton de luz que será medida através de um luminômetro e expressa em URL (Unidade Relativa de Luz), tendo a correlação onde quanto maior a quantidade de ATP maior a intensidade de luz emitida. (COSTA et al, 2004).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliação microbiológica e físico-química de um composto lácteo em pó e averiguação de eficiência da limpeza dos equipamentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar as análises físico-químicas (acidez, gordura, partículas queimadas, proteínas, umidade e pH) para avaliação do composto lácteo em pó produzido;
- Realizar análises físico-químicas (pH e sólidos totais) da calda do processo de mistura líquida dos ingredientes antes da secagem;
- Realizar análises microbiológicas do composto lácteo em pó depois de finalizado o processo de secagem (Coliformes a 35°C, Coliformes a 45°C, Estafilococos coagulase positiva, Mesófilos aeróbios e *Salmonella sp*);
- Realizar *swab* dos equipamentos da torre de secagem e tanques de preparo da mistura líquida após limpeza geral analisando os microrganismos Mesófilos aeróbios, Coliformes totais e Coliformes fecais.
- Realizar *swab* dos equipamentos da torre de secagem e tanques de preparo da mistura líquida após limpeza geral utilizando o luminômetro como parâmetro de validação da limpeza, verificando a carga bacteriana e matéria orgânica através do nível de ATP.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 COMPOSTOS LÁCTEOS

3.1.1 Classificação

De acordo com o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade Instrução Normativa nº28 (BRASIL, 2007) os compostos lácteos podem ser classificados em:

- a) Composto Lácteo sem Adição é o produto cuja elaboração sejam empregados exclusivamente produtos ou substâncias alimentícias lácteas, sendo assim o produto final deve apresentar 100% massa/massa (m/m) de ingredientes lácteos.
- b) Composto Lácteo com Adição é o produto cuja elaboração sejam empregados produtos ou substâncias alimentícias não lácteas. O produto final deve apresentar no mínimo 51% massa /massa (m/m) de ingredientes lácteos.

Pode ser utilizadas para várias aplicações na indústria de alimentos, como um substituto de leite em pó integral em diferentes níveis, dependendo dos resultados desejados em bebidas lácteas, sorvetes, massas, entre outros. Os compostos lácteos em pó têm como características: Pó uniforme sem grumos; sabor e odor lácteos e agradáveis; cor branca a amarelado; boa dissolução. Geralmente possui 12 meses de validade quando armazenado em condições adequadas.

3.1.2 Requisitos físico-químicos e microbiológicos

O único requisito físico-químico apresentado na Instrução Normativa nº28 (BRASIL, 2007) para compostos lácteos é o teor de proteínas, o mesmo deve estar de acordo com o apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Requisitos físico-químicos compostos lácteos

Produto	Teor de proteínas de origem láctea (g/100g) Mínimo %
Composto Lácteo ou Composto Lácteo sem adição	13 9
Composto Lácteo com adição ou Composto lácteo sabor	

Fonte: BRASIL, (2007).

As análises e parâmetros microbiológicos exigidos pela Instrução Normativa nº 28 (BRASIL, 2007) podem ser observados na Tabela 2. Os parâmetros deverão ser obtidos no produto final (pronto para consumo) imediatamente após sua fabricação, a partir de amostras colhidas no estabelecimento produtor.

Tabela 2. Parâmetros microbiológicos compostos lácteos

Microrganismos	Critério de aceitação (UFC/g)
Aeróbios Mesófilos	Máximo $1,0 \times 10^5$
Coliformes g (30°C)	Máximo 100
Coliformes/g (45°C)	Máximo 10
<i>Stafilococos</i> coag. Positiva	Máximo 100
<i>Salmonella</i> sp (25g)	Ausência

Fonte: BRASIL, (2007).

3.2 SECAGEM

3.2.1 Princípios da secagem

A secagem é uma das mais antigas e usuais operações unitárias encontradas nos mais variados processos utilizados em indústrias agrícolas, cerâmicas, químicas, alimentícias, farmacêuticas, de papel e celulose, mineral e de polímeros. É também uma das operações de maior complexidade e menos compreendida, dada à dificuldade da descrição matemática dos fenômenos envolvidos na transferência simultânea de calor, massa e quantidade de movimento no sólido (BROD, 2003).

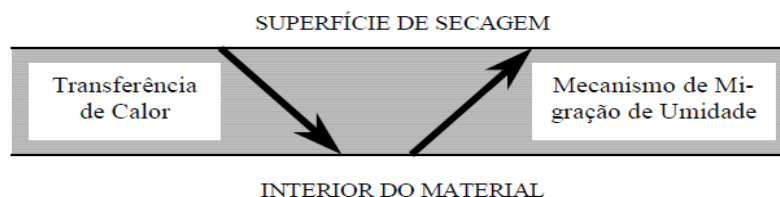
Theodore e Ricci (2010) explicam que no processo de secagem, um líquido (normalmente água) é separado de um sólido úmido por meio do uso de um gás seco quente (normalmente ar). Richardson e Harker (2002) definem a secagem como sendo a remoção final de água, ou outro solvente, e essa operação frequentemente ocorre após etapas de evaporação, filtração ou cristalização. Mujumdar (2014) apresenta a secagem como um processo de remoção térmica de substâncias voláteis, a fim de se obter um produto sólido seco. Entretanto, observa-se que o processo inadequado de secagem pode levar a danos irreversíveis à qualidade do produto final.

3.2.2 Migração de água

Alonso (2001) afirma que o conteúdo de água ou umidade de um produto é um dos parâmetros mais importantes do material que se pretende secar e é definido como sendo a proporção direta entre a massa de água presente no material e a massa de matéria, ou seja, é o teor de água que pode ser reduzido do material sem alteração da estrutura molecular do sólido. Segundo o autor, a preservação de um alimento, depende, entre outros fatores, da quantidade e disponibilidade da água presente no mesmo.

O movimento de água do interior do produto a ser seco até sua superfície é ilustrado pelos mecanismos de transferência de massa, que indicam a dificuldade de secagem dos produtos. Durante o processo de secagem, a água deve ser conduzida do interior do sólido até a superfície para que, assim, haja a evaporação de água da superfície do material ao ambiente (ALONSO, 2001). Esse mecanismo está representado na Figura 1.

Figura 1: Diagrama da migração de água no interior de um sólido.



Fonte: Alonso, (2001).

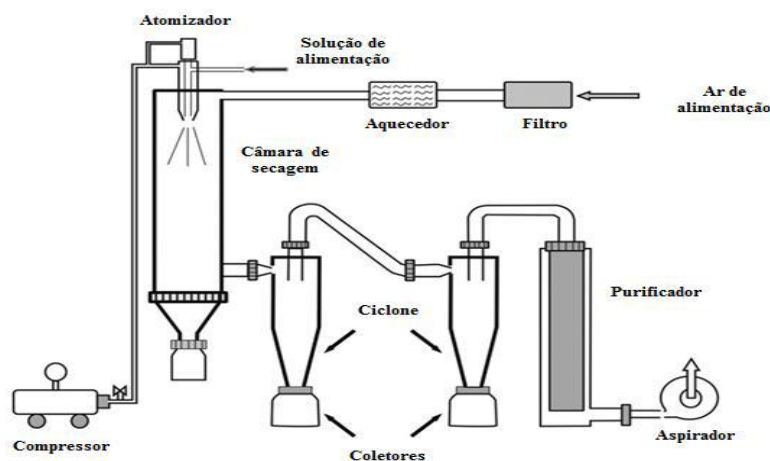
3.2.3 *Spray dryer*

Existem diversos tipos de secadores para a secagem de materiais distintos. A determinação de qual secador deve ser utilizado no processo de secagem, depende da natureza do produto a ser desidratado, da forma que se deseja dar ao produto final, da quantidade a ser seca e do fator econômico (OI, 2011).

Perry e Green (1997) descrevem quatro tipos de condições de secagem: estática; dinâmica; fluidizada e diluída. O secador do tipo *spray dryer* opera na condição diluída. Na condição diluída de secagem, os secadores funcionam pelo princípio da atomização do produto a ser desidratado em partículas pequenas e uniformes, sendo essa a principal vantagem do uso desse tipo de equipamento de secagem (OI, 2011).

O *spray dryer* é um equipamento constituído por uma câmara grande e cilíndrica, geralmente vertical. Nesta câmara, o material a ser seco é atomizado continuamente sob a forma de pequenas gotículas. A câmara de secagem é alimentada também por um grande volume de ar quente, que se encontra à temperatura suficiente para fornecer o calor necessário para completar a evaporação do líquido. A transferência de calor e transferência de massa são realizadas por meio do contato direto entre o ar quente e as gotículas dispersas. Após ser completada a secagem, o gás resfriado e os sólidos são separados. As partículas maiores são depositadas no fundo da câmara, enquanto as finas são separadas do ar em ciclones externos ou filtros de manga (PERRY; GREEN, 1997). Na Figura 2 pode-se observar uma instalação típica de um *spray dryer*.

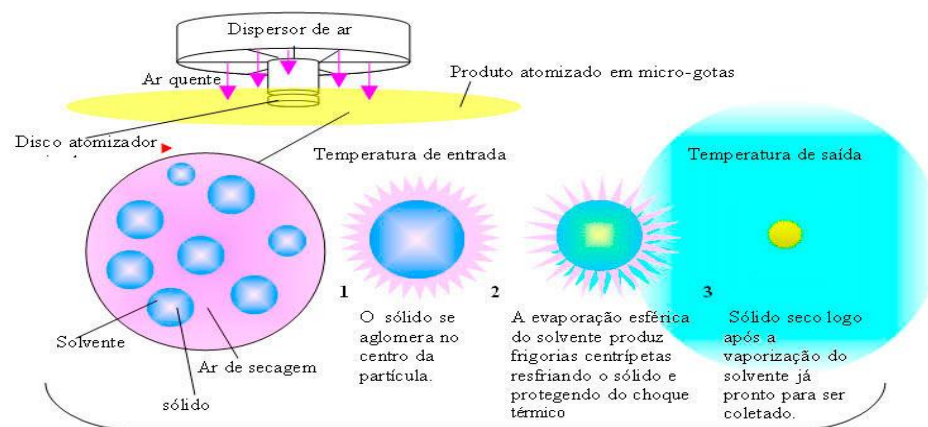
Figura 2: Fluxograma esquemático de *spray dryer*.



Fonte: Adaptado de Devakate et al.,(2009).

O desempenho de um *spray dryer*, depende do tamanho da gota produzida pelo atomizador e a forma em que o meio gasoso se mistura com as gotas. Um atomizador é definido como um dispositivo que faz com que o líquido seja desintegrado em gotas em um intervalo de tamanho determinado, e que controla a sua distribuição espacial (MUJUMDAR, 2014). Na atomização o líquido é desintegrado em diversas partículas individuais, formando uma nuvem. Na Figura 3 pode se observar as etapas do processo de secagem por de atomização.

Figura 3: Etapas da secagem por atomização.



Fonte: Costa, (2013).

3.2.4 Atomizadores de disco centrífugos

O atomizador de disco centrífugo, também conhecido como atomizador rotativo utiliza energia centrífuga para atomizar o líquido. A solução é alimentada até o centro do disco, deslocando-se para a extremidade devido à força centrífuga, e desintegrado em gotículas. O ângulo de atomização é de cerca de 180° e forma uma nuvem ampla. Devido à trajetória horizontal, estes atomizadores requerem câmaras de grande diâmetro. O projeto mais comum de atomizador de disco centrífugo apresenta palhetas radiais (MUJUMDAR, 2014).

Segundo Mujumdar (2014), a distribuição do tamanho das partículas produzidas pode ser controlada alterando a velocidade do disco. Este tipo de atomizador é muito flexível e permite a utilização para uma ampla variedade de líquidos com propriedades físicas diferentes.

Atomizadores de disco centrífugo são fáceis de operar e manter, não apresentam problemas de entupimento e podem ser utilizados por longos períodos sem que haja problemas na operação. A desvantagem deste tipo de atomizador está no alto preço quando comparados aos outros tipos de atomizadores (BARBOSA-CÁNOVAS et al., 2005).

3.2.5 Câmara de secagem

A câmara de secagem é o elemento central do processo de secagem por *spray dryer*. A suspensão inicial é atomizada no interior da câmara e em seguida entra em contato com o ar quente, o que proporciona uma evaporação de aproximadamente 95% da água que constitui a gotícula de produto. A câmara tem como função fornecer o tempo de residência do contato entre o ar e as partículas para obtenção do produto seco desejado (OI, 2011).

Segundo Mujumdar (2014), a câmara utilizada em processos de secagem por pulverização pode operar em três tipos básicos de sistemas de contato ar-gotículas, apresentados no Quadro 1:

Quadro 1- Tipos básicos de sistemas de contato ar-gotículas

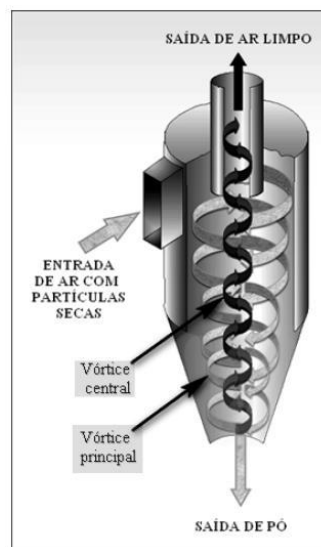
Fluxo Concorrente	Neste fluxo, o <i>spray</i> e o ar de secagem passam pela câmara de secagem no mesmo sentido. Neste tipo de fluxo, a temperatura do produto final é menor do que a temperatura do ar de entrada.
Fluxo Contracorrente	O ar de secagem e o <i>spray</i> passam pela câmara de secagem em sentidos opostos. Bicos atomizadores geralmente são utilizados. Neste tipo de fluxo, a temperatura do produto final é maior que o ar de saída.
Fluxo Misto	O fluxo de ar de secagem é direcionado para baixo enquanto a alimentação é pulverizada para cima, retornando esta em fluxo concorrente com o ar.

Fonte: Mujumdar, (2014).

3.2.6 Separação do produto seco do ar de saída

Uma vez seco, o pó é recolhido na parte inferior da câmara de secagem e descarregado (MUJUMDAR, 2014). Segundo a Spraing Systems Co. (1995), o ar de secagem sempre contém uma quantidade de interesse de pó na saída da câmara de secagem (10 a 30%). Dessa forma, é necessário por motivos econômicos e ambientais, recuperar o pó presente neste ar. A essa fração de partículas menores presentes no ar de secagem, denomina-se de fração de finos (CARVALHO, 2010). Durante o processo de secagem, as partículas secas não possuem o mesmo tamanho. Portanto, o ciclone deve ser projetado para capturar o maior número de partículas possível (CÂNDIDO, 2000). Na Figura 4 pode-se observar um ciclone de vórtice duplo, geralmente utilizado no processo de secagem de compostos lácteos.

Figura 4: Ciclone.



Fonte: Carvalho, (2010).

3.3 PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO

Processo de higienização nas plantas indústrias em ênfase a de alimentos consiste em duas etapas basicamente que são complementadas entre as etapas de limpeza. Portanto as etapas se dividem em limpeza, cuja remoção de resíduos orgânicos e minerais, como gordura, proteínas, sais minerais que ficam aderidos a superfícies. A sanificação com objetivo de eliminação de microrganismos alteradores das superfícies de equipamentos, utensílios e dos manipuladores, principalmente os

patogênicos até um nível considerado seguro para saúde e garantindo um novo processo de produção. As duas etapas são complementares uma dependendo da outra para uma boa higienização (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

3.3.1 Etapas da Higienização

3.3.1.1 Pré-lavagem

Nessa etapa tem como objetivo a remoção da maior parte de resíduos das superfícies dos equipamentos e utensílios. Nesse processo ocorre a remoção de resíduos solúveis em água e dos não solúveis em água pela ação mecânica. Além da remoção de 90% dos resíduos também temos a diminuição da microbiota das superfícies (ANDRADE; MACÊDO, 1996). A pré-lavagem inicia-se imediatamente após o uso do equipamento ou utensílio mantendo uma temperatura da limpeza entre 35-40°C.

3.3.1.2 Lavagem com detergentes

Para remoção de resíduos de carboidratos, gordura e proteína, são usadas substâncias ou formulações alcalinas. Com os agentes alcalinos auxiliados pela elevação de temperatura (80°C), isso no ciclo de limpeza CIP ("Cleaning In Place"), reage com ácidos graxos, formando sabão, que por sua afinidade com a água é solubilizado. As proteínas são removidas pela elevação do pH onde sua carga elétrica negativa e estas por repulsão eletrostática ficam suspensas em água, sendo arrastado pela ação mecânica (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

Para realização dessa etapa podemos usar formulações como, como a soda cáustica e o carbonato de sódio. Para de resíduos minerais, a sua remoção é efetuada por substâncias com formulações ácidas. Podendo ser utilizado os ácidos nítrico, fosfórico e também a utilização de ácidos orgânicos, com concentrações entre 0,5 a 1% e temperaturas de 70°C (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

3.3.1.3 Enxágue

Depois da pré-lavagem e da lavagem com agentes alcalinos e/ou ácidos os equipamentos são enxaguados, promovendo a remoção do material reagido e os traços ou resíduos dos agentes de limpeza. Para garantir a total remoção avalia-se a água de enxágue adicionando gotas de fenolftaleína que é um indicador de pH indicando se a presença de agentes alcalinos. A água deve permanecer incolor, indicando pH abaixo de 8,3. No caso dos detergentes ácidos, utilizamos gotas de metil orange, o resultado esperado é a água ficando amarela, e pH acima de 4,6. (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

3.3.1.4 Sanificação

A última etapa do processo de higienização das superfícies dos equipamentos e utensílios consiste na sanificação, seu objetivo eliminar a microbiota patogênica que possam causar alterações no alimento. Efetuada de modo eficiente previne contaminações posteriores, diminuindo com isso a perda de alimentos e deve ser efetuada imediatamente antes do uso dos equipamentos e utensílios (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

Para a realização da sanificação pode-se utilizar sanificantes físicos, como o calor, sob a forma de vapor, água ou ar quente, e a radiação ultravioleta, ou sanificantes químicos, onde se incluem os compostos clorados, iodados e de quaternário de amônia, ácido peracético, peróxido de hidrogênio, clorohexidina, álcoois, entre outros (ANDRADE; MACÊDO, 1996).

3.4 SWAB TRADICIONAL E POR BIOLUMINESCÊNCIA

3.4.1 Teste de *Swab* tradicional

É o método mais antigo utilizado para avaliação das condições microbiológicas ambientais, desenvolvido em 1917 por Manheimer e Ybanez é hoje considerado pela Apha (2001) como uma metodologia padrão de análise microbiológica. Andrade (2008) elucida a técnica de *swab*, a qual consiste em:

Definir uma área a ser analisada, delimitando-a com o auxílio de um molde esterilizado, e então o *swab* previamente umedecido em solução diluente apropriada é posicionado com uma inclinação de aproximadamente 30° sobre a superfície fazendo movimentos circulares com pressão constante. Após a haste do *swab* deve ser quebrada antes de se mergulhar o material amostrado, para posterior análise do diluente por plaqueamento de alíquotas em meio de cultura apropriadas. (ANDRADE, 2008).

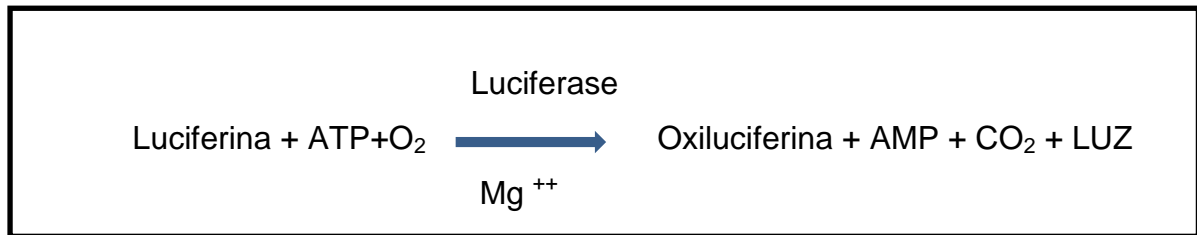
No Brasil, ainda não encontramos um padrão nacional oficial para classificação das condições ambientais da planta industrial, apenas propostas de referências, onde buscaram valores de referência experimental para se alcançar um possível padrão a seguir (SILVA JÚNIOR, 2014). Coelho et al., (2010) haviam observados que a contaminação de um processo ou alimento, tem origem do ar do ambiente, superfícies de equipamentos e utensílios, também a mãos dos manipuladores, podendo ser uma contaminação direta ou indireta, sendo esses as vias com maior potencial de contaminação.

3.4.2 Teste *swab* por bioluminescência

Nas últimas décadas, a técnica de ATP-bioluminescência tem se destacado em várias áreas, incluindo a área de processamento de alimentos (ANDRADE, 2008). Sua origem é baseada no fenômeno da bioluminescência, ou seja, na emissão de luz visível derivada da liberação química de fótons produzidos por diversos organismos; marinhos (peixes, moluscos e cnidários) e terrestres (fungos, bactérias e insetos) (FRAGA, 2008).

Para que a reação de ATP-bioluminescência (Figura 5) ocorra se faz necessário um complexo genericamente conhecido de luciferina-luciferase que na presença de moléculas de adenosina trifosfato, emitindo luz (ATP) (OLIVEIRA et al., 2013).

Figura 5 - Reação de ATP-bioluminescência na presença de luciferina/luciferase.



Fonte: Oliveira et al., (2013).

O ATP é um nucleotídeo utilizado pelas células como fonte energética, sendo sua quantidade geralmente constante, desaparecendo 2 h após a morte celular. O uso desta molécula para medir a qualidade bacteriológica fundamenta-se no fato de que todas as células vivas contêm ATP, o que não ocorre com células não viáveis e esporos bacterianos por serem metabolicamente inertes. Como as moléculas de ATP estão presentes em quaisquer células vivas, a técnica é capaz de detectar o ATP presente em microrganismos, resíduos de sangue, pele, vegetais, entre outros materiais (ANDRADE, 2008)

Na indústria de alimentos, a técnica de ATP-bioluminescência tem sido utilizada para avaliar as condições microbiológicas de carnes, leite cru, além de verificar a qualidade da higienização das superfícies, utensílios e equipamentos utilizados durante as etapas de processamento dos produtos (BELL et al., 1996).

Ainda que a ATP-bioluminescência não identifique e diferencie a quantidade de microrganismos ou as espécies contaminantes, a técnica é utilizada como um meio para o controle e verificação da higiene em superfícies e em amostras de água, mas com a vantagem de ser um método rápido (SHAMA; MALIK, 2013).

O princípio da técnica consiste na extração de ATP oriundo de superfície ou de amostra líquida, utilizando para isto um kit contendo um *swab* e agentes químicos. O *swab* contendo a amostra é colocado em contato com o complexo enzimático luciferina/luciferase ocorrendo a reação de bioluminescência com a emissão de luz. Para a leitura de emissão de luz é necessário um fotômetro simples, denominado luminômetro (Figura 6) que converte a luz emitida em unidade relativa de luz (URL), sendo que para cada molécula de ATP um fóton de luz é emitido. (VELÁSQUEZ; FEIRTAG, 1997).

Figura 6 - Luminômetro Modelo Systemsureplus Higiene®



Fonte: Luminômetro, (2019).

Em relação à sensibilidade dos luminômetros comumente utilizados, é exigido um número mínimo entre 10^4 UFC/mL e 10^5 UFC/mL para que a presença de ATP seja detectada. O conteúdo intracelular de ATP de todas as bactérias possui em média 1 fentograma (10^{-15} g) de ATP por bactéria, podendo variar de 0,1 a 5,5 fentogramas. (SIMM et al., 2008). Por ser uma reação enzimática, a técnica de ATP-bioluminescência é afetada por parâmetros como pH e temperatura. O pH ótimo da reação é de 7,75 e a temperatura ótima é de 25°C. Valores acima ou abaixo destes podem inativar a luciferase ou retardar a velocidade da reação. Além desses parâmetros, a turbidez e a cor, no caso de análise de amostra líquida, podem influenciar diretamente os resultados (SHAMA; MALIK, 2013).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em uma empresa de secagem de compostos lácteos, condimentos e soro de leite em Marechal Cândido Rondon-PR. Para o estudo do composto lácteo em pó foi utilizada a torre de secagem com capacidade de produção 600 kg/hora. Todos os ingredientes da formulação também são advindos da empresa.

As análises foram realizadas em laboratórios da empresa, os quais estão equipados com todos os equipamentos, aparelhos e vidrarias necessárias para as análises físico-químicas e microbiológicas do composto lácteo em pó.

4.2 OBTENÇÃO DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ

O processo de produção do composto lácteo em pó inicia-se pela mistura líquida, em um tanque (tanque 1), onde são adicionados os ingredientes da mistura. Inicialmente, o primeiro ingrediente a ser adicionado de forma automática por um *software* no tanque 1 é o soro de leite, em seguida também de forma automática o xarope de glicose. Então é ligado o agitador por 5 minutos/50 rpm para uma primeira homogeneização. Em seguida é adicionado uma parte da água da formulação e a gordura vegetal hidrogenada a qual já contém emulsificante previamente misturado. Depois são adicionados os componentes sólidos da mistura, de forma manual, massa coalhada, concentrado proteico de soro em pó, leite em pó integral, fosfato, hidróxido de cálcio, açúcar e água.

Inicia-se agitação novamente e adiciona-se o aroma idêntico ao natural de leite. Neste momento é coletado uma amostra da mistura para medir o pH, que deve estar entre 6,8 e 7,3. A correção é feita adicionado hidróxido de cálcio se necessário. Deixa-se em agitação a mistura por 10 minutos a 100 rpm onde a temperatura final da mistura deve estar entre 63 e 67°C e depois é transferida para outro tanque (tanque 2), pelo fato de a produção ser em bateladas, possibilitando assim a formulação de mais uma batelada no tanque 1, enquanto a primeira batelada passa pelo processo de homogeneização a 3 bar de pressão seguida da pasteurização

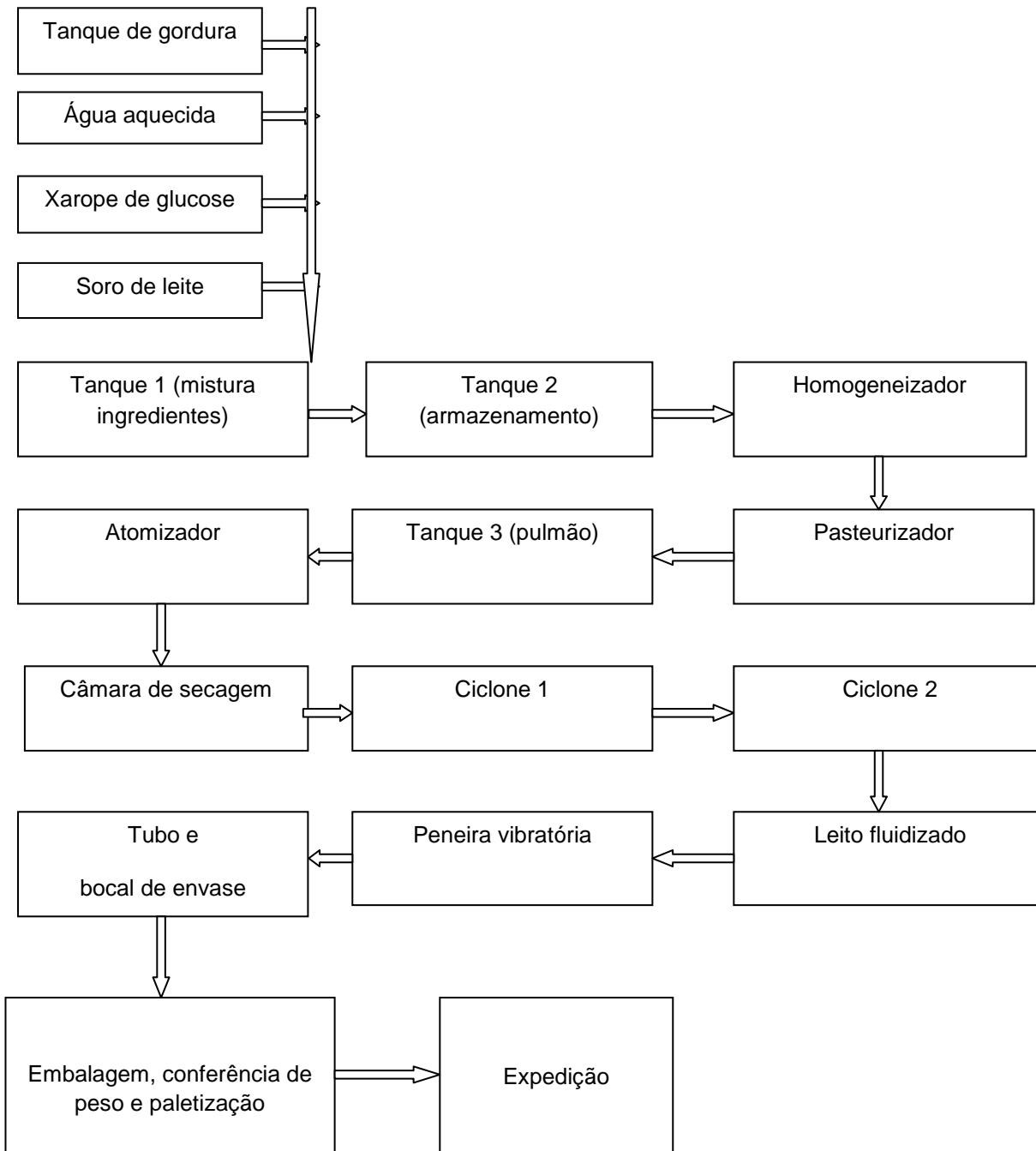
(75°C/20 segundos) em um pasteurizador do tipo placas. Após a pasteurização, é coletado amostra para análises físico-químicas da calda, a qual segue para o tanque pulmão (tanque 3), o qual abastece a torre de secagem.

O processo de secagem inicia-se pela atomização da mistura líquida, para qual é usado um atomizador de disco rotativo. A solução é alimentada até o centro do disco, deslocando-se para a extremidade devido à força centrífuga, e desintegrado em gotículas. A atomização forma uma nuvem dentro da câmara de secagem e em seguida entra em contato com o ar quente (130 a 145°C), o que proporciona uma evaporação de aproximadamente 95% da água que constitui a gotícula de produto. Depois de seco, o pó é recolhido na parte inferior da câmara de secagem.

O ar de secagem arrasta com ele as partículas mais finas de pó e estas são recuperadas nos ciclones, que é basicamente um cilindro vertical com superfície cônica no fundo deste. No ciclone, a corrente de ar carregada com as partículas sólidas entra e em seguida a corrente de ar desce girando numa trajetória helicoidal até a base, levando assim, as partículas secas para sua parede. O pó dos ciclones e da câmara de secagem se junta nos leitos fluidizados nos quais o ar utilizado para arraste tem a função também de resfriar o pó para uma temperatura aproximada de 25 a 30°C.

Nos leitos o pó é arrastado pela vibração e corrente de ar até chegar à peneira, onde ficam retidas possíveis impurezas, materiais estranhos ou “pedras” formadas no processo. O pó uniforme passa pela peneira vibratória e vai para o tubo de envase. Para ser acondicionado em bolsas de 25 kg o produto passa pelo bocal de envase controlado de forma manual pelo auxiliar de produção. O peso da bolsa é conferido por uma segunda balança, depois lacrada, costurada e destinada para paletização e armazenamento. As etapas do processo de mistura líquida e secagem estão representadas na Figura 7.

Figura 7- Fluxograma do processo de mistura líquida e secagem do composto lácteo em pó



Fonte: Autoria própria, (2019).

4.3 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICAS DA CALDA

Para a calda do processo de mistura líquida realizou-se as análises físico-químicas: pH e sólidos totais conforme disposto na Instrução Normativa nº 68 (BRASIL, 2006). Foram analisadas as caldas de 5 lotes e todas as análises foram realizadas em duplicata.

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO PÓ

Para o composto lácteo em pó efetuou-se as análises físico-químicas de pH, acidez, umidade, lipídios, proteínas e partículas queimadas conforme disposto na Instrução Normativa nº68 (BRASIL, 2006). Analisaram-se cinco lotes do produto e todas as análises foram realizadas em duplicata.

4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO PÓ

Realizaram-se as seguintes análises microbiológicas do pó: Mesófilos aeróbios, Estafilococcus coagulase positiva, Coliformes a 30°C e 45°C, *Salmonella* sp. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 62 (BRASIL, 2003) que oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

4.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DOS SWAB DOS EQUIPAMENTOS

Realizaram-se as análises de Mesófilos aeróbios, Coliformes totais e Coliformes fecais dos swabs coletados dos equipamentos envolvidos no processo de mistura e secagem do composto lácteo em pó. As análises procederam – se conforme disposto na Instrução Normativa nº62 (BRASIL, 2003) que oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Todas as análises serão realizadas em duplicata e serão coletadas dos pontos descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Pontos de coleta de swab.

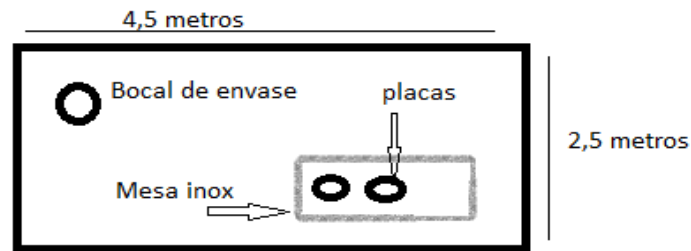
Equipamentos
Ciclone Principal
Ciclone Auxiliar
Duto de Exaustão
Leito Fluidizado 01
Leito Fluidizado 02
Peneira
Tubo de Envase
Bocal de envase
Tanque 1
Tanque 2
Tanque 3

Fonte: Autoria Própria, (2019).

4.7 ANÁLISE DE SWAB DO AR DA SALA DE ENVASE

Foram realizadas as seguintes análises microbiológicas dos *swabs* de ambiente na sala de envase do produto a ser secado: Aeróbios mesófilos e Bolores e Leveduras. A coleta foi feita durante o processo de produção e para isso é deixado por 15 minutos na sala de envase uma placa contendo Agar padrão para contagem (PCA) para Aeróbios mesófilos, que em seguida é incubada invertida a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas. Para análise de bolores e leveduras foi utilizado uma placa pronta chamada *Compact Dry YM*, que já possui o meio de cultura e permite a contagem depois de incubadas a $25^\circ\text{C} \pm$ por 3 dias. As placas foram deixadas em uma mesa de inox presente na sala de envase, com altura de 1 metro. Na Figura 8, observa-se o *layout* da sala de envase e posição das placas. Todas as análises foram efetuadas conforme disposto na Instrução Normativa nº62, de 2003 (BRASIL, 2003) oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

Figura 8-Layout sala de envase.



Fonte: Autoria própria, (2019).

4.8 ANÁLISE DE SWAB PELO LUMINÔMETRO

Para a coleta deste *swab* foi utilizado uma haste chamada *Ultrasnap*, própria para a leitura no luminômetro. A coleta é feita fazendo esfregação do *swab* em uma superfície de 10 cm² e em seguida é acondicionada dentro do tubo plástico. Depois é feita a quebra da parte superior do tubo liberando a luciferina/luciferase que entra em contato com a ponta da haste. Deve se agitar o tubo por 10 segundos e colocar o mesmo no luminômetro para a leitura da amostra.

O sistema opera medindo a adenosina trifosfato (ATP), molécula de energia universal encontrada em todas as células de animais, plantas, bactérias, vírus, leveduras, bolor e demais microrganismos e resíduos dos produtos de matéria orgânica e quando presente haverá a reação de formação de luz que será diretamente proporcional à quantidade de ATP presente na amostra. O luminômetro mede a luz gerada e relata os resultados em Unidades Relativas de Luz (RLU). Quanto maior a contagem em RLU, maior é a presença de ATP e mais suja está a superfície. Todas as análises serão realizadas em duplicata.

Os pontos de coleta serão os mesmos utilizados na técnica tradicional de *swab*, descritos na Tabela 3.

4.9 HIGIENIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E TANQUES

A higienização dos equipamentos da torre de secagem ocorre de forma manual, ou seja, inicialmente é feito um pré-enxágue com água quente potável

através de mangueiras, em seguida é realizada dispersão de detergente alcalino clorado 12% e deixado agir nos equipamentos por 10 minutos e posteriormente realizada etapa de enxágue com água potável a temperatura ambiente. Os pontos onde permanecem incrustações de pó ou resíduo orgânico de outros produtos realiza-se esfrega com pá de inox ou esponja nova. Por fim, realiza-se a sanitização com ácido peracético 0,02% através de dispersão com bomba de ar nos equipamentos. Para os tanques o sistema de limpeza é automatizado, chamado de CIP (*Clean In Place*), onde os equipamentos e tubulações são higienizados sem desmontagem e obedecem às seguintes etapas:

Tabela 4 – Etapas do CIP dos Equipamentos

Etapas	Temperatura	Concentração	Tempo
Enxágue inicial	Ambiente		10 min
Circulação NaOH	> ou = 60°C	Mínimo 44,5%	15 min
Enxágue	Ambiente		5 min
Circulação ácido nítrico	> ou = 60°C	Mínimo 53%	15 min
Enxágue final	Ambiente		10 min

Fonte: Autoria Própria, (2019).

4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para as análises físico-químicas realizados no pó e na calda do composto lácteo foi feita a análise estatística dos dados através de uma planilha pré-programada pela Universidade Federal de São Carlos (Centro de ciências agrárias, Depto. Tecnologia Agroindustrial e Socio econômica Rural) no *software Microsoft Excel* versão 2012. Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA e representados com a média e considerado significativamente diferente quando $p \leq 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DE SWAB DOS EQUIPAMENTOS

O Ministério da Agricultura em sua Instrução Normativa nº28 (BRASIL, 2007) estabelece padrões microbiológicos para os compostos lácteos e derivados, os quais auxiliam na interpretação e conclusão de resultados de análises microbiológicas. Porém a referida resolução não estabelece critérios para superfícies e equipamentos.

Concluídas as análises e tendo em vista a ausência de um padrão nacional para os parâmetros analisados em *swabs* de superfície, os resultados obtidos foram avaliados considerando para aeróbios mesófilos, os padrões internacionais da Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) e Organização Mundial da Saúde (OMS), conforme Tabela 5.

Tabela 5- Padrões internacionais da Organização Panamericana de Saúde (OPAS) e Organização Mundial da Saúde (OMS)

Padrões internacionais da Organização Pan americana de Saúde (OPAS) e Organização Mundial da Saúde (OMS)	
OPAS	50 UFC/cm ² (5000UFC/100cm ²)
OMS	50 UFC/cm ² (5000UFC/100cm ²)

Fonte: Organização Panamericana de Saúde e Organização Mundial da Saúde, (2019).

Os padrões utilizados para Coliformes Totais e termotolerantes, foram baseados nos estabelecidos por Tondo e Bartz (2013) que consideram a ausência de coliformes totais e termotolerantes em equipamentos limpos. Os resultados obtidos estão expressos na Tabela 6.

Tabela 6- Resultado análises de swabs dos equipamentos

Equipamento	Aeróbios Mesófilos (UFC/cm²)	Coliformes totais (UFC/cm²)	Coliformes termotolerantes (UFC/cm²)
Ciclone Principal	< 1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Ciclone Auxiliar	< 1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Duto de Exaustão	1,5x10 ²	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Leito Fluidizado 01	1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Leito Fluidizado 02	1,5x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Peneira	< 1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Tubo de Envase	1,5x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Bocal de envase	< 1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹

Fonte: Autoria Própria, (2019).

Os resultados para coliformes totais e termotolerantes mostraram-se satisfatórios para todos os equipamentos de acordo com o padrão proposto por Tondo e Bartz (2013). Já para mesófilos aeróbios 87,5% dos resultados estão de acordo com o padrão preconizado pela Organização Pan americana de Saúde (OPAS) e Organização Mundial da Saúde (OMS).

Apenas o equipamento Duto de exaustão apresentou valores acima do padrão (1,5x10² UFC/cm²), remetendo a possibilidade de que a higienização não foi bem executada neste ponto. Isso se explica pelo fato de este equipamento ser de difícil acesso, pois é uma saída cilíndrica curvada que liga a câmara de secagem ao ciclone principal.

Resultados parecidos para mesófilos aeróbios foram encontrados por Espich (2014) em um estudo da eficácia da limpeza em uma indústria produtora de candies (balas de mascar), onde os resultados após higienização dos equipamentos não ultrapassaram a contagem de 1,0 x10¹ UFC/cm².

5.2 ANÁLISE SWAB TANQUES

Na Tabela 7 estão representados os resultados das análises de swab para aeróbios mesófilos, coliformes totais e termotolerantes dos tanques usados para mistura e estocagem da calda do processo de mistura líquida do composto lácteo. O

resultado mais alto encontrado para mesófilos é de $1,6 \times 10^2$ UFC/cm², enquanto o menor valor encontrado é de $< 1,0 \times 10^1$ UFC/cm².

Tabela 7 – Resultado análises de *swab* dos tanques.

Equipamento	Aeróbios Mesófilos (UFC/cm ²)	Colif. Totais (UFC/cm ²)	Coliformes termotolerantes (UFC/cm ²)
Tanque 01	$1,6 \times 10^2$	$2,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
Tanque 02	$9,5 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
Tanque 03	$< 1,0 \times 10^1$	$1,5 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$

Fonte: Autoria Própria, (2019).

Os tanques 1 e 3 apresentaram contagens de coliformes totais acima do padrão estabelecido por Tondo e Bartz (2013), $2,0 \times 10^1$ UFC/cm² e $1,5 \times 10^1$ UFC/cm² respectivamente, tais resultados podem ser explicadas pela possível contaminação da água utilizada na etapa de enxágue final do CIP ou algum fator das etapas anteriores do CIP não foram atendidas, podendo ser a concentração do ácido ou hidróxido de sódio muito baixa ou até mesmo a pressão do sistema CIP, podendo não alcançar efetivamente todos os pontos do tanque e assim também explicando a presença de contaminação por mesófilos aeróbios, onde se encontraram valores de até $1,6 \times 10^2$ UFC/cm² no tanque 1. Para coliformes termotolerantes o valor para todos os tanques foi de $< 1,0 \times 10^1$ UFC/cm².

A presença de coliformes em ambientes, superfícies ou produtos alimentícios evidencia informações sobre as condições higiênico-sanitárias e pode ser indicadora da possível presença de patógenos (ANDRADE, 2008).

5.3 ANÁLISE DE SWAB PELO LUMINÔMETRO

Tendo em vista a ausência de um padrão para os parâmetros analisados em *swabs* de superfície, adotaram-se internamente na empresa em que o trabalho foi realizado padrões para a análise de *swab* por bioluminescência baseando-se em histórico de análises e padrões recomendados pelo fabricante do luminômetro, aparelho que faz a leitura do nível de ATP da amostra. Os padrões estabelecidos estão descritos abaixo:

- a) Valores entre 0-10 RLU: Equipamento limpo, aprovado.
- b) Valores entre 11-30 RLU: Refazer enxágue manual ou mecânico para os tanques.
- c) Valores acima de 31 RLU: Refazer higienização ou CIP para os tanques.

A Tabela 8 representa a média dos resultados encontrados nos equipamentos, sem serem feitos novos enxágues ou higienização. Para os equipamentos da torre de secagem percebem-se resultados satisfatórios para 75% das amostras, apenas o duto de exaustão (54 RLU) a higienização deve ser refeita por completa com detergente alcalino clorado, enxágue com água potável e sanificação, todos de forma manual. Comparando os resultados do luminômetro com as análises de *swab* tradicional percebe-se que em ambas análises o mesmo ponto (duto de exaustão) apresentou contaminação, evidenciando a presença de microrganismos nas amostras. Como já citado, se trata de um ponto de difícil acesso para limpeza manual, podendo ocorrer a formação de biofilmes, dificilmente removidos com uma única higienização.

Tabela 8- Resultados análises de *swab* por ATP-bioluminescência

EQUIPAMENTO	RESULTADO (RLU)
Ciclone Principal	3
Ciclone Auxiliar	4
Duto de Exaustão	54
Leito Fluidizado 01	0
Leito Fluidizado 02	1
Peneira	1
Tubo de Envase	4
Bocal de envase	4
Tanque 1	64
Tanque 2	71
Tanque 3	3

Fonte: Autoria Própria, (2019).

Segundo Oliveira; Brugnera; Piccoli (2010), biofilmes podem ser definidos como comunidades microbianas envoltas por uma matriz de polímeros extracelulares e aderidas a superfícies. Células sésseis, presentes no biofilme, além de reduzir a eficiência e vida útil de equipamentos, em função do fenômeno denominado corrosão micro biologicamente induzida, são mais resistentes ao processo de desinfecção. As células podem se desprender e contaminar os alimentos que passam pelo local, que causam prejuízos econômicos e risco de ocorrência de toxinfecções alimentares.

Em relação aos tanques, apenas o tanque 3 apresentou resultados satisfatórios, já os tanques 1 e 2 tiveram resultados de 64 e 71 RLU, respectivamente, bem acima do limite de 10 RLU pré-estabelecido, necessitando-se novo CIP nos mesmos antes de qualquer operação. Monteiro (2017) também obteve resultados insatisfatórios ao analisar com a mesma técnica tanques de creme de leite e leite concentrado de uma indústria de laticínio de grande porte na cidade de Castro/PR, com médias de 174,19 RLU e 150,52 RLU para os tanques citados e justifica esses resultados devido à formação de biofilme nas suas paredes.

5.4 ANÁLISE DE SWAB DO AR DA SALA DE ENVASE

Com o objetivo de verificar a qualidade do ar, foi realizado o *swab* de ambiente na sala de envase, por se tratar de um local crítico, onde o composto lácteo em pó é envasado de forma manual em embalagem primária de polipropileno recoberta por embalagem secundária de papel kraft, garantindo o bom acondicionamento do produto e portanto livre de umidade e luz. Os resultados estão dispostos na Tabela 9.

Tabela 9- Resultado análise de *swab* de ambiente

Local	Microrganismos	
	Aeróbios mesófilos (UFC/m ²)	Bolores e Leveduras (UFC/m ²)
Sala de envase	1,3 x10 ³	1,0x10 ¹

Fonte: Aatoria Própria, (2019).

Comparando os resultados da Tabela 9 com o que é recomendado pelos padrões internos da empresa (máximo $1,0 \times 10$ UFC/m² para aeróbios mesófilos e máximo $5,0 \times 10^3$ UFC/m² para bolores e leveduras) os resultados foram satisfatórios para ambos os microrganismos, obtendo-se o resultado de $1,3 \times 10^3$ UFC/m² para aeróbios mesófilos e $1,0 \times 10^1$ UFC/m² para bolores e leveduras. Tais resultados indicam que o ambiente foi bem higienizado, principalmente os filtros do ar-condicionado da sala de envase, fonte potencial de contaminação do ar.

Em um estudo feito por Hattori e Klaus (2013), que teve como objetivo analisar as condições microbiológicas e higiênico-sanitárias de uma panificadora no município de Missal-PR, ao analisar a qualidade do ar de alguns pontos críticos do ambiente, verificou-se em dois dos seis pontos analisados, contaminação por bolores e leveduras, porém o limite padrão usado no trabalho era de $3,0 \times 10^1$ UFC/cm², baseado em padrões da APHA (2001), onde os resultados para este microrganismo chegaram a $3,5 \times 10^1$ UFC/cm².

5.5 ANÁLISES FÍSICO - QUÍMICAS DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ

Na Tabela 10 estão descritos os resultados das análises físico - químicas do composto lácteo em pó. Baseando-se pela Instrução Normativa nº 28 (BRASIL, 2007), o único requisito físico-químico apresentado para compostos lácteos é o teor de proteínas, o mesmo deve estar superior a 9% para compostos lácteos com adição, no qual se enquadra o produto estudado, pelo fato de serem adicionados outros ingredientes não lácteos no seu preparo, portanto os 5 lotes analisados apresentaram valores dentro do padrão. Estes valores variaram entre 9,89% e 10,30% mostrando uma similaridade neste macro nutriente e também a uniformidade das matérias primas e processo de secagem para todos os lotes. Não houve diferença significativa em relação ao teor de proteínas ($p \geq 0,05$).

Tabela 10 – Resultados análises físico-químicas

	Acidez (%)	Gordura (%)	Proteínas (%)	Umidade (%)	pH	Partículas Queimadas
Lote 1	0,54 ^a	26,50 ^a	9,96 ^a	3,13 ^a	6,91 ^a	DISCO A
Lote 2	0,45 ^a	27,5 ^a	10,26 ^a	3,26 ^a	6,9 ^a	DISCO A
Lote 3	0,43 ^a	26,00 ^a	10,05 ^a	3,46 ^a	6,87 ^a	DISCO A
Lote 4	0,54 ^a	27,00 ^a	9,89 ^a	3,24 ^a	6,78 ^a	DISCO B
Lote 5	0,46 ^a	27,0 ^a	10,30 ^a	3,34 ^a	6,67 ^a	DISCO A

Obs. Valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Autoria Própria, (2019).

As características físico-químicas de gordura, acidez, umidade e partículas queimadas de todas as amostras analisadas estavam em conformidade com a Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996), a qual estabelece parâmetros para leite em pó integral, mas por falta de parâmetros pela legislação de compostos lácteos, foi usada como padrão. Os requisitos são que gordura deve ser superior a 26%, a acidez no máximo 1% (ác. Láctico), umidade no máximo 3,5% e partículas queimadas máximo disco B.

A média dos resultados de gordura foi de 26,80%, tendo uma variação baixa entre 26% no lote 3 e 27,50% no lote 2. Em função dessa baixa variação, não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre os lotes analisados. Em um estudo realizado por Krey e Volken (2009), os resultados de gordura em amostras de leite em pó integral variaram entre 27,5% e 29,5% em análises feitas logo após o envase.

No mesmo estudo avaliou-se a acidez e umidade do leite em pó integral, onde se observou um aumento significativo em relação ao envase do produto e o leite em pó com três meses de armazenamento em 95% dos lotes avaliados e já no sexto mês, duas amostras estavam acima do máximo permitido pela legislação com resultados de 18,2°D e 18,6°D. No presente trabalho a acidez foi mensurada em % de ácido láctico, e os resultados foram satisfatórios não ultrapassando 0,54%. O pH variou entre 6,67 para o lote 5 e 6,92 para o lote 2. Para ambas análises não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre as amostras analisadas. Não são desejáveis características ácidas no produto final quando se trata de compostos lácteos em pó, afetando assim as características sensoriais do produto. Um fator que pode influenciar nos parâmetros de acidez e pH, é a contaminação microbiológica do pó

ou matérias – primas com elevados níveis de acidez, como a massa coalhada ou leite em pó.

Na análise de umidade houve uma média nos resultados de 3,28%, dentro do padrão máximo de 3,5% estabelecido pela Portaria nº 146 (BRASIL, 1996). O lote com maior valor de umidade foi lote 3 com 3,46%, bem próximo do limite, enquanto o menor valor foi de 3,13% no lote 1, entretanto não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre as amostras apesar da diferença do maior para o menor valor ter sido de 0,33%.

Conforme Madi et al. (1984), a umidade crítica do leite em pó integral é de 5,0%, a partir da qual o produto inicia alterações indesejáveis, como deterioração microbiana e aglomeração. Esses autores observaram que, utilizando embalagem de polietileno (500 g) a umidade crítica do leite em pó integral foi atingida com 150 dias de armazenamento a 30°C/80% UR e com 45 dias a 38°C/90 %UR, enquanto que o produto que foi mantido por 180 dias a 23°C/65% UR não atingiu esse nível de umidade. Em trabalho realizado por Krey e Volken (2009) os resultados de umidade variaram entre 2,6% e 3,1% quando analisado logo após o envase, e 3,5% a 4,2% quando analisado ao se passar 6 meses da validade do produto.

Na análise de partículas queimadas observou-se que apenas o lote 4 apresentou resultado de Disco B (cerca de 22,5 mg), isso indica que nesta amostra haviam mais pontos pretos ou grumos que nas demais, porém ainda de acordo com o padrão estabelecido. Todos os demais lotes apresentaram resultado Disco A. O método usado para a análise foi o *Water Disc*, que se fundamenta na reconstituição da amostra com posterior filtração através de discos de algodão e comparação com discos padrões.

Segundo Granda (2013), o parâmetro partículas queimadas avalia o processo de secagem, levando em consideração que o excesso de partículas queimadas altera a aparência (presença de pontos pretos) e sabor (queimado) do leite em pó.

5.6 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ

Os resultados das análises microbiológicas dos 5 lotes, coletados na etapa de envase, estão apresentados na Tabela 11. Observa-se que os resultados obtidos

estão de acordo com a legislação vigente, a Instrução Normativa 28 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007). Além disso, indicam boa qualidade das condições higiênico-sanitárias durante o processamento do produto, mostrando a importância da manutenção dos Programas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e de seguir os procedimentos padrão de higiene operacional (PPHO) nas indústrias de alimentos.

Tabela 11- Resultados análises microbiológicas do pó

Análises	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4	LOTE 5
Coliformes a 45°C (UFC/g)	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Coliformes a 30°C (UFC/g)	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
Estafilococos coag. positiva (UFC/g)	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	4,0x10 ¹
Mesófilos aeróbios (UFC/g)	1,4x10 ³	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹	3,3x10 ³
Salmonella sp/ 25g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: Autoria Própria, (2019).

Madi et al. (1984), analisaram a qualidade microbiológica de uma amostra de leite em pó integral logo após o envase, e observaram contagem padrão em placa de $2,5 \times 10^3$ UFC/g, ausência de coliformes totais e fecais e, para bolores e leveduras, a contagem foi de $3,2 \times 10^2$ UFC/g. Esses resultados diferem parcialmente dos encontrados nas amostras deste trabalho, as quais possuem média da mesófilos aeróbios de $9,5 \times 10^2$ UFC/g, variando entre $<1,0 \times 10^1$ e $3,3 \times 10^3$ UFC/g enquanto para coliformes a 30°C e 45°C e *Salmonella sp*, não houve crescimento bacteriano. Para Estafilococos coagulase positiva os resultados variaram entre $<1,0 \times 10^1$ UFC/g nos lotes 1,2,3 e 4, enquanto no lote 5 a contagem foi de $4,0 \times 10^1$ UFC/g.

Leite et al., (1999), em análise de duas marcas de leite em pó, observaram os seguintes resultados para a marca A: contagem padrão em placa de $3,97 \times 10^3$ UFC/g, coliformes totais de 0,47 NMP/g, coliformes fecais de $<3,0$ NMP/g e bolores e leveduras de $2,47 \times 10^2$ UFC/g; enquanto na marca B a contagem padrão em placa foi de $<2,5 \times 10^2$ UFC/g, de coliformes totais e fecais de $<3,0$ NMP/g, e bolores

e leveduras não foram detectados. Dessa forma, os resultados das análises microbiológicas da marca B indicam condições higiênicas adequadas do produto. Porém, os resultados em relação à amostra A indicam a possibilidade de ocorrência de falhas higiênico-sanitárias durante o processamento do produto. Já Krey e Volken (2009), em análise de 20 amostras de leite em pó observaram média da contagem padrão em placa de $9,1 \times 10^2$ UFC/g, enquanto para coliformes totais e fecais não foram detectados e são semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

5.7 ANÁLISES FÍSICO QUÍMICA DA CALDA DO COMPOSTO LÁCTEO EM PÓ

O objetivo de realizar análise de pH e sólidos totais da calda do composto lácteo é conhecer as características do produto que irá ser feito a secagem, pois dependendo dos valores de sólidos presentes na calda, alguns parâmetros da torre de secagem devem ser alterados como a temperatura de exaustão ou velocidade dos ventiladores dos ciclones. Um pó mais úmido requer mais energia para secagem, ou seja, temperatura mais alta e também quanto mais úmida a solução, mais passível a entupimentos nos equipamentos, pela formação de acúmulos (pedras de produto). O ideal para compostos lácteos em pó é que o teor de sólidos totais da calda se apresente entre 46 e 54% e o pH entre 6,8 e 7,3. Esses valores não são específicos de nenhuma legislação, são apenas baseados no histórico e eficiência do processo de secagem. Na Tabela 12 estão descritos os resultados obtidos das caldas de 5 lotes do composto lácteo.

Tabela 12- Análises físico-químicas da calda

Tratamentos	pH	Sólidos Totais
Lote 1	6,97 ^{bc}	50,05 ^b
Lote 2	7,07 ^{abc}	48,94 ^{bc}
Lote 3	7,20 ^a	48,11 ^c
Lote 4	6,88 ^c	51,88 ^a
Lote 5	7,11 ^{ab}	49,85 ^b

Obs. Valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Aatoria Própria, (2019).

O valor médio de pH foi de 7,04, indicando um pH neutro, o que é desejável para se ter um produto final com características sensoriais aceitáveis. O pH quando muito ácido ou básico na calda causa alterações sensoriais no pó, principalmente no sabor. Para todas as médias dos valores de pH houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os lotes analisados.

Para sólidos totais os resultados variaram entre 48,11% e 51,88%, com uma média de 49,76%. Os valores encontrados estão em acordo com o estabelecido pela empresa para uma boa secagem do produto. Os lotes 1 e 5 diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) dos lotes 2,3 e 4.

Tais diferenças estatísticas percebidas nas análises físico-químicas da calda podem ser explicadas pela variação das matérias-primas utilizadas na formulação de cada lote, pois se sabe que para cada fornecedor de alguma matéria-prima há diferenças no produto em questões de ingredientes e processos. Por isso, nem sempre os teores de sólido da mistura irão ficar próximos, o importante é que estejam dentro de um padrão estabelecido.

6 CONCLUSÃO

As análises físico-químicas do composto lácteo em pó se mostraram em acordo com os padrões estabelecidos pelas legislações vigentes e não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre os resultados, diferente da calda do produto onde houve variação nos resultados entre os lotes 1 e 5 que diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) dos lotes 2,3 e 4, explicado tal situação pela variação das matérias-primas utilizadas na formulação de cada lote. As análises microbiológicas do pó também apresentaram resultados satisfatórios.

Em relação a higienização dos equipamentos da torre de secagem, a mesma foi insatisfatória apenas para o duto de exaustão. Em relação a coliformes totais e termotolerantes os resultados estão de acordo com o padrão estabelecido. Os tanques 1 e 3 apresentaram contagens de coliformes totais acima do padrão estabelecido, indicando algum problema no sistema CIP e sendo um risco para o preparo de alimentos. Tais resultados insatisfatórios foram comprovados pelo teste de *swab* por bioluminescência.

Constatou-se que há necessidade de verificar as condições do sistema CIP dos tanques, verificando se o *spray ball* está atingindo toda a dimensão do tanque e se a pressão e rotação do sistema está adequada. Outro fator é realizar análise de concentração dos agentes químicos envolvidos (ácido nítrico e hidróxido de sódio), como também uma análise microbiológica da água de enxágue final, a qual pode estar contaminada e comprometendo todo o processo.

Quanto à limpeza manual dos equipamentos devem-se realizar treinamentos para os funcionários que executam a higienização, pontuando todos os procedimentos descritos no PPHO da empresa, pois falhas nesta operação podem comprometer a qualidade microbiológica do produto. Utilizar um produto químico mais concentrado nos pontos de difícil acesso também seria uma opção.

O sistema de *swab* ATP-bioluminescência teve sua eficiência comprovada pelo fato de nos mesmos pontos onde foram detectados valores acima do padrão estabelecido, houve crescimento microbiológico no teste de *swab* tradicional, exceto o tanque 2, onde os valores encontrados indicam presença de matéria orgânica como resto de produtos. Para uma melhor interpretação dos resultados e agilidade

na liberação dos equipamentos, usar os dois métodos combinados é a melhor opção.

De forma geral, em equipamentos de fácil acesso a higienização foi eficiente. Deve se também evidenciar a qualidade do produto, que atendeu a todos os requisitos.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Após a conclusão deste trabalho sugere-se a realização de estudos futuros, como sugestão:

- a) Realizar um estudo de aplicação de outros tipos de detergentes e sanificantes na higienização e comparação com método atual;
- b) Efetuar um estudo focado no processo de secagem, analisando os parâmetros utilizados na secagem para cada tipo de produto;
- c) Avaliar o produto final por métodos analíticos diferentes.

REFERÊNCIAS

ALONSO, L. F. T. **Algoritmos de seleção e dimensionamento de secadores**. 2001. 256f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Editora Varela, 182p. 1996.

ANDRADE, N. J. **Higiene na Indústria de Alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. 1a ed. São Paulo: Varela; 2008.

APHA – American Public Health Association. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4th ed. Washington, DC. p. 25-35. 2001.

AZEREDO, H. M. C. de. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 195 p. 2004.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; ORTEGA-RIVAS, E.; JULIANO, P.; YAN, H. **Food powders: Physical properties, processing, and functionality**. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. 2005.

BELL, C.; BOWLES, C. D.; TOSZEGHY, M. J. K.; NEAVEF, P. Development of a hygiene standard for raw milk based on the lumac ATP- bioluminescence method. **International Dairy Journal**, v. 6, n. 7, p. 709-713, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução DIPOA/SDA nº 10, de 22/05/2003. Programa de Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) nos estabelecimentos de Leite e Derivados. **Diário Oficial da União**, Brasília: Ministério da Agricultura, seção 1, pág. 4 e 5, 28 maio 2003a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 368, de 04/09/1997. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e das boas práticas de fabricação nos estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília: Ministério da Agricultura, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº62, 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União** de 18/09/2003, Brasília, Seção 1, Página 14. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 28, de 12 de junho de 2007. Aprova o Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de composto lácteo. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **Diário Oficial da União**, 14 de junho de 2007. n. 113, Seção 1, pág. 8. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em Conformidade com o Anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. **Diário Oficial da União**. Brasília seção 1, página 8, 14 de dezembro de 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite em pó. **Diário Oficial da União**. Brasília, 11 de março de 1996.

BROD, F. P. R. **Avaliação de um secador vibro-fluidizado**. 2003. 361f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 2003.

CÂNDIDO, M. G. L. C. **Ciclones de recirculação para captura de poeiras finas**. 2000. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, 2000.

CARVALHO, F. **Construção e Avaliação de Desempenho de um Spray Dryer Piloto**. 2010. 174 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Embrapa Cerrados, Documentos 276, 51 p., 2010.

COELHO, A. I. M.; MILAGRES, R. C. R. M.; MARTINS, J. F. L.; AZEREDO, R. M. C.; SANTANA, Â. M. C. Contaminação microbiológica de ambientes e de superfícies em restaurantes comerciais. **Revista da Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 20, p.1597-1606, jun. 2010.

COSTA, J. M. G. **Eficiência de Diferentes Encapsulantes e Condições Operacionais de Secagem por Atomização na Produção e Aplicação de Micropartículas de Bioaromas de Queijo Suíço**. 2013. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

COSTA PD, Andrade NJ, Passos FJV, Brandão SCC, Rodrigues CGF. ATP-bioluminescence as a technique to evaluate the microbiological quality of water in food industry. **Braz Arch Biol Technol.** 2004;47(3):399-405.

COSTA PD, Andrade NJ, Brandão SCC, Passos FJV, Soares NFF. ATP-bioluminescence assay as an alternative for hygiene-monitoring procedures of stainless steel milk contact surfaces. **Brazilian Journal Microbiological.** 2006;37(3):345-9.

DADALI, G.; DEMIRHAN, E.; ÖZBEK, B. Effect of drying conditions on rehydration kinetics of microwave dried spinach. **Food and bioproducts processing**, v.86, p. 235-241, 2008.

ESPICH, C. **Avaliação microbiológica da eficácia da limpeza de equipamentos de indústria produtora de candies, localizada na cidade de Lajeado – RS.** Trabalho Conclusão de Curso. Curso de Química Industrial – Bacharelado. Centro universitário Univates, Lajeado, 2014.

DEVAKATE, R. V.; PATIL, V. V.; WAJE, S. S.; THORAT, B. N. Purification and drying of bromelain. **Separation and Purification Technology**, n.64, p. 259 e 264, 2009.

FRAGA, H. **Firefly luminescence: a historical perspective and recent developments.** Photochemical & photobiological sciences: Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology, v. 7, n. 2, p. 146–58, mar. 2008.

GRIFFITH C. **Improving surface sampling on detection of contamination.** In: Lelieveld HLM, Mosterte A, Holah J. Handbook of hygiene control in the food industry. Cambridge (UK): Woodhead Publishing; 2005.p.588-618.

GANDRA, R. L. P. **Produção de material de referência para o escopo umidade, cinzas, gordura total e acidez titulável em leite em pó integral.** Dissertação de Pós Graduação em Ciência de Alimentos. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

HATTORI, A. N.; KLAUS, I. C. **Avaliação microbiologia e higiênico-sanitária em uma panificadora do município de Missal-PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

KESHANI, S. Spray drying: An overview on wall deposition, process and modeling. **Journal of Food Engineering**. v. 146, p. 152-162, 2015.

KREY, T. S.; VOLKEN, C. F. **Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do leite em pó integral produzido numa indústria da região do Vale do Taquari – RS**. Interbio v.3 n.2 2009 - ISSN 1981-3775. Vale do Taquari – RS, 2009.

LEITE, M. O.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R. M.; ANDRADE, C. F.; BARBOSA, E. M. Avaliação da qualidade microbiológica de duas marcas de leite em pó, comercializadas em Belo Horizonte - Minas Gerais, Brasil. **Revista Higiene Alimentar**, v. 13, n. 65, p. 43-46, 1999.

LEOTTA GA. Métodos rápidos: una herramienta útil y práctica para el análisis microbiológico de los alimentos. **Rev Argent Microbiol**. 2009;41(2):63-4.

LUMINÔMETRO Modelo Systemsureplus Higiene. Disponível em: <https://www.higiene.com/systemsure-healthcare.html>. Acesso em: 29 de março de 2019.

MADI, L. F. C.; ORTIZ, S. A. A.; MORI, E. F. G.; FERREIRA, E. E. M.; PUPO, V. L. Estudo da estabilidade e vida de prateleira do leite em pó integral. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 381-428, 1984.

MONTEIRO, R. T. C. **Avaliação de risco Microbiológico pela exposição à contaminação no setor de pasteurização de um laticínio**. 2017. 30f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

MUJUMDAR, A. S. **Handbook of Industrial Drying**. 4. ed. Cingapura: Crc Press, 1348 p, 2014.

NUNES-Halldorson VS, DURAN NL. Bioluminescent bacteria: lux genes as environmental biosensors. **Brazil Journal Microbiological**. 2003;34(2):91-6.

OI, R. K. **Secagem da Biomassa de Banana Verde em Spray Dryer**. 2011. 83f. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; PICCOLI.; R. H. Biofilmes microbianos na indústria de alimentos: uma revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, 69(3):277-8, 2010.

OLIVEIRA, A. G.; CARVALHO, R. P.; EUGENE, H.; VINICIUS, C. Bioluminescência de fungos: distribuição, função e mecanismo de emissão de luz. **Revisão. Química Nova**, v. 36, n. 2, p. 314–319, 2013.

OMS - **Organização Mundial da Saúde**. Disponível em: <https://www.who.int/> . Acesso em: 15 de maio 2019.

OPAS - **Organização Pan americana de Saúde**. Disponível em: <https://www.paho.org>. Acesso em: 15 maio de 2019.

TONDO, E. C.; BARTZ, S. **Microbiologia e Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos**. Porto Alegre: Editora Sulina, 2013.

PERRY, R. H.; GREEN, D. W. Perry's. **Chemical Engineers' Handbook**. 7th. ed. New York: McGraw-Hill, 1997.

RICHARDSON, J. F.; HARKER, J. H. **Coulson and Richardson's Chemical Engineering**. Vol. 2 - Technology and Separation Processes. 5th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

SHAMA, G.; MALIK, D. J. Hygiene and The uses and abuses of rapid bioluminescence-based ATP assays. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 216, n. 2, p. 115–125, 2013.

SILVA JÚNIOR.; E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 7. ed., São Paulo: Varela, 2014.

SIMM, E. M.; ANDRADE, N. J.; MENDONÇA, R. C. S.; PASSOS, F. J. V.; CHAVES, J. B. P. Interference of Some Organic Substances and Microorganisms Adhered to Stainless Steel in ATP-bioluminescence Measurement. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. June, p. 587–593, 2008.

SPRAING SYSTEMS Co. **Engenharia de desenvolvimento e produção de bicos de pulverização e acessórios**. São Bernardo do Campo, 1995. (Catálogo 55).

THEODORE, L.; RICCI, F. **Mass Transfer Operations for the Practicing Engineer**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010.

VELASQUEZ, M.; FEIRTAG, J. M. Quenching and enhancement effects of ATP extractants, cleansers, and sanitizers on the detection of the ATP bioluminescence signal. **Journal of Food Protection**, v. 60, p. 799-803,1997.