

ANDREI ANTONIO MONDARDO

**ESTUDO DOS EFEITOS DA LUZ ULTRA VIOLETA PARA REDUÇÃO
MICROBIOLÓGICA EM AMIDO DE MANDIOCA**

CASCVEL
PARANÁ – BRASIL
OUTUBRO – 2015

ANDREI ANTONIO MONDARDO

**ESTUDO DOS EFEITOS DA LUZ ULTRA VIOLETA PARA REDUÇÃO
MICROBIOLÓGICA EM AMIDO DE MANDIOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura.

Orientador: Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza

Co-Orientador: Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira

CASCABEL
PARANÁ – BRASIL
OUTUBRO – 2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M741e Mondardo, Andrei Antonio
Estudo dos efeitos da luz ultravioleta para redução microbiológica
em amido de mandioca. /Andrei Antonio Mondardo. - Cascavel, PR:
UNIOESTE, 2015.
83 p.: il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza
Co-orientador: Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do
Paraná.
Programa de Pós-graduação em Energia na Agricultura.
Bibliografia.

1. Micro-organismos. 2. Radiação ultravioleta. 3. Amido. I. Souza,
Samuel Nelson Melegari de, orient. II Siqueira, Jair Antonio Cruz,
co-orient. III Universidade Estadual do Oeste do Paraná III. Título.

CDD 22. ed. 630

Ficha catalográfica elaborada por Marci Lucia Nicodem Fischborn CRB 9/1219

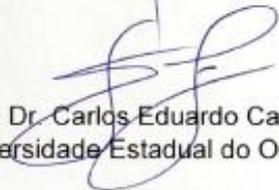
ANDREI ANTONIO MONDARDO

**“Estudo dos efeitos da luz ultra violeta para
redução microbiológica em amido de mandioca”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, **aprovada** pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador:


Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel


Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel


Prof. Dr. Estor Gnoatto
Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR/Medianeira

Cascavel, 15 de outubro de 2015.

Dedico este trabalho a minha família, amigos e professores, por fazerem parte dos meus sonhos e compartilharem de minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela saúde e por sempre guiar meu caminho concedendo oportunidades e forças para enfrentar as dificuldades;

A minha esposa Christiane, pelo carinho, pelo incentivo, pela compreensão durante toda essa jornada e por assumir todos os cuidados de nossa recém nascida Flávia em minha ausência para que me dedicasse a esta pesquisa;

Aos meus pais Nésio e Zenaide, minha irmã Fernanda, pelo amor, encorajamento, confiança, princípios e valores que me ensinaram, tornando-me um ser humano, cidadão e profissional correto e honrado;

Ao meu orientador Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza, pelas orientações, incentivo, pelos valiosos ensinamentos e confiança. Todo meu respeito;

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira, pela amizade, conhecimentos transmitidos e pelo apoio e incentivo nas horas de dúvidas;

Aos demais professores do mestrado, pelo suporte durante algumas etapas da pesquisa;

A empresa Cargill Agrícola S/A e seus profissionais Maurício Sardá, Neiva Mazzutti e Priscila Dall Agnol, por realizarem as análises de viscosidade e pelas dicas práticas relacionadas à pesquisa;

Ao laboratório de análise de alimentos A3Q, pela importância e seriedade dada às análises realizadas;

Aos companheiros de pesquisa e de estrada nas viagens semanais rumo ao mestrado, que se tornaram grandes amigos: Solles Rovaris, Claudinei Almeida e Gláucio Gomes e aos demais colegas de mestrado que em vários momentos nos apoiaram e auxiliaram;

Às secretárias Vanderléia e Keren sempre dedicadas a auxiliar os mestrandos.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pelo ensino de qualidade e pela estrutura oferecida para a realização de várias atividades;

A todas as outras pessoas que de alguma forma contribuíram para essa conquista tão importante;

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar.”

(Paulo Freire)

LISTA DE SÍMBOLOS

°Bé.	Baumé
µm	Micrômetro
a_w	Denota atividade de água
cm	Centímetros
H₂O₂	Peróxido de Hidrogênio
J.m²	Joules metro quadrado
m²/J	Metro quadrado por joule
mW.cm⁻²	Mili watt por centímetro quadrado
mW.s.cm⁻²	Mili watt por segundo por centímetro quadrado
Nm	Newton Metro
Nº	Número
°C	Graus Celsius
pH	Potencial hidrogeniônico
raios γ	Raios gama
s	Segundos
T_f	Temperatura de fusão
T_g	Temperatura de mudança de estado
UFC	Unidade formadora de colônia
UFC/g	Unidade formadora de colônia por grama
W	Watts
W.m²	Watts por metro quadrado
W.s⁻¹	Watt por segundo
α	Coefficiente de absorção
α(1→4)	Pontes glicosídicas
α(1→6)	Pontes glicosídicas

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIA	Associação Brasileira das Indústrias de Amido (ABIA)
AM	Amostra
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DSC	Calorimetria Diferencial de Varredura
FD	Fécula diluída
FDA	Food and Drug Administration
FM	Fécula de Mandioca (FM)
GMC	Grupo Mercado Comum (GMC),
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RES	Resolução
SEAB	Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento
UHT	Ultra High Temperature
UV	Ultravioleta
UV-A	Ultravioleta longo
UV-B	Ultravioleta médio
UV-C	Ultravioleta curto

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Maiores produtores de fécula de mandioca no país.....	4
Figura 2.	Fluxograma do processo de industrialização da mandioca e obtenção da fécula.	5
Figura 3.	Os diferentes estados físicos do amido.....	8
Figura 4.	Transições termo-mecânicas de um polímero semi cristalino.....	13
Figura 5.	Curva de crescimento microbiano	20
Figura 6.	Fécula de mandioca utilizada no experimento.	33
Figura 7.	Reator de luz ultravioleta para redução microbiológica.....	34
Figura 8.	Lâmpada UV instalada na parte superior interna do reator	35
Figura 9.	Curva simples de viscosidade x temperatura.....	39
Figura 10.	Contagem de Bacillus Cereus e Bolores e Leveduras	43
Figura 11.	Contagem de Coliformes Termoselantes e Mesófilos.....	43
Figura 12.	Viscoamilograma das amostras de fécula.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição da raiz de mandioca	3
Tabela 2.	Modificação, objetivos e tratamentos do amido.....	6
Tabela 3.	Tolerância de presença de microrganismo x contagem realizada	42
Tabela 4.	Resultados das análises de viscosidade das amostras.....	45
Tabela 5.	Análise de viscosidade de amidos nativos em outros trabalhos	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Contaminantes microbiológicos	15
Quadro 2.	Métodos de conservação de alimentos	21
Quadro 3.	Características da luz UV	24
Quadro 4.	Coeficientes de absorção (α) de alimentos líquidos (253,7nm)	26
Quadro 5.	Dose de UV para se obter 90% de morte dos microrganismos	27
Quadro 6.	Valor de irradiação das lâmpadas Phillips a uma distância de 1metro.....	28
Quadro 7.	Doses altas e baixas utilizadas para inativação de microrganismos.....	29
Quadro 8.	Refletância de vários materiais à irradiação UV-C	31
Quadro 9.	Normas x Limites de tolerância de microrganismos para féculas e amidos.....	37

MONDARDO, A. A. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, julho, 2015. **Estudo dos efeitos da luz ultravioleta para redução microbiológica em amido de mandioca.** Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza, Prof. Jair Antonio Cruz Siqueira.

RESUMO

O aumento do consumo de alimentos industrializados e a necessidade de se consumir alimentos mais saudáveis, está se tornando cada vez mais uma demanda para a alimentação da população mundial. Para atender à demanda, as indústrias investem em tecnologias que possam otimizar os processos de fabricação, investem em pesquisas em busca de novas matérias-primas e compostos para tornar os alimentos agradáveis ao paladar, de fácil armazenamento, saudáveis e de fácil aquisição. A produção e principalmente a industrialização de alimentos envolve inúmeras reações químicas, dentre as quais, mesmo sendo permitidas pelos órgãos reguladores, muitas ainda são desconhecidas. Sabe-se que, durante tais reações, podem ser formadas substâncias tóxicas ao organismo humano ou podem ter sua toxicidade intensificada, dessa forma, se torna indispensável atentar para a relação entre o consumo dessas substâncias por longos períodos e o desenvolvimento de neoplasias. Devido a isso, o presente estudo, buscou conhecer o comportamento dos microrganismos encontrados na fécula de mandioca durante seu processo de modificação para produto alimentício, quando exposta à luz ultravioleta. Seu objetivo foi avaliar o uso da luz ultravioleta para redução microbiológica no processo de modificação de amido de mandioca. O processo tradicional para remoção desses microrganismos é através de produtos químicos como ácido peracético, peróxido de hidrogênio, ácido clorídrico entre outros. Com esse estudo foi possível conhecer o percentual de redução de microrganismos em função do tempo de exposição do mesmo à luz UV. Foi avaliado o comportamento da viscosidade do amido durante a reação e também o comportamento de *Bacillus Cereus*, Bolores e Leveduras, Coliformes Termoselantes, Mesófilos e Salmonelas. Aplicando-se uma dose de irradiação UV de $43,2 \text{ mW.s.cm}^{-2}$, no tratamento T40 obteve-se eficiência na redução dos microrganismos de 99,82% para bacilus, 100% para bolores e leveduras, 99,99% para coliformes termoselantes e 99,98% para mesófilos.

PALAVRAS-CHAVE: Microrganismos, Ultravioleta, Alimento, Amido.

MONDARDO, A. A. University of West Paraná, July, 2015. **Study of the effects of ultraviolet light to microbiological reduction of tapioca starch.** Prof. Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza, Prof. Jair Antonio Cruz Siqueira.

ABSTRACT

Increased consumption of processed foods and the need to consume healthier foods, it is becoming increasingly a demand for feeding the world's population. To meet the demand, industries invest heavily in technologies that can optimize manufacturing processes, invest in research for new raw materials and components to make nice food to taste, easy storage, healthy and easy to purchase. The production and especially the industrialization of food involves numerous chemical reactions, among which, even if permitted by regulatory agencies, many are still unknown. It is known that during these reactions, toxic substances can be formed to the human body or may have enhanced their toxicity thus becomes necessary to pay attention to the relationship between the consumption of these substances for long periods and the development of neoplasms. Because of this, the present study sought to know the behavior of microorganisms found in cassava starch during their modification process for food product when exposed to ultraviolet light. The objective was to evaluate the use of ultraviolet light for microbial reduction in the process of cassava starch modification. The traditional process for removing these microorganisms is by chemicals such as peracetic acid, hydrogen peroxide, hydrochloric acid and others. With this study it was possible to reduce the percentage of microorganisms according to the same exposure time to UV light. It was rated the starch viscosity behavior during the reaction and also the *Bacillus Cereus* behavior, Yeast and Molds, coliforms Termoselantes, Mesophiles and Salmonella. Applying a UV irradiation dose of 43,2 mW.s.cm⁻², in treatment T40 gave effectiveness on reducing the microorganism *Bacillus* 99.82% to 100% for yeasts and molds, 99.99% termoselantes for coliforms and 99.98% for mesophilic.

KEYWORDS: Microorganisms, Ultraviolet, Food, Starch.

ÍNDICE

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo.....	2
1.1.1. Objetivo geral.....	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Fécula de Mandioca	3
2.2. Amido.....	5
2.3. Amido modificado	6
2.3.1. Legislação de amidos modificados	7
2.4. Propriedades dos amidos.....	8
2.4.1. Propriedades físicas.....	9
2.4.1.1. Corantes.....	9
2.4.1.2. Solubilidade.....	9
2.4.1.3. Capacidade de ligação dos grânulos com água fria.....	9
2.4.1.4. Atividade óptica	10
2.4.2. Propriedades químicas	10
2.4.2.1. Amilose	10
2.4.2.2. Amilopectina	11
2.4.2.3. Outros componentes	11
2.4.3. Propriedades funcionais	11
2.4.3.1. Poder de inchamento e solubilidade dos grânulos.....	12
2.4.3.2. Gelatinização	12
2.4.3.3. Geleificação.....	13
2.4.3.4. Transição Vítrea	13
2.4.4. Retrogradação	14
2.4.5. Viscosidade	14
2.5. A microbiologia do amido	15
2.6. Os microrganismos	15
2.6.1. Bolores	16

2.6.2. Leveduras	16
2.6.3. Bacillus cereus	17
2.6.4. Coliformes termoselantes (fecais).....	17
2.6.5. Mesófilos.....	18
2.6.6. Salmonella spp	19
2.7. Importância dos microrganismos	19
2.7.1. Classificação quanto à alterações químicas prejudiciais.....	19
2.7.2. Classificação quanto à representação de risco à saúde	19
2.7.3. Classificação quanto à alterações benéficas em um alimento.....	20
2.8. Ciclo do crescimento microbiano.....	20
2.8.1. Fatores que afetam o crescimento microbiano.....	21
2.9. Neutralização de microrganismos no amido de mandioca.....	22
2.9.1. Hipoclorito de Sódio	22
2.9.2. Peróxido de Hidrogênio	23
2.9.3. Ácido peracético.....	23
2.9.4. Luz ultravioleta	24
2.9.4.1. Efeitos da luz UV	25
2.9.4.2. Fontes de UV-C.....	27
2.9.4.3. Mecanismos de funcionamento	29
2.9.4.4. Sistemas UV em líquidos	30
2.9.4.5. Sistemas UV em superfície	31
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1. Local do experimento.....	33
3.2. Matéria prima para o experimento	33
3.3. Diluição da Fécula.....	33
3.4. Reator de luz ultra violeta	34
3.4.1. Dose de radiação UV aplicada	36
3.5. Aspectos analisados	37
3.5.1. Microbiologia.....	37
3.5.2. Determinação da viscosidade	38
3.6. Análise estatística.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. Resultado da Dose de radiação UV aplicada	41

4.2. Resultados de microbiologia	41
4.3. Resultados da viscosidade.....	44
5. CONCLUSÃO	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
7. ANEXO	55

1. INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos industrializados está se tornando cada vez mais uma forma prática para a alimentação da população mundial. Para atender a demanda, as indústrias investem pesado em tecnologias que possam otimizar os processos de fabricação, investem em pesquisas em busca de novas matérias primas e compostos para tornar os alimentos agradáveis ao paladar, de fácil armazenamento e fácil aquisição.

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2014, a aquisição média per capita dos produtos considerados tradicionais na alimentação brasileira, teve queda entre os anos de 2003 a 2009. O arroz caiu 40,5% em um ano, o feijão apresentou redução de 26,4%, o açúcar refinado também diminuiu 48,3% no mesmo período. Por outro lado, houve aumento na compra de produtos industrializados como pães (de 5,7% para 6,4%), embutidos (de 1,78% para 2,2%), biscoitos (de 3,1% para 3,4%), refrigerantes (de 1,5% para 1,8%) e refeições prontas (de 3,3% para 4,6%).

Técnicas para o processamento de alimentos têm sido utilizadas desde a Antiguidade, cozimento, secagem, defumação, fermentação e o uso de aromatizantes. Atualmente aplicam-se algumas tecnologias no processamento dos alimentos como a evaporação, defumação, esterilização, pasteurização, irradiação, pickling, congelamento e envase. Essas tecnologias expandiram consideravelmente o tempo de armazenamento dos alimentos.

A produção e principalmente a industrialização de alimentos envolve inúmeras reações químicas, as quais, mesmo sendo permitidas pelos órgãos reguladores, podem provocar efeitos desconhecidos no organismo humano. Sabe-se que, durante tais reações, podem ser formadas substâncias tóxicas ao organismo humano ou podem ter sua toxicidade intensificada, dessa forma, se torna indispensável atentar para a relação entre o consumo dessas substâncias por longos períodos e o desenvolvimento de neoplasias que acometeram cerca de 10.400.000 norte-americanos em 2002 (SEER, 2002).

A raiz de mandioca é uma matéria-prima rica em amido de fácil extração, ela é cultivada em quase todas as regiões do Brasil. O amido extraído dessa fonte, apresenta propriedades muito importantes para aplicações industriais, como ausência de odor, inchamento durante o cozimento, baixa temperatura de gelatinização e ausência de alguns contaminantes que podem interferir nas propriedades funcionais (RIBEIRO, 2011).

O amido é a principal substância de reserva nas plantas superiores, ele está disponível em abundância na natureza; o único outro componente orgânico que ocorre

naturalmente em quantidade maior é a celulose. Podemos encontrá-lo em todas as formas de vegetais de folhas verdes, em suas raízes, caules, sementes ou frutas. O amido proporciona energia à planta em épocas de dormência e germinação, tendo papel semelhante nos animais e seres humanos e, até mesmo, em outros organismos e formas de vida. O homem utiliza o amido de muitas outras formas, além de sua finalidade inicial de fonte de energia biológica. Praticamente todos os setores industriais utilizam o amido ou seus derivados (ADITIVOS, 2015).

O amido modificado é um subproduto da fécula de mandioca, esta é encontrada na forma sólida e devido ao processo de obtenção, possui um grau de contaminação elevado por alguns microrganismos como bolores, leveduras, coliformes, mesófilos, esporulado, bacilos entre outros. O processo de modificação é o processo que transforma a fécula em outras formas de amido, modificando sua cadeia com alguns produtos químicos, aquecimento, água e agitação. Após modificado, o produto residual é comercializado para ser adicionados a alimentos que não podem apresentar contaminações prejudiciais à saúde do consumidor. No processo de modificação tradicional, para que o amido modificado mantenha o grau alimentício, são adicionados produtos químicos como ácido peracético, hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio, entre outros.

1.1. Objetivo

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar o uso da luz ultravioleta para redução microbiológica no processo de modificação de amido de mandioca.

1.1.2. Objetivos específicos

- Conhecer o potencial de redução microbiológica que a luz ultravioleta apresenta sobre os microrganismos presentes no amido de mandioca.
- Determinar a dose de radiação necessária para que o reator UV seja eficiente.
- Verificar se a exposição à luz ultravioleta causa alteração na viscosidade do amido.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fécula de Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Cranz) é uma das mais importantes culturas alimentares nos trópicos úmidos e adapta-se a ambientes com baixa disponibilidade de água e nutrientes (FIORDA et al. 2013; SOARES et al. 2008). Sua produção é mais elevada em países tropicais e sua industrialização vem ganhando destaque na economia, pois vem sendo utilizada como matéria prima para vários outros produtos (FREITAS; LEONEL 2008).

Mundialmente, são produzidas mais de 269 milhões de toneladas de mandioca, o maior produtor é a Nigéria com 54 milhões de toneladas, seguidos por Tailândia e Indonésia, sendo o Brasil o quarto maior produtor com cerca de 21,2 milhões de toneladas (FAO 2013).

É uma das mais tradicionais culturas agrícolas brasileiras, como é de fácil adaptação, pode ser cultivada em quase todo território nacional. Tolerância a estiagens, pragas e doenças, apresentando produção satisfatória em caso de solos de baixa fertilidade (CEREDA; VILPOUX, 2003). Suas raízes são compostas, principalmente, por água e carboidratos, constituindo-se em importante fonte de energia pelo seu alto teor de amido que é o principal componente (Tabela 1). A composição varia muito com a variedade, idade e condições de cultivo.

Tabela 1. Composição da raiz de mandioca

Componentes	% massa seca
Amido	82,5
Açúcares redutores	0,20
Fibras	2,70
Proteínas	2,60
Matéria graxa	0,30
Resíduo mineral	2,40

Fonte: Cereda; Vilpoux (2003)

Segundo dados da Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), no ano de 2013, o estado do Paraná foi o principal produtor da região sul e o segundo maior do país, perdendo apenas para o Pará. Responde por 68% da produção na mencionada região e

contribui com 72% do volume de fécula (362 mil toneladas em 2013), caracterizando-se como líder nacional na produção deste material (SEAB, 2013). Os principais estados produtores de fécula de mandioca do país podem ser visualizados a partir da Figura 1.

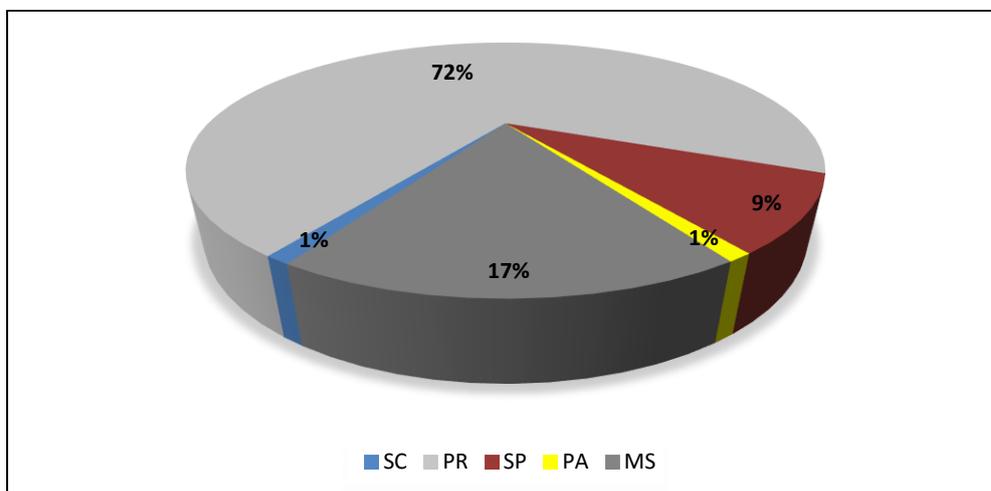


Figura 1. Maiores produtores de fécula de mandioca no país.

Fonte: Adaptado SEAB (2013)

Segundo Brasil (1978), as especificações para produtos amiláceos no Brasil classificam os produtos em amidos e féculas. Amido é extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (sementes, frutos, entre outros). Fécula é extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas). O produto deverá ser denominado como amido ou fécula, seguido do nome do vegetal de origem, tais como amido de milho, fécula de batata. Esses amidos e féculas são chamados de amidos naturais ou nativos, para diferenciar dos amidos modificados. Segundo Cereda (2002), fécula e amido podem ser considerados sinônimos, pode-se chamar de amido o material amiláceo que é encontrado nos grãos (milho, trigo), na parte superior das plantas, e fécula as substâncias da mesma composição encontradas nas raízes e tubérculos, na parte inferior (abaixo da terra).

Apesar das diferentes fontes de amido conhecidas, somente amidos de poucas fontes como a mandioca e o milho, por exemplo, tem sido explorada comercialmente em maior escala. A extração do amido de milho se torna mais difícil, porque necessita a maceração de grãos secos para melhorar o processo e utilização de agentes branqueadores (MOORTHY, 2004). Já para a extração do amido de mandioca, esta já apresenta uma etapa mais simples, nela, obtém-se mais facilmente um produto puro e branco (DEMIATE et al, 2005). Dessa forma o amido de mandioca apresenta características físico-químicas de grande interesse industrial. São várias as possibilidades de aplicações desse amido, deve-se apenas haver

adequação ou alteração de suas características funcionais às necessidades dos processos e produtos (RIBEIRO, 2011).

O processo de obtenção da fécula de mandioca pode ser visualizado através de fluxograma esquematizado na Figura 2.

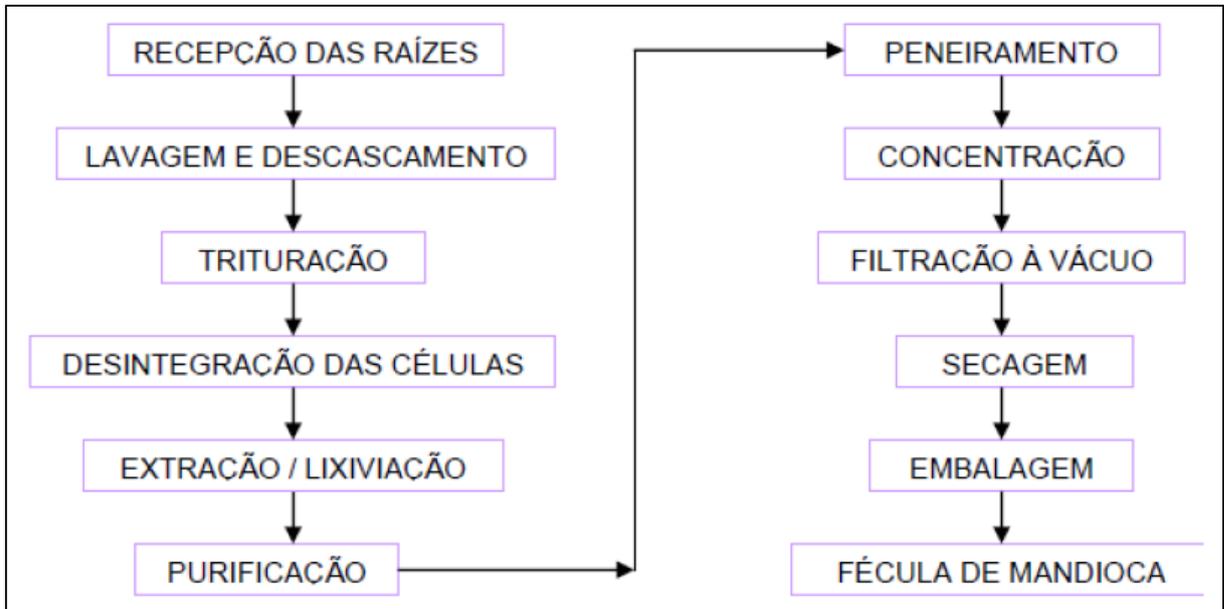


Figura 2. Fluxograma do processo de industrialização da mandioca e obtenção da fécula.
Fonte: SCHMIDT (2006)

2.2. Amido

O amido é um dos compostos orgânicos mais importantes e abundantes na natureza (DUPRAT et al, 1980), ele está presente em raízes, sementes, cereais e tubérculos. É muito usado na indústria como agregado de outras matérias primas. É uma matéria-prima renovável, biodegradável e não tóxica e os processos industriais que fazem sua extração, permitem que fique com elevada pureza (VAN DER BURG et al, 2000).

O amido é o principal polissacárido de armazenamento de plantas superiores, é uma fonte de energia essencial para muitos organismos, especialmente o homem. As principais fontes de amidos são grãos de cereais, tubérculos, legumes e frutos imaturos ou verde (GUILBOT; MERCIER, 1985).

2.3. Amido modificado

Os amidos nativos ou naturais nem sempre são os mais adequados para processamentos específicos. Várias alterações nas propriedades dos amidos podem ser obtidas por processos físicos, como tratamento térmico, exposição a radiações ou por processos químicos onde podem ser empregados reagentes específicos para alterar a estrutura das macromoléculas componentes do amido. Ainda pode-se empregar processos enzimáticos (BEMILLER, 1997; GUILBOT; MERCIER, 1985).

Algumas razões que levam à modificação do amido, segundo Bemiller (1997), são: alterar as características de cozimento (gomificação); reduzir a retrogradação e a tendência das pastas em se transformarem em géis; aumentar a estabilidade das pastas ao resfriamento e descongelamento, a transparência das pastas ou géis e a adesividade; fazer com que haja a melhora da textura das pastas ou géis e a formação de filmes; e adicionar grupamentos hidrofóbicos e introduzir poder emulsificante. A Tabela 2 apresenta os diversos métodos de modificação do amido segundo (SWINKELS, 1996).

Tabela 2. Modificação, objetivos e tratamentos do amido.

Modificado	Objetivo principal	Tratamento/Processo
1- Pré-gelatinizado	Dispersão em água fria	Drum-drying
2 -Baixa viscosidade	Reduzir a viscosidade	Possibilitar a extrusão dos amidos tipos a, b, cou d. - Calor seco com ácido
a. Dextrinas	- Variação na estabilidade da viscosidade	
b. Ácido-modificado	- Alta tendência de formar gel	- Hidrólise ácida (suspensão)
c. Oxidado da viscosidade	- Aumentar a estabilidade da viscosidade	- Oxidação (suspensão ou pasta).
d. Com enzimas	- Baixa viscosidade	- α -amylase (pasta)
3 - Crosslinked de cozimento	Modificações das características	Crosslinking (suspensão)
4 - Estabilizado da viscosidade	Aumentar a estabilidade	Esterificação, Eterificação
5 - Combinação de modificações	Combinação dos objetivos 1,2,3 /ou 4	Combinação de tratamentos 1,2,3 ou 4
6 - Açúcares	Aumentar a doçura	Ácido e/ou enzimas

Fonte: adaptado de SWINKELS (1996)

A utilização de amido em aplicações industriais, deve-se à sua característica única de poder ser usado diretamente na forma de grânulos, de grânulos intumescidos, na forma dispersa, como filme gerado pelo processo de secagem de uma dispersão ou após extrusão, depois da conversão a uma mistura de oligossacarídeos ou a glucose, que pode ser isomerizada enzimaticamente para frutose. Existem vários tipos de amidos modificados,

dependendo de cada tipo, pode, entre outras funções, melhorar o processamento, servir como espessante em sopas, caldos e molhos de carne, fornecer sólidos em suspensão e textura, ser ligante em embutidos de carne, estabilizante em molhos de salada, e até servir de proteção dos alimentos durante o processamento (GUILBOT; MERCIER, 1985; CEREDA, 2002).

2.3.1. Legislação de amidos modificados

No Brasil, usa-se para controle de padrões microbiológicos em alimentos, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, ela aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Quando o parâmetro não está nessa portaria, recorre-se a outras normas, geralmente internacionais.

A legislação brasileira que trata dos amidos modificados pode ser encontrada na Resolução N° 38/76 Brasil (1978). Segundo informações da Associação Brasileira das Indústrias de Amido (ABIA), as normas do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) para Legislação em alimentos são conduzidas por decisões do Grupo Mercado Comum (GMC), publicadas no Brasil e demais países nas suas impressas oficiais. Quanto ao uso de amido em alimentos, estão em vigor as normas referidas na Resolução MERCOSUL / GMC / Res. N°. 106/94. Levando em conta a necessidade de estabelecer as características que devem cumprir os amidos a serem utilizados na indústria de alimentos, no que dizer respeito o intercâmbio comercial MERCOSUL, o grupo mercado comum resolveu:

[...]

- Art. 1 - Os amidos modificados quimicamente são considerados como ingredientes e serão mencionados na lista ingredientes como amidos modificados.
- Art. 2 - Os amidos nativos e os amidos modificados por via física ou enzimática serão mencionados na lista de ingredientes como amidos.
- Art. 3 - Os amidos modificados quimicamente, se utilizados pela indústria alimentar, deverão obedecer a especificações estabelecidas pelo *Food Chemical Codex*, Edição 1981[...] (BRASIL, 1994, p.1).

O mesmo GMC define o que vem a ser ingrediente, matéria-prima e aditivo alimentar (Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002):

[...]

- 2.5. Ingrediente: É toda substância, incluídos os aditivos alimentares, que se emprega na fabricação ou preparo de alimentos, e que está presente no produto final em sua forma original ou modificada.
- 2.6. Matéria - prima: É toda substância que para ser utilizada como alimento necessita sofrer tratamento e ou transformação de natureza física, química ou biológica.
- 2.7. Aditivo Alimentar: É qualquer ingrediente adicionado intencionalmente

aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Isto implicará direta ou indiretamente fazer com que o próprio aditivo ou seus produtos se tornem componentes do alimento. Esta definição não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas que sejam incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutricionais. [...] (BRASIL, 2002, p.2).

2.4. Propriedades dos amidos

Apesar das propriedades serem tratadas separadamente, é importante afirmar que existe uma relação próxima entre elas, de forma que ao usar o amido em um determinado processo ou uso alimentar, várias dessas propriedades estão envolvidas ao mesmo tempo. As propriedades do amido envolvem características físicas, químicas e funcionais. A determinação de suas propriedades é feita em laboratório, a partir de equipamentos especiais e condições padronizadas. No uso alimentício, essas propriedades sofrem adaptações para se ajustar às características do alimento em desenvolvimento, dessa forma se torna mais complexo que as condições em que o amido é caracterizado (CEREDA, 2002).

Segundo Mestres (1996), as propriedades funcionais e nutricionais do amido são em sua maioria devidas ao estado físico no alimento, que sofre alterações durante seu preparo. Com a cocção o amido nativo passa a uma pasta e depois, com o resfriamento e armazenamento, passa a um gel conforme Figura 3.

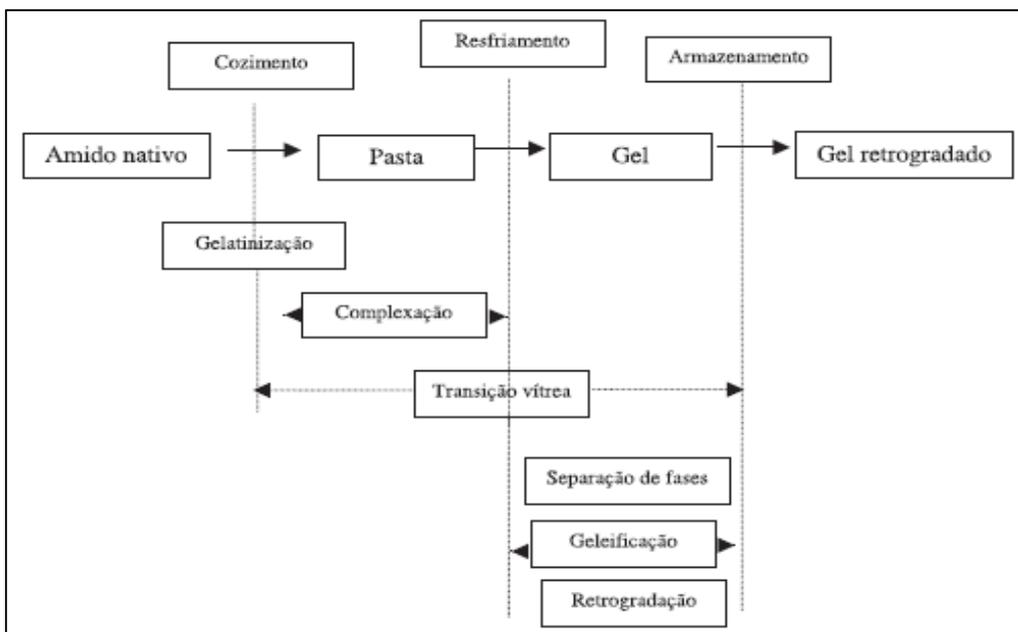


Figura 3. Os diferentes estados físicos do amido.

Fonte: Mestres (1996)

2.4.1. Propriedades físicas

O amido, em plantas superiores, transforma-se em uma estrutura macroscópica formada por camadas de amilose e amilopectina que são depositadas radialmente em torno de um ponto central, denominado hilo. A contínua deposição, faz crescer a estrutura e dá origem ao grânulo semi-cristalino (CEREDA, 2002).

2.4.1.1. Corantes

Amidos modificados e derivados de amidos que apresentam cargas elétricas adsorvem corantes iônicos. A característica aniônica pode ser produzida em amidos oxidados, carbóxi-metilados e fosfatados. A característica catiônica, pode surgir a partir da introdução de grupos amônia na estrutura das macromoléculas componentes do amido. Podem ser citados como exemplos de corantes carregados positivamente, o azul de metileno, o cristal violeta, a safranina e o vermelho neutro que irão corar intensamente amidos com caráter aniônico. Corantes carregados negativamente como a fucsina ácida e o orange G geram amidos catiônicos (RADLEY, 1976). A intensidade da coloração observada no amido colocado em contato com solução de corante iônico é um indicador da extensão da modificação ocorrida.

2.4.1.2. Solubilidade

O amido puro apresenta coloração branca, é insípido e se adicionado à água fria e mantido sob agitação forma uma suspensão de aspecto leitoso, separando-se após passar por um período de repouso. Apesar de ter sido verificado que pequena fração torna-se solúvel quando agitado em água, é tido como praticamente insolúvel. Por esse motivo, a indústria consegue obtê-lo em estado puro (GOMES; SILVA; RICARDO, 2005).

2.4.1.3. Capacidade de ligação dos grânulos com água fria

As moléculas de água intimamente adsorvidas às macromoléculas são chamadas de “água ligada” e refletem a capacidade de uma superfície molecular em formar ligações fracas, não-covalentes, com a água (CEREDA, 2002). De acordo com esse autor, o teor de “água ligada” associada aos grânulos de amido, influencia as características de expansão dos

mesmos. Considera-se que os sítios de ligação de água são os grupos hidroxila e seus átomos de oxigênio no interior da glicose (WOOTTON & BAMUNUARACHCHI, 1978). Quando ocorre grande quantidade de pontes de hidrogênio entre as moléculas, há uma redução nas superfícies disponíveis para tais ligações com as moléculas de água.

2.4.1.4. Atividade óptica

O amido é opticamente ativo, desviando a luz polarizada para a direita (dextrógiro) sendo $(\alpha)_D^{20} = 205$. Este desvio varia de intensidade de acordo com a planta de origem, possibilitando identificar a origem botânica e quantidade em laboratório (CEREDA, 2002).

2.4.2. Propriedades químicas

O amido pode ser considerado um carboidrato de estrutura complexa, composto por monossacarídeos (glicose) ligados entre si. O amido é acumulado nas plantas pelos resíduos de glicose gerados durante o processo de fotossíntese. Essas glicoses unidas pela ação de enzimas, geram cadeias longas do amido. A junção de duas ou mais moléculas de glicose é realizada por ligação glicosídica, do tipo alfa. O reconhecimento do tipo de ligação é de extrema importância na definição das propriedades dos polissacarídeos. As ligações glicosídicas do tipo alfa, em conjunto, formam uma hélice oca. Quando uma solução que contém iodo faz contato com o amido, as moléculas alojam-se no interior dessa hélice, formando um complexo amidoiodo de cor azul intensa. Essa reação é uma das maneiras mais importantes para se observar e compreender as propriedades do amido e a ação de agentes físicos e químicos sobre ele (CEREDA, 2002; LINDEBOOM; CHANG; TYLER, 2004).

2.4.2.1. Amilose

O amido de mandioca comum, tem em torno de 20% de amilose e 80% de amilopectina. Amidos com baixos teores de amilose são importantes por não sofrerem retrogradação, isto é, perda de água no processo de aquecimento e resfriamento, dessa forma, o alimento não endurece, aumentando sua vida de prateleira (MUNHOZ; WEBER; CHANG, 2004).

A amilose é utilizada no revestimento de produtos alimentares, doces, e alimentos enriquecidos em fibras, e também como um agente de gelificação devido à sua capacidade para criar géis de alta resistência, por exemplo, para melhorar a estrutura de produtos alimentares, tais como pasta de tomate (RICHARDSON; JEFFCOAT; SHI, 2000; VAN PATTEN; FRECK, 1973).

2.4.2.2. Amilopectina

Também formada por ligações $\alpha(1\rightarrow4)$ nas porções retilíneas, porém, apresenta várias ramificações devido a presença de ligações $\alpha(1\rightarrow6)$ entre as cadeias de glicose. Apresenta coloração avermelhada quando em contato com solução de iodo. De cada 20 a 30 moléculas de glicose, ocorre ponto de ramificação. Essa propriedade a torna menos susceptível que a amilose à ação de algumas enzimas, fator este importante para explicar a ação de enzimas sobre o amido e sua aplicação em processos industriais (CEREDA, 2002).

2.4.2.3. Outros componentes

O amido é constituído apenas de carboidratos. Porém, o produto industrial apresenta como outras substâncias como matéria graxa, proteínas e cinzas. Essas substâncias são parte da própria planta de origem do amido. A proporção delas no amido depende da composição da planta e do método de extração e purificação. Quanto menor o teor destas substâncias, melhor a qualidade do amido, o que também reflete no processo de extração e purificação mais eficientes (CEREDA, 2002).

Jane; Kasensuwan (1996) comentam sobre a importância do teor de fósforo no amido. O conteúdo de fósforo na matéria seca varia de 0,003% em amido de milho ceroso a 0,09% em fécula de batata.

2.4.3. Propriedades funcionais

O grânulo de amido é formado por longas cadeias de glicose interligadas e enroladas sobre si mesmas. Essas cadeias apresentam diferentes graus de hidratação e estão comprimidas em estruturas caracterizadas como grânulos. As reações hidrotérmicas são responsáveis pelas relações dos grânulos de amido com a água com variações de temperatura

entre 30 a 200°C, provocando grandes alterações estruturais e demonstrando muitas propriedades funcionais de interesse industrial (CEREDA, 2002).

2.4.3.1. Poder de inchamento e solubilidade dos grânulos

O poder de inchamento é uma medida da capacidade de hidratação dos grânulos, a determinação é feita pelo peso do grânulo de amido intumescido (inchado ou expandido) e de sua água oclusa (ASAOKA et al., 1986).

Segundo Singh et al. (2003), quando as moléculas de amido são submetidas a aquecimento em excesso de água, sua estrutura cristalina é rompida, e suas moléculas de água formam ligações de hidrogênio entre a amilose e amilopectina, expondo seus grupos hidroxil, vindo a causar aumento no inchamento e na solubilidade do grânulo. Esse poder de inchamento e solubilidade varia conforme a fonte do amido, apresentando evidências da interação entre as cadeias de amido dentro dos domínios amorfos e cristalinos. A extensão das interações originadas, é influenciada pela proporção amilose:amilopectina e pelas características dessas moléculas (distribuição e peso molecular, grau e comprimento de ramificações e conformação).

2.4.3.2. Gelatinização

O aquecimento de suspensões de amido em excesso de água (> 60%) gera uma transição irreversível denominada gelatinização, que se caracteriza por uma endoterma obtida através de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC), pela perda da birrefringência, observada através da microscopia de luz polarizada (perda da cruz de malta) e pelo desaparecimento da cristalinidade evidenciada pela difração de raio X (GARCIA et al., 1997; MESTRES, 1996).

Segundo Leeson e Summers (1997), na utilização de amido de cereais para ração animal, quando é realizado o tratamento térmico, aumenta a digestibilidade dos carboidratos já que a amilose e a amilopectina, organizadas em grânulos, são expostas a uma maior ação enzimática quando os grânulos são desfeitos pelo calor. Processos que utilizam temperatura e pressão com meio de gelatinização do amido, aumentam a digestibilidade que gera maiores valores de energia metabolizável. Além disso, melhoram a digestibilidade dos lipídios presentes nos grãos, pelo rompimento das estruturas celulares que os protegem.

2.4.3.3. Geleificação

A geleificação ocorre durante o as fases de resfriamento e armazenamento da pasta. Um gel se opõe à estrutura de uma solução, por sua estrutura. Em uma solução, existe apenas a fase do solvente, na qual o polímero encontra-se dissolvido. Para um gel ocorre o contrário, a fase contínua é o polímero, que forma uma estrutura na forma de uma rede tridimensional. É nessas malhas que se encontra o solvente, que se constitui na fase dispersa. A estrutura da rede e suas propriedades mecânicas que dão ao gel suas propriedades visco elásticas. Esse tipo de junção, que amarra as moléculas do polímero, permite definir alguns tipos de géis. Existem géis covalentes, iônicos como os de alginatos, ou físicos, como o amido. Neste caso as ligações dos polímeros são de baixa energia (MESTRES, 1996).

2.4.3.4. Transição Vítreia

Segundo Mestres (1996) a transição vítreia ocorre entre a cocção e o resfriamento do amido. Esta mudança se deve a parte amorfa do amido. Quando os sólidos semi-cristalinos são aquecidos, podem ser observadas mudanças de fase em todos. Estas propriedades podem ser observadas em partículas através de suas propriedades visco elásticas demonstrada na Figura 4.

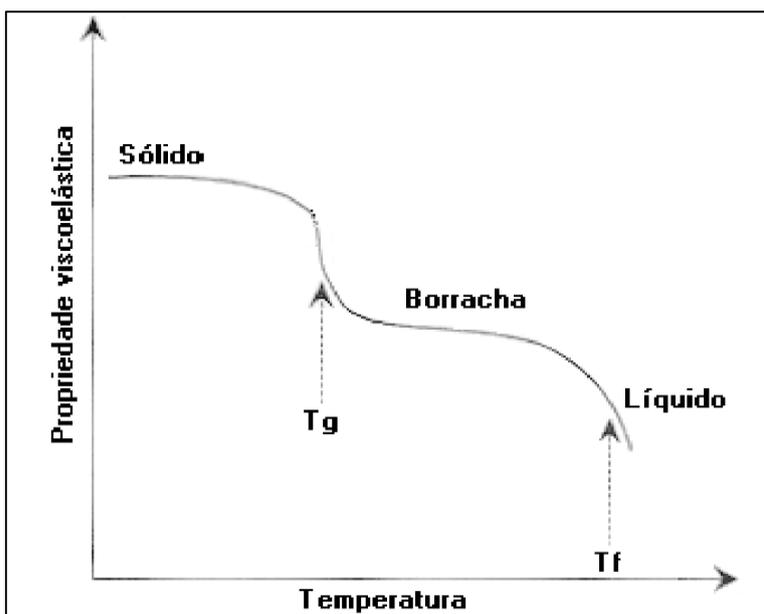


Figura 4. Transições termo-mecânicas de um polímero semi cristalino.

Fonte: Mestres (1996)

Na Figura 4 observa-se a primeira transição vítrea a uma temperatura T_g , quando ocorre a mudança de um sólido rígido a um sólido elástico. Esse fato ocorre porque acima desta temperatura as partes amorfas podem mover-se. A uma temperatura mais alta, T_f , ocorre a fusão que leva a formação de um líquido. Segundo Levine; Slade (1992), em teoria a relação T_g/T_f é de 1,5, o que pode ser verificado em alguns polímeros sintéticos

2.4.4. Retrogradação

Retrogradação do amido é um fenômeno que ocorre durante o armazenamento dos géis de amido e vários alimentos ricos em amido e é uma das principais causas da deterioração da qualidade dos alimentos. Ela provoca mudanças na amilopectina que aumenta a firmeza de um gel; Um exemplo específico é o endurecimento do pão (SHAMEKH, 2002).

Como citado por Atwell et al. (1988), a retrogradação é o processo em que as moléculas de amido gelatinizadas começam a se reassociar favorecendo uma estrutura mais ordenada. O amido em algumas condições, após cozimento em água, sofre dextrinização e hidrólise parciais, mas posteriormente sofre polimerizações, transformando-se em produto insolúvel e imune ao ataque das amilases. Recebe o nome de retrogradação porque o amido volta à sua condição de insolubilidade em água fria, comum em pastas de amido envelhecidas.

2.4.5. Viscosidade

A transição de uma suspensão de amido em água para pasta, quando submetido ao calor, apresenta um grande aumento de viscosidade. Alterações de viscosidade também formam gel pelo resfriamento das mesmas. Essas alterações de viscosidade das pastas de amido são medidas em viscoamilógrafo, que registra a alteração da viscosidade de um sistema amido - água, sob agitação, em relação ao tempo e à temperatura. O amido de mandioca apresenta alta expansão pois seus grânulos sofrem grande inchamento quando aquecidos em água, porém suas forças associativas internas tornam-se frágeis com a agitação mecânica fazendo com que o viscograma Brabender apresente um pico de viscosidade, seguido de uma acentuada queda durante o cozimento (SCHOCH; MAYWALD, 1968).

A viscosidade é um parâmetro importante. A forma de medida mais tradicional é através do viscoamilógrafo Brabender, utilizando-se o método proposto por Mazuss; Schoch; Krre, (1957).

2.5. A microbiologia do amido

A deterioração tem como origem a própria natureza da raiz da mandioca. No início centenas de enzimas atuam sobre os carboidratos, causando o amolecimento da polpa. Posteriormente ocorre a entrada de microrganismos, bactérias e fungos da microflora do ar e do solo, que aumentam as transformações e acabam fermentando e apodrecendo a raiz, induzindo o desprendimento de cheiro característico de mandioca fermentada e a exteriorização de bolores (mofo). Nestas condições as raízes não podem ser utilizadas para alimentação humana, embora a influência sobre o sabor da mandioca processada pelo calor seja reduzida (CEREDA, 1983). Por esses fatores, o amido extraído pode ter a presença de algum desses microrganismos, tendo a necessidade de eliminá-los.

2.6. Os microrganismos

O universo microbiano compreende diversas formas de vida. Usando a definição de que a microbiologia estuda formas de vida invisíveis a olho nu, compreende-se que ela inclui protozoários, fungos, bactérias, vírus e príons. Grande parte dos organismos estudados é formada por bactérias devido a sua importância médica e pelo fato de serem mais facilmente cultivadas do que outros organismos como os vírus e os mais recém descobertos príons, que são proteínas infecciosas microscópicas, existe grande quantidade de organismos importantes na categoria microbiana (FORSYTHE, 2002). O quadro 1 mostra os principais contaminantes microbiológicos, onde são encontrados e suas fontes geradoras.

Quadro 1. Contaminantes microbiológicos

	Onde são encontrados	Fontes
Vírus		
Uma ampla variedade causadora de doenças, incluindo hepatite A	Mais comum em moluscos, frutas e vegetais crus	Associadas à higiene precária e cultivo em áreas contaminadas com esgotos não tratados e refugos de animais e plantas
Bactérias		
Incluindo Bacillus spp. Campylobacter, Clostridium, Escherichia coli, Salmonela, Shigella, Staphylococcus e Vibrio	Alimentos crus e processados: cereais, peixes e frutos do mar, vegetais, alimentos desidratados e alimentos crus de origem animal (incluindo produtos lácteos)	Associadas com higiene precária em geral: provenientes de animais tais como roedores e pássaros e de excrementos humanos
Fungos		
Aspergillus flavus e outros	Nozes e cereais	Produtos estocados com alta umidade e temperatura

continua

Protozoários		
Amoebae e Sporidia	Vegetais, frutas e leite cru	Áreas de produção e reservatórios de água contaminados
Helmintos		
Grupos de parasitas internos incluindo Ascaris, Fasciola, Opisthorchis, Taenia, Trichinella e Trichuris	Vegetais e carnes cruas ou mal cozidas e peixes crus	Água e solos contaminados em áreas de produção.

Fonte: FORSYTE (2002).

2.6.1. Bolores

Basicamente a estrutura dos bolores é formada por filamentos denominados hifas, que, em conjunto, formam o micélio. Hifas podem ser septadas, ou seja, divididas em células que intercomunicam-se através de poros, e não septadas (ou cenocíticas), com os núcleos celulares dispersos ao longo de toda a hifa. O micélio tem duas funções distintas: causar a fixação do bolor ao substrato (micélio vegetativo) e causar a reprodução, através da produção de esporos (micélio reprodutivo). Os bolores podem reproduzir-se sexualmente (fungos perfeitos) ou assexualmente (fungos imperfeitos), ou ainda pelos dois processos, simultaneamente. O micélio dos bolores é quem dá o aspecto característico das colônias que formam. Estas colônias apresentam aspecto cotonoso, são secas, úmidas, compactas, aveludadas, gelatinosas, com variadas colorações. Geralmente, uma análise macroscópica é suficiente para a identificação de, pelo menos, o gênero ao qual o bolor pertence (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

Os bolores são extremamente versáteis, a maioria das espécies capaz de assimilar qualquer fonte de carbono derivada de alimentos. A maioria também é indiferente com relação às fontes de nitrogênio, podendo utilizar o nitrato, os íons de amônia e o nitrogênio orgânico. Entretanto, se for necessário utilizar proteínas ou aminoácidos como fonte de nitrogênio ou de carbono, várias espécies vão apresentar um crescimento limitado (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2010).

2.6.2. Leveduras

Leveduras são fungos cuja forma predominante é unicelular. Podem ser esféricas, ovóides, cilíndricas e triangulares. Algumas são bastante alongadas apresentando filamentos

semelhantes às hifas dos bolores. Há casos em que pode haver formação de micélio verdadeiro, quando, após divisão celular, as células permanecem unidas. Leveduras formadoras de pseudomicélios ou de micélios verdadeiros compõem a fase de transição entre as leveduras unicelulares e os fungos filamentosos. Do ponto de vista taxonômico, as leveduras não são homogêneas e sua classificação não é estável (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

As leveduras são também bastante resistentes às condições adversas, como pH ácido e atividade de água baixa. Com relação ao pH, os fungos são muito pouco afetados pela variação na faixa de 3,0 a 8,0. Seu crescimento não é incomum sob condições de refrigeração (5°C), porém, abaixo de 10°C negativos os alimentos podem ser considerados microbiologicamente estáveis (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2010).

2.6.3. Bacillus cereus

Bacillus cereus é um microrganismo gram positivo amplamente distribuído na natureza, sendo o solo seu reservatório natural. A presença da bactéria ou de seus esporos em alimentos é relativamente frequente (SOARES *et al.*, 2008).

O *Bacillus cereus* é encontrado por toda a natureza, sendo isolado do solo, da vegetação, da água fresca e dos pelos de animais. Geralmente é encontrado em baixos níveis nos alimentos (<10² UFC/g), que é considerável aceitável. As intoxicações alimentares iniciam quando o alimento é sujeito a abusos de tempo-temperatura, facilitando que um nível baixo de organismos se multiplique até níveis (>10⁵ UFC/g) significativos (necessários para intoxicação) (FORSYTHE, 2002).

Dentre as formas esporuladas, *Bacillus cereus* destaca-se na indústria alimentícia como agente causador de toxinfecção alimentar, além de provocar grandes prejuízos econômicos por ser um potencial deteriorante de alimentos (COSENTINO *et al.*, 1997).

2.6.4. Coliformes termoselantes (fecais)

Os coliformes são membros da família Enterobacteriaceae, nela estão incluídas bactérias Gram negativo na forma de bastonetes retos, não esporogênicas, anaeróbias facultativas e oxidase negativo. O gênero *Escherichia*, com os gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, estão no grupo coliforme. Estão no trato intestinal do homem e de outros animais de sangue quente, porém, espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e

Klebsiella podem permanecer e se multiplicar por longos períodos em ambientes não fecais. São capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas, a 35°C. O índice de coliformes totais é aplicado para avaliar as condições sanitárias, altas contagens significam contaminação pós-processamento, limpezas e sanificações deficientes, tratamentos térmicos ineficientes ou multiplicação durante o processamento ou estocagem (FRAZIER, 1993; PARDI et al., 1995; SILVA, 1995; VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1996; DELAZARI, 1998; SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2007).

2.6.5. Mesófilos

Os mesófilos são bactérias que compreendem a maioria dos microrganismos patogênicos responsáveis por intoxicações alimentares. Consequências sanitárias temíveis podem ocorrer quando ocorre a permanência dos alimentos perecíveis a temperatura ambiente ($\pm 30^\circ\text{C}$), por isso são escolhidas como indicadoras da higiene geral. Fazem parte de um grupo muito importante do ponto de vista sanitário, formam a flora dominante dos alimentos conservados a temperatura ambiente ou dos refrigerados que foram submetidos a uma interrupção mais ou menos prolongada da permanência no frio. Nesta categoria de microrganismos, encontramos todas as bactérias parasitas e comensais dos seres humanos e dos animais de sangue quente. Também inclui várias espécies saprófitas que crescem em meio natural, responsáveis pela alteração dos alimentos armazenados à temperatura ambiente (SILVA, 2012).

A sua temperatura propícia para crescimento está entre os 30°C e os 40°C, porém o crescimento é possível a partir de aproximadamente 10 ou 15°C até 45°C.

Segundo Tortora, Funke; Case (2003), o tipo de microrganismo mais comumente encontrado são os mesófilos apresentando a temperatura ótima de crescimento entre 25°C e 40°C.

Sua contagem fornece uma estimativa da contaminação microbiana total e altas contagens geralmente estão associadas à qualidade inferior e pouca vida de prateleira dos produtos, indica também matéria-prima extremamente contaminada; higienização e desinfecção de superfícies impróprias; falta de higiene na produção ou conservação dos alimentos; condições inadequadas de tempo/temperatura durante a produção ou a conservação dos alimentos, ou uma combinação destas circunstâncias (SIQUEIRA, 1995).

2.6.6. Salmonella spp

A Salmonella é um gênero da família Enterobacteriaceae. São gram-negativas, anaeróbias facultativas, tem forma de bastonetes curtos (1 a 2 µm) e não formam esporos. A maioria das espécies é móvel, com flagelos peritríquos. Ela fermenta a glicose, produzindo ácido e gás, porém é incapaz de metabolizar a lactose e a sacarose. Seu crescimento é favorecido pela temperatura aproximada de 38°C, e a temperatura mínima para seu crescimento é de cerca de 5°C. Como não formam esporos, são relativamente termossensíveis, podendo ser destruídas a 60°C, por 15 a 20 minutos (FORSYTHE, 2002).

2.7. Importância dos microrganismos

Apesar da facilidade em estabelecer categorias para classificar os microrganismos, é existe muita dificuldade em definir a qual categoria pertence um determinado microrganismo, sendo que um mesmo microrganismo pode ter atividade diferente em alimentos diferentes. Dessa forma, um microrganismo pode causar deterioração em determinado alimento, mas as reações químicas que ocasionam esta deterioração podem ser desejáveis em um outro alimento. Eles podem exercer papéis muito importantes nos alimentos, sendo possível classificá-los em três grupos distintos, dependendo do tipo de interação existente entre microrganismos e alimento (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

2.7.1. Classificação quanto à alterações químicas prejudiciais

Causadores de alterações químicas prejudiciais, causando a “deterioração microbiana”, que é a alterações de cor, odor, sabor, textura e aspecto do alimento. Alterações que são consequência das necessidades metabólicas naturais dos microrganismos, que estão apenas perpetuando a espécie, utilizando o alimento como fonte de energia. A deterioração provocada é somente uma consequência desse processo (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

2.7.2. Classificação quanto à representação de risco à saúde

Podem causar um risco à saúde, pois são genericamente denominados “patogênicos”, podendo afetar tanto seres humanos como animais. As particularidades das doenças que esses microrganismos podem causar, dependem de uma série de fatores próprios do alimento, do

microrganismo patogênico em questão e do indivíduo a ser afetado. Os microrganismos patogênicos podem chegar até o alimento por diversas vias, sempre refletindo condições precárias de higiene durante a produção, armazenamento, distribuição ou manuseio em nível doméstico (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

2.7.3. Classificação quanto à alterações benéficas em um alimento

Podem causar alterações benéficas em um alimento, alterando suas características originais, transformando-o em um novo alimento. Esta forma de interação microrganismo-alimento é conhecida do homem há algum tempo. São microrganismos que são adicionados intencionalmente aos alimentos para que determinadas reações químicas sejam realizadas. Grande parte destes microrganismos já estão presentes naturalmente, sendo desnecessário adicioná-los aos alimentos, mas estimular seletivamente sua atividade biológica. Neste grupo estão todos os microrganismos utilizados na fabricação de alimentos fermentados: queijos, vinhos, cervejas, pães, vegetais e muitos outros (FRANCO; LANDGRAF, 2002).

2.8. Ciclo do crescimento microbiano

Segundo Forsythe (2002), O ciclo de crescimento microbiano é composto por seis fases conforme a Figura 5.

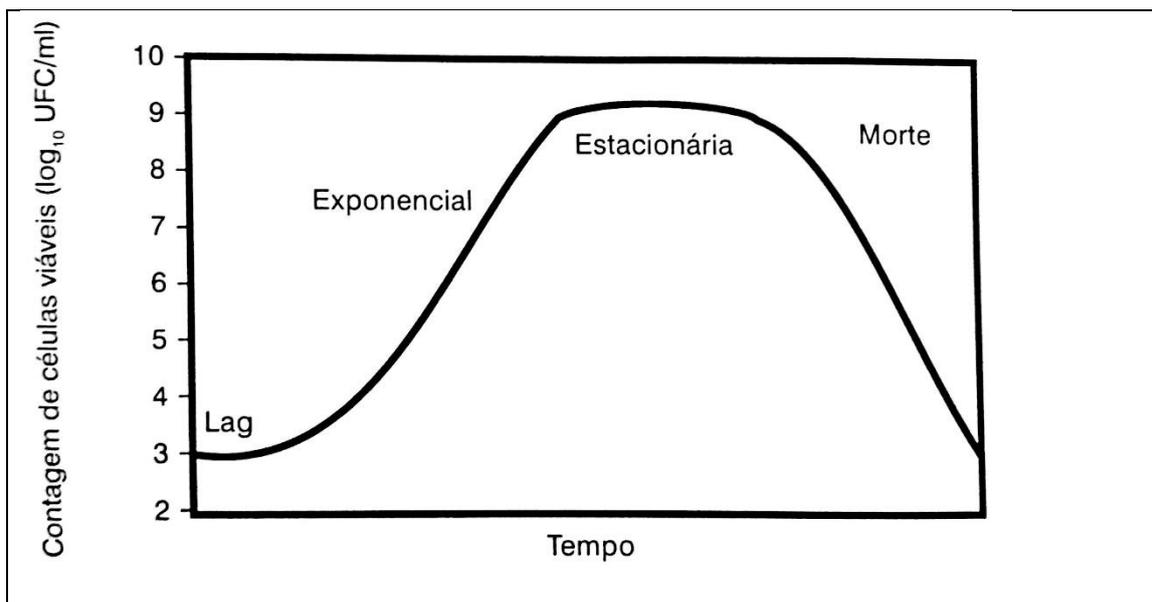


Figura 5. Curva de crescimento microbiano
Fonte: Forsythe (2002).

- Fase lag: as células não estão se multiplicando, mas sintetizando as enzimas apropriadas para o ambiente.
- Fase de aceleração: Uma proporção crescente de células está e multiplicando.
- Fase exponencial (ou log): a população está duplicando (1-2-4-8-16-32-64, etc.). O número de células cresce tão rapidamente, que para visualizar em gráfico, seria melhor usar valores exponenciais (logarítmicos).
- Fase de desaceleração: uma crescente proporção de células não está mais se multiplicando.
- Fase estacionária: a taxa de nascimento é igual a de morte, resultando em um número igual de células em um dado tempo. A morte se deve ao esgotamento de nutrientes, pelos produtos finais residuais tóxicos, ou outras mudanças no ambiente tais como variação de pH.
- Fase da morte: o número de células morrendo é maior do que o de células nascendo. As células que formam esporos sobreviverão mais tempo do que as que não os formam.

A duração de cada fase é dependente do organismo, do ambiente de crescimento, da temperatura, do pH, da atividade de água, etc.

2.8.1. Fatores que afetam o crescimento microbiano

As formas tradicionais de controlar a deterioração microbiana e a segurança em alimentos incluem: Congelamento, branqueamento, pasteurização, esterilização, enlatamentos, cura, aumento da concentração, aplicação de conservante (FORYSTHE, 2002).

Segundo dados da International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (1988), alguns métodos evitam o crescimento microbiano devido tanto a temperaturas desfavoráveis, quanto à presença de compostos tóxicos para os microrganismos conforme quadro 2.

Quadro 2. Métodos de conservação de alimentos

Operação	Efeito esperado
Limpeza, lavagem	Redução da carga microbiana
Estocagem a frio (abaixo de 8°C)	Previne o crescimento da maioria das bactérias patogênicas; retarda o crescimento de microrganismos deteriorantes
Congelamento (abaixo de -10°C)	Previne o crescimento de todos os microrganismos

continua

Pasteurização (60-80°C)	Mata a maioria das bactérias não-esporuladas, mofos e leveduras
Branqueamento (95-110°C)	Mata bactérias vegetativas superficiais, mofos e leveduras
Enlatamento (acima de 100°C)	Esteriliza comercialmente alimentos, mata todas as bactérias patogênicas
Secagem	Cessa o crescimento de todos os microrganismos quando a $a_w^{**} < 0,60$.
Salga	Cessa o crescimento da maioria dos microrganismos com uma concentração de sal de 10%
Aumento da concentração (açúcares)	Inativa o crescimento quando $a_w < 0,70$
Acidificação	Inativa o crescimento da maioria das bactérias (os efeitos dependem do tipo de ácidos)

** a_w denota atividade de águaFonte: ICMSF (1988).

2.9. Neutralização de microrganismos no amido de mandioca

Como já visto no quadro 2, existem várias maneiras de neutralizar os microrganismos presentes principalmente nos alimentos. No caso do amido de mandioca o método utilizado é a acidificação, que inativa o crescimento da maioria das bactérias. A seguir serão citados alguns dos produtos comerciais mais utilizados.

2.9.1. Hipoclorito de Sódio

O hipoclorito de sódio, faz parte do grupo de compostos sanitizantes mais utilizado. No Brasil, o hipoclorito de sódio é o único agente sanitizante permitido pela legislação brasileira, vem sendo utilizado nos vegetais minimamente processados para manter sua qualidade microbiológica (BRASIL, 2001). Entretanto, nas últimas décadas tem existido certa preocupação quanto ao seu uso e dos demais sais de cloro considerados precursores na formação de cloraminas orgânicas, que são prejudiciais à saúde devido ao seu alto potencial carcinogênico (McNEAL et. al., 1995).

Por esse motivo, diversos agentes sanitizantes têm sido propostos como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização de hortaliças. Em outros países, agentes como o vinagre, ácido acético e ácido peracético ganharam espaço e aprovação por serem considerados tão eficientes quanto o cloro, além das controvérsias sobre a toxicidade do cloro nos alimentos (ARENSTEIN, 2003).

2.9.2. Peróxido de Hidrogênio

O peróxido de hidrogênio é um dos oxidantes mais versáteis que existe, ele é superior ao cloro, ao dióxido de cloro e permanganato de potássio. Através de catálise, H_2O_2 pode ser convertido em radical hidroxila com reatividade inferior apenas ao flúor. Além de agente oxidante, o peróxido de hidrogênio pode também ser empregado como agente redutor (SCHUMB, SATTERFIELD; WENTWORTH, 1955; EVERSE; GRISHAM, 1991).

Embora possuir ótimo poder de reação, o peróxido de hidrogênio é um metabólito natural em muitos organismos, que quando decomposto, resulta em oxigênio molecular e água. É constituído pela ação da luz solar na água (foto-reação) em presença de substâncias húmicas (material orgânico dissolvido) (SUFFET; MACCARTHY, 1989).

Entre as aplicações envolvidas com o uso do peróxido de hidrogênio na forma isolada, tem-se controle de odores, controle da corrosão, redução da demanda química e bioquímica de oxigênio e componentes, desinfecção, inibição de crescimento de bactérias etc (TREASURER et. al., 1997).

2.9.3. Ácido peracético

O ácido peracético é um desinfetante muito forte com amplo espectro de atividade antimicrobiana e usado em várias setores industriais, incluindo a de processamento de alimentos, bebidas, médica, farmacêutica, têxtil, de polpa e de papel. Devido às suas propriedades bactericidas, virucidas, fungicidas e esporicidas, sua aplicação em desinfecção de esgoto doméstico recebe cada vez mais atenção (BALDRY, 1982; BALDRY, FRENCH, 1989; ALASRI et al, 1992; SANCHEZ-RUIZ; ROYANO; MONZÓN, 1995; GASI et al, 1995; RAJALA-MUSTONEN; TOIVOLA; HEINONEN-TANSKI, 1997; BLOCK, 2001).

[...] Outras vantagens do ácido peracético como desinfetante de efluentes são: facilidade de implementação de tratamento (sem a necessidade de elevado investimento), largo espectro de atividade mesmo na presença de matéria orgânica heterogênea, ausência de residual ou subprodutos tóxicos e/ou mutagênicos, desnecessária descloração, baixa dependência do pH e curto tempo de contato. Em água de abastecimento sua utilização é reportada principalmente como pré-desinfetante para melhoria da qualidade da água bruta, reduzindo a quantidade de patogênicos e, ainda o potencial de formação de subprodutos clorados, quando se usa a cloração como desinfecção final. O cloro deve ser mantido como desinfetante secundário, para manutenção de residual desinfetante. [...] (SOUZA; DANIEL 2005).

2.9.4. Luz ultravioleta

A radiação ultravioleta foi descoberta em 1801 pelo cientista alemão Johan Ritter, que percebeu uma forma invisível de luz além do violeta capaz de oxidar haletos de prata, chamada de luz ultravioleta no fim do século XIX (BALL, 2007). Ocupa ampla faixa de comprimento de onda na região não ionizante do espectro eletromagnético, entre os raios X (100 nm) e a luz visível (400 nm) (BINTSIS; LITOPOULOU; ROBINSON, 2000), cujas subdivisões constam no quadro 3.

Quadro 3. Características da luz UV

Tipo	Comprimento de onda	Variação do comprimento de onda	Características
UV-A	Longo	320-400 nm	Alterações na pele humana (bronzamento)
UV-B	Médio	280-320 nm	Queimadura da pele (câncer)
UV-C	Curto	200-280 nm	Faixa germicida (microrganismos)
UV-V		100-200 nm	Região de UV de vácuo

Fonte: Guerrero-Beltran e Barbosa-Cánovas (2004).

O processamento térmico é considerado o tratamento mais eficiente para controle microbiano em alimentos, já que pode resultar na esterilização. Porém, não é aplicável para alguns produtos. Por esse motivo, há interesse do crescente uso de outros métodos físicos para descontaminação de alimentos, seja na superfície de sólidos ou no volume de líquidos (LÓPEZ-MALO; PALOU, 2005).

Alguns processos não térmicos vêm sendo aplicados para a conservação de alimentos sem causar os efeitos adversos do uso do calor. Um desses processos é a irradiação de alimentos com luz Ultravioleta de Ondas Curtas (UV-C), que vem sendo bastante estudada por sua eficiência na inativação microbiológica em água e superfície de diversos materiais (LÓPEZ-MALO e PALOU, 2005).

Os primeiros equipamentos comerciais de UV foram desenvolvidos para as indústrias farmacêuticas e de aquicultura em razão de não utilizarem substâncias químicas para a descontaminação. Posteriormente, surgiu o interesse em utilizar esses equipamentos nas indústrias de alimentos e bebidas. Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas nessas áreas com o intuito de avaliar o efeito letal de UV-C e as eventuais alterações nas características sensoriais dos produtos (LÓPEZ-MALO; PALOU, 2005).

As altas doses de UV-C utilizadas na descontaminação de alimentos têm sido associadas à perda nutricional e aparência indesejável dos alimentos (GARDNER; SHAMA, 2000).

O tratamento com radiação UV, processo a seco e a frio, é simples e eficaz. Pode ser considerado de baixo custo, como lembrado por Guerrero-Beltran e Barbosa-Cánovas (2004), quando comparado com outros métodos de esterilização. Porém, a limitação principal dessa tecnologia envolve o baixo grau de penetração que atrapalha o alcance da radiação por toda a carga microbiana existente no alimento. Por esse motivo, é mais utilizado em esterilização de superfície como em embalagens para alimentos (MARQUIS; BALDECK, 2007) e em filmes comestíveis (GENNADIOS et al., 1998). Em líquidos, recomenda-se o fluxo turbulento durante o processamento.

Na década de 1930, a irradiação por UV foi utilizada em leite para aumentar o teor de vitamina D. Em 1935, aproximadamente 35 milhões de americanos consumiam leite irradiado. Mais da metade da produção de leite evaporado (um milhão de toneladas de leite fluido) era irradiada. Em 1996, passou-se a utilizar mais a radiação de raios γ (SATIN, 1996).

Vários estudos vem sendo realizados sobre a redução de patógenos em leite de cabra não pasteurizado utilizado para a produção de queijo (MATAK, 2004; MATAK et al., 2005).

Nos Estados Unidos, a tecnologia de irradiação por UV é aplicada desde 1930 em superfícies e no ar, em ambientes estéreis como hospitais. Posteriormente foi adaptada para a esterilização de embalagens no sistema Ultra High Temperature (UHT), como cartões para produtos líquidos, tampas de garrafas de polietileno de alta densidade, embalagens de iogurte, copos plásticos e tampas de alumínio, além de superfícies de frutas e hortaliças para aumentar a resistência dos tecidos a microrganismos deterioradores (BINTSIS et al., 2000).

2.9.4.1. Efeitos da luz UV

Os efeitos biológicos da radiação UV decorrem da excitação e não da ionização de moléculas (KAREL e LUND, 2003). A energia, meio germicida, não fornece radioatividade residual como a radiação ionizante (radiação gama).

No comprimento de onda germicida, a radiação UV-C é suficiente para causar deslocamento físico de elétrons e quebrar as ligações do ácido desoxirribonucleico (DNA) dos microrganismos. Isso modifica sua reprodução e metabolismo, ou seja, a injúria aos sistemas

de reprodução das células as levam à morte (GUERRERO-BELTRÁN e BARBOSA-CÁNOVAS, 2004).

A radiação UV apresenta baixo comprimento de onda e intensa energia, assim como a energia de uma ligação química e a de um fóton, capaz de provocar sérias consequências fisiológicas como, por exemplo, a inativação do DNA, que é vital às funções metabólicas e reprodutivas de microrganismos (BALL, 2007).

Bactérias em suspensão no ar apresentam maior sensibilidade à radiação UV-C do que as suspensas em líquidos, isso se deve à capacidade de penetração diferente da luz UV-C através de diferentes meios físicos. A luz incidente é atenuada enquanto atravessa o meio, em maior ou menor grau, de acordo com o coeficiente de absorção, mesmo em água que apresenta a maior taxa de transmissividade. Intensidade maior de cor ou turbidez do líquido eleva o coeficiente de absorção, implicando em menor penetração de luz através do sistema. O quadro 4 apresenta os coeficientes de absorção (α) de alguns alimentos líquidos (SHAMA, 1999).

Quadro 4. Coeficientes de absorção (α) de alimentos líquidos (253,7nm)

Líquido	α (cm ⁻¹)
Água potável	0,02 – 0,10
Molhos claros	2 – 5
Vinho branco	10
Cerveja	10 – 20
Molhos escuros	20 – 50
Vinho tinto	30
Leite	300

Fonte: Shama (1999).

A radiação UV-C não gera resíduos químicos ou subprodutos indesejáveis e não causa alterações sensoriais (CHANG et al., 1985). Devido a seu baixo grau de penetração é mais eficiente sobre superfícies ou materiais transparentes, como ar, água e polietileno. A aplicação deve ser feita diretamente sobre o alvo (BACHMANN, 1975).

Os comprimentos de onda mais eficazes na região ultravioleta para a eliminação de microrganismos situam-se a aproximadamente 260 nm, que é a região específica em que são absorvidos pelo DNA celular. Como a composição de DNA varia entre espécies, considera-se que o pico de absorção de UV-C encontra-se na faixa de 260 a 265 nm, fica dessa forma bastante próximo ao principal comprimento de onda de emissão de lâmpadas de mercúrio de baixa pressão e da maior eficiência dessa fonte de luz na inativação de microrganismos

(LÓPEZ-MALO e PALOU, 2005). Comprimentos de onda maiores que 300 nm anulam o efeito letal aos microrganismos.

Expressa-se a intensidade da radiação UV como irradiância ou intensidade de fluxo (W/m^2). A dose é uma função da intensidade e do tempo de exposição, sendo expressa como exposição radiante (J/m^2) (GIESE, 1964).

A luz UV emitida por uma fonte é expresso em watts (W) e a densidade de irradiação é expresso em watts por metro quadrado (W/m^2). Para a ação germicida, a dose é importante. A dose é a densidade de irradiação multiplicado pelo tempo (t) expressa em segundos e em joules por metro quadrado ($J.m^{-2}$). (1 joule é $1W.s^{-1}$) (PHILLIPS, 2006).

A ação germicida é maximizada a 265 nm com reduções em ambos os lados. Lâmpadas de baixa pressão têm a sua emissão principal a 254 nm, onde a ação sobre o DNA é 85% do valor de pico. Para comprimentos de onda inferiores a 235 nm a ação germicida não é especificada, mas é razoável assumir a curva de absorção de DNA (PHILLIPS, 2006).

A eficiência dos microrganismos à luz UV varia consideravelmente. Além disso, o ambiente do microrganismo influencia muito na dose de radiação necessária para a sua destruição. A água, por exemplo, pode absorver uma parte da radiação eficaz dependendo da concentração de contaminantes na mesma. A sobrevivência de microrganismos quando exposto a luz UV é dada pela aproximação conforme quadro 5 (PHILLIPS, 2006).

Quadro 5. Dose de UV para se obter 90% de morte dos microrganismos

Microrganismo	Dose ($mW.s.cm^{-2}$)	K * ($m.J^{-1}$)
Bacillus anthracis	45,2	0,051
Clostridium tetani	120	0,019
Salmonella enteritidis	40	0,058
Salmonella paratyphi	32	0,072
Staphylococcus aureus	26	0,086
Leveduras para panificação	39	0,060
Esporulados <i>Aspergillus flavus</i>	600	0,003
Hepatite A	73	0,032
<i>Cryptosporidium parvum</i>	25	0,092
<i>Chlorella vulgaris</i>	120	0,019

*Constante de velocidade de redução de microrganismo dependendo da espécie e do tempo de exposição à luz UV (m/J^{-1})

Fonte: Adaptado de Phillips (2006).

2.9.4.2. Fontes de UV-C

2.9.4.2.1. Radiação Solar

O sol emite radiação em ampla faixa de comprimento de onda, porém a intensidade relativa dessa radiação depende da atenuação a que foi submetida pela atmosfera, por absorção e por dispersão. UV-C é completamente absorvida nas atmosferas superior e média pelo ozônio e oxigênio molecular (BINTSIS et al., 2000). É importante para o controle do crescimento da maioria dos microrganismos, exceto para bactérias fotossintéticas.

2.9.4.2.2. Fontes artificiais

Lâmpadas UV de ondas curtas, lâmpadas de mercúrio projetadas para produzir energia na região germicida (254 nm), são eletricamente similares às lâmpadas fluorescentes, o que difere é a ausência de cobertura de fósforo. As lâmpadas podem ser construídas de vidro ou quartzo, as quais permitem a transmissão de UV-C. A lâmpada mais utilizada para emissão de luz na região germicida é a lâmpada de vapor de mercúrio de baixa pressão. São cobertas por material que permite a transmissão de radiação UV-C adequada para produzir energia na região germicida (aproximadamente 254 nm). As lâmpadas de quartzo oferecem maior transmitância, porém, seu elevado custo faz com que sejam substituídas pelas de vidro (com níveis aceitáveis de transmitância). A radiação atravessa o tubo de quartzo ou vidro e atinge os microrganismos que estão localizados no ar ou no líquido em volta da lâmpada (LÓPEZMALO; PALOU, 2005).

Em temperatura ambiente, aproximadamente 73% da potência gerada pela lâmpada de baixa pressão produz radiação UV de 254 nm, 19% de 185 nm e 8% são produzidas como uma série de 313, 365, 405, 436 e 546 nm (LUCAS, 2003).

Existe no mercado uma variedade de lâmpadas de mercúrio de baixa pressão, cujo os valores de irradiação em 1 metro de distância são expressos no quadro 6.

Quadro 6. Valor de irradiação das lâmpadas Phillips a uma distância de 1 metro

Modelo da Lâmpada	$\mu\text{W.cm}^2$
Phillips TUV 4W T5	9
Phillips TUV 10W T8	23
Phillips TUV 16W T5	45
Phillips TUV 25W T5	69
Phillips TUV 30W T8	100
Phillips TUV 270W XPT T10	920

Fonte: Adaptado de Phillips (2006).

2.9.4.3. Mecanismos de funcionamento

A luz UV, emitida pela lâmpada contida num tubo de quartzo, atravessa o tubo e a radiação atinge os microrganismos que estão no ar ou líquido em torno da lâmpada.

A radiação produzida pela lâmpada UV-C incide durante certo tempo no material, diminuindo a carga microbiana em alimentos líquidos (como sucos e cidra), inativando enzimas de frutas e vegetais minimamente processados, e esterilizando superfície de equipamentos de processamento e embalagens (GONZALEZ-AGUILAR; WANG; BUTA, 2004).

É necessário levar em conta, o fato de que esporos de microrganismos apresentam elevada resistência ao UV, e que dose muito alta pode favorecer seu crescimento ao invés de inibi-lo. A radiação UV-C apresenta como uma das maiores desvantagens, seu baixo poder de penetração. Para a inativação dos microrganismos, os mesmos devem ser expostos diretamente à radiação, ou seja, não devem estar protegidos por sólidos (partículas de pó). Por outro lado, essa baixa penetração de UV-C em sólidos também o torna adequado para a descontaminação de superfícies como materiais de embalagens, frascos, garrafas, tampas e invólucros (LÓPEZ-MALO; PALOU, 2005).

O UV-C é muito usado em operações de envase asséptico e para tratar superfícies de alimentos como, por exemplo, para controlar o crescimento de *Bacillus stearothermophilus* em camadas finas de açúcar, pescado, casca de ovo, carne porcionada, carcaças de aves, chocolate e panetone (GUERREROBELTRÁN; BARBOSA-CÁNOVAS, 2004).

A taxa de redução microbiana com a luz UV-C é muito dependente da aplicação de baixa intensidade por longo tempo ou alta intensidade por tempo curto. Devido à vasta variedade e famílias de microrganismos, os níveis da dose da descontaminação podem variar de acordo com o efeito final desejado para cada produto.

O quadro 7 apresenta alguns exemplos de doses utilizadas para a inativação de microrganismos.

Quadro 7. Doses altas e baixas utilizadas para inativação de microrganismos

Organismo	Microrganismo	Dose baixa (J/m ²)	Microrganismo	Dose alta (J/m ²)
Alga	Chlorella vulgaris	220	Alga azul verde	4200
Bactéria (vegetativa)	Bacillus	25	Sarcina lútea	264
Bactéria (esporo)	Bacillus subtilis	220	Bacillus anthracis	462
Bolores	Oospora lactis	110	Aspergillus niger	3300

				continua
Leveduras	Levedo de cerveja	66	Saccharomyces sp.	176

Fonte: Adaptado de Guerrero-Beltrán e Barbosa-Cánovas (2004).

Os melhores resultados no controle microbiano por UV-C encontram-se na descontaminação de água por se tratar de meio bastante adequado para a irradiação por UV. Porém, parte da energia se perde enquanto a luz UV atravessa a água. Em apenas 1 minuto, ela reduz a carga microbiana em 99,999% em água, esse tratamento não ocasiona alterações de cor, sabor, odor ou pH. A água entra na câmara, flui dentro do espaço anular entre o tubo de quartzo e a parede externa, sendo exposta à radiação UV-C para se tornar potável e própria para consumo (GUERRERO-BELTRÁN; BARBOSA-CÁNOVAS, 2004).

Dependendo o líquido que está sendo submetido à descontaminação, a potência aplicada, depende do número de recirculações, tendo efeito cumulativo. Como exemplo, tem-se a redução de *Listeria* em leite de cabra (MATAK et al., 2005; REINEMANN et al., 2006). A modificação da intensidade deve ser acompanhada durante o tratamento (TRAN e FARID, 2004). O tempo de exposição ou tempo de residência deve ser suficiente para se atingir a redução desejada.

A Food and Drug Administration (FDA) recomenda o fluxo turbulento para favorecer a mistura de suco ou outro fluido tratado. Ressalta a importância de que, no regime turbulento ou no laminar, atinja-se o tempo de residência mínimo exigido para a descontaminação (US FDA, 2000).

2.9.4.4. Sistemas UV em líquidos

O sistema UV para tratamento de material líquido pode ser construído de forma simples. Pode compor apenas um reator com uma ou várias lâmpadas, ou vários reatores em série. O sistema mais simples de UV-C para esse tipo de tratamento, consiste no tubo com uma lâmpada, tanques para o produto líquido, tubos plásticos ou sanitários, sistema de refrigeração e bombas.

Internamente ao sistema de tubos concêntrico localiza-se uma lâmpada UV encamisada por material de quartzo ou outro material transparente ao UV-C, como num sistema de trocador de calor. A lâmpada fornece a dose necessária para descontaminação.

Nas extremidades do reator, tubulações são conectadas para permitirem a recirculação ou o tratamento contínuo do líquido através do espaço anular entre a lâmpada e a parede do tubo externo até se atingir o efeito germicida necessário. O sistema de refrigeração

serve para resfriar o líquido antes ou após o tratamento com UV. Regula-se a vazão desejada através das bombas e também a dose de radiação fornecida ao líquido. Deve-se assegurar a mistura do material antes e depois do processamento (GUERRERO-BELTRÁN e BARBOSA-CÁNOVAS, 2004).

Cada líquido possui suas propriedades de absorção. Com menos de 1,6 mm de espessura, qualquer líquido opaco pode ser considerado transparente ao UV se estiver na forma de filme (SARKIN, 1977). Filmes finos reduzem o caminho percorrido pela luz UV através do líquido, evitando problemas associados à falta de penetração.

Aumentando a turbulência no reator, conduz-se todo o material à maior proximidade da luz UV durante o tratamento promovendo a homogeneização. Recomenda-se fluxo turbulento, que permite agitação para maior exposição do suco que flui através do sistema. Dessa forma, aplicando-se velocidades mais altas, é possível garantir homogeneidade ao líquido, tornando mais rápida a inativação microbiana (KOUTCHMA et al., 2004).

2.9.4.5. Sistemas UV em superfície

A eficiência da descontaminação depende muito da regularidade do material a ser desinfetado, pois a radiação UV-C só inativa os microrganismos quando os atinge com dose suficiente. Então, a descontaminação poderá ser bem sucedida apenas se toda a superfície for exposta à radiação UV. Os microrganismos localizados em orifícios da superfície certamente não são atingidos por reflexões das paredes dos orifícios, como pode ser deduzido pelas refletâncias mostradas no quadro 8. Superfícies irregulares retêm traços de material e a radiação UV não consegue atingir todos os cantos (SHAMA, 1999).

Na prática, superfícies sólidas, material granular e embalagens (plástico, vidro, metal, cartão, etc.) são descontaminados por meio de irradiação intensiva e direta. O sucesso dessa aplicação, depende da limpeza das superfícies que devem estar isentas de qualquer sujeira que absorveria a radiação, protegendo o microrganismo. Diversas aplicações são citadas por Bintsis et al. (2000).

Quadro 8. Refletância de vários materiais à irradiação UV-C

Material	Refletância, %
Alumínio: superfície não tratada	40-60
Alumínio: superfície tratada	60-89
Aço inoxidável	25-30
Óxido de magnésio	75-88
Carbonato de cálcio	70-80

continua

Linho	17
Lã branqueada	4
Aldogão branqueado	4
Papel branco	25

Fonte: Adaptado de Phipps (2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido na cidade de Medianeira – PR, com latitude de 25°29' sul; longitude 54°09' Oeste e altitude de 402 metros.

3.2. Matéria prima para o experimento

Utilizou-se Fécula de Mandioca (FM) como matéria prima para a o experimento conforme demonstrado na Figura 6. A fécula foi adquirida de uma cooperativa de processamento e transformação de mandioca, na cidade de Missal - Paraná. A FM apresentava umidade de 14% e estava armazenada em um saco de capacidade 20kg.



Figura 6. Fécula de mandioca utilizada no experimento.

Fonte: Autor

3.3. Diluição da Fécula

Utilizou-se água industrial como material para diluição da fécula. A água industrial foi adquirida na mesma indústria que forneceu a fécula, e seu pH era de 7,2. 8 kg dessa fécula foram diluídos até alcançar a densidade de 18 graus Baumé (°Bé). Foi realizado um teste preliminar na Fécula Diluída (FD) para conhecer o grau de contaminação existente. Como os

níveis de microrganismos estava baixo, deixou-se a FD em repouso durante três dias para que aumentasse sua carga microbiológica.

3.4. Reator de luz ultra violeta

Para a realização do experimento, foi desenvolvido um reator em escala laboratorial construído com chapa de zinco conforme detalhes da Figura 7.

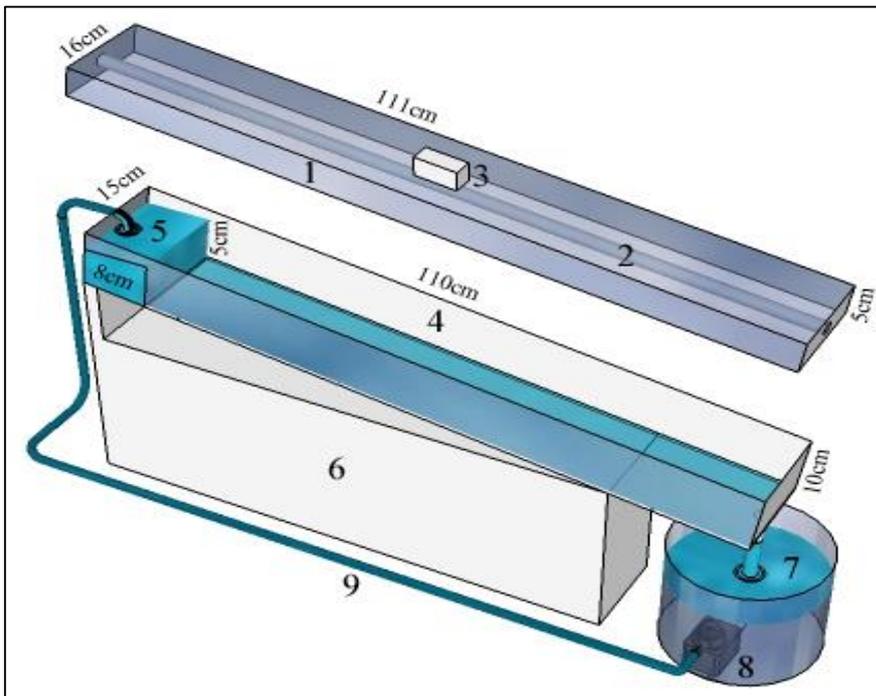


Figura 7. Reator de luz ultravioleta para redução microbiológica.

Fonte: Autor.

Na parte superior da calha de escoamento (4), foi instalado uma tampa (1) e internamente a esta tampa foi instalado uma lâmpada germicida (2) da marca Phillips modelo TUV30 UV-C com potência de 30 watts, comprimento 89,46 cm e alcance de onda de 254 nm, alimentada por um reator eletrônico (3). Além de servir como suporte para a lâmpada, a tampa também serviu para fazer a vedação da calha para que a luz não saísse, como demonstrado na Figura 8.

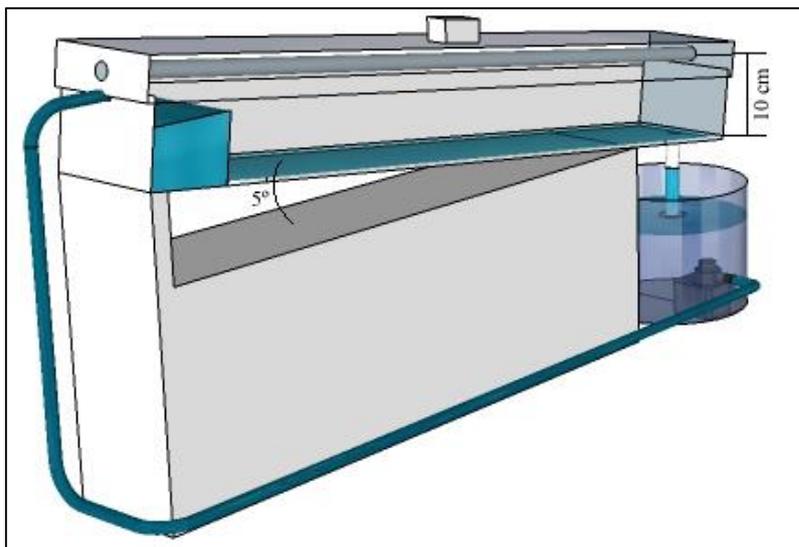


Figura 8. Lâmpada UV instalada na parte superior interna do reator.
Fonte: autor.

A FD foi colocada em um recipiente plástico (7) com capacidade de 20 litros para iniciar o processo de recirculação e submetê-la à luz. Uma bomba de diafragma (8), marca Atman modelo AT-306, potência de 35W vazão máxima de 2.000l/h foi utilizada para recircular a solução durante 2 horas através de uma tubulação hidráulica de $\frac{3}{4}$ " (9). A bomba foi ajustada para uma vazão de 2,7 l/min para que a recirculação formasse uma lâmina com espessura variável aproximada de 1 a 2 mm, possibilitando assim maior absorção de UV pela FD, aumentando dessa forma as chances de reduzir a carga microbiana da solução. Philips (2006), cita que a profundidade efetiva de penetração para matar 90% dos microrganismos, pode variar de 3m para água destilada, até 12 cm para água potável normal e ainda menos em vinhos e xaropes (2,5 milímetros). Para que a espessura da lâmina se mantivesse constante, apoiou-se a calha em um suporte de madeira (6), de forma que o ângulo de inclinação ficasse em 5°. Criou-se um reservatório interno à calha (5) para que quando o mesmo transbordasse, a FD fluísse uniformemente, sem a formação de ondas ou camadas desproporcionais durante o escoamento.

O teste foi realizado com 3 repetições, cada repetição contou com 4 amostras de 100 ml de material cada para análise microbiológica e amostras de 50 ml para análise de viscosidade, sendo elas coletadas nas seguintes condições: Amostra 1 (AM1): Testemunha (fécula in natura), coletada após a diluição e antes do acionamento da lâmpada (T0), Amostra 2 (AM2): coletada no tempo de reação de 40 minutos (T40), Amostra 3 (AM3): coletada no tempo de reação de 80 minutos (T80), Amostra 4 (AM4): coletada no tempo de reação de 120 minutos (T120), finalizando assim o ciclo de 2 horas. Após o teste 1, foi realizado o teste 2 e

o teste 3 com os mesmos tempos para a coleta das amostras. Cada amostra coletada foi envazada em um frasco esterilizado e armazenada em geladeira com temperatura de 5°C. Conforme cita ICMSF (1988), estocagem a frio (abaixo de 8°C), previne o crescimento da maioria das bactérias patogênicas e retarda o crescimento de microrganismos deteriorantes.

Ao final do experimento, as amostras foram embaladas em uma caixa térmica com gelo para manter a temperatura. As amostras de 100 ml foram levadas para um laboratório particular de análises microbiológicas na cidade de Cascavel – PR e as amostras de 50 ml foram levadas para análise de viscosidade em um laboratório de análise de amidos de uma indústria de amidos modificados na cidade de São Miguel do Iguaçu – PR.

3.4.1. Dose de radiação UV aplicada

Philips (2006), no quadro 5 apresentado neste trabalho, mostra a dose de UV necessária para se obter 90% de morte de alguns dos microrganismos. Baseado nisso, determinou-se o tempo de exposição de 120 min para o experimento e determinou-se a distância entre a lâmpada e a superfície de 10cm. Essa distância foi determinada para que a lâmpada não recebesse respingos, já que o amido quando em contato com superfície quente, pode gelatinizar e até queimar, impedindo assim a boa eficiência do reator.

A dose é o produto da intensidade de radiação pelo tempo de exposição conforme a Equação 1 (PHILIPS, 2006).

$$D = I \cdot t \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

D = Dose de radiação ultravioleta (mW.s.cm⁻²);

I = Intensidade da radiação (mW.cm⁻²);

t = Tempo de exposição (s).

A intensidade de radiação I sobre a superfície do amido pode ser calculada pela Equação 2 (PHILIPS, 2006). Esta equação é aplicada para situações onde $a < 0.5 l$, ou seja: quando a altura da lâmpada for menor que a metade do comprimento da lâmpada. Para casos onde a altura da lâmpada for maior que a lâmpada, utiliza-se outra equação.

$$I = \frac{\varphi}{2\pi \cdot a \cdot l} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

I = Intensidade da radiação (mW.cm⁻²);

φ = Valor de radiação tabelado pelo modelo da lâmpada (μW.cm⁻²);

a = Distância entre a lâmpada e a superfície tratada (cm);

l = Comprimento da lâmpada (cm);

3.5. Aspectos analisados

3.5.1. Microbiologia

Em cada amostra de cada tratamento foi analisado a presença de *Bacillus Cereus*, Bolores e Leveduras, Coliformes Termoselantes (fecais), Padrão de microrganismos Mesófilos a 37°C, *Salmonella* spp e a Viscosidade. A RDC N°12, Brasil (2001), coloca limites para *Bacillus Cereus*, Coliformes Termoselantes (fecais) e *Salmonella* spp, porém analisou-se também Padrão de microrganismos Mesófilos a 37°C e Bolores e Leveduras por ser um procedimento adotado nas indústrias.

A quantidade de cada microrganismo presente na amostra foi medida antes de ligar a lâmpada (T0), 40 minutos depois (T40), 80 minutos depois (T80) e finalmente aos 120 minutos (T120) com o objetivo de observar a redução apresentada em função do tempo de exposição.

As indústrias que beneficiam a fécula e a modificam para transformar em novos produtos para atender as diversas variedades de produtos alimentícios, usam como referência normas nacionais e internacionais. No Brasil, usa-se a Resolução da Diretoria Colegiada n° 12 (RDC N°12), ela aprova o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Quando o parâmetro não está nessa portaria, recorre-se a outras normas conforme quadro 9.

Quadro 9. Normas x Limites de tolerância de microrganismos para féculas e amidos.

Microrganismo Analisado	Método utilizado	Tolerância para Amostra indicativa (UFC*)
Bacillus cereus	International Standard ISO 7932/2005.	3x10 ³
Bolores e leveduras	International Standard ISO 21527-2/2008.	3x10 ³
Coliformes termotolerantes (fecais)	Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08	10 ²
Padrão de microrganismos. Mesófilos à 37°C	Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07	3x10 ⁴
Salmonella spp.	International Standard ISO 6579/2007.	Aus

* Unidade formadora de colônia

Fonte: autor

A eficiência dos tratamentos foi determinada pelo percentual de redução de cada microrganismo analisado em cada ciclo de tempo conforme equação 3.

$$Ef(\%) = 100 - \left(\frac{MicT40 \dots MicT80 \dots MicT120}{MicT0} \right) \cdot 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

Ef = Eficiência (%)

$MicT0$ = Microrganismos presentes no tempo T0

$MicT40$ = Microrganismos presentes no tempo T40

$MicT80$ = Microrganismos presentes no tempo T80

$MicT120$ = Microrganismos presentes no tempo T120

3.5.2. Determinação da viscosidade

Para saber se a luz ultravioleta ou se o processo de agitação causado pelo bombeamento poderia causar alteração na viscosidade da fécula, as amostras coletadas durante o experimento foram submetidas à análise de viscosidade, que foi realizado em um laboratório de uma indústria particular de processamento de amidos modificados na cidade de São Miguel do Iguçu-PR. O viscosímetro é do modelo Amylograph -E da marca Brabender.

A análise é realizada da seguinte forma: Para 4 g de cada amostra (umidade ajustada para 14% em base úmida) foram adicionados 450g de água destilada. Essa mistura de fécula com água destilada é colocada dentro de uma tigela rotativa e submetida a uma rampa de aquecimento com temperatura inicial de 30°C, com uma taxa de aquecimento constante de 1,5°C/ min. Dependendo da viscosidade da mistura, um sensor de medição que se encontra dentro da tigela, é desviado. Esta deflexão é medida como viscosidade ao longo do tempo e da temperatura e é gravado em uma linha, formando assim um gráfico que apontará a viscosidade, conforme Figura 9.

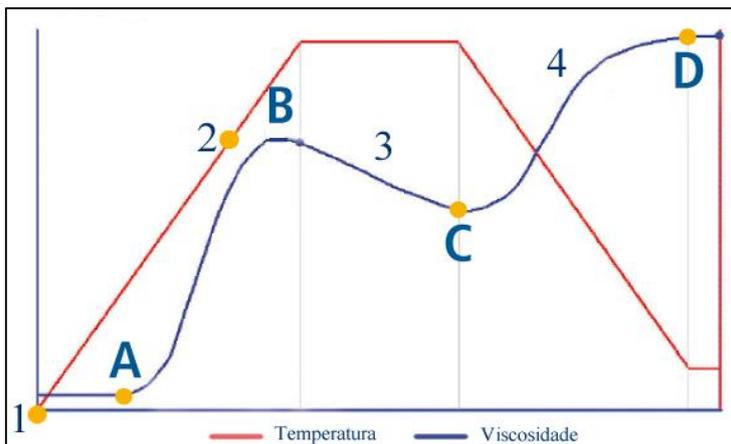


Figura 9. Curva simples de viscosidade x temperatura.
 Fonte: Adaptado BRABENDER, 2015.

Observando a Figura 9, tem-se as seguintes condições:

- Temperatura inicial de pasta (1): é a temperatura na qual se observa a primeira mudança na viscosidade. É observada quando a linha do gráfico deixa a linha de base e passa para a linha superior.
- Viscosidade máxima ou Pico (B): é o ponto máximo da curva em Unidade Amilográfica (UA), durante o aquecimento.
- Temperatura de máxima viscosidade (2): é a temperatura onde ocorreu a viscosidade máxima durante o aquecimento. Quando a viscosidade máxima ocorrer durante a temperatura constante de 95°C, deve-se dizer após quanto tempo de temperatura constante ocorreu.
- Viscosidade mínima (C): é o ponto mínimo, em UA, que a curva atinge depois de formada a pasta.
- Estabilidade ou “quebra”, “breakdown” ou “shear thinning” (3): é a diferença, em UA, entre viscosidade máxima e viscosidade mínima.
- Viscosidade final (D): é o valor de viscosidade, em UA, ao final do resfriamento.
- Tendência à retrogradação ou “set back” (4): é a diferença, em UA, entre viscosidade final e viscosidade mínima.

Baseado no resultado, sabe-se se aquela fécula atende ou não a necessidade de fabricação de determinado tipo de produto.

3.6. Análise estatística

Para analisar os resultados obtidos das análises de viscosidade, utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, onde os 4 tratamentos (T0, T40, T80, T120) tiveram 3 repetições cada, sendo 12 aleatoriamente distribuídos. Para verificar a diferença estatística entre os tratamentos utilizou-se ANOVA e Teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se software ASSISTAT 7.7 beta.

Para analisar os resultados microbiológicos, devido à eficiência do tratamento, aplicou-se cálculo de percentual de redução.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O amido é um composto orgânico que pela sua origem e por seu processo de extração, se torna um fácil receptor de microrganismos, os quais podem estar nas raízes ou cereais durante sua colheita e armazenamento, podem estar nos equipamentos de transporte, nos equipamentos de extração e equipamentos de armazenamento pós extração.

Para interromper ou estabilizar a propagação e crescimento desses microrganismos existentes no amido, submeteu-se amostras para observar seu comportamento quando exposto à luz UV.

4.1. Resultado da Dose de radiação UV aplicada

Para determinação da intensidade de radiação UV fornecida pela lâmpada do experimento, utilizou-se a equação 2.

$$I = \frac{\varphi}{2\pi \cdot a \cdot l} \quad I = \frac{100}{2\pi \cdot 10.89,46} \quad I = 0,018 \text{ mW} \cdot \text{cm}^2$$

Sendo que: φ da lâmpada TUV 30W T8 = 100 mW.cm² (quadro 6)

Para determinação das doses de radiação fornecidas pela lâmpada (reator), utilizou-se a equação 1.

$$D_{40} = I \cdot t_{40} \quad D = 0,018 \cdot 2400 \quad D = 43,2 \text{ mW} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$D_{80} = I \cdot t_{80} \quad D = 0,018 \cdot 4800 \quad D = 86,4 \text{ mW} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$D_{120} = I \cdot t_{120} \quad D = 0,018 \cdot 7200 \quad D = 129,6 \text{ mW} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.2. Resultados de microbiologia

As análises realizadas em laboratório comprovaram que com 40 minutos de exposição à luz UV, todos os microrganismos ficaram abaixo do limite permitido pela legislação vigente (tabela 3). O microrganismo que suportou mais à exposição foi o Mesófilo.

Tabela 3. Tolerância de presença de microrganismo x contagem realizada

Microrganismo Analisado	Tolerância (RDC-Nº12)	Contagem (T0) (UFC)	Contagem (T40) (UFC)	Contagem (T80) (UFC)	Contagem (T120) (UFC)
Bacillus cereus	3x10 ³	3,7x10 ²	6,7x10 ⁻¹	0	0
Bolores e leveduras	3x10 ³	2,5x10 ³	0	0	0
Coliformes termotolerantes (fecais)	10 ²	7,4x10 ⁶	5x10 ¹	2,3x10 ¹	3,3x10 ⁰
Padrão de microrganismos. Mesófilos à 37°C	3x10 ⁴	1,7x10 ⁷	2,7x10 ³	6,9x10 ²	6,8x10 ²
Salmonella spp.	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fonte: autor

O resultado de Salmonella para ambos os tratamentos mostrou ausência desse microrganismos, porém ela não estava presente na amostra inicial, ou seja, a amostra inicial não estava contaminada com Salmonella, dessa forma, baseado na dose necessária para sua eliminação que é de 40 mW.s.cm⁻² (quadro 5), e considerando que a dose calculada fornecida pelo reator no momento T40 foi de 43,2 mW.s.cm⁻², é possível afirmar que se a amostra estivesse contaminada com Salmonella, a luz UV a teria eliminado.

Alguns fatores interferem na eficiência do tratamento com UV, entre eles: a) presença de outras microfloras (WRIGHT et al., 2000); b) sólidos solúveis e insolúveis, pH (KOUTCHMA et al., 2004); c) fase de crescimento do microrganismo; d) temperatura da lâmpada de baixa pressão (quando menor que 25°C, mais rápida será a formação de dímeros de timina e menor será a dose UV necessária) (SEVERIN, SUIDAN; ENGELBRECHT, 1983).

A Figura 10, apresenta as médias de contagem de Bacillus Cereus e Bolores e Leveduras dos 3 tratamentos realizados. Observa-se que com 40 minutos de exposição à luz UV, o amido praticamente já não apresentava mais esses microrganismos avaliados, dessa forma, utilizando a equação 3, é possível afirmar que o tratamento para esses microrganismos, obtiveram as seguintes eficiências:

$$\text{Bacilus: } Ef(T40) = 100 - \left(\frac{6,7 \times 10^{-1}}{3,7 \times 10^2} \right) \cdot 100 \quad Ef = 99,82\%$$

$$\text{Bolores e Leveduras: } Ef(T40) = 100 - \left(\frac{0}{2,5 \times 10^3} \right) \cdot 100 \quad Ef = 100\%$$

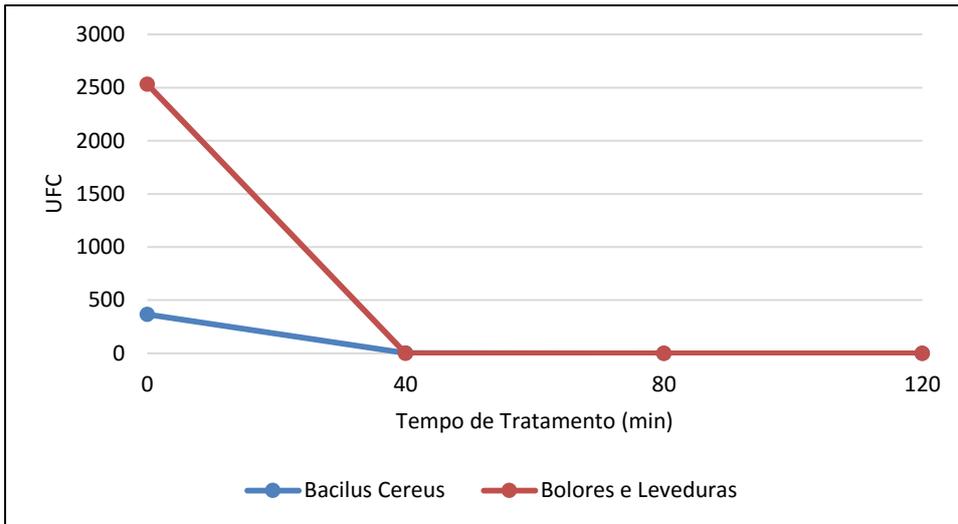


Figura 10. Contagem de Bacillus Cereus e Bolores e Leveduras

Fonte: Autor

A Figura 11, apresenta as médias de contagem de Coliformes Termoselantes e Mesófilos dos 3 tratamentos realizados. Observa-se que com 40 minutos de exposição à luz UV, o amido praticamente já não apresentava mais esses microrganismos avaliados, dessa forma, utilizando a equação 3, é possível afirmar que o tratamento para esses microrganismos, obtiveram as seguintes eficiências:

$$\text{Coliformes Termoselantes: } Ef(T40) = 100 - \left(\frac{5,0 \times 10^1}{7,4 \times 10^6} \right) \cdot 100 \quad Ef = 99,99\%$$

$$\text{Mesófilos: } Ef(T40) = 100 - \left(\frac{2,7 \times 10^3}{1,7 \times 10^7} \right) \cdot 100 \quad Ef = 99,98\%$$

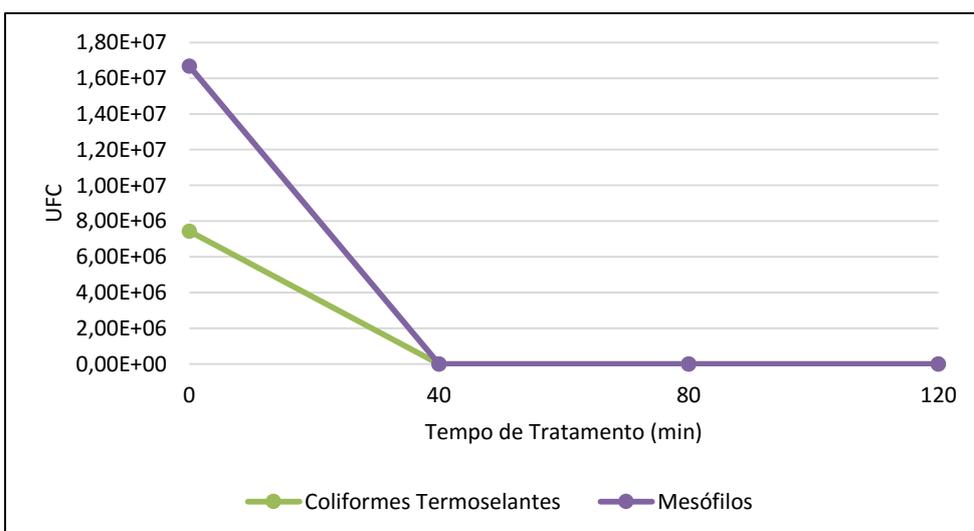


Figura 11. Contagem de Coliformes Termoselantes e Mesófilos

Fonte: Autor

O resultado apresentando, mostra que para o tempo de tratamento de 120 min, a potência da lâmpada poderia ser reduzida (redução da dose), por outro lado, mostra que o tratamento foi muito eficiente a ponto de poder reduzir o tempo de reação de uma amostra em escala maior, apenas ligando reatores em série. Wrigth et. al. (2002) aplicaram uma dose de 9,402 a 61,005 $\mu\text{W.s.cm}^2$, utilizando 10 reatores conectados em série e obtiveram 3,8 log UFC.mL de redução de E. coli em sidra não pasteurizada, indicando que a luz UV é eficaz para reduzir este agente patogénico na sidra.

4.3. Resultados da viscosidade

As alterações que ocorrem nos grânulos de amido durante a gelatinização e retrogradação, determinam o comportamento da pasta desses amidos, as quais têm sido medidas especialmente pelas mudanças de viscosidade durante o aquecimento e resfriamento de dispersões de amido usando equipamentos como o viscoamilógrafo Brabender e mais recentemente, o viscoamilógrafo rápido ou Rápido Visco Analisador (RVA) (THOMAS; ATWELL, 1999).

A Figura 12 representa o viscoamilograma das amostras dos 3 tratamentos e da amostra testemunha, apresentando os valores de viscosidade máxima (pico), viscosidade de quebra, viscosidade final, retrogradação, tempo de pico e temperatura de pasta.

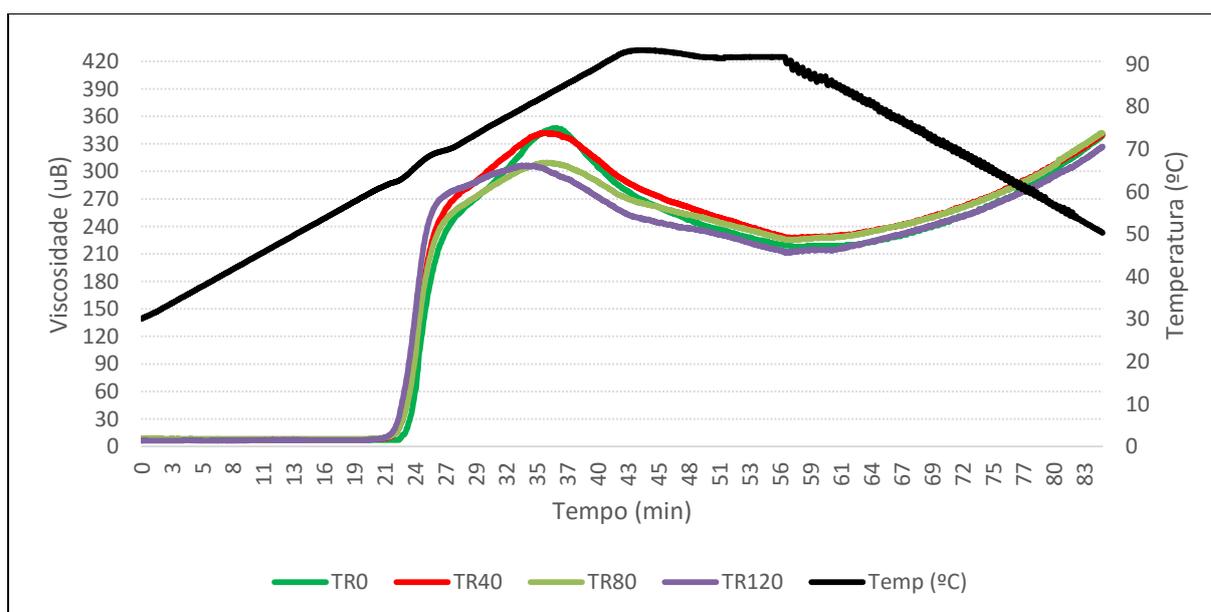


Figura 12. Viscoamilograma das amostras de fécula

Fonte: autor

Tabela 4. Resultados das análises de viscosidade das amostras

Amostra	Pico	Viscosidade (UB)			Tempo de pico (min)	Temperatura de Pasta (°C)
		Quebra	Visc. Final	Retrograd.		
TR0	347a	129a	339c	121a	23a	62,6a
TR40	342b	115b	340b	113d	21b	60,9a
TR80	310c	85c	342a	117b	20c	60,1a
TR120	306d	94d	327d	115c	20c	59,4b
Resumo ANOVA (Valor de F)						
Tratam.	110477,42 **	69495,86 **	831,04 **	1359,36 **	156,19 **	192,326 **
C.V (%)	0,09	0,32	0,31	0,36	2,32	0,69

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. C.V.(%)= coeficiente de variação.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: autor

Os resultados da análise de viscosidade das amostras estão expostos na Tabela 4. Para a viscosidade de pico, viscosidade de quebra, viscosidade final e retrogradação, observa-se diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade. Para o tempo de pico, os tratamentos TR80 e TR120 não apresentaram significância, já para a temperatura de pasta, o único tratamento que apresentou significância foi o TR120. Santos (2012), quando realizou foto modificação (oxidação com luz UV) em seu experimento, comprovou que a viscosidade final em relação à amostra de amido nativo, reduziu pela metade, passando de 2715,50 centipoise (cP) (1293,1 UB) para 1634,5 cP (778 UB), assim como encontrado por Vatanasuchart et al. (2003), que iniciou com um amido de 2830,08 cP (1347,65 UB), e após modificação em cabines com radiação UV por 7 a 9 horas, tiveram viscosidade de 2118,6 cP (1008,86 UB), e 2034,48 cP (968,8 UB), respectivamente.

A tabela 5 compara as análises de viscosidade encontradas no tratamento TR0 com o resultado encontrado por Ribeiro (2011). Pode-se observar na tabela que a viscosidade de pico, retrogradação e temperatura de pasta alcançaram valores similares.

Tabela 5. Análise de viscosidade de amidos nativos em outros trabalhos

Trabalho	Viscosidade (UB)			Tempo de pico (min)	Temperatura de Pasta (°C)
	Pico	Quebra	Visc. Final		
Autor	347	129	339	23	62,6
Ribeiro (2011)	358,45	259,74	220,17	NA	70,89

NA: Não analisado

Fonte: Autor

Na prática, o fato de serem insignificantes estatisticamente entre si, não influencia diretamente na qualidade e na aplicação do produto, já que há uma tolerância considerável na viscosidade de pico em relação a cada produto fabricado pela indústria.

5. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o processo de exposição de amido à luz ultravioleta mostra-se eficiente na redução ou eliminação de microrganismos e garantem elevadas taxas de redução da maioria dos microrganismos presentes neste meio, dessa forma, é possível eliminar ou reduzir a utilização de produtos químicos neste processo.

Aplicando-se uma dose de irradiação UV de $43,2 \text{ mW.s.cm}^{-2}$, no tratamento T40 obteve-se eficiência na redução dos microrganismos de 99,82% para bacilus, 100% para bolores e leveduras, 99,99% para coliformes termoselantes e 99,98% para mesófilos.

Observou-se diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade na viscosidade de pico, viscosidade de quebra, viscosidade final e retrogradação, para o tempo de pico, os tratamentos TR80 e TR120 não apresentaram significância, já para a temperatura de pasta, o único tratamento que apresentou significância foi o TR120.

Apesar dos relevantes resultados obtidos na pesquisa realizada e visto a grande demanda por esse produto de extrema importância nas diversas cadeias produtivas, mais trabalhos devem ser desenvolvidos visando-se aperfeiçoar processos de modificação de amido. Como sugestão tem-se: Análise econômica do sistema, utilização de outras fontes de luz, controle da dose através de dimerização da lâmpada UV e a implementação de um sistema de desinfecção por luz UV em escala industrial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADITIVOS, Ingredientes. **Amidos:** fontes, estruturas e propriedades funcionais, 2009. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/124.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- ALASRI, A., ROQUES, C., MICHEL, G. **Bactericidal properties of peracetic acid and hydrogen peroxide, alone and in combination, and formaldehyde against bacterial water strains.** Canadian Journal Microbiological, v.38, p. 635-41, 1992.
- ARENSTEIN, I. R. **Dióxido de cloro estabilizado em solução aquosa:** coadjuvante tecnológico de alimentos. Higiene Alimentar, v. 17, n. 107, p. 32-33, 2003.
- ASAOKA, M. et al. **Characterization of endosperm starch from high-amylose mutants of rice (*Oryzae sativa* L.).** Starch/ Stärke, v. 38, p. 114-121, 1986.
- ATWELL, W. A., HOOD, L.F., LINEBACK, D. R., VARRIANO-MARSTON, R. & ZOBEL, H.F. **The terminology and methodology associated with basic starch phenomena.** Cereal Foods World, v. 33, p. 306-311, 1988.
- BACHMANN, R. **Sterilization by intense ultraviolet radiation.** The Brown Boveri Rev. 62, p. 206-209, 1975
- BALDRY, M.G.C. **The bactericidal, fungicidal and sporicidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid.** Journal of Applied Bacteriology, v.54, p.417-23, 1982.
- BALDRY, M.G.C., FRENCH, M.S. **Activity of peracetic acid against sewage indicator organisms.** Water Science Technology , v.21, n.6/8, p.1747-9, 1989.
- BALL, D.W. **The electromagnetic spectrum:** a history. Spectroscopy, v. 3, n. 22, p.14-17, 2007.
- BEMILLER, J.N. **Starch modification:** challenges and prospects. Starch/Stärke, v. 49, n. 4, p 31-127, 1997.
- BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. **Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry:** a critical review. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 80, n. 6, p. 637–645, 2000.
- BLOCK, S.S. **Disinfection, Sterilization and Preservation.** 5 ed. Philadelphia, PA: Lippincott Willians & Wilkins, 1481 p. 2001.
- BRABENDER. Brabender, Viscograph E The standard for the measurement of starch. Disponível em: http://www.brabender.com/fileadmin/dateien/gb/download/nahrungsmittel/download/broschuren/alle%20englisch/15045_E_Viscograph-E.pdf. Acesso em: 15 maio. 2015.
- BRASIL. Decreto nº. 12.486 de 20 de outubro de 1978. **Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas.** Diário Oficial [do] Estado de São Paulo, 21 de outubro de 1978. p.20.

BRASIL. Resolução MERCOSUL/GMC/ N°. 106 de 1994. **Amidos Modificados**. Disponível em: <http://www.mercosur.int/msweb/Normas/normas_web/Resoluciones/PT/94106.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2015.

BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 17 Jun. 2015.

BRASIL. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. **Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/36bf398047457db389d8dd3fbc4c6735/RDC_259.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 18 mai. 2015.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. O amido com aplicação em produtos para alimentação saudável. In: CEREDA, M.P; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003, Cap.12, p.246-332.

CEREDA, M.P. Armazenamento de raízes. In: CEREDA, M.P.; SANCHEZ, L. **Manual de armazenamento e embalagens de produtos agropecuários**. Botucatu: Fundação de estudos e pesquisas Agrícolas e Florestais, p. 81-91, 1983.

CEREDA, M.P. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo, Fundação Cargill, 221 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargill, v. 1, 2002.

CHANG, J.C.H., OSSOFF ,S.F., LOBE, D.C., DORFMAN , M.H., DUMAIS, C.M., QUALLS, R.G., AND JOHNSON, J.D., **UV Inactivation of Pathogenic and Indicator Microorganisms**. Applied and environmental microbiology, June 1985, p. 1361-1365. v.49, n.6.

COSENTINO, S.; MULARGIA, A.F.; PISANO, B. et al. **Incidence and biochemical characteristics of Bacillus flora in Sardinian dairy products**. Int. J. Food Microbiol., v.38, p.235- 238, 1997.

DELAZARI, I. **Aspectos microbiológicos ligados a segurança e qualidade da carcaça de aves**. In: SEMANA ACADÊMICA VETERINÁRIA, n. 8, 1998, São Paulo: p.71-77, 1998.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P.; MESTRES, C. **Viscographic characteristics of chemically modified cassavastarches assessed by RVA**. Publication UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, v.11,n. 1, p.7-17, 2005.

DUPRAT, F.; GALLANT, D.; GUILBOT, A.; MERCIER, C.; ROBIN, J.P. **In les polymères végétaux eds**. Monties B., Gautier-villars, 176-231, 1980.

EVERSE, J.; EVERSE, K. E.; GRISHAM, M. B.; **Peroxidases in Chemistry and Biology**, New York: CRC Press, 1991.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Prognóstico agropecuário: análise da conjuntura agropecuária safra 2012/13: mandioca.** 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 13 dez. 2014.

FIORDA, F.A.; SOARES JUNIOR, M.S.; DA SILVA, F.A.; SOUTO, L.R.F.; GROSSMANN, M.V.E. **Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca.** *Pesqui. Agropecu. Trop.*, v.43, n.4, p. 408-416. 2013.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar.** 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424p.

FRANCO, BERNADETTE D. G. DE M.; LANDGRAF, M., **Microbiologia dos Alimentos.** 1. ed. São Paulo: Atheneu. 2002, 182p.

FRAZIER, W. C. **Microbiologia de los alimentos.** Zaragoza: Acribia, 1993, 681p.

FREITAS, T. S.; LEONEL, M. **Amido resistente em fécula de mandioca extrusada sob diferentes condições operacionais.** *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v. 19, n. 2, p. 183-190, 2008.

GARCIA, V.; COLONNA, P.; BOUCHET, B.; GALLANT, D.J. **Structural changes of cassava starch granules after heating at intermediate water contents.** *Starch/Starke*, v. 49, n. 5, p.171-179, 1997.

GARDNER, D.W., SHAMA, G. **Modeling UV-induced inactivation of microorganisms on surfaces.** *J. Food Prot.* 2000 Jan; 63(1):63-70.

GASI, T.M.T., SAMPAIO, A.O., PACHECO, C.E.M., et al. **Aplicação de ácido peracético para desinfecção se efluentes de lodos ativados.** IN: 18º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 18, Salvador. *Anais...*1995.

GENNADIOS, A. et al. **Ultraviolet radiations affects physical and molecular properties of soy protein films.** *Journal of Food Science*, v. 63, n. 2, p.1-4, 1998.

GIESE, A.C. **Studies on ultraviolet radiation action upon animal cells.** In *Photophysiology* Vol. 2, (Edited by A.C. Giese), p. 203-245, NY-London: Academic Press, 1964.

GOMES, A. M. M.; SILVA, C. E. M.; RICARDO, N. M. P. S. **Effects of annealing on the physicochemical properties of fermented cassava starch (polvilho azedo).** *Carbohydrate Polymers: Kidlington Oxford*, v. 60, n.1, p. 1-6, 2005.

GONZALES-AGUILAR, G.; WANG, C.Y.; BUTA, G.J. **UV-C irradiation reduces breakdown and chilling injury of peaches during cold storage.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 84, n. 5, p. 415-422, 2004.

GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. **Review: advantages and limitations on processing foods by UV light.** *Food Science and Technology International*, v. 3, n. 10, p.137-147, 2004.

GUILBOT, A; MERCIER, C., (1985). **Starch. In the polysaccharides, En: Almidón: definición, estructura y propiedades**, Ed. Usp, 17-20, São Paulo, Brasil, 1985.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Aquisição Alimentar Domiciliar Per Capta**, 2010. Disponível em <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv47307.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

ICMSF, International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Microorganisms in Foods 4: Application of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System to Ensure Microbiological Safety and Quality. Microbiological Safety and Quality, Oxford, 1988.**

JANE, J., KASENSUWAN,T., CHEN, J.F., JULIANO, B.O., **Phosphorus in rice and other starches**. Cereal Food World. v.41, p. 827-832, 1996.

KAREL, M.; LUND, D.B. **Physical principles of food preservation**. New York: Marcel Dekker, 2003. Chap. 11.

KOUTCHMA, T. et al. **Ultraviolet disinfection of juice products in laminar and turbulent flow reactors**. Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 5, n. 2, p.179–189, 2004.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2. ed. Guelph: University Books, 1997. 355p.

LEVINE, H.; SLADE, L. **Glass transitions in food**. In. Physical Chemistry of Foods, eds H.G. Schwartzberg & R.W. Hartel. Marcel Dekker, New York, p. 83-221, 1992.

LINDEBOOM, N.; CHANG, P.R.; TYLER, R.T. **Analytical, Biochemical and Physicochemical Aspects of Starch Granule Size, with Emphasis on Small Granule Starches: A Review**: Starch/Stärke, v. 56, p. 89-99, 2004.

LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Ultraviolet light and food preservation. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G; TAPIA, M.S.; CANO, M.P. **Novel food processing technologies**. New York: CRC, 2005. Chap. 18.

LUCAS, J. Integrating MAP with new germicidal techniques. In: AHVENAINEN, R. **Novel food packaging techniques**. Boca Ratón, Flórida: CRC, 2003. Chap. 15.

MARQUIS, R.E.E.; BALDECK, J.D. **Sporicidal interactions of ultraviolet irradiation and hydrogen peroxide related to aseptic technology**. Chemical Engineering and Processing, v. 46, n. 6, p. 547-553, 2007.

MATAK, K.E. **Effects of UV irradiation on the reduction of bacterial pathogens and chemical indicators of milk**. Blacksburg, 2004. 110 f (Doctorate of Philosophy in food Science and Technology), Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, 2004.

MATAK, K.E. et al. **Efficacy of UV light for the reduction of Listeria monocytogenes in Goat's milk**. Journal of Food Protection, v. 68, n. 10, p. 2212-2216, 2005.

MAZUSS, E. G., SCHOCH, T. J. & KRRE, F. E. **Graphical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches**, Cereal Chemistry, v.34, p.141-52, 1957.

McNEAL, T. P.; HOLLIFIELD, H. C.; DIACHENKO, G. W. **Survey of trihalomethanes and other volatile chemical contaminants in processed foods by purge-and-trape capillary gas chromatography with mass selective detection**. Journal of the Association of Official Analytical Chemistry International, v. 78, n. 2, p. 391-397, 1995.

MESTRES, C. Los estados físicos Del almidón. In: Conferencia Internacional de almidón, 1996, Quinto. **Anais...**1996. p. 2.

MOORTHY, S. N. Tropical sources of starch. In: ELIASSON, A. A. **Starch in food: Structure, function and applications** CRC Press, Inc., Boca Raton, cap.11, 2004.

MUNHOZ, M.P.; WEBER, F.H.; CHANG, Y.K. **Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho**. Campinas: Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24, n. 3, p. 403-406. 2004.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H. S. **Riscos microbiológicos da carne: ciência, higiene e tecnologia da carne**, Goiânia: UFG, v.1, p. 294-308, 1995.

PHILIPS. **Ultraviolet purification application information**. P. 1-30, 2006. Disponível em: <http://www.lighting.philips.com/b-dam/b2b-li/en_AA/products/special-lighting/uv-purification/downloads/Philips%20UV%20Technology%20brochure.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2015.

RADLEY, J.A. et al. **Starch production technology**. Applied Science Publishers, 1976. 595p.

RAJALA-MUSTONEN, R. L., TOIVOLA, P. S., HEINONEN-TANSKI, H. **Effects of peracetic acid and UV irradiation on the inactivation of coliphages in wastewater**. Mallorca, Spain: Water Science Technology, v.35, n.11/12, p.237-41.1997.

REINEMANN, D.J.; GOUWS, P.; CILLIERS, T.; HOUCK, K.; BISHOP, J.R. **New methods for UV treatment of milk for improved food safety and product quality**. St. Joseph, Michigan: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. (Paper n. 066088).

RIBEIRO, A.P.L. **Estudo dos amidos de mandioca nativo, modificados e modificados combinados por via química para utilização na indústria alimentícia**. 2011. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia), Universidade Federal de Paraíba. João Pessoa-PB, 2011.

RICHARDSON, P. H., JEFFCOAT, R., SHI, Y.-C. **High-amylose starches: From biosynthesis to their use as food ingredients**. MRS Bulletin, 25(12), p. 20–24, 2000.

SANCHEZ-RUIZ, C., ROYANO, M. S., MONZÓN, I. T. **An evaluation of the efficiency and impact of raw wastewater disinfection with peracetic acid prior to ocean discharge**. Water Science Technology , v.32, n.7, p.159-66, 1995.

SANTOS, T.P.R. dos, **Produção de amido modificado de mandioca com propriedades de expansão**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônômicas), Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2012.

SARKIN, R.; **Ultraviolet radiation in food application**. South Africa Food Review 4: 100–102, 1977.

SATIN, M. **Food irradiation: a guidebook**. Lancaster, Pa.: Technomic, 1996.

SCHMIDT, V.C.R. **Desenvolvimento de embalagens biodegradáveis a partir da fécula de mandioca, calcário e fibra de celulose**. 2006. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2006.

SCHOCH, T.J.; MAYWALD, E.C. **Preparation and Properties of Various Legume Starches**. Cereal Chemistry, v.45, p.573, 1968.

SCHUMB, W. C.; SATTERFIELD, C. N.; WENTWORTH, R. L.; **Hydrogen Peroxide**, New York: Reinhold, 1955.

SEAB – Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Mandiocultura – Análise da Conjuntura Agropecuária – 2013**. 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandiocultura_2013_14.pdf> Acesso em: 20 mar. 2015.

SEER, Surveillance, Epidemiology, and End Results Program. **Cancer Statistics Review, 1975 – 2002**. Disponível em: <http://seer.cancer.gov/archive/csr/1975_2002/index.html#contents>. Acesso em: 15 dez. 2014.

SEVERIN, B.F.; SUIDAN, M.T.; ENGELBRECHT, R.S. **Effects of temperature on ultraviolet light disinfection**. Environmental Science and Technology, v.17, n.12, p.717–721, 1983.

SHAMA, G. Ultraviolet light. In: ROBINSON, R.K.; BATT, C.; PATEL, P. (eds). **Encyclopedia of food microbiology-3**. London: Academic Press, 1999. p.2208–2214.

SHAMEKH, S. S. **Effects of lipids, heating and enzymatic treatment on starches**. 2002. Dissertation for the degree of Doctor of Science in Technology, Helsinki University of Technology (Espoo, Finland), 2002.

SILVA, C.S.A. **Avaliação Microbiológica de Enchidos de Ovino e Caprino**. 2012. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar), Bragança- SP: Instituto Politécnico de Bragança, 2012.

SILVA, E. N. **Salmonella Enteritidis em aves e saúde pública**. Hig. Alimentar, v. 9, p. 7-13, 1995.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007, 552p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. **Manual de métodos de análises microbiológicas de água e alimentos**. 4 ed. São Paulo, SP: Ed. Varela, 2010.

SINGH, N. et al. **Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources**. Food Chemistry, v. 81, n. 219-231, 2003.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agro-industrial de Alimentos, Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1995.

SOARES, C. M.; VALADARES, G. F.; AZEREDO, R. M. C.; KUAYE, A. Y. **Contaminação ambiental e perfil toxigênico de Bacillus cereus isolados em serviços de alimentação**., Santa Maria: Ciência Rural, v.38, n.2, p.504-510, mar-abr, 2008.

SOUZA, J.B.; DANIEL, A.L., **Comparação entre hipoclorito de sódio e ácido peracético na inativação de e. Coli, colifagos e c. Perfringens em água com elevada concentração de matéria orgânica**. Engenharia sanitária e ambiental, v.10, n. 2, p.111-117, 2005.

SUFFET, I. H.; MACCARTHY, P., eds.; **Aquatic Humic Substances - Influence on Fate and Treatment of Pollutants**, Washington: American Chemical Society, 1989.

SWINKELS, J.J.M. **Industrial starch chemistry: Properties, modifications and applications of starches**. Veendam: AVEBE, 1996. 48p.

THOMAS, D.J., ATWELL, W. **Starches: Pratical Guides for the Food Industry**. Minessota: Eagan Press, 1999, 94p.

TORTORA, G.J., FUNKE, B.R., CASE, C.L. In: **Microbiologia**, 6. ed, São Paulo: Artmed, 2003.

TRAN, M.T.T.; FARID, M. **Ultraviolet treatment of orange juice**. Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 5, n. 4, p.495–502, 2004.

TREASURER, J. W.; GRANT, A.; **Aquaculture**, p. 148-265, 1997.

US FDA. Food and Drug Administration. **Code of Federal Regulations. Title 21, Part 179. Irradiation in the production, processing and handling of food**. Federal Register, v.65, p.71056–71058, 2000.

VAN DER BURGT, Y.E.M.; BERGSMA, J.; BLEEKER, I.P.; MIJLAND, P.J.H.C.; KAMERLING, JP.; VLIEGENHART, J.F.G. **Structural studies on methyated starch granules**. Starch/Stärke, v. 52, n. 2-3, p.40-43, 2000.

VAN PATTEN, E. M., & FRECK, J. A. (1973). **Method of coating food products with ungelatinized unmodified high amylose starch prior to deep fat frying**. Google patents. Disponível em:< <http://www.google.com/patents/US3751268>> Acesso em: 18 jul 2015.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. In. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. n. 3, 1996. Washington: American Public Health Association (APHA), 1996, 873p.

VATANASUCHART, N. et al. **Effects of different UV irradiations on properties of cassava starch and biscuit expansion.** The Kasetsart Journal, Bangkok: Natural Science, v. 37, n. 3, p. 334-344, set. 2003.

WOOTTON, M.; BAMUNUARACHCHI, A. **Water binding capacity of commercial produced native and modified starches.** Starch-Stärke, v. 30, n. 9, p. 306-309, 1978.

WRIGHT, J.R. et al. **Efficacy of ultraviolet light for reducing Escherichia coli O157:H7 in unpasteurized apple cider.** Journal of Food Protection, v.63, n.5, p.563–567, 2000.

7. ANEXO



www.a3q.com.br

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:43

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			CNPJ/CNP: 78.680.337/0002-65	Validador do relatório 
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069			CEP: 85814110	
Cidade: CASCATEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	Telefone:	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000979	Código da amostra: 34932MB14			
Local de amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T3AM4			Lote/L. acre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 14:10	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 113000	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.979-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
^(a) Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	003,0 x 10 ⁶ UFC _g
^(a) Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	00SVR
⁽¹⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	<1,0 x 10 ⁶	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	001,0 x 10 ⁶ UFC _g
⁽²⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	8,2 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	00SVR
^(a) Pesquisa de salmonella sp.	Ausência	25mL	10-12-2014	12-12-2014	00Ausência em 25g

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 08(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7532/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

(5) Methods of Analysis of AOAC Internacional, 2011.03 Detecção de Salmonella spp. - Sistema VIDAS.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N^o 12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).

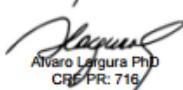
Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.

Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


Gabriele Pamigiani Circo
CRP/PR: 45125-D


Alvaro Lurgura PhD
CRP/PR: 716



Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:43

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNPIS: 78.680.337/0002-65	 Validador do relatório
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCAVEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	
		Telefone:	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000980	Código da amostra: 34933MB14		
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ			
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T3AM3		Lote/Lacre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 13:30	Temp. Coleta: 23°C
		Ponto de coleta: NI	
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 113429	Temp. recebimento: 7°C
		Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO	

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.980-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
⁽¹⁾ Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(M) 3,0 x 10 ⁶ UFC/g
⁽²⁾ Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	(M) SVR
⁽³⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	2,2 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(M) 1,0 x 10 ⁶ UFC/g
⁽⁴⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	6,7 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	(M) SVR

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08

(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7932/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.

Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


 Gabriele Parmigiani Cirico
 Cirico PR: 45125-D


 Alvaro Lergura PhD
 Cirico PR: 716


Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:43

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNPFF: 78.680.337/0002-65	Validador do relatório 
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCADEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000981	Código da amostra: 34934MB14			
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T3AM2				Lote/Lacre: NI
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA				Resp. coleta: ANDREI
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 12:50	Temp. Coleta: 23°	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 113424	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.981-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
⁽¹⁾ Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	2,0 x 10 ²	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	(M3,0 x 10 ² UFC) ₃
⁽²⁾ Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	(M5VR)
⁽³⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	4,3 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(M1,0 x 10 ² UFC) ₃
⁽⁴⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	4,9 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	(M5VR)

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 08(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7932/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feito uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.

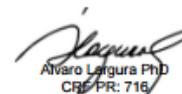
Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.



 Gabriele Parmigiani Cirico
 Crbio PR: 45125-D


 Alvaro Longura PhD
 CRB PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:43

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			CNPJ/CNPIS: 78.680.337/0002-65	Validador do relatório 
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069			CEP: 85814110	
Cidade: CASCADEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	Telefone:	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000982	Código da amostra: 34935MB14			
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra / Tipo: FÉCULA DE MANDIOCA - T3AM1				Lote/Lacre: NI
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA				Resp. coleta: ANDREI
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 12:10	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 113433	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.982-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
^(a) Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	8,0 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(a) 3,0 x 10 ⁶ UFC/g
^(a) Contagem de Bolores e Leveduras	3,3 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	(a) SVR
^(a) Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	7,3 x 10 ⁴ 6	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	(a) 1,0 x 10 ⁶ UFC/g
^(a) Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	1,6 x 10 ⁴ 7	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	(a) SVR
^(a) Pesquisa de salmonella sp.	Ausência	25mL	10-12-2014	12-12-2014	(a) Ausência em 25g

Abreviatura:
 NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):
 (1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08
 (2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07
 (3) International Standard ISO 7932/2005.
 (4) International Standard ISO 21527-2/2008.
 (5) Methods of Analysis of AOAC Internacional, 2011.03 Detecção de Salmonella spp. - Sistema VIDAS.

Informações adicionais:
 (a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feito uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.
 O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).
 Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.
 Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


 Gabrielle Parmigiani Cirico
 Crbio PR: 45125-D


 Avaro Ligura PhD
 Crbio PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-05-2015 13:09:43

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNPB: 78.680.337/0002-65	
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCADEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	
			Telefone:

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000983	Código da amostra: 34936MB14			
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T2AM4			Lote/Lacre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 12:00	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 114133	Temp. recebimento: 7°C	Condições de amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.983-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
^(a) Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	NI (3,0 x 10 ⁴ UFC)
^(a) Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	NI SVR
⁽¹⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	<1,0 x 10 ²	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	NI (1,0 x 10 ⁴ UFC)
^(a) Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	6,5 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	NI SVR
^(a) Pesquisa de salmonella sp.	Ausência	25mL	10-12-2014	12-12-2014	NI Ausência em 25g

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

- (1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 08
 (2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 07
 (3) International Standard ISO 7932/2005.
 (4) International Standard ISO 21527-2/2008.
 (5) Methods of Analysis of AOAC Internacional, 2011.03 Detecção de Salmonella spp. - Sistema VIDAS.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante. O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s). Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração. Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


 Gabriele Pamigiani Cirico
 CRB/PR: 45125-D


 Alvaro Lagura PhD
 CRP/PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:44

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNPFF: 78.680.337/0002-65	 Avaliador do relatório
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCAVEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	
		Telefone:	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000984	Código da amostra: 34937MB14			
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T2AM3			Lote/Lacre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 11:20	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 112306	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.984-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
^(a) Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	0,3,0 x 10 ⁶ UFC/g
^(a) Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	0 SVR
⁽¹⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	1,6 x 10 ¹	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	0,1,0 x 10 ⁶ UFC/g
^(a) Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	5,4 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	0 SVR

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08

(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7932/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.

Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.



 Gabriela Parmigiani Cirico
 Crb/PR: 45125-D


 Avaro Lorigura PhD
 CRP/PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:44

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNP: 78.680.337/0002-65	Validador do relatório 
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCAVEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000985	Código da amostra: 34938MB14			
Local da amostragem / Orgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T2AM2				Lote/Lacre: NI
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA				Resp. coleta: ANDREI
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 10:40	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 112731	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.985-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
⁽²⁾ Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(M3.0 x 10 ⁶ UFC/g)
⁽²⁾ Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	(M5.1)
⁽¹⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	5,2 x 10 ⁵	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	(M1.0 x 10 ⁶ UFC/g)
⁽²⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	2,4 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	(M5.1)

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08

(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7932/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão à disposição do solicitante.

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.

Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.



 Gabriele Parmigiani Cirico
 Crbio PR: 45125-D


 Álvaro Lalgura PhD
 CRE PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:44

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNP: 78.680.337/0002-65	Validador do relatório 
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCADEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000986	Código da amostra: 34939MB14			
Local de amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T2AM1			Lote/Lacre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 10:00	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recobimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 113423	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.986-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
^(a) Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	2,0 x 10²	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	(a) 3,0 x 10 ² UFC/g
^(a) Contagem de Bolores e Leveduras	1,9 x 10²	UFC/ml	10-12-2014	15-12-2014	(a) SVR
⁽¹⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	8,3 x 10⁶	UFC/ml	10-12-2014	13-12-2014	(a) 1,0 x 10 ⁶ UFC/g
^(a) Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	1,4 x 10⁷	UFC/ml	10-12-2014	12-12-2014	(a) SVR
^(a) Pesquisa de salmonella sp.	Ausência	25ml	10-12-2014	12-12-2014	(a) Ausência em 25g

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08

(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7932/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

(5) Methods of Analysis of AOAC Internacional, 2011.03 Detecção de Salmonella spp. - Sistema VIDAS.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.

Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


 Gabrielle Parmigiani Cirico
 CRB/PR: 45125-D


 Alvaro Lagura PhD
 CRB/PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:44

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			CNPJ/CNPFP: 78.680.337/0002-65	Validador do relatório 
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069			CEP: 85814110	
Cidade: CASCADEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	Telefone:	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000987	Código da amostra: 34940MB14			
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T1AM1			Lote/Lacre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 08:10	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 114125	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.987-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
⁽¹⁾ Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	1,0 x 10²	UF/Cml est.	10-12-2014	13-12-2014	(M) 3,0 x 10 ⁴ UFC/g
⁽²⁾ Contagem de Bolores e Leveduras	2,4 x 10²	UF/CmL	10-12-2014	15-12-2014	(M) SVR
⁽³⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	6,7 x 10⁴	UF/Cml est.	10-12-2014	13-12-2014	(M) 1,0 x 10 ⁴ UFC/g
⁽⁴⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	2,0 x 10⁴	UF/CmL	10-12-2014	12-12-2014	(M) SVR
⁽⁵⁾ Pesquisa de salmonella sp.	Ausência	25mL	10-12-2014	12-12-2014	(M) Ausência em 25g

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

- (1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08
- (2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07
- (3) International Standard ISO 7932/2005.
- (4) International Standard ISO 21527-2/2008.
- (5) Methods of Analysis of AOAC Internacional, 2011.03 Detecção de Salmonella spp. - Sistema VIDAS.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão à disposição do solicitante.
 O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).
 Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.
 Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


 Gabriele Parmigliani Cirico
 Crbio PR: 45125-D


 Alvaro Lagura PhD
 CRF PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:44

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNPF: 78.680.337/0002-65	
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCATEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000988	Código da amostra: 34941MB14			
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T1AM2			Lote/Lacre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 08:50	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 113693	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.988-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
⁽²⁾ Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	0,3,0 x 10 ⁶ UFC/g
⁽⁴⁾ Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	0,5 SVR
⁽¹⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	5,6 x 10 ⁷	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	0,1,0 x 10 ⁶ UFC/g
⁽²⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	7,1 x 10 ⁷	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	0,5 SVR

Abreviatura:
 NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

- (1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 08
 (2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 07
 (3) International Standard ISO 7932/2005.
 (4) International Standard ISO 21527-2/2008.

Informações adicionais:

- (a) Resolução - RDC N^o 12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feita uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

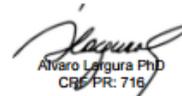
Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.
 O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).
 Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.
 Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.



Gabriele Parmigiani Cirico
 Crb. PR: 45125-D



Avaro Laigura PhD
 Crb. PR: 716

Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:44

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA		CNPJ/CNPF: 78.680.337/0002-65	 Validador do relatório
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069		CEP: 85814110	
Cidade: CASCADEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	
		Telefone:	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000989	Código da amostra: 34942MB14			
Local da amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T1AM3				Lote/Lacre: NI
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA				Resp. coleta: ANDREI
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 09:50	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 112733	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.989-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
⁽²⁾ Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(0,3,0 x 10 ⁶ UFC/g)
⁽²⁾ Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	(0,8)SVR
⁽¹⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	3,0 x 10 ¹	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(0,1,0 x 10 ⁶ UFC/g)
⁽²⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	8,8 x 10 ⁶	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	(0,8)SVR

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 08

(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4^a ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7932/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N^o 12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feito uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante. O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s). Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração. Procedimento de amostragem: Plano de amostragem é de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


 Gabriela Parmigiani Cirico
 Crb. PR: 45125-D


 Alvaro Lagura PhD
 Crb. PR: 716


Dados do Solicitante

Página 1 de 1 Emissão: 28-06-2015 13:09:44

Solicitante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			CNPJ/CNPFF: 78.680.337/0002-65	Validador do relatório 
Endereço: R UNIVERSITARIA 2069			CEP: 85814110	
Cidade: CASCADEL	Estado: PR	Responsável pela solicitação: TANIA	Telefone:	

Dados da Amostra

Ordem Serviço: 9000990	Código da amostra: 34943MB14			
Local de amostragem / Órgão expedidor: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ				
Descrição da amostra (Tipo): FÉCULA DE MANDIOCA - T1AM4			Lote/Lacre: NI	
Fabricante: UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANA			Resp. coleta: ANDREI	
Fabricação: 10/12/14	Validade: NI	Coleta: 10/12/14 09:30	Temp. Coleta: 23°C	Ponto de coleta: NI
Remessa: 10/12/14	Recebimento: 10/12/14 16:00	Etiqueta: 112997	Temp. recebimento: 7°C	Condições da amostra: NORMAL - EM FRASCO

Relatório de Ensaio Microbiológico - 9.000.990-0

Ensaio	Resultado	Unidade	Início	Fim	Referência
⁽¹⁾ Contagem de <i>Bacillus cereus</i>	<1,0 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	13-12-2014	(1) 3,0 x 10 ⁴ UFC/g
⁽²⁾ Contagem de Bolores e Leveduras	<1,0 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	15-12-2014	(2) SVR
⁽³⁾ Contagem Coliformes Termotolerantes à 45°C	<1,0 x 10 ²	UFC/ml est.	10-12-2014	13-12-2014	(3) 1,0 x 10 ⁴ UFC/g
⁽⁴⁾ Contagem padrão de microrg. mesófilos à 37°C	5,7 x 10 ²	UFC/mL	10-12-2014	12-12-2014	(4) SVR
⁽⁵⁾ Pesquisa de salmonella sp.	Ausência	25mL	10-12-2014	12-12-2014	(5) Ausência em 25g

Abreviatura:

NI = Não informado | UFC = Unidade Formadora de Colônias | NMP = Número Mais Provável | SVR = Sem Valor de Referência | ND = Não Detectável

Metodologia(s):

(1) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 08

(2) Compendium of Methods for the Microbiological examination of foods, 4ª ed. 2001. cap. 07

(3) International Standard ISO 7932/2005.

(4) International Standard ISO 21527-2/2008.

(5) Methods of Analysis of AOAC Internacional, 2011.03 Detecção de Salmonella spp. - Sistema VIDAS.

Informações adicionais:

(a) Resolução - RDC N°12, de 2 de janeiro de 2001

A coleta é responsabilidade do solicitante, caso haja algum desvio, é feito uma comunicação prévia, consultado sobre a continuidade do processo analítico.

Todas as informações constam nos dados brutos das análises e estão a disposição do solicitante.

O(s) resultado(s) desta(s) análise(s) tem significado restrito e se aplica(m) somente a(s) amostra(s) analisada(s).

Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido por completo e sem nenhuma alteração.

Procedimento de amostragem: Plano de amostragem e de responsabilidade do solicitante.

Comentário(s):

Nota: Opiniões e interpretações não fazem parte do escopo deste laboratório.


 Gabrielle Parmigiani Cirico
 Crbio PR: 45125-D


 Avaro Lagura PhD
 CRB PR: 716