



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

DISSERTAÇÃO

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO ATIVO À BASE DE PROTEÍNA DE SORO DE
LEITE EM BATATA (*Solanum tuberosum* L.) MINIMAMENTE PROCESSADA

Dayana Ketrin Silva Francisco Madella

2018



UFRRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO ATIVO À BASE DE PROTEÍNA DE
SORO DE LEITE EM BATATA (*Solanum tuberosum L.*)
MINIMAMENTE PROCESSADA**

DAYANA KETRIN SILVA FRANCISCO MADELLA

Sob a Orientação da Professora
Dr^a Nathália Ramos de Melo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

Seropédia, RJ
Novembro de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M181a Madella, Dayana Ketrin Silva Francisco, 1988-
Aplicação de Revestimento Ativo à Base de Proteína de
Soro de Leite em Batata (*Solanum tuberosum* L.)
Minimamente Processada / Dayana Ketrin Silva
Francisco Madella. - 2018.
68 f.: il.

Orientadora: Nathália Ramos de Melo.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Ciência
e Tecnologia de Alimentos, 2018.

1. Escurecimento enzimático. 2. Antioxidante. 3.
Embalagem ativa.. I. Melo, Nathália Ramos de, 1975-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. Programa de Pós Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos III. Título.

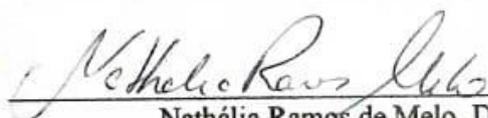
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

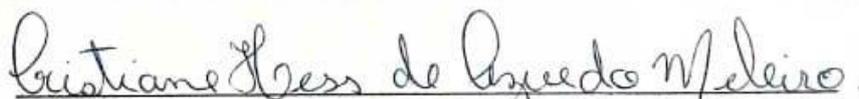
DAYANA KETRIN SILVA FRANCISCO MADELLA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, área de Concentração em Ciência de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/11/2018



Nathália Ramos de Melo. Dr^a. UFF/UFRRJ
(Orientadora)



Cristiane Hess de Azevedo Meleiro. Dr^a. UFRRJ



Kamila de Oliveira Nascimento. Dr^a. Unifoa

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente à Deus, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, assim como ao meu marido Yelsen, a minha filha Allyah e aos meus pais (Cremilda e Robson), por toda oração, carinho e apoio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por ser meu porto seguro, ter me dado saúde e força para superar todas as dificuldades vividas durante este período.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e ao Laboratório de Embalagem e Tecnologia (Laetec) pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À Universidade Federal Fluminense (UFF) de Volta Redonda, pelo suporte durante o programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Professora Dr^a Nathália Ramos de Melo pela orientação, pelos conselhos, por todo carinho, todo ensinamento e incentivos. Muito obrigada por tudo! Levarei cada momento que passei sob a sua orientação em meu coração.

Ao professor Bernardo de Sá Costa por toda paciência e suporte nas estatísticas. Agradeço de coração.

Aos técnicos de laboratório, Lívia Garcia, Matheus Silva e Alexandre Lemos pela disponibilidade em me ajudar durante o experimento.

A minha família pelo apoio. Em especial, à minha querida mãe guerreira, Cremilda, que está sempre disposta a se sacrificar para me ajudar e ao meu pai Robson, por sempre querer me proporcionar o melhor em tudo. Sempre serei grata por ser filha de vocês. À minha irmã Keity, obrigada pelo apoio.

Ao meu marido e amigo de todas as horas, Yelsen. Sou grata a Deus pela sua presença em minha vida. Obrigada por toda a paciência que teve durante essa caminhada. Sei que não fui fácil.

Ao meu presentinho encaminhado de Deus, Allyah. Mesmo hoje não entendendo o que acontece, sou muito grata ao Senhor pela sua vida. Só Deus sabe o quanto você foi no final dessa trajetória e é importante para mim.

Às minhas parceiras e amigas de laboratório, Ana Sívia Boroni e Joyce Motta. Obrigada pelo companheirismo e carinhos. Nunca me esquecerei de vocês. Obrigada Ana pelos conselhos e por me passar um pouco do seu conhecimento em laboratório. Joyce, obrigada por estar sempre disposta a ajudar. A amizade de vocês é muito especial para mim.

Aos todos os estagiários e bolsista do laboratório, Jessica Carvalho, Agnes Rufino e Mahyra por toda ajuda e paciência.

A Regiane Ribeiro apesar do pouco contato pode me auxiliar em muitas questões. Incluindo me apresentar a um certo lugar no qual virou um vício. Obrigada, você é uma pessoa muito especial.

Aos líderes de Juniores da Igreja Batista do Conforto, principalmente Augusta e Elda, por toda ajuda e oração. O meu muito obrigada.

À todos que de alguma forma torceram e torcem pela minha vitória. E que sempre acreditaram em mim. O meu mais sincero obrigada!

RESUMO

MADELLA, Dayana Ketrin Silva Francisco. **Aplicação de revestimento ativo à base de proteína de soro de leite em batata (*Solanum tuberosum L.*) minimamente processada.** 2018. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

A demanda por alimentos saudáveis, próximos ao *in natura* e de fácil preparo, vem aumentando atualmente. A batata (*Solanum tuberosum L.*) dentre os vegetais, pode ser um produto de grande conveniência quando minimamente processada (MP). Contudo, durante as etapas de produção, tende a sofrer escurecimento enzimático, assim como perdas na qualidade, perda do valor nutricional e perdas econômicas. Através de revestimentos ativos, busca-se manter a qualidade desses vegetais, principalmente na manutenção da cor e consequentemente estendendo a validade comercial dos produtos. Dentre eles, as proteínas de soro de leite (WPC) apresentam grande potencial de uso como revestimento, devido as suas características que favorecem a sua aplicação como transparência, flexibilidade, brilho e ausência de odor, além de poder carrear agentes que possam melhorar ou preservar as características dos alimentos. A incorporação de agentes antioxidantes vêm sendo estudado por seu potencial na indústria de alimentos. O objetivo deste trabalho foi adequar um revestimento ativo a base de proteína de soro de leite, incorporando agentes antioxidante, ácido ascórbico (AA) e ácido cítrico (AC), visando aplicabilidade em batata inglesa (*Solanum tuberosum L.*), minimamente processadas e a avaliação do produto durante 10 dias armazenadas a 10°C. Foi realizado análises físico-químicas (cor, textura, perda de massa, umidade, teor de sólidos solúveis, pH e acidez). Através da metodologia de superfície e resposta (MSR) a concentração de AC e AA mais eficientes com relação as análises físico-químicas, foi de 1,5% para AC e 0,5% de AA e a combinação dos mesmos. A partir dessas concentrações de ácidos, nos revestimentos de WPC e solução aquosa, foi realizado as análises microbiológicas, perda de massa, concentração de oxigênio e avaliação da polifenoloxidase. Onde foi constatado a ausência de fungos filamentosos nos produtos analisados até o 5º dia de armazenamento e apenas os revestidos com 1,5% de AC estiveram dentro dos limites estabelecidos por países como Alemanha, França e Japão para mesófilos, visto que não há especificação no Brasil. Houve ausência de *Salmonella sp* e Coliformes a 35 e 45°C de acordo com a legislação vigente. A atividade de PPO manteve-se praticamente estável durante todo o processamento, não sendo significativo ($p > 0,05$) para os tratamentos analisados pelo teste de Tuckey, onde apenas o tratamento com 0,5% de AA não se manteve constante durante o período de estocagem. A concentração de oxigênio não se manteve constante ao longo do tempo analisado, havendo diferença significativa em relação ao tempo para todos os tratamentos e a perda de massa também foi susceptível a ação do tempo para todos os tratamentos. Não foi observada atividade antimicrobiana inerente ao revestimento. O melhor revestimento a base de WPC quanto a análise microbiológica é o A2 (1,5%AC), assim como na eficiência da manutenção da cor do vegetal foram A2 (1,5%AC) e A4 (1,5% AC e 0,5% AA).

Palavras-chave: Escurecimento enzimático, antioxidante, embalagem ativa.

ABSTRACT

MADELLA, Dayana Ketrin Silva Francisco. **Application of active coating based on whey protein in potato (*Solanum tuberosum* L.) minimally processed.** 2018. 68p. Dissertation (Master in Science and Food Technology). Institute of Technology, Department of Food Technology, University Federal Rural of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The demand for healthy foods, close to in natura and easy to prepare, is increasing at present. Potato (*Solanum tuberosum* L.) among vegetables can be a product of great convenience when minimally processed (MP). However, during the production stages, it tends to undergo enzymatic darkening, as well as losses in quality, loss of nutritional value and economic losses. Through active coatings, it is sought to maintain the quality of these vegetables, mainly in the maintenance of the color and consequently extending the commercial validity of the products. Among them, whey proteins (WPC) present great potential for use as coatings, due to their characteristics that favor their application as transparency, flexibility, brightness and absence of odor, besides being able to carry agents that can improve or preserve the characteristics of food. The incorporation of antioxidant agents has been studied for its potential in the food industry. The objective of this work was to adapt an active coating based on whey protein, incorporating antioxidant, ascorbic acid (AA) and citric acid (AC) agents, for application in English potato (*Solanum tuberosum* L), minimally processed and the evaluation of the product for 10 days stored at 10 ° C. Physicochemical analyzes were performed (color, texture, mass loss, moisture content, soluble solids content, pH and acidity). Through the surface and response methodology (MSR), the most efficient AC and AA concentration in relation to the physicochemical analyzes was 1.5% for AC and 0.5% for AA and the combination of the same. From these concentrations of acids, in WPC coatings and aqueous solution, the microbiological analyzes, mass loss, oxygen concentration and polyphenoloxidase evaluation were performed. Where the absence of filamentous fungi in the analyzed products was verified up to the 5th day of storage and only those coated with 1.5% of AC were within the limits established by countries such as Germany, France and Japan for mesophiles, since there is no specification in the Brazil. There was absence of *Salmonella* sp and Coliformes at 35 and 45°C according to the current legislation. The PPO activity remained practically stable throughout the processing and was not significant ($p > 0.05$) for the treatments analyzed by the Tuckey test, where only the treatment with 0.5% of AA did not remain constant during the period of storage. The oxygen concentration did not remain constant during the analyzed time, there was a significant difference in time for all the treatments and the loss of mass was also susceptible to the time action for all the treatments. No antimicrobial activity was observed in the coating. The best WPC-based coating for microbiological analysis is A2 (1.5% AC), as well as the maintenance efficiency of the vegetable color were A2 (1.5% AC) and A4 (1.5% AC and 0.5% AA).

Keywords: Enzymatic browning, antioxidant, active packaging

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

<i>a</i>*	variação de cor (verde a vermelho)
AA	ácido ascórbico
AC	ácido cítrico
ATT	acidez total titulável
<i>b</i>*	variação de cor (azul a amarelo)
H° ou hu*	ângulo Hue
IC	índice de cor
IE	índice de escurecimento
L*	luminosidade
MP	minimamente processado
MSR	metodologia de superfície e resposta
PPO	polifenoxidase
PVC	poli (cloreto de vinila)
SST	sólidos solúveis totais
UFC	unidade formadora de colônias
VMP	vegetal minimamente processado
WPC	proteína concentrada se soro de leite
ΔE	diferença total de cor

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mecanismo de reação da polifenoloxidase.....	3
Figura 2: Ação da peroxidase sobre compostos fenólicos.....	4
Figura 3: Botânica da Batata.....	5
Figura 4: Cultivares de batata comercializadas.....	10
Figura 5: Fluxograma das etapas do experimento.....	14
Figura 6: Amostras de batata MP revestidas com proteína de soro de leite e solução aquosa incorporadas com Ácido Cítrico e Ácido Ascórbico nos dias 0 (a), 3 (b), 5 (c) e 10 dias (d).....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição de uma batata de 150 g.....	6
Tabela 2: Teores aproximados das principais vitaminas presentes na batata (tubérculos frescos).....	7
Tabela 3: Cultivares e suas características.....	9
Tabela 4: Níveis das variáveis do Planejamento Experimental do tipo fatorial 2^k	20
Tabela 5: Análise de variância para Perda de Massa.....	22
Tabela 6: Regressão para a Perda de Massa.....	22
Tabela 7: Análise de Variância para pH de batatas MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AA e AC.....	23
Tabela 8: Regressão para pH de batatas MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AA e AC.....	24
Tabela 9: Análise de variância para Sólidos Solúveis para batata MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AC e AA.....	26
Tabela 10: Regressão para Sólidos Solúveis para batata MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AC e AA.....	26
Tabela 11: Valores médios dos parâmetros L^* , a^* e b^* da batata MP revestida com proteína de soro de leite e tratamento com Ácido Cítrico e Ácido Ascórbico.....	39
Tabela 12: Contagem de mesófilos nos tempos 0 e 5 dias de armazenamento de batata MP revestidas com proteína de soro de leite ou tratadas com solução aquosa incorporadas com Ácido Cítrico e Ácido Ascórbico.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráficos de superfície e resposta para umidade, em batatas MP em variadas concentrações de ácido cítrico (AC) (a) e ácido ascórbico (AA) (b), incorporados no revestimento ativo.....	23
Gráfico 2: Gráficos de superfície e resposta (a), (b) e (c) para textura, de batatas MP com revestimento à base de WPC incorporado com variadas concentrações de ácido ascórbico (AA), ácido cítrico (AC) e ácido ascórbico (AA) X ácido cítrico (AC), respectivamente.....	27
Gráfico 3 Variação de L^* em batatas MP tendo o revestimento ativo durante o armazenamento.....	28
Gráfico 4: Gráfico de superfície e resposta (a) e (b) em relação ao parâmetro a^* de batatas MP com revestimento à base de WPC incorporado com variadas concentrações de ácido ascórbico (AA), ácido cítrico (AC) e ácido ascórbico (AA) respectivamente.....	29
Gráfico 5: Relação entre o parâmetro H^o com cor a^* das batatas MP tendo revestimento ativo a base de proteínas de soro de leite incorporado com antioxidantes.....	32
Gráfico 6: Gráfico de Superfície e Resposta da Diferença Total de Cor de batatas MP revestidas com proteína de soro de leite incorporadas com AA (7a) e AC (7b).....	33
Gráfico 7: Perda de massa das batatas minimamente processadas revestidas com WPC ou tratadas com solução aquosa sendo incorporadas com AC e AA.....	36
Gráfico 8: Efeito antioxidante sobre o índice de Escurecimento em batatas MP revestidas com proteínas de soro de leite ou tratadas com solução aquosa incorporadas com AC e AA.....	40
Gráfico 9: Ângulo Hue(o H) (a) e parâmetro a^* (b) das batatas tendo revestimento ativo ou tratadas com solução aquosa adicionada de AA e AC.....	41

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1	Alimentos Minimamente Processados	2
2.1.1.	Escurecimento de Vegetais Minimamente Processados.....	2
2.2	Agentes Antiescurecimento	4
2.3.	Batata (<i>Solanum tuberosum L.</i>).....	5
2.3.1.	Caracterização Botânica	5
2.3.2.	Composição Química	6
2.3.3.	Importância Econômica	7
2.3.4	Características das Cultivares.....	7
2.4	Embalagem Ativa.....	11
2.4.1.	Revestimentos	11
2.5	Proteína de Soro de Leite	12
3.	OBJETIVO.....	13
3.1.	Objetivo geral	13
3.2.	Objetivos específicos.....	13
4.	MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1.	Revestimento à base de proteínas do soro de leite	14
4.2.	Preparo dos vegetais minimamente processados (VMP)	15
4.3.	Caracterização dos Vegetais.....	15
4.3.1.	Avaliação da coloração do vegetal revestido	15
4.3.2.	Avaliação quanto à perda de massa	16
4.3.3.	Avaliação quanto ao teor de umidade.....	16
4.3.4.	Determinação do teor de sólidos solúveis.....	16
4.3.5	Determinação do pH.....	17
4.3.6.	Determinação da acidez total	17
4.3.7.	Avaliação da Textura	17
4.4.	Avaliação microbiológica dos vegetais minimamente processados.....	17
4.4.1.	Determinação de coliformes totais e termotolerantes e <i>Salmonella</i>	18
4.4.2	Contagem total de mesófilos e fungos filamentosos	18

4.5.	Determinação da atividade da polifenoloxidase presente no vegetal minimamente processado.....	18
4.6.	Avaliação da atividade antimicrobiana inerente ao revestimento desenvolvido	18
4.6.1.	<i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Escherichia coli</i>	19
4.6.2.	<i>Penicilium spp</i>	19
4.8.	Planejamento Experimental.....	19
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1.	Perda de Massa.....	21
5.2.	Teor de Umidade	22
5.4.	Acidez Total Titulável	24
5.5.	Teor de sólidos solúveis (SST)	25
5.6.	Textura.....	26
5.7.	Análise da Coloração do Vegetal Revestido	27
6.	APLICAÇÃO DOS RESULTADOS	34
6.1.	<i>Salmonella sp</i> e Coliformes	34
6.2.	Concentração de Oxigênio	35
6.3.	Perda de Massa	35
6.4.	Avaliação da Atividade de Polifenoloxidase.....	36
6.5.	Coloração do Vegetal Revestido	37
6.6.	Contagem de mesófilos e fungos filamentosos.....	42
6.7.	Atividade Antimicrobiana inerente ao revestimento a partir da WPC.....	44
7.	CONCLUSÕES.....	46
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
9.	ANEXO	54
A.	Laudo LAAB: <i>Salmonella sp</i> e Coliformes	54

1. INTRODUÇÃO

Na busca por uma vida mais saudável, o consumo de frutas e hortaliças vêm aumentando ao longo dos anos. A área de frutas e hortaliças minimamente processadas tornou-se importante devido à crescente demanda de consumidores por alimentos convenientes que requerem menor tempo de preparo ou que sejam prontos para o consumo e que apresentem características semelhantes ao produto in natura (RODRIGUES, 2017).

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a terceira maior cultura alimentar do mundo, com 360 milhões de toneladas de produção anual global. Para fins comerciais, a batata inglesa minimamente processada seria conveniente, devido a redução dos custos do transporte, espaço de armazenamento e tempo de preparação (IERNA et al, 2017). No entanto as etapas do processamento como descascar, cortar, triturar ou fatiar, aumentam os danos nos tecidos da batata, limitando sua validade comercial, com deterioração físico-química e microbiana, a exemplo, o escurecimento enzimático.

O escurecimento enzimático, é promovido pelas polifenoloxidasas e peroxidases, afetando negativamente as frutas e hortaliças minimamente processadas, causando mudança indesejável de cor e podendo levar a alterações negativas no valor nutricional.

Um caminho para minimizar as reações provocadas pelos processos do minimamente processado é o uso da embalagem ativa, onde podem ser utilizadas como revestimento de frutas e hortaliças minimamente processadas visando estender a validade comercial, melhorar as características sensoriais, evitar as deteriorações química e microbiológica e garantir a segurança dos alimentos, podendo também inibir o crescimento de microrganismos patogênicos.

Revestimentos ativos são finas camadas de materiais, podendo ser, biopoliméricos comestíveis aplicáveis à superfície dos alimentos, como frutas e hortaliças minimamente processadas, podendo proporcionar uma barreira contra a perda da umidade, interferir nas trocas gasosas como oxigênio e dióxido de carbono, aromas e outros solutos. Eles vêm sendo estudados como bons carreadores para a incorporação de compostos ativos, como agentes antioxidantes, antimicrobianos, nutrientes, corantes, sabores e especiarias (RODRIGUES, 2017).

Filmes e revestimentos a base de proteína de soro de leite, apresentam diversas características que favorecem a sua aplicação, tais como: transparência, flexibilidade, brilho e ausência de odor, o que favorece sua aceitabilidade para consumo (RIBEIRO-SANTOS et al, 2015).

Sendo assim, o presente trabalho buscou adaptar um revestimento ativo a base de proteína de soro de leite (WCP), incorporado com agentes antioxidantes, ácido cítrico e ascórbico e a combinação destes, em batata (*Solanum tuberosum* L.) minimamente processada, com o intuito de mantê-la por um período extenso no mercado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Alimentos Minimamente Processados

Atualmente, há uma crescente consciência de saúde e interesse pelo papel dos alimentos para manter e melhorar o bem-estar humano e a saúde do consumidor. Hoje os vegetais são reconhecidos pelo seu benefício a uma vida saudável. Ainda há numerosos estudos que demonstram também a necessidade de conveniência dos alimentos correlacionados com a escolha nutricional (SILLANI E NASSIVERA, 2015).

Os vegetais minimamente processados (VMP) foram desenvolvidos para atender a demanda dos consumidores por produtos "rápidos", e para se beneficiar de frutas e legumes saudáveis. O termo "minimamente processado" pode ser definido de várias maneiras, sendo o mais amplo como "o menor tratamento possível para atingir um propósito" (MANVELL, 1997).

De acordo com Embrapa (2007) alimentos minimamente processados são definidos como "produtos prontos para consumo", ou sejam, são alimentos pré- preparados por meio de operações como descascamento, corte, sanitização, centrifugação e acondicionamento em embalagens apropriadas à manutenção do produto em seu estado fresco.

O princípio básico do processamento mínimo de alimentos é de oferecer alimentos prontos ou pré-prontos para o consumo. A medida que aumenta a severidade dos processos de conservação, geralmente ocorrem mudanças extensivas no alimento, e como resultado suas características de qualidade podem ser modificadas (HAERTEL, 2013).

Contudo, alguns VMP requerem maiores cuidados quando comparados a outros durante seu processamento, devido ao rompimento da estrutura celular que compõe o seu tecido (ALMEIDA, 2005). As operações como cortes e descascamento fazem parte do processamento mínimo desses alimentos. Quando os produtos hortícolas são cortados, descascados, fatiados ou ralados, sua taxa metabólica aumenta. Isso decorre, provavelmente, devido a maior atividade metabólica das células injuriadas e do aumento da superfície exposta a atmosfera após o corte, o que facilita a penetração do oxigênio no interior das células. A atividade respiratória também aumenta com a temperatura em função da espécie de vegetal, do seu grau de maturação, das suas condições fisiológicas e da composição gasosa da atmosfera ao seu redor (EMBRAPA, 2011).

Como principais fatores determinantes da qualidade e validade comercial destes produtos, destacam-se o escurecimento enzimático, a deterioração microbiana, a descoloração de superfície, a senescência causada pelo etileno e respiração do produto e a perda de valor nutricional. Sendo crítico o escurecimento enzimático em produtos como batata, alface, maçã e abacaxi (EMBRAPA, 2011).

2.1.1. Escurecimento de Vegetais Minimamente Processados

O escurecimento enzimático é decorrente da resposta a injúrias físicas e fisiológicas (impactos, abrasões, "chilling", excesso de CO₂) como resultado da oxidação de compostos fenólicos (SILVA et al, 2009). Contudo Araújo (2010) destaca que os tecidos intactos dos vegetais também sofrem com o escurecimento; a exemplo, quando ocorre a inibição da respiração durante o armazenamento em atmosfera modificada, uso de embalagem imprópria, deficiência de ácido ascórbico no tecido vegetal, armazenamento a frio e a radiação ionizante.

As enzimas relevantes responsáveis pela degradação oxidativa dos compostos fenólicos por causarem a produção de polímeros de coloração marrom (melaninas) são citadas como polifenoloxidase (PPO) e a peroxidase (POD) (SILVA et al, 2009).

As PPO (1,2 benzenodiol: oxigênio óxido-reductase), dependendo dos substratos utilizados na reação de escurecimento dos tecidos vegetais, podem ser denominada como tirosinase, polifenolase, fenolase, catecol oxidase, creolase ou catecolase. Podem ser encontradas nas plantas, animais e em alguns microrganismos (ARAÚJO, 2010).

As PPO estão relativamente presente em todos os estágios de desenvolvimento da planta, porém sua atividade é mais acentuada em frutos jovens e após a injúria mecânica ou ataque microbiano (SANTOS, 2009). Belitz e Grosch (1997) descreveram o seu mecanismo de ação. No centro ativo da enzima existem dois íons Cu^+ , cujos campos de ligação contêm dois resíduos de histidina. A enzima liga primeiro o oxigênio e depois o monofenol, com participação dos intermediários indicados na Figura 1. Ocorre a mudança de valência dos íons de cobre (Cu^+ para Cu^{++}), o que provoca a formação de complexo enzima-substrato, no qual a ligação $\text{O} - \text{O}$ fica tão polarizada que ocorre a hidroxilação, seguida da formação de um o-difenol. Com a oxidação do o-difenol a o-quinona o ciclo se encerra.

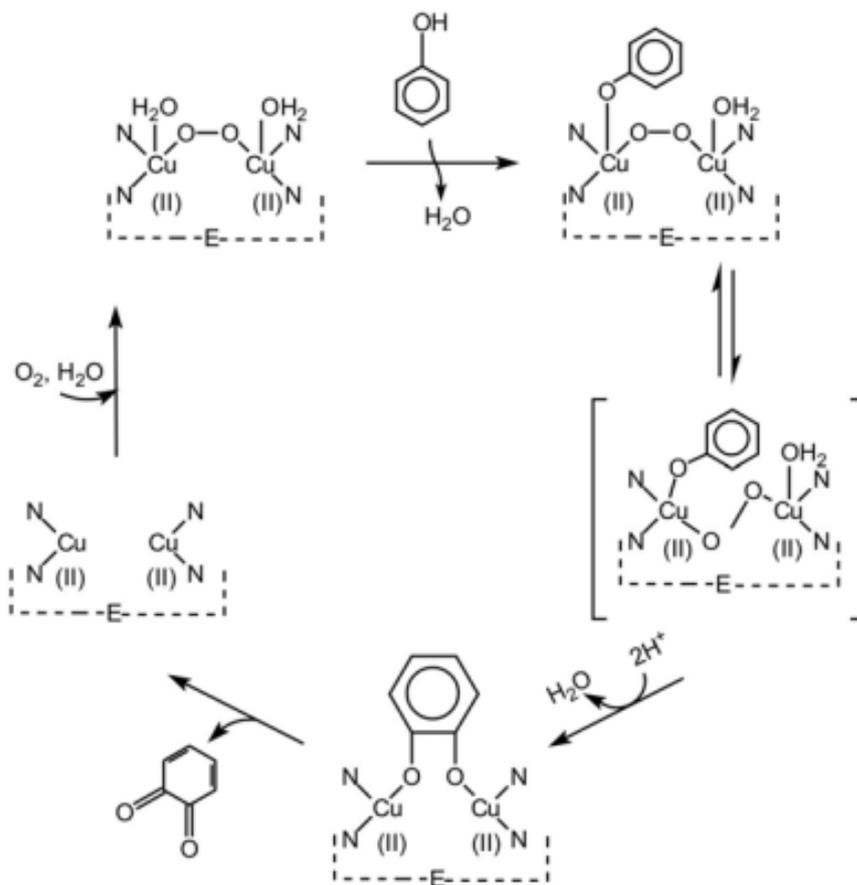


Figura 1: Mecanismo de reação da polifenoloxidase

Fonte: BELITZ e GROSCH, 1997

A POD (E.C. 1.11.1.7) possui atividade típica na reação de oxidação de compostos fenólicos em presença de peróxido de hidrogênio. Obtem-se as quinonas como produto (Figura 2) assim como a PPO (CHITARRA, 2002).

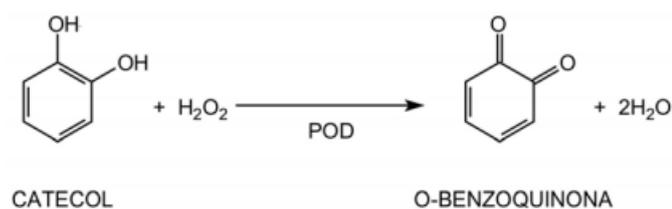


Figura 2: Ação da peroxidase sobre compostos fenólicos

Fonte: CHITARRA, 2002

Com o escurecimento enzimático, as características nutricionais do alimento são afetados pela interação das o-quinonas com o grupo amina e tiol, reduzindo a disponibilidade da lisina, metionina, timina e outros nutrientes essenciais (ARAÚJO, 2010). A POD promove a oxidação dos compostos fenólicos levando ao escurecimento do tecido vegetal. Também atua na destruição oxidativa da vitamina C e na descoloração das antocianinas e dos carotenoides em ausência de ácidos graxos insaturados (SILVA et al, 2009).

2.2 Agentes Antiescurecimento

Os agentes antiescurecimento ou antioxidantes atuam na prevenção do escurecimento enzimático, onde reduzem as o-quinonas a difeóis (sem coloração) ou reagindo irreversivelmente com elas formando produtos estáveis e sem cor (SILVA et al, 2009; LIMA et al, 2001).

Dentre os agentes antioxidantes, o ácido ascórbico e cítrico vem sendo relatados na literatura para inibição do escurecimento enzimático.

O ácido ascórbico, ou vitamina C, além de atribuir valor nutricional aos alimentos, também apresenta ação redutora. Juntamente com seus sais neutros compõe um dos principais grupos de antioxidantes empregados em produtos vegetais com o intuito de prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas de duas maneiras: (1) agindo diretamente na enzima, complexando o cobre do grupo prostético da PPO, causando sua inibição; (2) reduzindo as quinonas a sua forma anterior de fenóis, impedindo a formação dos pigmentos escuros (SAPERS e MILLER, 1998). A redução das quinonas aos seus precursores fenólicos leva à oxidação irreversível do ácido ascórbico, que é preferencialmente oxidado em relação aos compostos fenólicos e à formação de ácido dehidro ascórbico sem atividade inibitória (LIMA et al, 2001).

O ácido cítrico, um dos acidulantes mais comumente usados na indústria de alimentos, pode agir como redutor do pH ou como quelante do cobre da enzima PPO. Quando associado com ácido ascórbico mostra uma eficiência na inibição do escurecimento enzimático. O ácido ascórbico é preferencialmente oxidado em relação aos outros substratos, e quando é consumido, ocorre o escurecimento. O ácido cítrico por si só não é muito efetivo como inibidor das PPOs, porém este tem sido usado em sucos e enlatados de frutas como estabilizador do ácido ascórbico (ARAÚJO, 2006).

Chitarra e Chitarra (2007) relatam o efeito sinergista do ácido ascórbico com o ácido cítrico na prevenção do escurecimento enzimático pela ação da PPO em alface minimamente processada.

Amaral (2014) estudou o revestimento a base de proteína de soro de leite com adição de ácido cítrico e/ou ascórbico em maçãs minimamente processadas. Obtendo uma manutenção da cor com até 7 dias com as concentrações de 1,5% de AC e 1,0% de AA, aumentando dessa forma a validade comercial do produto.

Azevedo (2013) verificou a inibição da atividade da polifenoloxidase e peroxidase, em maçãs *var. Gala* minimamente processadas cobertas por filmes nanobioativos de isolado proteico de soro de leite incorporados com montorilonita e ácido cítrico, visando a diminuição do escurecimento enzimático durante o armazenamento sob refrigeração.

Oliveira (2005), usando substâncias antioxidantes (ácido cítrico 2% e ácido eritórbico 3%) nos tempo 0, 3, 6, e 9 dias após o processamento sob a refrigeração de 5°C, de batatas 'Bintje' minimamente processadas fatiadas, reduziu a atividade da PPO e, conseqüentemente, não houve o aparecimento de pequenas pontuações escuras no produto.

2.3. Batata (*Solanum tuberosum L.*)

2.3.1. Caracterização Botânica

A batata (*Solanum tuberosum L.*), também conhecida como batata inglesa, é uma dicotiledônea da família Solanaceae e do gênero *Solanum*. É uma planta originária da Cordilheira dos Andes, na América do Sul, sendo cultivada a mais de 7000 anos. Recebe diferentes nomes de acordo com o local onde é cultivado, como araucano ou Poni (Chile), iomy (Colômbia), papa (Espanha), patata (Itália), *Irish Potato* ou *White Potato* (Irlanda) (FILGUEIRA, 2000; FORTES e PEREIRA, 2003; ABBA, 2016).

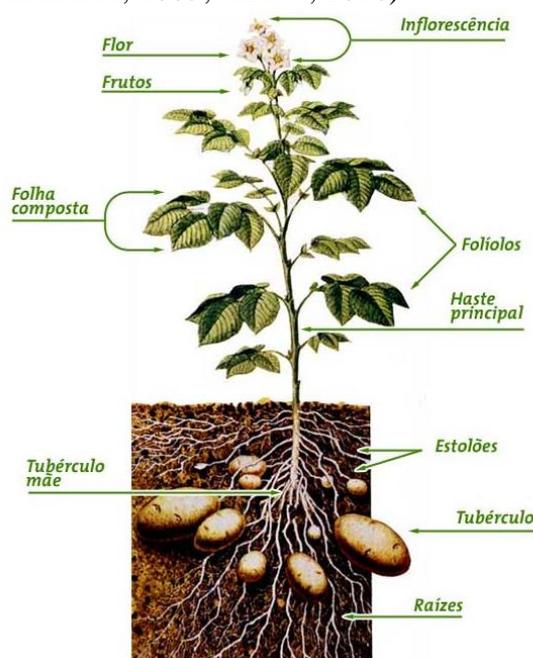


Figura 3: Botânica da Batata

Fonte: ABBA, 2016

A planta possui caules aéreos e subterrâneos especializados. Os caules aéreos são herbáceos, eretos, de secção angulosa e ramificação sinodal (figura 3). Os caules subterrâneos pode ser divididos em dois tipos os estolhos e os tubérculos. O tubérculo é um caule modificado que se forma na extremidade de um estolho, acumula amido como substância de reserva e possui entrenós cuja as gemas se distinguem por olhos. Uma vez maduro o tubérculo possui periderme (casca), córtex, anel vascular e medula central. A forma é geralmente redonda e oval alongada. A cor da polpa geralmente é branca ou amarela. A cor da casca varia de castanho-claro, vermelho ou violeta (ALMEIDA, 2005).

A parte herbácea, pode ter altura entre 50 e 70 cm (até 1,5m na fase adulta). O ciclo pode ser precoce (<90 dias), médio (90-110 dias) ou longo (>110 dias). O caule da batata tem duas partes distintas: uma aérea e outra subterrânea (ABBA, 2016).

2.3.2. Composição Química

A batata é uma cultura com grande importância como fonte de alimento para a população humana em virtude da qualidade nutricional de seus tubérculos e elevada produtividade (EVANGELISTA et al., 2011), além de ser uma boa fonte de proteínas (SHEWRY, 2003). Sendo considerada um dos alimentos mais nutritivos para o homem (ABBA, 2016) e essencial para países populosos por conter elevado teor de vitamina C, proteínas, carboidratos e potássio (Tabela 1) (QUADROS et al, 2009).

O teor de proteína da batata é duas vezes superior ao da mandioca. Pode apresentar em média 2,1% de proteína total, ou seja, cerca de 10,4% do peso seco do tubérculo, comparando com o trigo e o arroz, que apresentam valores de 13 a 7,5%, respectivamente. Ainda considerando as produções e o teor de proteína de cada cultura, as batatas rendem cerca de 300 Kg de proteína por hectare, o trigo 200 Kg e o arroz 168 Kg (ABBA, 2016).

Tabela 1: Composição de uma batata de 150 g

Energia	150 cal
Proteínas	3,7 g
Lipídios (gordura)	0 g
Carboidratos	23 g
Sódio	5 mg
Potássio	729 mg

Fonte: QUADROS et al (2009) com modificação.

O consumo de 100 g de batata cozida consegue suprir até 13% a quantidade diária de proteínas recomendadas para uma criança e 7% para um adulto. Além disso, o balaço de proteína e energia é adequado, ou seja, quem consome batata suficiente para seu suprimento de energia, recebe também uma quantidade significativa de proteína. Com isso, comparando-se a outros tubérculos e cereais, ela necessita de menor complementação proteica (EMBRAPA, 2016).

Com relação às vitaminas, o tubérculo é considerado uma importante fonte para a nutrição humana, principalmente quanto ao ácido ascórbico (vitamina C). Ainda podemos encontrar as principais vitaminas do complexo B, como a tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina e ácido fólico (Tabela 2) (ABBA, 2016).

De acordo com Embrapa (2016), a maioria dos cultivares plantados no Brasil apresenta baixo teor de sólidos solúveis e alto teor de açúcares redutores, o que diminui a sua qualidade durante o processamento industrial relacionado à fritura. Os requisitos para aceitação da batata para processamento a forma de palitos pré-fritos dependem da cor e textura do produto final. O teor de matéria seca deve ser alto para que o produto apresente boa textura e alto rendimento industrial.

Contudo, a única restrição que se faz à batata, quanto à sua qualidade nutricional, é a presença de glicoalcaloides, que aumentam com o esverdeamento do tubérculo. Os principais glicoalcaloides presentes, solanina e chaconina, têm duas ações tóxicas no organismo humano,

afetando o sistema nervoso central e causando ruptura das membranas do trato gastrointestinal. (EMBRAPA, 2016)

Tabela 2: Teores aproximados das principais vitaminas presentes na batata (tubérculos frescos).

Vitamina	mg / 100g
Retinol	3,6 - 7,1
Ac. Ascórbico	2,6 - 36,1
Tiamina, B1	60,0 - 99,3
Riboflavina, B2	31,1 - 78,0
Niacina	1180,0 - 2133,3
Piridoxina, B6	123,3 - 241,3
Ac. Fólico	9,1 - 21,7(µg)

Fonte: ABBA (2016)

2.3.3. Importância Econômica

De acordo com Agriannual (2013) a batata é cultivada em mais de 125 países, sua produção mundial é da ordem de 332,3 milhões de toneladas, com área plantada de 18,2 milhões de hectares e produtividade média de 18,3 t ha⁻¹, no Brasil a área plantada dessa cultura é de aproximadamente 135 mil hectares anuais, sendo que se destacam os estados da região sudeste e sul do país como principais estados produtores desse tubérculo (IBGE, 2016). De acordo com a Associação Brasileira de Batata (ABBA), o agronegócio da batata envolve em torno de 5 mil produtores em 30 regiões de sete estados brasileiros (MG, SP, PR, RS, SC, GO e BA).

Da produção nacional, a maior parte é comercializada *in natura*, e 10% é destinada ao processamento industrial, como batata pré-frita congelada, chips e batata palha. Enquanto em países Europeus, dois terços da produção é destinado ao processamento. Contudo o consumo brasileiro de batata a granel vem diminuindo e o processamento industrial segue a ordem inversa seguindo as tendências dos consumidores (EMBRAPA, 2011).

2.3.4 Características das Cultivares

As cultivares de interesse do consumidor possuem características essenciais para o mercado brasileiro como aparência do tubérculo, película lisa e brilhante, formato alongado, gemas superficiais, polpa de cor creme ou amarela e resistência ao esverdeamento (Tabela 3 e Figura 4). Para o processamento industrial, as características que se destacam é o alto potencial produtivo, tubérculos de formato alongado e com gemas superficiais e teores adequados de matéria seca e açúcares redutores (EMBRAPA, 2016).

O consumidor, prioritariamente escolhe tubérculos pelo formato, por características visuais como cor e brilho da pele, e pelo preço de aquisição (FERNANDES et al, 2010). Contudo, de acordo com Feltran et al (2004), a procura por informações por parte dos consumidores no que diz respeito à adequada forma de preparo e utilização da batata tem sido cada vez maior.

De acordo com o cultivar e o manejo da adubação, a qualidade interna da batata é determinada pela sua composição química. Sua aptidão em relação ao uso (fritura, cozimento

ou massa) depende das características bromatológicas dos tubérculos (FERNANDES et al, 2010; QUADROES et al, 2009; BREGAGNOLI, 2006).

Logo, de acordo com Zorzella et al (2003), a composição química e bioquímica da batata é importante tanto para determinar a sua qualidade, quanto para a qualidade do produto final. Assim como o conteúdo de açúcares redutores e o teor de matéria seca interferem na qualidade da batata para fritura e textura do produto processado, pois influencia na coloração e absorção do óleo durante o processamento de fritura.

Fernandes et al (2010) em seu estudo com cultivares de batata (Ágata, Asterix, Atlantic, Markies e Mondial), observaram maiores valores de sólidos solúveis (°Brix) nas cultivares Atlantic (5,05) e Markies (5,27), quanto a matéria seca (%) as cultivares Markie (17,20) e Atlantic (19,00) apresentarem maiores teores. Tubérculos com menores teores de carboidratos e menores teores de água são adequados à frituras. Ágata (14,10) e Mondial (13,30) apresentaram teores mais baixos de matéria seca, logo são mais firmes no cozimento, sendo indicadas na preparação de pratos assados.

Tabela 3: Cultivares e suas características

Variedade	Cor da casca	Formato	Cor da polpa	Melhor utilidade	Característica Marcante
Ágata	Amarela	Oval	Amarela-clara	Cozinhar e assar	Muita água e sabor fraco
Asterix	Vermelha	Oval- alongado	Amarela-clara	Cozinhar e fritar	Ao cozinhar, a polpa se esfarela e fica clara
Baraka	Amarela-clara	Oval	Amarela-clara	Cozinhar, assar, fritar e massa	Polpa seca e consistência firme
Bintje	Amarela	Alongado	Amarela	Cozinhar, assar, fritar e massa	Polpa seca e consistência firme
Caesar	Amarela	Oval- alongado	Amarela	Fritar e assar	Polpa seca e consistência firme
Cupido	Amarela-clara	Oval	Amarela-clara	Cozinhar e assar	Muita água, sabor fraco e perde a cor no cozimento
Markies	Amarela	Oval- alongado	Amarela	Cozinhar, assar, fritar e massa	Consistência firme, não perde a cor e tem sabor forte
Monalisa	Amarela-clara	Oval- alongado	Amarela-clara	Cozinhar e assar	Muita água, sabor fraco e perde a cor no cozimento
Mondial	Amarela	Alongado	Amarela-clara	Cozinhar e assar	Polpa seca e consistência firme

Fonte: Adaptado de Hortiescolha (2016).



Figura 4: Cultivares de batata comercializadas
 Fonte: Adaptado de Hortiescolha (2016).

2.4 Embalagem Ativa

As áreas de pesquisa em embalagens de alimentos tem-se centrado no desenvolvimento de técnicas de acondicionamentos capazes de melhorar as propriedades de conservação dos alimentos com base na sua interação com a embalagem. Essa técnica é conhecida como sistemas de embalagem "ativos". Onde uma embalagem ativa pode ser definida como uma embalagem formada por um material que interage com o produto embalado de forma desejável podendo alterar suas características de forma a prolongar sua validade comercial, aumentando a segurança e mantendo a qualidade (GONZÁLEZ E IGARZABAL, 2013).

Vermeiren et al (1999) definem embalagem ativa como o tipo de embalagem que muda as condições do ambiente que cerca o alimento para prolongar a sua vida útil, manter as propriedades sensoriais e de segurança, enquanto conserva a qualidade do alimento.

Uma embalagem convencional atua na segurança do alimentos de acordo com as barreiras de contaminação (microbiológica e química) e prevenção de migração dos seus componentes para o alimento. Já os sistemas de embalagem ativa acumulam diversas funções, como absorção de compostos que favorecem a deterioração, liberação de compostos que aumentam a validade comercial e monitoramento da validade comercial (REBELLO, 2009).

As embalagens ativas podem ser usadas como filmes e coberturas ou revestimentos. Os revestimentos são aplicados e formados diretamente sobre os alimentos, já os filmes são pré-formados separadamente e posteriormente utilizados (AZEREDO *et al.*, 2000).

2.4.1. Revestimentos

Atualmente os revestimentos têm ganhado uma enorme importância e apresentam-se como uma alternativa para estender a validade comercial dos alimentos, a exemplo reduzindo os efeitos prejudiciais provocados pelas operações do processamento mínimo de vegetais. Porém, sua utilização não é recente e seu campo de atuação é vasto.

Desde o século XII, a cera de abelha era aplicada por chineses para revestir laranjas e limões aumentando assim a vida de prateleira dessas frutas. Desde 1930, emulsões de cera e óleo têm sido utilizados sobre frutas frescas para melhorar a aparência, cor e brilho, controlar o amadurecimento e retardar a perda de água (VILLADIEGO et al, 2005).

Falgueira et al (2011), definem os revestimentos como camadas finas de materiais comestíveis, onde protegem o produto de danos mecânicos, químicos e de atividades microbiológicas. São aplicados diretamente na superfície do alimento onde atuam como barreira ao vapor de água, dióxido de carbono, oxigênio e outros solutos.

Os revestimentos são formados por pelo menos um componente capaz de formar uma matriz contínua e coesa, como proteínas, polissacarídeos e lipídios (REBELLO, 2009).

Os revestimentos à base de proteínas têm geralmente propriedades mecânicas e de barreira superiores aos formados por polissacarídeos, graças à estrutura das proteínas, capaz de conferir maiores propriedades funcionais. Os revestimentos lipídicos são geralmente usados por sua excelente barreira à umidade; entretanto, apresentam algumas desvantagens no que se refere a estabilidade (susceptibilidade a oxidação) e características sensoriais (sabor e textura às vezes desagradáveis) (REBELLO, 2009).

Por serem aplicados diretamente sobre os alimentos, os revestimentos podem manter as propriedades de textura, podem carrear aditivos, como antioxidantes e antimicrobiano, melhorando e mantendo as características físicas e químicas de vegetais coberto (GIANCONE et al., 2008).

2.5 Proteína de Soro de Leite

As proteínas do soro de leite têm sido utilizadas em diversas aplicações alimentícias, devido as suas propriedades funcionais, como, a emulsificação, solubilidade, formação de espuma, viscosidade, gelatinização, que possibilita a retenção de grandes quantidades de água e outras pequenas moléculas dentro da matriz, conferindo estabilidade aos alimentos, além do valor nutricional, sendo uma excelente fonte de aminoácidos essenciais (RIBEIRO-SANTOS et al, 2016).

As proteínas do soro correspondem a 20% das proteínas do leite, sendo que a α -lactoalbumina e a β -lactoglobulina representam de 70 a 80% do total das proteínas do soro. Também são encontrada a albumina de soro, imunoglobulinas, protease-peptonas lactoferrina, lactoperoxidase e outras enzimas (ZUÑIGA, 2003).

De acordo com Damodaran, Parkin e Fennema (2010), alguns derivados das proteínas do soro de leite apresentam efeito antimicrobiano. Como as β -lactoglobulina, α -lactoalbumina e a mais conhecida, o peptídeo antimicrobiano da Lactoferrina, a lactoferricina B, que exibe atividade bactericida contra patógenos como *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, propriedades antivirais, imunorregulatórias e anti-inflamatórias também tem sido atribuídas a esse peptídeo.

Logo, diversas aplicações de proteínas do soro de leite também têm sido relatadas na literatura, como filmes e revestimento, sendo formas alternativas de prolongar o tempo de armazenamento de produtos frescos e minimamente processados.

Moritz et al (2009) avaliaram a capacidade de retenção do teor de umidade em fatias de bananas (*Musa spp* AAB 'Prata') revestidas por imersão em solução filmogênica à base de concentrado de soro de leite. Eles puderam observar que as fatias de banana revestidas apresentaram menor perda de massas, devido à menor perda de umidade das frutas durante 5 dias. Contudo houve escurecimento enzimático, sendo recomendado adição de agentes antioxidantes.

Azevedo et al (2018) avaliaram o efeito de nanocompositos isolados de proteína de soro de leite incorporados com montmorilonita (MMT-Na⁺) e ácido cítrico sobre o escurecimento enzimático e manutenção de qualidade de maçãs recém-processadas armazenadas em condições refrigeradas. Logo, observaram que a aplicação de montmorilonita combinada com ácido cítrico em filmes isolados de proteína de soro foi efetiva na preservação de fatias de maçã minimamente processadas durante o armazenamento a 5 ° C com UR aproximadamente 85% e 8 dias. Os filmes contendo ácido cítrico mantiveram as características de cor, reduzindo a perda de qualidade associada à manutenção da acidez, sólidos solúveis, atividade da água, redução de atividade de polifenoloxidase e peroxidase.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

Adequar um revestimento ativo a base de proteína de soro de leite, incorporando agentes antioxidantes, visando aplicabilidade em batata inglesa (*Solanum tuberosum L.*), minimamente processadas, de forma a possibilitar a extensão de sua validade comercial.

3.2. Objetivos específicos

- Adequar um revestimento ativo a base de proteína do soro de leite incorporando ácido cítrico, ácido ascórbico e a combinação destes, procurando minimizar o escurecimento enzimático de batatas minimamente processadas;
- Avaliar as batatas (*Solanum tuberosum L.*) minimamente processadas revestidas quanto a manutenção de sua qualidade verificando suas características físico-químicas;
- Avaliar as condições microbiológicas das batatas (*Solanum tuberosum L.*) minimamente processadas revestidas (*Salmonella*, coliformes totais e termotolerantes, contagem total de mesófilos, contagem de fungos filamentosos e leveduras);
- Avaliar a coloração das batatas (*Solanum tuberosum L.*) minimamente processadas e revestidas;
- Avaliar o revestimento desenvolvido quanto à possibilidade de atividade antimicrobiana inerente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório Agroindustrial de Embalagem e Tecnologia (LAETec) na Universidade Federal Fluminense (UFF) em Volta Redonda, tendo suporte dos laboratórios, da EEIM-VR (Laboratório de Biotecnologia), CEFET de Valença (Laboratório de Análise Sensorial) e UFRRJ (Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas).

A figura 5 mostra as etapas resumidas no fluxograma e a seguir descritas detalhadamente.

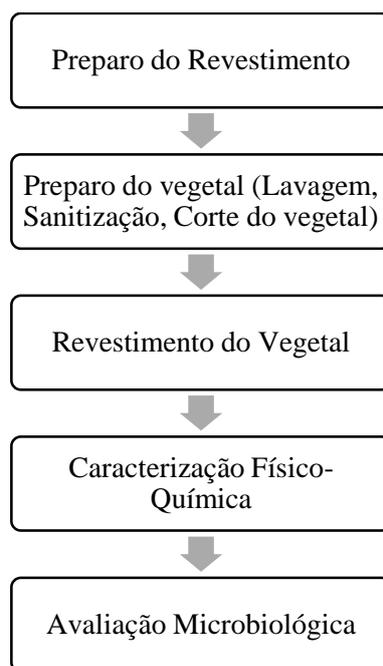


Figura 5: Fluxograma das etapas do experimento

4.1. Revestimento à base de proteínas do soro de leite

A adequação do revestimento ocorreu tendo como base a metodologia de Amaral (2014).

A proteína concentrada do soro de leite (WCP) (Glanbia Nutritional, EUA) (6,0% m/m) foi diluída em água destilada, sendo homogeneizada até completa solubilização em agitador de tubos (Phoenix, modelo AP56).

Após a solubilização, adicionou-se o agente plastificante glicerol (Glicerina P.A. ACS, Vetec Química Fina, Duque de Caxias, RJ) (2% m/m), sendo novamente homogeneizado em Ultra-Turrax® (IKA® T10 basic) por 5 minutos a 10.600 rpm.

A solução filmogênica foi aquecida à temperatura de 80 °C por 20 minutos em banho-maria. Sendo posteriormente resfriada em banho de gelo até atingir a temperatura ambiente.

Com a solução filmogênica formada e resfriada, foram adicionados os agentes antioxidantes (ácido cítrico e ácido ascórbico) sendo homogeneizadas até solubilização em agitador de tubos. Para ácido ascórbico utilizou-se as concentrações de 1 a 2 %, e para o ácido cítrico 1,5 a 3%.

A solução foi estocada a 10°C por 24 horas para então ser utilizada como revestimento de batatas minimamente processadas.

4.2. Preparo dos vegetais minimamente processados (VMP)

Para este estudo foram utilizadas batatas (*Solanum tuberosum* L.) obtidas em mercado local da cidade de Volta Redonda, RJ, mantendo a uniformidade quanto a cor, tamanho e integridade aos danos mecânicos. Uma vez que o estabelecimento de compra não especificou o cultivar, mediante estudos prévios da descrição das espécies atribui-se a cultivar bintje. Ainda, observa-se que a mesma é usual de compra do consumidor. Após a aquisição os vegetais foram higienizados para então serem processados.

Na higienização, os vegetais foram lavados em água corrente, para a retirada das sujidades superficiais. Após esta etapa, foram imersos na solução com hipocloreto de sódio (Hidrosteril®, 2,5% de NaClO, 1,0% de NaCl) por 15 min a temperatura ambiente.

O tubérculo foi descascado manualmente e cortado na forma de palito, em aproximadamente 5cm de comprimento por 1cm de largura, com auxílio de um cortador e picador em inox de legumes na forma de batata palito, sendo imersos rapidamente em água destilada a 10°C (para retirada do amido e suco celular).

Com auxílio de peneiras plásticas, retirou-se o excesso de água incorporado no vegetal.

Os vegetais minimamente processados foram imersos nos revestimentos produzidos, secos a temperatura ambiente e dispostos em potes de polipropileno recoberto com filme de PVC (poli (cloreto de vinila)) esticável e armazenados a 10±2°C por até 10 dias em BOD.

4.3. Caracterização dos Vegetais

4.3.1. Avaliação da coloração do vegetal revestido

A cor foi analisada com auxílio de um colorímetro (Minouta CM-5-ID), onde verificou-se os índices de luminosidade L^* , índices de croma a^* e b^* , definido pela “International Commission on Illumination” (CIE $L^*a^*b^*$).

Para cálculo das coordenadas de cor, foi estabelecido o iluminante D65 (luz do dia 6500K) e o ângulo de 10° para o observador e a escala do sistema de cor CIE Lab. As coordenadas determinadas foram: L^* que representa a luminosidade em uma escala de 0% (preto) a 100% (branco); a^* que representa uma escala de tonalidades de vermelho (0+a) a verde (0-a) e b^* que representa uma escala de tonalidades de amarelo (0+b) a azul (0-b). As amostras de batatas em palito foram avaliadas individualmente sobre a placa de análise com 3mm de diâmetro, sendo realizadas 3 leituras de pontos distintos. Todos os tratamentos foram analisados em triplicata.

Com os valores de L^* , a^* e b^* , obteve-se o cálculo de:

- i. A diferença total de cor (ΔE^*): foi calculada de acordo com a equação 1:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

ΔE = diferença entre cada parâmetro de cor da amostra entre um tempo t (t_5 e t_{10}) e o tempo inicial (t_0).

- ii. H (h_u^*): representa a tonalidade da cor (Equações 2 e 3):

$$H^\circ = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad \text{Equação 2}$$

Quando $a^* < 0$: $H^\circ = 180 + \tan^{-1} (b^*/a^*)$

$$H^\circ = 180 + \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad \text{Equação 3}$$

iii. Chroma: representa a intensidade e a pureza da tonalidade (Equação 4)

$$Chroma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{Equação 4}$$

iv. IE: Índice de Escurecimento (Equação 5)

$$IE = \frac{100(X-0,31)}{0,172} \quad \text{Equação 5}$$

Onde X é dado pela equação 6:

$$X = \frac{(a+1,75L)}{(5,645L+a-3,02b)} \quad \text{Equação 6}$$

v. IC: Índice de Cor (Equação 7)

$$IC = \frac{(a^* \times 1000)}{L^* \times b^*} \quad \text{Equação 7}$$

4.3.2. Avaliação quanto à perda de massa

A perda de massa foi avaliada através de pesagens periódicas dos vegetais em balança analítica. Onde foi calculada em relação à massa inicial da batata MP (tempo zero de armazenamento) e a massa obtida em cada intervalo de armazenamento, sendo os resultados expressos em percentagem. Foram utilizadas amostras não destrutivas.

A perda de massa, PM (%), foi calculada de acordo com a equação 8, sendo o resultado final a média de três amostras.

$$PM \left(\% \frac{m}{m} \right) = \frac{(massa\ inicial - massa\ final)}{Massa\ inicial} \times 100 \quad \text{Equação 8}$$

4.3.3. Avaliação quanto ao teor de umidade

De acordo com o procedimento sugerido por Yoshida e Antunes (2009), o teor de umidade foi determinado pela diferença de massa dos vegetais antes de serem colocados em estufa para perda de água e após tal procedimento. Os vegetais foram dispostos em estufa (Nova Técnica, NT 513) por 24 horas a 60 °C, seguidos por 12 horas a 105°C.

4.3.4. Determinação do teor de sólidos solúveis

O teor dos sólidos solúveis foi determinada com o auxílio de um refratômetro de mesa (Ionlab, Abbe) e o resultado expresso em °Brix. O aparelho foi previamente calibrado com água destilada. A partir do extrato líquido obtido da maceração das amostras em cacinho os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados. Este procedimento foi realizado para cada amostra em triplicata

4.3.5 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada por leitura direta em potenciômetro digital da marca pHmetro TECNAL (Tecnopon modelo mPA – 210) em amostras homogeneizadas com água destilada em Ultra-Turrax (IKA® T10 básico) (IAL, 2005). O equipamento foi calibrado com soluções padrão pH 7,0 e 4,0.

4.3.6 Determinação da acidez total

Para determinar a acidez, foi pesado 5g de amostra e esta homogeneizada em 40mL de água destilada e filtrada. Em seguida foi adicionado 2 a 3 gotas do indicador fenolftaleína e então titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1N até coloração rósea permanente. A acidez titulável total foi calculada a partir do volume (mL) de NaOH 0,1 mol L⁻¹ (IAL, 2005).

$$P = \frac{(V \times f \times 100)}{(p \times c)} \quad \text{Equação 9}$$

Em que:

V= Volume de NaOH gasto na titulação (mL)

f = Fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M

p = Gramas (g) da amostra utilizada na titulação

c = Correção para solução de NaOH 1M, 10 para solução NaOH 0,1M e 100 para solução NaOH 0,01M.

4.3.7 Avaliação da Textura

A textura da batata minimamente processada foi realizada de acordo com Yoshida e Antunes (2009) com modificações. A análise foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial no CEFET em Valença. As amostras de batatas MP foram avaliadas quanto a resistência à penetração em texturômetro *Stable Micro Systems* (TA.XT Express Enhanced).

As batatas MP em formato de palito, foram colocadas no prato base do texturômetro, foi utilizado uma ponteira de 2,0 mm de diâmetro, velocidade de 1 mm/s de penetração. As amostras foram avaliadas em 3 pontos distintos por amostra em triplicatas por tratamento, logo 9 palitos foram utilizadas para cada tratamento. O dado obtido foi uma média dos picos (dureza) em gF (grama força) e os resultados foram expressos em firmeza da polpa em Newton (N) através da equação 10 (DIAS, 2011; BOURNE,2002).

$$\text{Firmeza da polpa (N)} = \frac{\text{firmeza da polpa em gF.F}}{1000} \quad \text{Equação 10}$$

4.4. Avaliação microbiológica dos vegetais minimamente processados

As batatas minimamente processadas revestidas que apresentaram as melhores características físico-química foram avaliadas quanto a presença de coliformes a 35 (totais) e a 45° (termotolerantes), mesófilos, fungos filamentosos e *Salmonella*.

4.4.1. Determinação de coliformes totais e termotolerantes e *Salmonella*

A determinação dos coliformes e *Salmonella* foi realizada no LAAB da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sendo o mesmo credenciado.

Sendo para controle do processo, a determinação de coliformes e *Salmonella*, foi realizada no dia de processamento (tempo 0).

4.4.2 Contagem total de mesófilos e fungos filamentosos

Para a contagem de mesófilos e fungos filamentosos, foram transferidas 25g de amostras dos vegetais para bolsas estéreis contendo 225 mL de solução de água peptonada 0,1% estéril e homogeneizada em estomacher (Logen Scientific, LS1901 N).

A solução homogeneizada foi diluída serialmente em água peptonada 0,1% e as diluições utilizadas para as análises microbiológicas pelo método *Spread-Plate*. Para a contagem total de mesófilos foi utilizados o meio de cultura PCA (Agar Contagem Total) enquanto para fungos filamentosos, o meio BDA (Agar Batata Dextrose) e a contagem das colônias ocorreu após 48h de incubação a $35\pm 2^\circ\text{C}$ e 3 dias a $25\pm 2^\circ\text{C}$, respectivamente.

Foram realizadas 2 repetições em triplicatas.

4.5. Determinação da atividade da polifenoloxidase presente no vegetal minimamente processado

A determinação da atividade enzimática foi realizada segundo metodologia descrita por Oliveira et al (2008) com modificações.

Foram utilizados os vegetais com os tratamentos que apresentaram melhores resultados na avaliação de cor e físico-químico.

Aproximadamente 4g de raspas da superfície das batatas foram trituradas em Mixer (Philips Walita Viva Black) e homogeneizadas com 24 mL de solução tampão fosfato à 4°C (0,2M) pH 6,0 em agitador Ultra Turrax (IKA® T10 basic). O homogeneizado foi centrifugado por 30 min a 3500 rpm a temperatura de 4°C .

O sobrenadante resultante foi utilizado para a determinação da atividade enzimática. Retirou-se uma alíquota de 30 μL do sobrenadante (extrato enzimático), que foi adicionado a 1,3 mL de tampão fosfato 0,2 M, pH 6 e 1,5 mL de catecol (Proquímica, Bangu) 0,2 M, sendo homogeneizados imediatamente em agitador de tubos. Em seguida, foi realizada a leitura de absorbância (425 nm) em espectrofotômetro (Shimadzu, UV-1800) de 30 em 30 s, totalizando 3 minutos de reação.

4.6. Avaliação da atividade antimicrobiana inerente ao revestimento desenvolvido

A avaliação da atividade antimicrobiana foi realizada usando teste de disco-difusão em ágar de acordo com Ostrosky et al (2008) com modificações.

O teste foi realizado com discos de papel-filtro de 6 mm de diâmetro, impregnados com revestimento, e colocado sobre ágar PCA (Agar Contagem Total) e BDA (Agar Batata Dextrose), após semeadura do inóculo microbiológico.

A análise dos resultados para os microrganismos foi realizado através da medidas dos halos de inibição possivelmente formados.

Os microrganismos utilizados no estudo foram: As bactérias *Staphylococcus aureus* (Gram-positivos), *Escherichia coli* (Gram-negativa) e o fungo *Penicilium spp.* Foram realizadas duas repetições em triplicata.

4.6.1. *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*

Com auxílio de uma alça bacteriológica, foram colhidas algumas colônias das bactérias (placa em estoque regularmente replicada) e inseridas em 10mL de água peptonada afim de se obter a turvação correspondente a 0,5 da escala de McFarland (10^8 UFC/mL). Após homogeneização e confirmação da turbidez, 0,1 mL da solução foi espalhada uniformemente com auxílio da alça de drigalsk na placa de petri contendo PCA.

Discos de 6mm de diâmetros foram embebidos na solução filmogênica e dispostos na placa inoculada.

As placas foram incubadas a $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ sendo observadas após 24 horas.

4.6.2. *Penicilium spp*

Com auxílio de uma alça bacteriológica, foram colhidas algumas colônias (placa em estoque regularmente replicada) e inseridas em 10mL de água peptonada. Após homogeneização foi retirado 1 gota e colocada na câmara de Newbauer para contagem de esporos em microscópio.

Com a confirmação de 200 a 300 esporos (10^8 esporos/mL), retirou-se 0,1 mL e inoculou em placa de petri contendo BDA, espalhando uniformemente.

Discos de 6 mL de diâmetro foram embebidos na solução filmogênica e dispostos na placa inoculada.

As placas foram incubadas a $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ sendo observadas após 3 dias.

4.7. Concentração de O₂ no “headspace” da embalagem

O analisador de gases Oxybaby (Sunnyvale, M+i O₂) foi usado para verificar a concentração de Oxigênio dentro da embalagem de batatas MP, podendo verificar a disponibilidade de gás para a respiração do vegetal. A agulha foi penetrada ao longo do septo adesivo colocado no filme pvc afim de evitar vazamento de gás e rasgamento do filme durante a análise (ADAY, 2016).

A concentração de oxigênio foi analisada durante 10 dias (a cada 24 horas) em duplicata.

4.8. Planejamento Experimental

Para este estudo foi realizado a Metodologia de Superfície e Resposta (MSR), uma vez que ela considera vários fatores em níveis diferentes e as interações correspondentes entre esses fatores e níveis. O modelo utilizado para o delineamento experimental foi o Central Composite: Orthogonal com uniformidade e precisão, onde os fatores, Tempo (dias), Concentração de Ácido Cítrico (% m/m) e Concentração de Ácido Ascórbico (% m/m) foram avaliados. O delineamento experimental gerado possui três diferentes fatores em três níveis diferentes (-1,0,+1) (Tabela 4).

Tabela 4: Níveis das variáveis do Planejamento Experimental do tipo fatorial 2^k.

Tratamentos	Ácido Ascórbico (%)		Ácido Cítrico (%)		Tempo (dias)	
	Valor Codificado	Valor Real	Valor Codificado	Valor Real	Valor Codificado	Valor Real
1	-1	(0,0)	-1	(0,0)	-1	0
2	-1	(0,0)	-1	(0,0)	1	10
3	-1	(0,0)	1	(3,0)	-1	0
4	-1	(0,0)	1	(3,0)	1	10
5	1	(2,0)	-1	(0,0)	-1	0
6	1	(2,0)	-1	(0,0)	1	10
7	1	(2,0)	1	(3,0)	-1	0
8	1	(2,0)	1	(3,0)	1	10
9	-1	(0,0)	0	(1,5)	0	5
10	1	(2,0)	0	(1,5)	0	5
11	0	(1,0)	-1	(0,0)	0	5
12	0	(1,0)	1	(3,0)	0	5
13	0	(1,0)	0	(1,5)	-1	0
14	0	(1,0)	0	(1,5)	1	10
15	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
16	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
17	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
18	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
19	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
20	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
21	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
22	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5
23	0	(1,0)	0	(1,5)	0	5

As variáveis respostas (dependentes) avaliadas foram: os parâmetros de cor (L*, a*, b*, Chroma, IE, H (hu*)(°)), ΔE , IC, umidade, sólidos solúveis, perda de massa, pH e acidez.

Foram realizados 23 ensaios experimentais (número de combinações experimentais de acordo com o delineamento). Os níveis das variáveis independentes utilizadas foram 0, 1 e 2% para Ácido Ascórbico, 0, 1.5 e 3% para Ácido Cítrico e 0, 5 e 10 dias de armazenamento.

O programa *Software Statistical Analysis System 9.0*® (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA) foi utilizado para a construção do desenho experimental e para a análise dos dados coletados. Com as 23 combinações experimentais, foram replicadas três vezes, logo o total de medidas foram 69.

Para análise de microbiologia, atividade de polifenoloxidase, concentração de O₂, perda de massa e coloração do vegetal foi utilizado Regressão, Anova e teste estatístico de médias Tuckey na segunda parte do estudo.

Os gráficos de superfície e resposta foram gerados no programa Statistica 7.0 em função das equações geradas pela metodologia de superfície e resposta. Os eixos X e Z do gráfico representam quaisquer dois fatores significativos e o eixo Y representa qualquer resposta.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Perda de Massa

A perda de massa das batatas variou reduzindo de 9 a 27%, após 5 e 10 dias de armazenamento a 10°C respectivamente, sendo observado a crescente perda com o tempo.

Endo (2006) observou também que a perda de massa das batatas minimamente processadas e embaladas com filmes celulósicos incorporados com ácido cítrico, monoclórato de L-cistepina, ácido sórbico e ambos compostos, foram mais susceptíveis à perda de massa em função do tempo. Dias (2011) relatou que a perda de massa de zero no dia do início do experimento para percentuais de 0,34 a 1,29 no último dia do experimento, sendo 12 dias de armazenamento, em batatas Asterix MP embaladas em filmes de metilcelulose em diferentes atmosferas (ar atmosférico, argônio e vácuo).

Amaral (2014) utilizando revestimento ativo de proteína de leite incorporado com AC e AA em maçã gala, verificou uma perda de massa de 18% após 7 dias de armazenamento, sendo atribuído também ao fator tempo.

Sanches et al (2017) verificaram em frutos de pitanga, tratados com ácido ascórbico, ácido cítrico, cloridrato de L-cisteína e cloreto de cálcio, o aumento da perda de massa fresca com o tempo de armazenamento, chegando a máxima variação de 10,19%.

A transpiração é o mecanismo pela qual a água é perdida devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície da amostra, ficando assim como o maior responsável pela perda de massa (BHOWMIK E PAN, 1992). Assim como a permeabilidade do filme hidrofílico está relacionada a umidade relativa do ambiente, ou seja, quanto maior for a umidade relativa maior a permeabilidade. Outro fator que pode ter influenciado na perda de massa das amostras, é o glicerol que é considerado um bom plastificante, entretanto, é muito sensível à umidade relativa do ambiente, pois permite a migração de moléculas de água para fora do filme (THOMAZINE ET AL, 2005; CISNEROS-ZEVALLOS E KROCHTA, 2003). Neste estudo, todas as amostras acondicionadas em potes de polipropileno sendo recobertos com filmes de PVC, este por sua vez apresenta alta permeabilidade a gases e vapor de água, o que facilita a perda de água dos produtos armazenados.

Com a Metodologia de Superfície e Resposta (MSR) utilizada, foi gerada a equação 11 para os tratamentos, onde o único fator que mostrou influência sobre a perda de massa foi o tempo ($p > 0,05$). Ou seja, quanto maior for o tempo de armazenamento, maior será a perda de massa para a batata revestida com proteína de soro de leite incorporada com AC e AA.

$$\text{Perda de Massa} = -0,00337 + 0,025446 \times \text{Tempo} \quad \text{Equação 11}$$

De acordo com a tabela 5 e 6, pode-se ainda comprovar que somente pela influência do fator tempo, através do resultado da ANOVA e Regressão, onde o valor de F mostra significância entre os tratamento ($F < 0,05$) enquanto o *valor-p* de AA(%) e AC(%) apresentam valores $> 0,05$, logo não existe significância com relação ao parâmetro perda de massa, o parâmetro tempo apresentou $\text{valor-p} < 0,05$. Além disso, encontramos, R^2 e R^2 -ajustado com 96% e 95%, respectivamente, indicando o quanto as variáveis independentes explicam a variável dependente. No caso, o quanto o tempo explica a perda de massa.

Tabela 5: Análise de variância para Perda de Massa

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	3	0.159868	0.053289	156.2463	1.45×10^{-13}
Resíduo	19	0.00648	0.000341		
Total	22	0.166348			

Tabela 6: Regressão para a Perda de Massa

<i>Estatística de regressão</i>		Variáveis	<i>valor-P</i>
R múltiplo	0.980329	AA (%)	0.114183
R ²	0.961045	AC (%)	0.097368
R ² ajustado	0.954894	Tempo (dias)	8.4×10^{-15}
Erro padrão	0.018468		
Observações	23		

5.2. Teor de Umidade

Os produtos apresentaram teor de umidade superior a 80% durante os 10 dias de armazenamento, sendo o maior teor de 86%. Os mesmos se mostram próximos aos citados pela literatura, como Luengo et al (2011), que cita o teor médio de umidade para batatas como sendo 83,3%. Dias (2011) observou teores de umidade para batata MP embalados em filmes de metilcelulose em diferentes atmosferas variando de 80,32 a 84,03% durante 12 dias de armazenamento.

A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos, uma vez que esta medida está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição (CECHI, 2003). Durante o período de armazenamento, o tempo, a concentração de AA e AC apresentaram influencia sobre o teor de umidade, conforme equação 12 obtido pela MSR. O fator tempo está diretamente relacionado ao teor de umidade, a exemplo, T1(0 dias) e T2 (10 dias), ambos sem adição de ácidos, apresentaram 86,21 e 82,61% de umidade, respectivamente. Logo quanto maior for o período de armazenamento, menor será a umidade da batata MP revestida com proteína de soro de leite, sendo inverso a perda de massa com relação ao tempo onde há um incremento. Observando as concentrações de AA e AC, o teor da umidade tenderá a diminuir em maiores concentrações de AA (gráfico 1a) e conseqüentemente o período de prateleira do produto, Para o AC, o valor de umidade tenderá a aumentar quando sua concentração permanecer entre 1 e 2% (gráfico 1b).

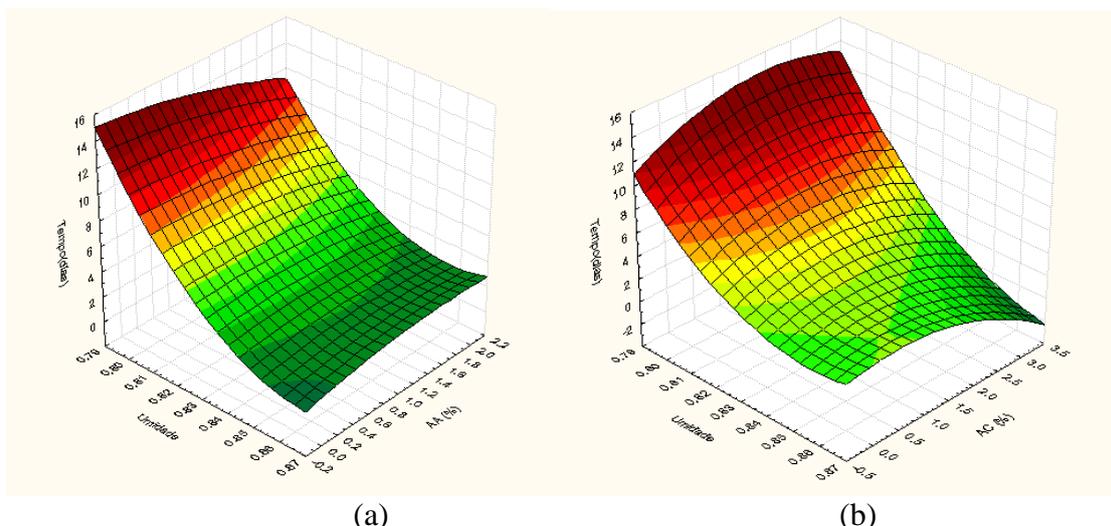


Gráfico 1: Gráficos de superfície e resposta para umidade, em batatas MP em variadas concentrações de ácido cítrico (AC) (a) e ácido ascórbico (AA) (b), incorporado no revestimento ativo.

$$\begin{aligned}
 \text{Umidade} = & 0,685131 + 0,68068 \times AA + 0,061546 \times AC + 0,020147 \times \text{Tempo} - \\
 & 0,000678 \times AA^2 - 0,013976 \times AA \times AC - 0,005356 \times AA \times \text{Tempo} - \\
 & 0,005583 \times AC^2 - 0,003794 \times AC \times \text{Tempo} - 0,000803 \times \text{Tempo}^2
 \end{aligned}
 \tag{Equação 12}$$

5.3. pH

O pH é uma das variáveis, com grande influência na degradação dos alimentos. Um aumento no pH pode causar interferência e uma significativa perda de vitaminas essenciais, aumento na proliferação de patógenos e consequentemente redução do tempo de prateleira, uma vez que, a valores altos a taxa metabólica dos microorganismos não se reduz (SILVA et al, 2017). De acordo com Martínez e Whitaker (1995), o pH, a concentração de PPO, temperatura e disponibilidade de oxigênio, são alguns fatores que afetam o escurecimento enzimático

Pelo modelo preditivo de pH, foi observado que o fator tempo é a única influencia, como pode ser observada na regressão (Tabela 7 e 8), onde apenas essa variável foi significativa, conforme equação 13.

$$pH = 5,289375 + 0,39878 \times \text{Tempo} - 0,029078 \times \text{Tempo}^2
 \tag{Equação 13}$$

Tabela 7: Análise de Variância para pH de batatas MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AA e AC

	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	3	1.707603	0.569201	3.741000061	0.028798942
Resíduo	19	2.89089	0.152152		
Total	22	4.598494			

Tabela 8: Regressão para pH de batatas MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AA e AC

<i>Estatística de regressão</i>		Variáveis	<i>valor-P</i>
R múltiplo	0.6093765	Interseção	1.65×10^{-16}
R ²	0.3713398	AA (%)	0.687796
R ² ajustado	0.2720776	AC (%)	0.140626
Erro padrão	0.3900669	Tempo (dias)	0.008254
Observações	23		

O pH observado durante o estudo oscilou entre 5,07 a 6,55 no tempo 0 e 10 dia de armazenamento, respectivamente. Dias (2011) encontrou valores de pH que variam no dia 0 de 5,37 a 5,70 e após 12 dias de 6,10 a 6,50 em batata MP embalados com filmes de metilcelulose em diferentes atmosferas. Fernandes et al (2010) observaram em diferentes cultivares de batatas, valores de pH acima de 6,0. Endo (2006) observou a manutenção do valor próximo a 6,0 do pH em batatas MP intercalada com filme ativo de base celulósica com ácido cítrico, monoclórato de L-cisteína e ácido sórbico durante o período de armazenamento de 9 dias.

De acordo com Duangmal e Apenten (1999), o pH máximo para atividade da PPO em batatas seria de 6,8, continuando ativa entre 4,4 e 6,0 e inativa em pH 4,0. Contudo, os autores afirmam que o pH ótimo da batata depende das propriedades genéticas (variedade), natureza do substrato fenólico e o método de extração. De acordo os valores encontrados nesse estudo, o pH seria insuficiente para inativar a PPO.

5.4. Acidez Total Titulável

Foi observado que os fatores tempo e AC influenciaram na acidez total titulável (ATT), como observado no modelo preditivo (Equação 14).

$$ATT = 0,4795 + 0,065222 \times AC - 0,027336 \times Tempo - 0,006556 \times AC \times Tempo + 0,004997 \times Tempo^2 \quad \text{Equação 14}$$

Em todos os tratamentos houve tendência ao aumento da acidez total titulável ao longo do período de armazenamento.

Para os tratamento sem adição de ácidos orgânicos, T1 e T2, houve incremento do valor da acidez de 0,44 para 0,67 % v/m, enquanto que o pH obteve uma ligeira queda, 6,34 para 6,14, nos tempos 0 e 10 dias de armazenamento, respectivamente. Logo, apenas o fator tempo influenciou nos resultados. Já para T3 e T4, com 3% AC, tanto o valor da acidez (0,67 – 0,75) quanto do pH (5,24 – 6,2) aumentaram em 10 dias de armazenamento, ocorrendo o mesmo para T5 e T6 com 2% AA, apresentando 0,67-0,75 para acidez e 5,24-6,20 para pH. Enquanto os tratamentos utilizando ambos ácidos, AA e AC, obtiveram diferentes reações em variadas concentrações. Para T7 e T8, com 2% AA e 3% AC, apresentou queda no valor da acidez (0,71-0,67) e incremento do pH (5,07-6,55), já para T13 e T14, com 1%AA e 1,5%AC, houve incremento tanto da acidez (0,59-0,77) quanto do pH (5,47-6,47).

A acidez encontrada se manteve entre 0,44 e 0,76% para 0 e 10 dias de armazenamento, respectivamente. Sendo inferior ao descrito por Endo (2006), com 0,85 a 1,15% para batatas

MP intercalada com filme ativo de base celulósica com ácido cítrico, monoclórídato de L-cisteína e ácido sórbico durante o período de armazenamento de 9 dias.

Nascimento (2017) encontrou em batata MP com adição de metabisulfito de sódio e AA, acidez total titulável entre 0,221-0,254% m/v durante 15 dias. Pineli (2005) verificou a acidez da batata MP em diferentes atmosferas em torno de 0,15%. Dias (2011) observou batata MP embalada com filmes de metilcelulose em diferentes atmosferas variação de 0,18 a 0,24% de ácido cítrico no dia 0 e 0,07 a 0,11% de ácido cítrico no dia 12 de armazenamento. Furlaneto et al (2014) obtiveram valores médios de 0,36 e 0,42 % de ácido cítrico para dias 0 e 14, tendo uma proximidade aos valores encontrados neste trabalho.

De acordo com Endo (2006), essas diferenças no valor da acidez pode estar relacionada com características da matéria-prima que dependem de uma série de fatores como época do plantio, tipo de solo, tempo de colheita entre outros.

5.5. Teor de sólidos solúveis (SST)

O teor de sólidos solúveis totais é um índice refratométrico que indica a proporção de sólidos (açúcares, ácidos, fenóis, aminoácidos, pectinas solúveis, ácido ascórbico e minerais) onde reflete diretamente o conteúdo da matéria seca (BECKLES, 2012). Dentre o conteúdo de sólidos solúveis totais, o açúcar representa de 65 a 85% dissolvidos em uma solução, logo classifica-se esse parâmetro de qualidade como um método indireto para se quantificar o teor de açúcares em um produto (NASCIMENTO, 2017).

Fernandes et al (2010) também cita o teor de sólidos solúveis totais com um importante parâmetro de controle de qualidade para batatas MP, pois altos níveis de açúcares redutores interferem, na cor e firmeza do produto durante a cocção, em função das reações de escurecimento não enzimático e perda de água, respectivamente (FERNANDES et al., 2010).

O modelo preditivo (equação 15) para o Teor de Sólidos Solúveis nos mostra que os três fatores (AA, AC e tempo) influenciaram o seu valor final. A Análise de variância (Tabela 9), mostra interação significativa entre fatores ($F < 0,05$), assim como o valor de R^2 (0,70) na tabela 10 explica uma forte ligação entre as variáveis estudadas.

O teor médio de sólidos solúveis totais foram de 5,85 °Brix. O menor e o maior valor encontrado foram para os tratamentos T7 (2%AA, 3%AC, 0 dias) com 5,22 e T4 (3%AC, 10 dias) com 7,24 °Brix. Logo, foi observado em todos os tratamento aumento no valor de SST no decorrer do período analisado.

Fernandes et al (2010) analisando a qualidade físico-química de diversos cultivares de batata encontrou valores variando de 3,95 a 5,27 °Brix para Mondial e Markies, respectivamente. Furlaneto et al (2014) em batata agata encontraram médias de 6,59 para dia 0 e 6,28 °Brix após 14 dias. Pineli (2005) encontrou no nono dia de armazenagem 3,4 °Brix para batata ágata MP sob diferentes atmosferas.

Amaral (2014) estudando maçãs minimamente processadas com revestimento a base da proteína de soro de leite observou apenas o fator tempo com influência na análise dos SST, onde verificou aumento no decorrer do tempo de armazenamento de 7 dias a 8°C.

Nascimento (2017) menciona que a baixa temperatura de armazenamento das batatas antes do processamento pode elevar o teor de sólidos solúveis totais, assim como estando armazenada abaixo de 8 °C induz à quebra do amido, resultando no acúmulo de açúcares, fenômeno conhecido por "adoçamento a frio".

Pineli (2005) também cita os estresses mecânicos associados ao processamento mínimo que provocam aumento na atividade metabólica dos tubérculos, contribuindo para a degradação de componentes estruturais, em associação com processos de conversão do amido pelo armazenamento.

$$SST = 5,36375 + 0,05 \times AA + 0,061667 \times AC - 0,130538 \times Tempo \\ - 0,070833 \times AA \times AC + 0,01625 \times AA \times Tempo \\ + 0,009167 \times AC \times Tempo + 0,026754 \times Tempo^2$$

Equação 15

Tabela 9: Análise de variância para Sólidos Solúveis para batata MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AC e AA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	3	7.00875	2.33625	15.2521	2.70x10 ⁻⁵
Resíduo	19	2.910336957	0.153176		
Total	22	9.919086957			

Tabela 10: Regressão para Sólidos Solúveis para batata MP revestidas com proteínas de soro de leite e incorporadas com AC e AA

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0.840590419
R ²	0.706592253
R ² ajustado	0.660264714
Erro padrão	0.391376582
Observações	23

5.6. Textura

Foi observada durante o tempo de armazenamento, aumento da textura (firmeza), sendo que no tempo zero dias, as amostras apresentaram uma média de 6,69 N, enquanto que após 10 dias foi determinado uma firmeza de 7,59 N. O teor de umidade e perda de massa tem relação direta com a textura do produto, pois é um dos fatores responsáveis pelo turgor e firmeza do tecido.

A textura, é um atributo físico da qualidade resultante dos constituintes estruturais do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

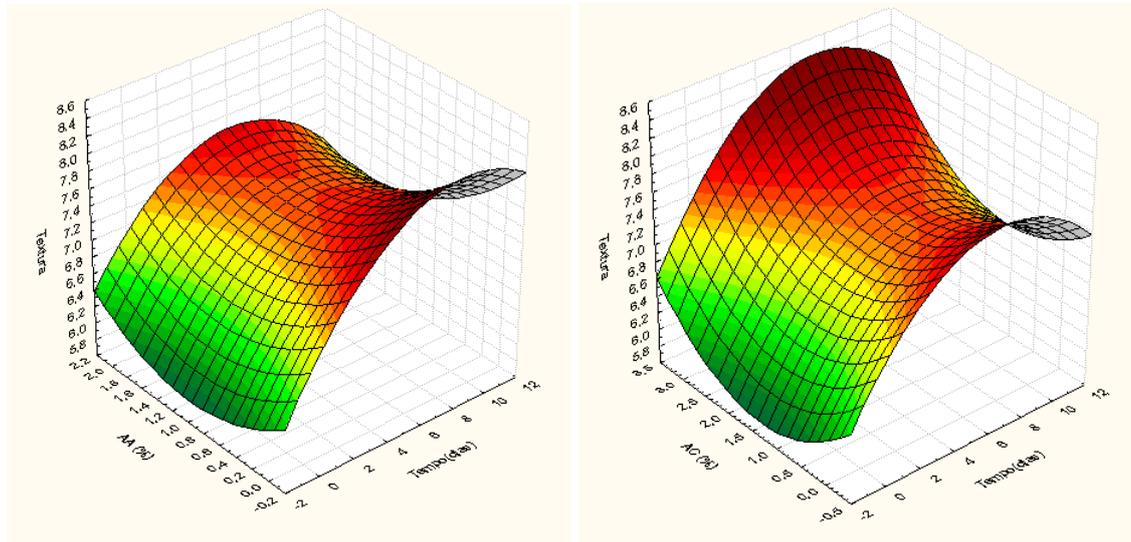
A firmeza ideal das batatas MP seria o próximo ao encontrado no dia 0 ou *in natura*. Neste estudo, as amostras de batatas revestidas foram afetadas pela utilização dos revestimentos contendo AC, AA e pelo tempo como evidenciado no modelo preditivo mostrado na equação 16. Essas influencias podem ser observadas no gráfico 2 (A, B e C), onde quanto maior a concentração de ácido AA, maior será a sua influência na textura. O AC por sua vez, possui um influência positiva para a textura entre as concentrações de 1,0 a 1,5%. Logo, a combinação de AA e AC mantem um equilíbrio na batata MP revestida.

Resultando contrário foi encontrado por Amaral (2014), onde foi observado o tempo de armazenamento e uma pequena influência da concentração de AC em maçãs MP revestidas com proteínas de soro de leite incorporadas com AC e AA. Onde o aumento do tempo de armazenamento diminuiu o valor da textura das amostras, tornando o produto menos firme.

Dias (2011) estudando o efeito da película de metilcelulose e das atmosferas de acondicionamento com ar atmosférico, vácuo e argônio na conservação de batatas MP, sendo armazenadas a 8°C por 12 dias, encontrou uma médias da firmeza da polpa variando de 5,981 a 6,524N no dia 0 e de 5,578 a 6,573N no dia 12.

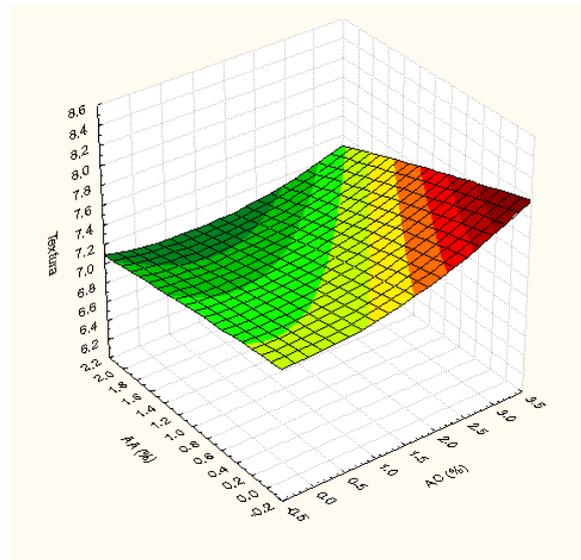
$$\begin{aligned}
 \text{Textura} = & 6,749608 - 0,418065xAA - 0,324766xAC + 0,335381x\text{Tempo} \\
 & + 0,219418xAA^2 - 0,045266x AAxAC \\
 & - 0,030062xAAx\text{Tempo} + 0,145218xAC^2 \\
 & + 0,007486xACx\text{Tempo} - 0,023395x\text{Tempo}^2
 \end{aligned}$$

Equação 16



(a)

(b)



(c)

Gráfico 2: Gráficos de superfície e resposta (a), (b) e (c) para textura, de batatas MP com revestimento à base de WPC incorporada com variadas concentrações de ácido ascórbico (AA), ácido cítrico (AC) e ácido ascórbico (AA) X ácido cítrico (AC), respectivamente.

5.7. Análise da Coloração do Vegetal Revestido

Dentre os atributos sensoriais, a aparência do vegetal é o fator de maior relevância relacionada a escolha pelo consumidor nas gondolas de supermercados. Logo o escurecimento da batata MP é o fator limitante na sua validade comercial.

Dos parâmetros analisados quanto à coloração, o valor de L^* está relacionado a luminosidade do produto variando de 100 (branco) à 0 (preto). Seu modelo preditivo (equação 17) sugere que apenas o fator tempo influencia no seu valor. Sendo, quanto maior o tempo de armazenamento menor será sua luminosidade, o que não é interessante para o consumidor.

$$L = 54,24916 - 0,936006 \times Tempo \quad \text{Equação 17}$$

A luminosidade encontrada, variou entre os tratamentos de batatas MP revestidas de 56,71, 52,03 e 43,50 no tempo 0, 5 e 10 dias, respectivamente, de armazenamento a 10°C. Enquanto para as amostras sem revestimento e armazenadas na mesmas condições, os valores variaram de 52,90 a 46,94 nos tempos 0 e 5 dias. O maior valor encontrado para L^* foi observado quando aplicado o revestimento sem incorporação dos ácidos ($L^*=56,71$) no tempo 0. O Gráfico 3 evidencia a queda do valor da luminosidade em decorrência do período de armazenamento para os tratamentos em batatas MP revestidas com proteínas de soro de leite.

Endo (2006) encontrou valores variando de 70,03 a 65,06 (tempo 0 e 9 dias) em batata MP intercaladas com filmes incorporados com antioxidantes. Logo, obteve uma variação de 15,03 (ΔL) ao final de período de armazenamento. Enquanto para este estudo, foi encontrado menores variações de 10,65 (2% de AA e 3% de AC), 10,46 (2% de AA), 9,95(3% de AC) e 8,68 (sem adição de ácidos).

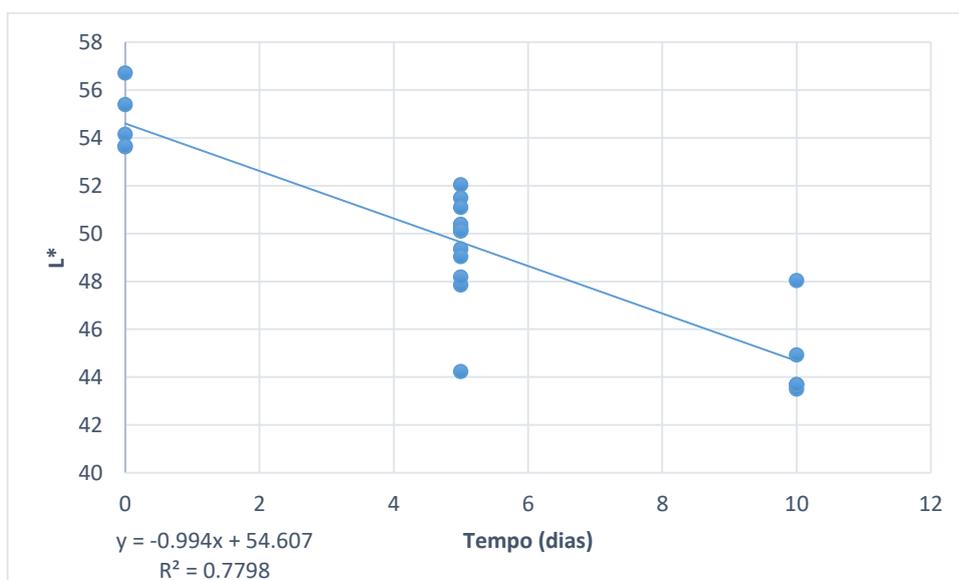


Gráfico 3: Variação de L^* em batatas MP tendo revestimento ativo durante o armazenamento

O parâmetro a^* (+ a^* = vermelho, e $-a^*$ = verde), assim como L^* e a diferença de cor, são também usadas para observar as modificações da cor causadas pelo escurecimento (ENDO, 2006).

O modelo preditivo (equação 18) do parâmetro a^* , mostra os fatores AC e tempo como influencia em seu resultado. Onde as concentrações de até 1,5% influenciam positivamente durante 5 dias de armazenamento, como mostrado no Gráfico 4. Enquanto a concentração de AA não apresentou diferença entre os tratamentos.

$$a^* = -0,52909 - 0,167288 \times AC + 0,386814 \times Tempo + 0,063773 \times AC \times Tempo \quad \text{Equação 18}$$

Foi observado no decorrer do período de armazenamento, que valores de L^* diminuíram, indicando escurecimento da batata MP enquanto os de a^* tenderam a aumentar, em todos os tratamentos, indicando formação de o-quinona. Soares et al (2006) observaram em batata MP embaladas com diferentes filmes de acetato de celulose e incorporados de AC e AA, diferença significativa em a^* e L^* com relação ao tempo, onde os valores de L^* diminuíram, enquanto de a^* aumentaram, durante o período de armazenamento de 9 dias.

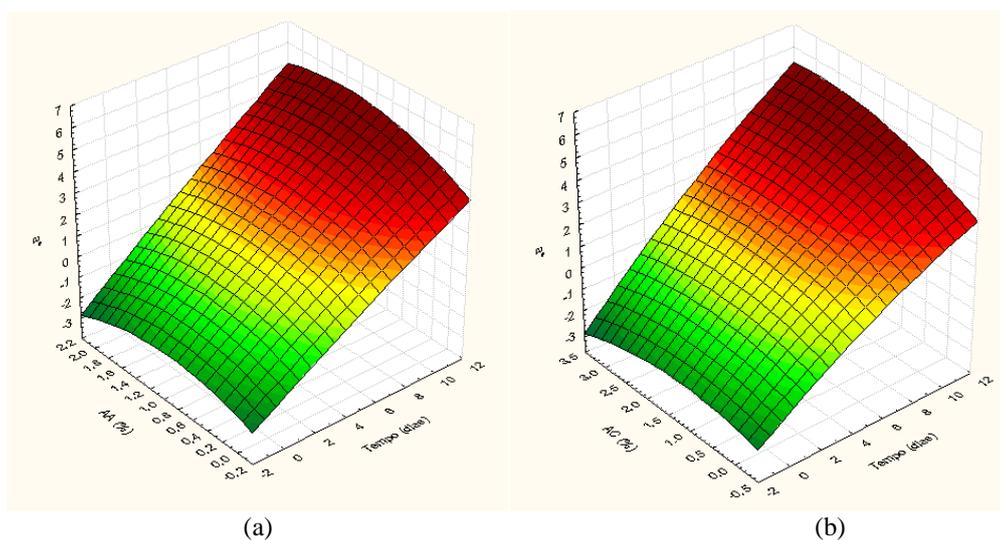


Gráfico 4: Gráfico de superfície e resposta em relação (a) e (b) para o parâmetro a^* , de batata MP revestida com proteína de soro de leite de batatas MP com revestimento à base de WPC incorporada com variadas concentrações de ácido ascórbico (AA) e ácido cítrico (AC), respectivamente.

O parâmetro b^* ($+b^*$ = amarela, e $-b^*$ = azul), assim como L^* , apresenta apenas o fator tempo como influência de acordo com seu modelo preditivo descrito na equação 19.

$$b^* = 8,484528 + 0,88864 \times \text{Tempo} \quad \text{Equação 19}$$

O valor de b^* , entre os tratamentos analisados, foram de 7,7 a 18,2, sendo considerado essa coloração característica para a batata. Foi observado um aumento na intensidade amarela (b^*) durante o período de armazenamento a 10°C, enquanto Endo (2006) encontrou valores médio de 22,51 a 19,05 do início ao final do armazenamento durante 9 dias a 8°C em batata MP com filmes de acetato incorporados com antioxidantes (ácido cítrico, monoclórídato de L-cistepina e ácido sórbico).

O Índice de Escurecimento(IE), é definido como pureza de cor marrom, sendo um bom indicador de escurecimento em produtos alimentares contendo açúcar (PEREZ-GAGO et al, 2006). Para alimentos MP como a batata, o IE é de extrema importância pois está relacionado com aceitabilidade pelo consumidor por alimentos com características próximas ao *in natura* (AMARAL, 2014).

Ao longo do período de armazenamento, o IE obteve um incremento, variando de 12,86 a 18,13, no tempo zero e de 48,79 a 58,96 no 10º dia de armazenamento. O único fator que influenciou o IE durante o armazenamento foi o tempo, como mostra a MSR pelo seu modelo preditivo na equação 20.

$$IE = 15,35665 + 2,737592xTempo + 0,116764xTempo^2 \quad \text{Equação 20}$$

Dias (2011) estudando o efeito da película de metilcelulose e das atmosferas de acondicionamento com ar atmosférico, vácuo e argônio na conservação de batatas MP, sendo armazenadas a 8°C por 12 dias, encontrou valores médios variando de 23,77 a 25,80 no dia zero e de 28,42 a 32,66 no dia 12. Onde mesmo não apresentando diferença significativa entre os tratamentos, as amostras com tratamento com ar atmosférico (com e sem película) apresentaram os maiores índices de escurecimento ao decorrer do tempo.

Perez-Gago et al (2006) em maçãs MP revestidas com WPC incorporado com antioxidantes (AA, Cisteína e 4-Hexyl) observaram aumento nos valores de a^* e b^* e uma redução em L^* e H^o durante o período de armazenamento. Contudo, o IE foi usado para acompanhar a mudança de cor durante o período, mostrando que todos os tratamentos foram eficazes quando as amostras estavam cobertas, porém o que obteve menor eficácia foi com incorporação de 4-hexil.

O Chroma indica intensidade de cor do alimento analisado, sendo que o aumento no seu valor indica um aumento da intensidade de cor, que pode ser associado ao escurecimento enzimático (KWOK et al., 1999). A saturação está ligada diretamente à concentração do elemento corante e representa um tributo quantitativo para intensidade. Quanto maior o croma maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos. Cores neutras possuem baixa saturação, enquanto cores puras possuem alta saturação e, portanto, mais brilhantes na percepção humana (PATHARE et al, 2013; SHEWFELT et al, 1988).

Ainda de acordo com McGuire (1992) os valores de cromaticidade próximos a zero são indicativos de cores neutras (branco e/ou cinza) e valores ao redor de 60 indicam cores vívidas e/ou intensas.

Nesse estudo, foram observados valores mínimos e máximos de 8,51 e 17,76, respectivamente. De acordo com MSR, o índice de Chroma foi influenciado apenas pelo fator tempo de armazenamento, sendo explícito na equação 21. Logo, quanto maior for o tempo de armazenamento, maior será o seu valor e conseqüentemente uma maior intensidade de cor podendo ser associado ao escurecimento enzimático. Sendo assim, as batatas MP apresentaram chroma mais próximo do branco (menos intensa ou mais neutras).

Resultado semelhante encontrado por Dias (2011), onde encontrou uma variação de 17,42 a 20,09 em batata MP com película de metilcelulose e em atmosferas de acondicionamento com ar atmosférico, vácuo e argônio na conservação de batatas MP, sendo armazenadas a 8°C por 12 dias.

$$CHROMA = 8,516866 + 0,924312xTempo \quad \text{Equação 21}$$

O índice de cor (IC) é uma função inferida das três coordenadas CIE L^* , a^* e b^* . Os valores positivos de IC entre 2 e 20 são atribuídos a cores pálidas e profundas e entre 20 e 40 a cores profundas laranja e vermelho escuro (FAI et al, 2016).

De acordo com MSR, os fatores que influenciam o IC são o AA, AC e o tempo, gerando assim a equação predita (Equação 22).

Nos tratamentos, os valores do IC variaram de -3,30 a 2,51 (revestimento sem ácidos), -2,50 a 5,23 (3% AC), -2,65 a 4,82 (2%AA), -2,97 a 7,01 (2% AA e 3% AC) e -2,82 a 5,27 (1% AA e 1,5% AC), indicando que quanto maior o tempo e a concentração dos ácidos, maior será o valor de IC. Contudo, de acordo com Fai et al (2016) as amostras de batatas MP demonstraram cores pálidas. Sendo observado em sua pesquisa, valores positivos em todas as

amostras de cenoura MP (cortada e picada) com filme e revestimento biodegradável a partir de resíduos de frutas e vegetais, variando entre 13,75 a 17,38 e 15,39 a 18,70 para cenouras cortadas e picadas respectivamente, indicando a preservação da cor laranja.

$$IC = -0,88691 - 0,386101xAA - 0,234068xAC + 0,462139xTempo + 0,136974xAAxTempo + 0,100427xACxTempo$$

Equação 22

O parâmetro H° , representa a tonalidade da cor, indica um atributo da cor vermelha a 0° , amarelo a 90° , verde a 180° e azul a 270° , sendo que está diretamente associada ao valor de croma a^* , logo, quanto menor o valor do ângulo de H° e maior o valor de a^* , mais escura é a amostra. Além disso, de acordo com o sistema CIELAB, se o ângulo estiver entre 0° e 90° , quanto menor este for mais vermelho é o fruto (AMARAL, 2014; DIAS, 2011; ROCHA et al., 2003).

Em todos os tratamentos, o ângulo H° diminuiu de acordo com o tempo em que a amostra ficou armazenada, entretanto, houve influência das concentrações dos ácidos, onde quanto maior AA e AC menor seria o valor de H° , não sendo muito aceitável ao consumidor. Pela MSR, obteve-se a equação 23 preditiva para o parâmetro H° .

$$H^\circ = 101,6535 - 6,294621 x AA - 0,914446 x AC - 3,871091 x Tempo + 2,61774 x AA^2$$

Equação 23

Os valores encontrado de H° foram de 99,08 a 100,43 e 73,08 a 83,15 com 0 e 10 dias de armazenamento, respectivamente. Mostrando assim, pelos resultados analisados, uma coloração próximo ao amarelo no início do período e uma relação do parâmetro a^* e o ângulo H° , onde foi observado um incremento do valor de a^* e redução do parâmetro H° (gráfico 5), demonstrando um maior escurecimento das amostras de batata MP ao decorrer do período de armazenamento. Semelhante resultado foi encontrado por Amaral (2014) com maçãs MP com revestimento a base de soro de leite incorporado com AC e AA, onde observou uma diminuição nos valores de a^* e um aumento do valor de H° de acordo com aumento da concentração de AC, sugerindo que o escurecimento enzimático em suas amostras foi menor para as que continham 3,0% AC.

Dias (2011) encontrou valores do ângulo hue variaram de 101,34 a 102,39° no dia 0 e de 96,33 a 99,29° no 12° dia, em batata MP com película de metilcelulose e em atmosferas de acondicionamento com ar atmosférico, vácuo e argônio na conservação de batatas MP, sendo armazenadas a 8°C por 12 dias, correspondendo a uma coloração próxima ao amarelo, sendo característico desse vegetal.

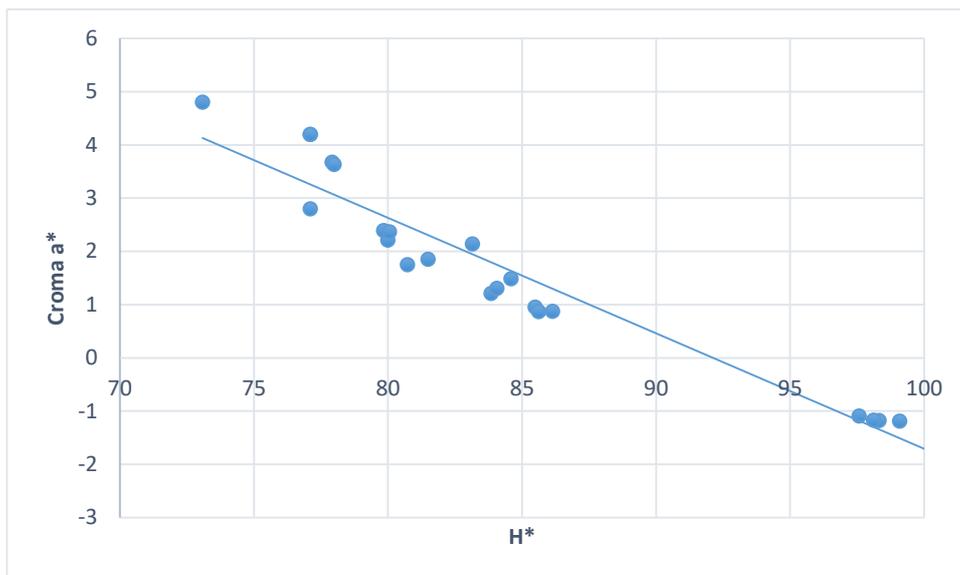


Gráfico 5: Relação entre o parâmetro H° com cromina a^* das batatas MP tendo revestimento ativo a base de proteínas de soro de leite incorporado com antioxidantes

A Diferença Total de Cor (ΔE) é um parâmetro relacionado a diferença de cor ocorrida no alimento em decorrência do tempo de armazenamento. Sabendo-se que quanto menor for a diferença ou mais próximo do zero, mais próximo estará da cor desejada. De acordo com a MSR, as concentrações de AC e AA e o tempo de armazenamento analisado influenciaram o resultado da ΔE , gerando assim, a equação 24 preditiva.

$$\Delta E = 8,64 + 6,09780 \times AA + 3,126312 \times AC - 2,106823 \times Tempo - 0,0697234 \times AA \times Tempo - 0,0609882 \times AC^2 - 0,03 \times AC \times Tempo + 0,2498 \times Tempo^2 \quad \text{Equação 24}$$

Foi observado que quanto maior for as concentrações dos ácidos assim como do tempo, maiores serão os valores de ΔE (gráfico 6), não sendo viável à batata MP. A exemplo, $\Delta E=6,81$ (1,5%AC – 5 dias), $\Delta E= 15,81$ (T4 – 3%AC – 10 dias), $\Delta E = 7,78$ (T11 1% AA – 5 dias) e $\Delta E= 16,92$ (T6 2% AA – 10 dias). Portanto, apresenta valores próximos a cor ideal até o 5º dia de armazenamento.

Endo (2006) em batatas MP com filmes de acetato incorporado com oxidantes (ácido cítrico, monoclórato de L-cisteína e ácido sórbico), observou o desempenho de filmes incorporados com AC com pior desempenho e o de cisteína como melhor em relação a ΔE , onde suas amostras apresentaram variação de $\Delta E= 2$ até $\Delta E= 10$ ao final do armazenamento de 9 dias.

Fai et al (2016) estudaram aumento da vida de prateleira de cenouras MP (cortada e fatiada) embaladas com filme e revestimento biodegradável a partir de resíduos de frutas e vegetais, observaram flutuações nos valores de ΔE para todos os tratamentos, sendo no geral, os valores de ΔE para amostras fatiadas foram maiores indicando uma mudança de cor muito distinta, enquanto quase todos os valores para cenouras trituradas, indicaram diferenças que estão acima do limiar de percepção.

Diversos autores utilizam ΔE como ferramenta para avaliar a eficiência de seus tratamentos na inibição ao escurecimento enzimático, como Singh et al (2015) através de um estudo sistemático, investigaram o efeito da β -ciclodextrina na inibição da PPO de extrato da batata (*Solanum tuberosum*), assim como de sucos de frutas (maçã, banana, goiaba, pêra, abacaxi) a 4°C. Onde puderam observar através de valores de ΔE^* , a inibição da PPO presente no extrato da batata, assim como dos sucos de abacaxi, maçã, pêra, goiaba e banana.

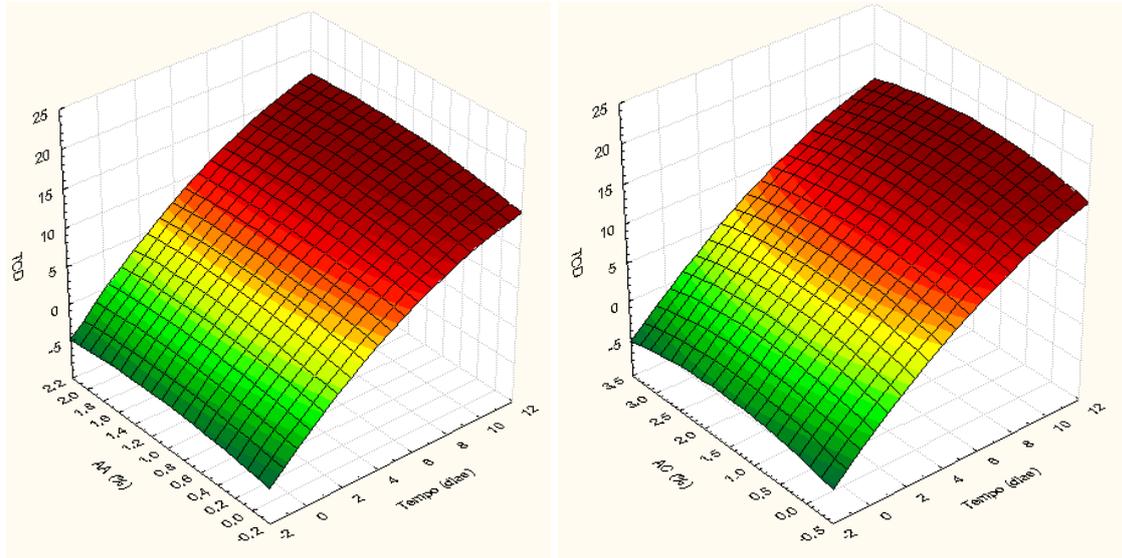


Gráfico 6: Gráfico de Superfície e Resposta da Diferença Total de Cor de batatas MP revestidas com proteína de soro de leite incorporadas com AA (7a) e AC (7b).

6. APLICAÇÃO DOS RESULTADOS

Tendo os resultados apresentados no item 5 e dando ênfase aos parâmetros de cor, foram selecionados as concentrações de AA e AC para produção dos revestimentos ativos com intuito de melhor/adequar um revestimento ativo.

As batatas MP foram analisadas quanta a contaminações microbiológicas, atividade da polifenoloxidase (PPO), perda de massa, coloração e concentração de oxigênio no interior da embalagem;

As concentrações de AA e AC foram determinados de acordo com MSR, onde foi observado que com relação ao parâmetro a^* apenas houve a influência positiva do AC. Enquanto o AA não apresentou resultado significativo quanto a cor das batatas.

Os tratamentos realizados foram:

A1: WPC + Glicerol

A2: WPC + Glicerol + AC (1,5%)

A3: WPC + Glicerol + AA (0,5%)

A4: WPC+ Glicerol + AA (0,5%) + AC (1,5%)

A5: Água + AC (1,5%)

A6: Água + AA (0,5%)

A7: Água + AA (0,5%) + AC (1,5%)

Para as análises microbiológicas foram realizadas contagem de microrganismos nos tempos 0 e 5 dias de armazenamento, uma vez que a cor torna-se inviável ao consumidor a partir deste período. A determinação da *Salmonella* e coliformes assim como a atividade de PPO e Atividade Antimicrobiana inerente ao revestimento, foram realizadas utilizando somente os tratamentos que continham o WPC como base.

Os resultados foram avaliados estatisticamente por meio do delineamento inteiramente casualizado. Foi realizado Regressão com resultados e análise de variância (ANOVA), quando aplicável, as médias foram comparadas utilizando-se Tuckey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o programa SisVar®. Os valores microbiológicos foram expressos em log UFC/g.

6.1. *Salmonella sp* e Coliformes

A ANVISA dispõe da RDC 12/2001, onde a contagem de coliformes termotolerantes (45°C) e *Salmonella sp*, para tubérculos preparados para consumo direto, tem como valor limite de 10^3 UFC/g para coliformes e Ausência para *Salmonella sp*.

De acordo com o resultado gerados pelo LAAB (Laboratório Analítico de Alimentos e Bebidas) (anexo A), não há indicação de presença de *Salmonella sp* para os tratamentos analisados. O mesmo ocorreu para Coliformes termotolerantes (45°C), já que o valor para coliformes totais (35°C) foi menor que o estabelecido pela legislação para temotolerantes. Logo as amostras se apresentaram dentro do estabelecido pela legislação vigente.

Santos et al (2010) analisando as condições higiênico-sanitárias de frutas e hortaliças minimamente processadas em Campinas não detectaram presença de *Salmonella* nas amostras. Assim como Graça et al (2017) em frutas minimamente processadas no mercado de Portugal não encontraram contaminação para *Salmonella sp*.

Ferreira et al (2016) verificaram a presença de coliformes a 45°C (coliformes termotolerantes) e *Salmonella sp*. em 12 amostras de hortaliças minimamente processadas, embaladas com atmosfera modificada e comercializadas em Belo Horizonte, observaram que 100% das amostras para coliformes a 45°C estavam dentro do limite estabelecido, enquanto que

para *Salmonella*, 50% apresentaram presença da bactéria, ficando dessa forma impróprias para consumo.

6.2. Concentração de Oxigênio

Houve diferença significativa em relação ao tempo para todos os tratamentos, ou seja, a concentração de oxigênio não se manteve constante ao longo do tempo analisado ($p < 0,05$). Sendo o contrário observado por Aday (2016), que estudando a eficácia da água eletrolisada em diferentes concentrações (5, 25, 50 e 100 mg/L) combinado com embalagem de atmosfera passiva na qualidade do cogumelo durante 12 dias, observou um declínio acentuado em relação à quantidade do conteúdo de O_2 dentro da embalagem para todos os grupos durante os primeiros 2 dias de armazenamento, seguido de um estado estacionário entre os dias 4 e 8.

Produtos frescos são estruturas vivas e seus processos de respiração e transpiração continuam pós colheita, dependendo da estocagem dos alimentos e dos gases disponíveis. Uma vez que a respiração atesta a vida de prateleira dos produtos, está diretamente relacionada à quantidade de CO_2 produzida e ao O_2 consumido dentro da embalagem (ADAY, 2016).

A não constância da concentração do oxigênio encontrado no trabalho pode ser inferida a permeabilidade da embalagem. Assim, como com Rinaldi et al (2005) avaliando o comportamento do repolho MP acondicionado em embalagem de poliestireno expandido e revestidos com filme flexível de PVC e PET armazenados em temperaturas de 0, 5 e 10°C, observou que o filme flexível de PVC foi o mais eficiente na manutenção da concentração de O_2 comparado ao PET. Contudo apesar de ter mantido os níveis abaixo de 20,5% de O_2 não foi suficiente para afirmar que houve uma redução significativa na taxa respiratória do produto. Uma vez que de acordo com Wills et al (1981) a concentração de O_2 no meio deve ser menor que 10% para reduzir significativamente a taxa respiratória de alimentos minimamente processados.

6.3. Perda de Massa

A perda de massa (gráfico 7) foi susceptível a ação do tempo para todos os tratamentos, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) durante o armazenamento.

No decorrer do período de armazenamento as batatas MP obtiveram um incremento na perda de massa, onde a variação máxima foi de 30,15% após 10 dias na amostra controle. Observou-se também que após o 8º dia os tratamentos apresentaram diferença significativa, com a maior Perda de Massa de 25,1% para o controle seguido do tratamento A7 com 25,03%, enquanto o menor valor para A6 (20%) seguido de A3 e A1, contudo não houve diferença significativa entre as amostras revestidas com WPC.

Essa perda de massa pode ter sido inferida pelo uso do PVC, uma vez que apresentam alta permeabilidade a gases e ao vapor de água, facilitando a perda de água dos produtos, além disso, segundo Dias (2011), a perda de massa total consiste em somatória de perda de água por transpiração e da perda de matéria seca pela respiração.

O principal fator responsável pela perda de massa é a transpiração do produto, sendo intimamente relacionado com a respiração do vegetal. A perda de massa ou perda d'água reduz a qualidade e a validade comercial de hortaliças, logo, o armazenamento realizado em condições de umidade relativa e baixa temperatura minimiza essa perda reduzindo a deterioração dos atributos de qualidade (textura, "flavor", nutrientes, etc) (CHITARRA e CHITARRA, 2005; ALVES, 2010).

Alves et al (2010) estudando o mix de vegetais MP (abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa) observou durante o período de armazenamento de 8 dias um pequeno incremento de perda de massa, o que atribui-se aos efeitos conjuntos da temperatura e da umidade relativa de armazenamento e aliados à embalagem, contudo mesmo observando uma diferença significativa ($p < 0,01$) os autores acreditam que a perda foi mínima em termos de ponto de vista prático.

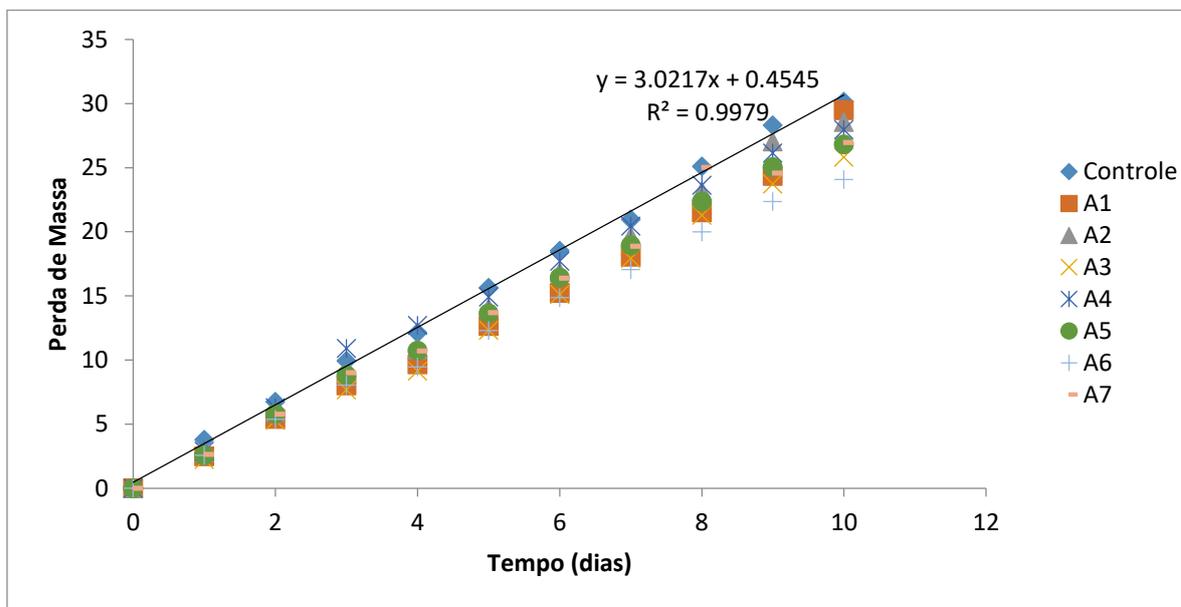


Gráfico 7: Perda de massa das batatas minimamente processadas revestidas com WPC e tratadas solução aquosa sendo incorporadas com ácido cítrico e ácido ascórbico
 Controle: Batata MP; A1: WPC + Glicerol; A2: WPC + Glicerol + AC (1,5%); A3: WPC + Glicerol + AA (0,5%) ; A4: WPC+ Glicerol + AA (0,5%) + AC (1,5%); A5: Água + AC (1,5%); A6: Água + AA (0,5%); A7: Água + AA (0,5%) + AC (1,5%)

6.4. Avaliação da Atividade de Polifenoloxidase

A atividade da Polifenoloxidase (PPO) não foi significativa, ou seja, não houve inibição durante o período de armazenamento, permanecendo estável em todos os tratamentos. Em apenas um tratamento A3(AA (0,5%)), ela não se manteve constante durante o período de estocagem. Endo (2006) encontrou em batatas MP intercaladas com filme de acetato incorporado com AC, cisteína e ácido sórbico, atividade de PPO também estável em todos os tratamentos, evidenciando que o sistema de embalagem e a temperatura de armazenamento não foram capazes de alterá-la.

Assim como neste trabalho Soares et al (2006) trabalhando com batatas MP intercaladas em filmes de acetato de celulose com AC e AA (1,5% m/m) também não encontraram diferença significativa na atividade da PPO, contudo, foi observado o efeito do tempo com queda acentuada após dois dias de armazenamento. Podendo a atividade inicial estar relacionada com a temperatura ótima da PPO após o processamento, assim como com o oxigênio, a maior concentração de substrato, com a injúria sofrida, com o pH próximo ao ideal (6,8) e com atividade de água, uma vez que esta propicia melhor contato da enzima com o substrato.

6.5. Coloração do Vegetal Revestido

O escurecimento enzimático do vegetal MP é a principal causa da queda na qualidade sensorial e na validade comercial do produto. A avaliação do escurecimento enzimático é realizado com a medição dos valores de L^* , a^* e b^* na superfície de frutas e vegetais MP durante o período de armazenamento (AZEVEDO et al, 2018).

Houve diferença significativa na coloração dos vegetais para todos os parâmetros analisados, tanto entre os tratamentos como para o tempo de armazenamento de 10 dias (tabela 11).

As batatas MP tratadas com solução aquosa, A5 e A6, tendo AC e AA respectivamente, obtiveram as menores variações do valor quanto a luminosidade (L^*), apresentando mais claras. O valor de L^* diminuiu em todos os tratamentos com relação ao período armazenado. O controle apresentou diferença em todos os dias armazenado, sendo que no dia 10 foi a amostra que obteve menor valor de L^* , ou seja, a amostra que obteve maior escurecimento, enquanto em A5 (Água deslitada + AC (1,5%)) foi observado maior valor, a mais clara. Contudo A2 (WPC+ AC (1,5%)), A3 (WPC + Glicerol + AA (0,5%)) foram os tratamentos à base de WPC que não apresentaram diferença significativa com relação ao período de armazenamento.

Os valores de a^* e b^* aumentaram conforme o período de armazenamento.

Houve tendência para a coloração vermelha, observando o parâmetro a^* . A coordenada a^* , é um parâmetro importante para o estudo do escurecimento, pois uma coloração marrom pode ser resultante da presença de melaninas indicando a combinação do verde ($-a^*$) e vermelho ($+a^*$). Logo um maior escurecimento é representado por um tom mais avermelhado, ou seja, maior valor de a^* (Oliveira et al, 2008). O menor valor encontrado foi para o tratamento A6 (Água destilada + AA (0,5%)), não apresentando diferença significativa com A5 (Água deslitada + AC (1,5%)) e A7 (Água deslitada + AC (1,5%) + AA (0,5%)), indicando um reduzido escurecimento enzimático. Das amostras com revestimento ativo a base de WPC, o A4 (WPC + AA (0,5%) + AC (1,5%)) foi o tratamento que obteve menor escurecimento.

Para o parâmetro b^* houve tendência a coloração amarelo intensificado, sendo que A4, A5, A6 e A7 as que apresentaram melhores resultados no décimo dia de armazenamento.

O Chroma observado nos 10 dias de armazenamento em batatas MP apresentou aumento em todos os tratamento, indicando saturação da cor. No decorrer do período os maiores valores de Chroma ocorreu em tratamentos com o revestimento ativo a base da proteína de soro de leite(WPC), sendo que A1(WPC) e A2 (WPC + AC(1,5%)) obtiveram os maiores valores. De acordo com Kwok et al (1999), aumento do índice de Chroma indica aumento da intensidade de cor, podendo estar associado ao escurecimento enzimático. Amaral (2014) encontrou ao longo de 7 dias de armazenamento em maçãs MP com revestimento a base de soro de leite incorporado com AC e AA, queda do índice de Chroma em 3,5 dias seguido do inverso no 7 dia de armazenamento, onde os valores mais elevados ocorreu em menores concentrações de AC.

Assim como a^* e b^* , um aumento no índice de escurecimento(IE) foi observado durante o período de armazenamento. O IE é um bom indicador para alteração da cor durante o armazenamento do vegetal MP. Logo, quanto maior o IE, mais escuro será o produto. Todos os tratamentos apresentaram incremento no IE ao decorrer do período de armazenamento (gráfico 8), contudo os revestimento a base de proteína de soro de leite apresentaram valores mais elevados no quinto dia de armazenamento. O maior valor de IE observado no dia 5 foi A3 seguido do A1, enquanto A6, A5 e A7 apresentaram menores valores, 21,36, 27,25 e 27,86 respectivamente. Após 10 dias de armazenamento os maiores IE foram para A1 seguido de A4 e A2, enquanto os menores foram para A6, A5 e A7. Logo, os tratamentos com WPC obtiveram resultados menos satisfatórios comparados ao com solução aquosa. As diferenças encontradas no IE no tempo zero e ao final do armazenamento, assim como melhor eficiência da solução

aquosa também foi avaliada por Perez-Gago et al (2006) em maçãs MP revestidas com proteínas de soro de leite e solução aquosa incorporada com AA, cisteína e 4-hexyl. Eles analisaram as amostras armazenadas a 5°C embaladas e não embaladas com filmes de polipropileno e observaram que quando não embaladas todos os antioxidantes na solução aquosa reduziram o IE em comparação ao controle, com exceção de 0,1% de Cys. O AA em ambos tratamentos (aquosa e com WPC) foi eficaz, com exceção do último tempo, o que os autores sugerem ser devido ao consumo do mesmo. No entanto essa eficácia dependia do armazenamento.

Tabela 11: Valores médios dos parâmetros L^* , a^* e b^* da batata MP tendo o revestimento ativo a base de proteína de soro de leite incorporado com Ácido Cítrico e Ácido Ascórbico e tratado com solução aquosa incorporada com Ácido Cítrico e Ácido Ascórbico

TRATAMENTO	0 dias			3 dias		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Controle	57.16 bA	0.39 aB	15.56 bC	46.32 aA	1.60 bB	10.18 aA
A1	58.04 bA	-1.06 aA	11.57 aABC	57.74 bB	-0.12 aA	16.50 bB
A2	56.97 aA	-1.08 aA	9.63 aAB	53.33 aAB	-0.06 aA	13.70 bAB
A3	55.35 aA	-1.01 aA	8.11 aA	53.72 aAB	-0.27 aA	13.43 bAB
A4	58.43 bA	-1.17 aA	12.05 aABC	53.97 bAB	-0.29 aA	12.92 aAB
A5	55.55 aA	-1.09 aA	12.51 aABC	58.25 aB	-0.33 abA	12.04 aAB
A6	52.65 aA	-0.90 aAB	11.91 aABC	58.09 aB	-0.36 abA	12.21 aAB
A7	58.49 aA	-1.05 aA	13.69 aBC	55.72 aB	-0.30 aA	13.82 aAB
TRATAMENTO	5 dias			10 dias		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Controle	45.22 aA	2.14 bcC	11.67 abA	47.55 aA	3.05 cBCD	14.48 bA
A1	54.83 abB	1.04 bBC	17.51 bcB	50.29 aAB	4.22 cD	21.20 cB
A2	52.40 aAB	1.09 bBC	15.47 bAB	51.78 aAB	3.39 cCD	20.46 cB
A3	50.53 aAB	1.92 bcC	17.17 bcB	50.79 aAB	2.83 bBC	18.48 cAB
A4	54.23 abB	0.37 bBC	14.22 abAB	53.81 aA	1.03 cCD	15.50 bAB
A5	57.94 aB	0.15 bAB	14.20 aAB	57.75 aB	1.80 cAB	15.46 aA
A6	58.54 aB	-0.38 abA	11.82 aA	53.59 aAB	0.74 bA	14.64 aA
A7	54.82 aB	0.03 aAB	13.75 aAB	53.22 aAB	1.73 bAB	15.61 aA

^{ABCD} Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

^{abcd} Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Controle- Batata MP pura; T1 – WPC +Glicerol; T2- WPC+Glicerol+AC(1,5%); T3- WPC+Glicerol+AA(0,5%); T4 – WPC+Glicerol+AA(0,5%)+AC(1,5%); T5 – Água deslitada+AC(1,5%); T6 – Água destilada+AA(0,5%); T7 – Água destilada+AC(1,5%)+AA(0,5%)

Em todas os tratamentos, o ângulo Hue (H°) apresentou diferença significativa com o tempo analisado. Ou seja, o valor de H° diminuiu ao decorrer do armazenamento. As batatas tratadas com solução aquosa e incorporada com AA e AC apresentaram menores variações de H° (ΔH°).

O parâmetro H° , que diretamente associado ao croma a^* , onde quanto menor o valor de H° e maior o de a^* , mais escura será a amostra (AMARAL, 2014; ROCHA et al, 2003). Sendo assim, em todos os dias o Controle apresentou a coloração mais escura comparada aos outros tratamentos (gráfico 9). Ao 5º dia de armazenamento, o tratamento A3 apresentou maior escurecimento seguido do Controle. Gráficamente, se considera o ângulo 0° como a cor vermelhada, o ângulo 90° amarelo, o ângulo de 180° , verde, e o ângulo de 270° , azul. (DIAS, 2011; MCGUIRE, 1992). Logo, durante o período de armazenamento até o 3º dia as amostras apresentaram tendência a coloração amarela, ao 10º dias os tratamentos A6, A7 e A5 apresentaram melhores cores, tendendo ainda para a cor amarela.

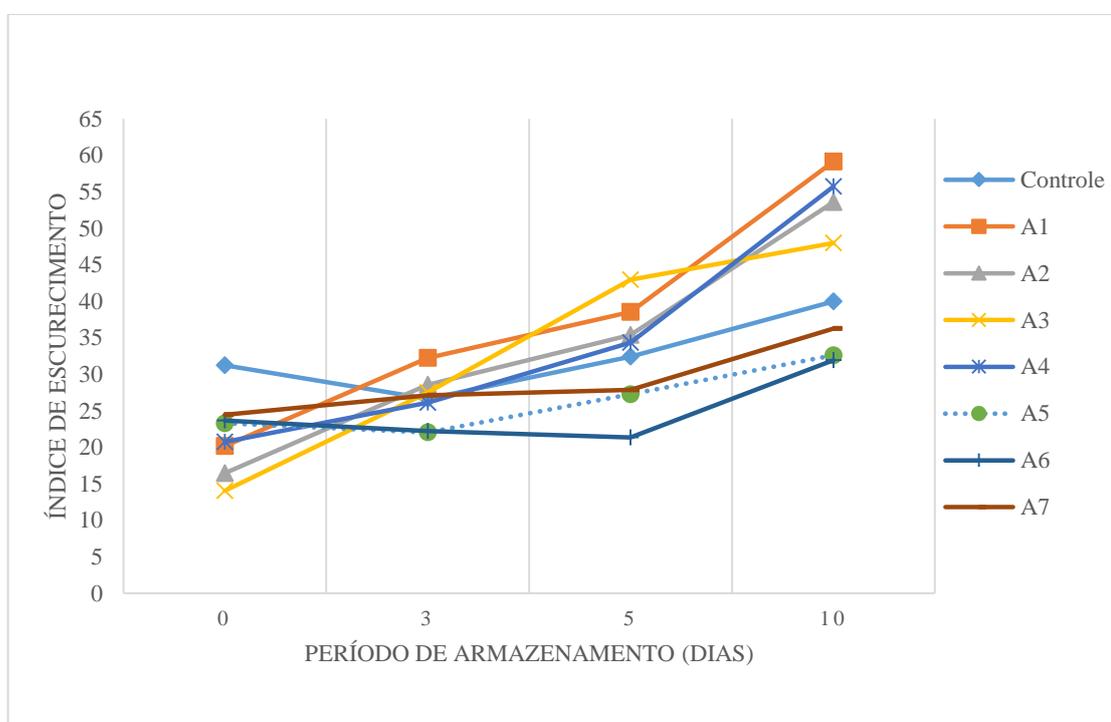


Gráfico 8: Efeito antioxidante sobre o índice de Escurecimento em batatas MP revestidas com proteínas de soro de leite ou tratadas com solução aquosa incorporadas com AC e AA.

Controle; T1 – WPC +Glicerol; T2- WPC+Glicerol+AC(1,5%); T3- WPC+Glicerol+AA(0,5%); T4 – WPC+Glicerol+AA(0,5%)+AC(1,5%); T5 – Água deslitada+AC(1,5%); T6 – Água destilada+AA(0,5%); T7 – Água destilada+AC(1,5%)+AA (0,5%)

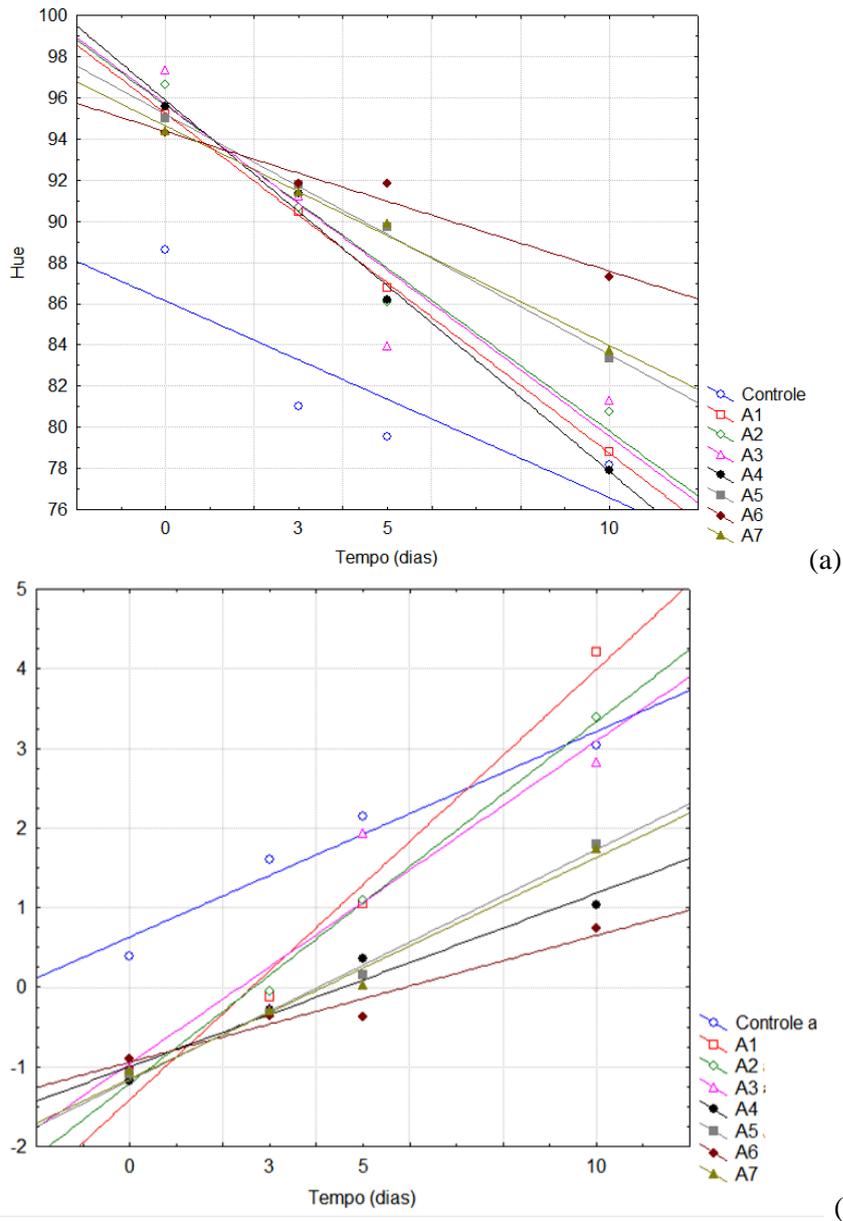


Gráfico 9: Ângulo Hue(°H) (a) e parâmetro a^* (b) das batatas revestidas com proteína de soro de leite e tratadas com solução aquosa

Controle; T1 – WPC +Glicerol; T2- WPC+Glicerol+AC(1,5%); T3- WPC+Glicerol+AA(0,5%); T4 – WPC+Glicerol+AA(0,5%)+AC(1,5%); T5 – Água deslitada+AC(1,5%); T6 – Água destilada+AA(0,5%); T7 – Água destilada+AC(1,5%)+AA (0,5%)

A diferença total de cor (ΔE) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. Em todos os tratamentos o valor do ΔE aumentou com o tempo. Os menores valores encontrados ao final do período analisado foram os tratamentos aquosos, A5(16,61), A6(26,1) e A7(35,41), que não apresentaram diferença significativa entre os tempos analisados, apresentando dessa forma resultado satisfatório para a cor do vegetal analisado.

Amaral (2014) observou que em maçãs revestidas com proteína de soro de leite e incorporadas com AC e AA, houve um aumento do valor do ΔE durante o período de armazenamento.

Todos os tratamentos apresentaram menor escurecimento enzimático quando comparados ao controle (figura 6). Além disso, na batata MP controle, foi observado uma desidratação, seguido também das amostras tratadas com solução aquosa e ácidos. Logo a WPC reduziu a perda de água do vegetal MP durante o período de estocagem, comparados aos tratamentos de solução aquosa.

Após 3 dias de armazenamento, as batatas apresentaram bons resultados em todos os tratamentos. Os tratamentos com solução aquosa A5, A6 e A7 foram os que tiveram melhor resultado com relação a cor do produto analisado. Após o 5º dia, o produto começou a apresentar coloração marrom, inicialmente o A3 seguido de A1. Logo A2 e A4 dentre os tratamentos com revestimento WPI, apresentaram melhores resultado até o 5º dia. Após 10 dias de armazenamento, todos os tratamentos com base WPC não foram satisfatórios.

O AA é um inibidor altamente efetivo do escurecimento enzimático, principalmente devido à sua capacidade de reduzir as quinonas de volta aos compostos fenólicos. Entretanto, uma vez que o AA é completamente oxidado ao ácido desidroascórbico, as quinonas podem se acumular novamente e sofrer o escurecimento (SAPERS, 1997). O AC pode ser usado como antioxidante natural e agente quelante, atua sinergicamente com outros antioxidantes, inibe a acidez enzimática, evitando rancidez e inativando enzimas como as polifenóis oxidases (DEL AGUILA et al., 2008).

6.6. Contagem de mesófilos e fungos filamentosos

A contagem total em placa (fungos filamentosos e mesófilos) são indicadores das condições favoráveis de multiplicação de microrganismos, para boas práticas higiênicas durante toda a cadeia de produção de alimentos (GRAÇA et al, 2017).

De acordo com a análise da contagem para mesófilos, não houve interação significativa entre os tratamentos. A tabela 12 dispõe dos valores (log UFC/g) encontrados para cada tratamento no tempo inicial e final de armazenamento. Não foi observado o desenvolvimento de fungos filamentosos durante o período de estocagem de 5 dias.

No Brasil, a ANVISA (Agência Brasileira de Vigilância Sanitária), não dispõe de legislação para alimentos MP com valores máximo e mínimos para esses microrganismos. Contudo, alguns órgãos internacionais e de outros países estabelecem valores para mesófilos aeróbios, como França, Alemanha e Japão estabelecem limites de 7,7 log UFC/g, 7,7 log UFC/g e 5,0 log UFC/g respectivamente (SANTOS, et al, 2010).

Verzeletti et al (2010) tomou como referência, o conceito geral de contagem, na qual alimentos com contagem microbiana acima de 10^5 ou 10^6 UFC/g são considerados impróprios ao consumo humano.

Assim, de acordo com o limite de 10^5 UFC/g, todos os tratamentos foram eficientes para fungos filamentosos, uma vez que não houve crescimento no período de armazenamento de 5 dias a 10°C .

Para os mesófilos, as contagens mais elevadas foram encontradas para A1 e A3 no 5º dia de armazenamento, com 6,05 e 6,55 log UFC/g, respectivamente. Contudo, o crescimento microbiano para A1 foi estatisticamente maior quando comparado ao tempo inicial de armazenamento, onde apresentava ausência de mesófilos. Este crescimento pode ter sido pelo fato de não possuir em sua formulação ácidos orgânicos (AA e AC), como ocorre nos outros tratamentos.

Tabela 12: Contagem de mesófilos nos tempos 0 e 5 dias de armazenamento de batata MP revestidas com proteína de soro de leite ou tratadas com solução aquosa incorporadas com Ácido Cítrico e Ácido Ascórbico

Revestimento	Contagem de mesófilos (log UFC/g)	
	Tempo de Armazenamento	
	0	5 dias
A1	0	6.05
A2	0	4.75
A3	3.55	6.55
A4	3.50	5.50
A5	0	4.95
A6	0	5.20
A7	0	4,85

A1: WPC + Glicerol A2: WPC + Glicerol + AC (1,5%) A3: WPC + Glicerol + AA (0,5%) A4: WPC+ Glicerol + AA (0,5%) + AC (1,5%) A5: Água + AC (1,5%) A6: Água + AA (0,5%) A7: Água + AA (0,5%) + AC (1,5%)

Com relação aos limites estabelecidos pelos países, todos os tratamentos atendem aos padrões de Alemanha e França (7,7 log UFC/g), enquanto apenas A2, A5 e A7 estão dentro dos parâmetros estabelecidos pelo Japão (5 log UFC/g). Sendo assim A2 o tratamento com revestimento ativo incorporação de WPC mais eficiente considerando os mesófilos.

Amaral (2014) usando revestimento a base de proteína de soro de leite em maçãs, encontrou em seu melhor tratamento, incorporado com AA e AC, 8×10^5 UFC/mL de mesófilos e 1,70 UFC/mL de fungos filamentosos em 7 dias de armazenamento. Estando dentro dos parâmetros utilizados por Verzeletti et al (2010).

Ierna et al (2017) estudando batatas MP tratadas com 3 diferentes processos antiescurecimento (Água deionizada, Bissulfeto de Sódio e AC+AA) utilizando 2 tipos de embalagens plástica (convencional e outra com base biológica e compostável), observaram o maior crescimento microbiológico com o tempo de armazenamento (9 dias a 15°C) para batatas tratadas com Bissulfeto chegando a 3,1 log UFC/g em embalagem convencional e 3,8 log UFC/g em embalagem biológica para mesófilos. Enquanto para as amostras tratadas com AA+AC, o crescimento foi de 2,5 e 3,4 log UFC/g para embalagens convencionais e biológica, respectivamente.

Fai et al (2016) estudaram aumento da vida de prateleira de cenouras MP (cortada e fatiada) embaladas com filme e revestimento biodegradável a partir de resíduos de frutas e vegetais, onde observaram ao final de 15 dias de armazenamento valores entre 5,98 e 7,62 log UFC/g de mesófilos para as amostras analisadas, baseando no valor limite estabelecido por França.

Graça et al (2017) estudando o mercado de frutas de Portugal, encontraram uma média de 3 a 9,2 log UFC/g de mesófilos, onde dentre as analisadas, melancia (6,4 log UFC/g), manga (5,6 log UFC/g) e melão (5,5 log UFC/g) foram as frutas que tiveram os maiores valores de mesófilos.

6.7. Atividade Antimicrobiana inerente ao revestimento a partir da WPC

Não foi observado formação de halo de inibição para nenhum microrganismo testados em todos os tratamentos aplicados. Logo, não houve inibição microbiana inerente nos revestimentos desenvolvidos a partir da proteína de soro de leite.

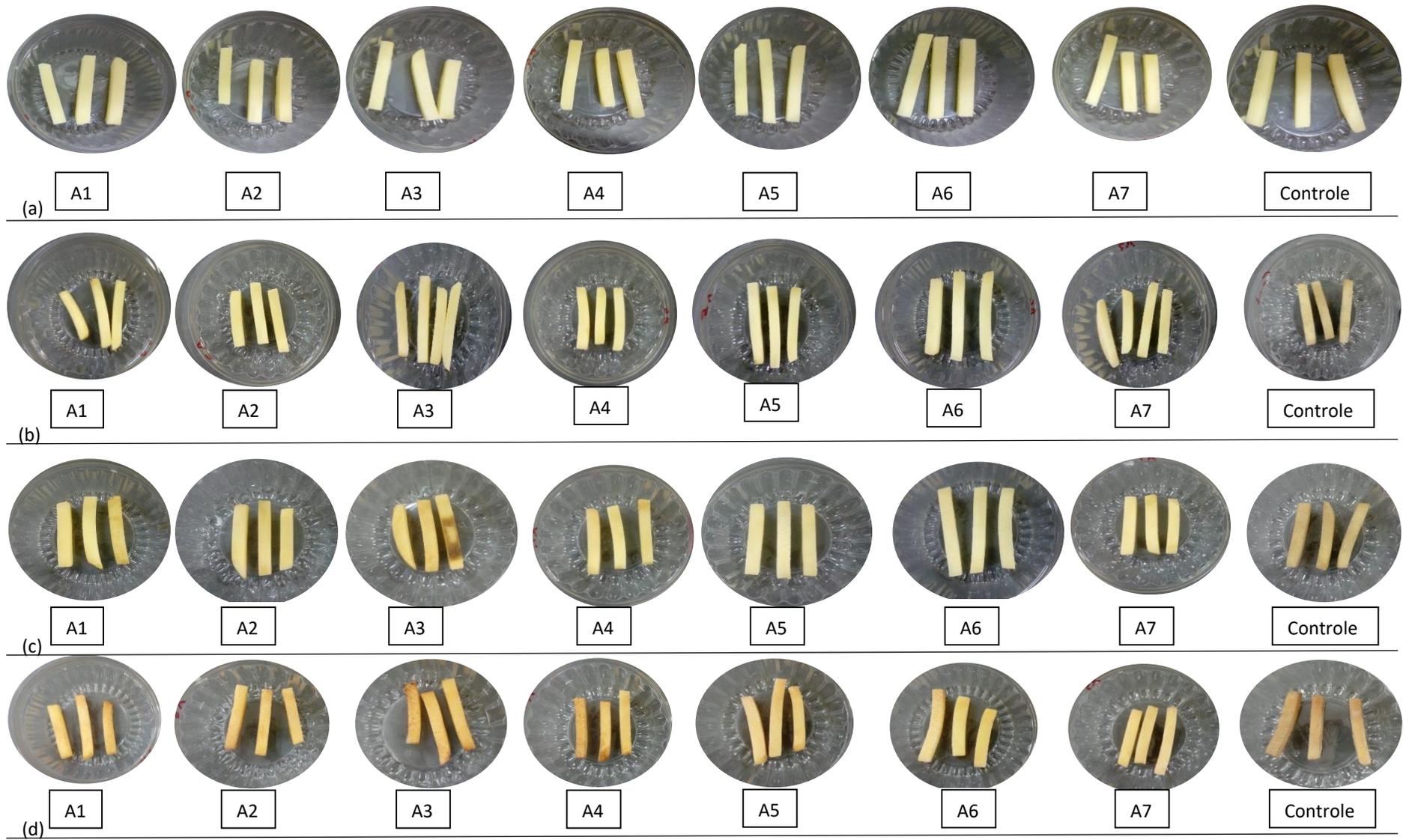


Figura 6: Amostras de batata MP revestidas com proteína de soro de leite e solução aquosa incorporadas com Ácido Cítrico e Ácido Ascórbico nos dias 0 (a), 3 (b), 5 (c) e 10 dias (d)

7. CONCLUSÕES

No presente trabalho, através da Metodologia de Superfície e Resposta (MSR) pode-se verificar a influência do revestimento a base de proteína de soro de leite, incorporado de ácido cítrico (AC) e ácido ascórbico (AA), assim como a combinação dos mesmos, na manutenção da cor e das propriedades físico-químicas de batata minimamente processada.

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram influenciados pela incorporação do AC, AA e pelo tempo. A perda de massa e pH foram influenciados apenas pelo tempo de armazenamento, a acidez total titulável teve interferência nos seus valores principalmente pelo tempo e pouca na variação de AC, já os valores da umidade, de sólidos solúveis e da textura foi influenciada pelos três fatores.

Com relação aos parâmetros de cor da batata MP revestida analisada, L^* , a^* , b^* , o modelo preditivo de a^* nos mostra influência nas concentrações de AC do tempo. Sendo o parâmetro definido pelo gráfico de superfície e resposta a concentração de 1,5% de AC em até 5 dias de armazenamento. Não mostrando diferença significativa em tratamento com concentrações de AA.

A partir das concentrações de AC e AA definidas pela MSR, os melhores tratamentos com relação à coloração até o 3º dia de armazenamento foi composto por A2 (WPC + AC (1,5%)), A4 (WPC + AC (1,5%) e AA (0,5%)) e A6 (Água destilada + AA (0,5%)). A perda de massa ocorreu conforme o tempo de armazenamento (10 dias), onde apenas no 8º dia foi observado diferença significativa entre os tratamentos analisados. A concentração de oxigênio no interior das embalagens, não se manteve constante ao longo do tempo analisado. Quanto a atividade da Polifenoloxidase (PPO) apenas o tratamento A3(AA (0,5%)) não se manteve constante durante o período de estocagem, podendo ser associado a uma redução da PPO.

Não foi observada inibição microbiana inerente aos revestimentos ativos.

Verificou-se a ausência de *Salmonella* e Coliformes nas amostras de batatas MP e a contagem de mesófilos e fungos filamentosos estavam dentro do permitido ao longo do período de 5 dias de armazenamento sob refrigeração a 10°C. Sendo assim, pode-se dizer, que o produto está apto para consumo e logo para comercialização. Tendo A2 (WPC + AC (1,5%)), A5 (Água destilada + AC (1,5%)) e A7 (Água destilada + AC (1,5%) + AA(0,5%)) os melhores tratamentos quanto a legislação de países como França, Alemanha e Japão.

Os melhores revestimentos a base de WPC com eficiência na manutenção da coloração do vegetal foram A2 (WPC + AC (1,5%)) e A4 (WPC + AC (1,5%)) até o 3º dia de armazenamento a 10°C.

Sugere-se em estudos futuros, que seja realizado análise sensorial do produto revestido com proteína de soro de leite. E que o mesmo seja realizado no período de 3 dias, onde foi observado melhor coloração. Assim como utilizar a técnica de branqueamento no vegetal durante as etapas de processamento. Além disso, sugere-se uma investigação da atividade antimicrobiana do revestimento, uma vez que a proteína do soro de leite detém dessa característica importante para o alimento. Sabendo-se ainda que através de diversas literaturas, que o WPC é um bom produto para embalagem ativa, é interessante observar o comportamento do mesmo em outros vegetais MP.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADAY, M.S. **Application of electrolyzed water for improving postharvest quality of mushroom.** Food Science and Technology. v.68. p.44-58. 2016.
- ALMEIDA, G. C. **Qualidade de batatas palito minimamente processadas.** 2005, 119p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras.
- ALVES, J. A.; VILAS BOAS, E. V. B.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, B. M.; PICCOLI, R. H. **Vida útil de Produto Minimamente Processado Composto por Abóbora, Cenoura, chuchu, e Mandioquinha-Salsa.** Ciênc. Agrotec. v. 34. n. 1. p. 182-189. 2010.
- AMARAL, D.P. **Revestimento ativo antiescurecimento ativo à base de proteína do soro de leite aplicado em maçãs minimamente processadas.** 2014, 59p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- ANDRADE, M.A.; RIBEIRO-SANTOS, R.; COSTA BONITO, M. C.; SARAIVA, M.; SANCHES-SILVA, A. **Characterization of rosemary and thyme extracts for incorporation into a whey protein based film.** LWT - Food Science and Technology. doi: 10.1016/j.lwt.2018.02.041. 2018.
- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA (AGRIANUAL). 2013. **Consultoria e Agroinformativo.** São Paulo: FNP. 590p.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática.** 3 ed. Viçosa: UFV, 2006. 478p.
- ARAÚJO J. M. A. **Química de alimentos: Teoria e prática.** 4. ed. Viçosa: UFV, 2010. 596 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE BATATAS (ABBA). Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/abatata_botanica.htm>. Acesso em: 20 de out de 2016.
- AZEVEDO, V.M.; DIAS, M.V.; ELIAS, H.H.S.; FUKUSHIMA, K.L.; SILVA, E.K.; CARNEIRO, J.D.S.; SOARES, N.F.F.; BORGES, S.V. **Effect of whey protein isolate films incorporated with montmorillonite and citric acid on the preservation of fresh-cut apples.** Food Research International. v.107. p.306–313. 2018.
- BECKLES, D. M. **Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit.** Postharvest Biology and Technology. v. 63. n. 1. p. 129-140. 2012.
- BELITZ, H. D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos.** 2. ed. Zaragoza: Acríbia, 1997. 119-120 p.
- BHOWMIK, S. R.; PAN, J. C. **Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity.** Journal of Food Science. v.57. n.4. p.948-953. 1992.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

BREGAGNOLI M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações.** 2006, 141p. Tese (Doutorado). USP-ESALQ. Piracicaba

CECCHI, H.M. (2003) **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2. ed. Campinas: editora da UNICAMP, 207p.

CHITARRA, M. I. F. **Tecnologia e qualidade pós colheita de frutos e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 68 p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 78p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio,** Lavras: UFLA, p.785, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Processamento mínimo de alface.** In: MORETTI, C. L. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa/SEBRAE, 2007. p. 301-341.

CISNEROS-ZEVALLOS L, KROCHTA, JM. **Whey protein coatings for fresh fruits and relative humidity effects.** J Food Sci. v.68, p.176-181. 2003.

DEL AGUILA, J. S., SASAKI, F. F., HEIFFIG, L. S., ORTEGA, E. M. M., TREVISAN, M. J., & KLUGE, R. A. **Effect of antioxidants in fresh cut radishes during the cold storage.** Brazilian Archives of Biology and Technology. v. 51. n.6. p. 1217–1223. 2008.

DIAS, P. D.B. **Efeito da utilização de película e de diferentes formas de acondicionamento na conservação pós-colheita e fritura de batatas minimamente processadas.** 2011. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. São Paulo.

DUANGMAL, K.; APENTEN, R. K. O. **A comparative study of polyphenoloxidases from taro (*Colocasia esculenta*) and potato (*Solanum tuberosum* var. *Romano*).** Food Chemistry. v.64. p.351-359. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA; SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. 2007. **Manual de processamento de frutas e hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças. 531p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2011. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 144 p.

ENDO, E. **Desenvolvimento e Avaliação de Filme Ativo na Conservação de Batata (*Solanum tuberosum* L.) Minimamente Processada.** 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

EVANGELISTA, R. M.; NARDIN, I.; FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P. **Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. v. 46. p. n.8. p.953-960. 2011.

FAI, A.E.C.; SOUZA, M.R.A.; BARROS, S.T.; BRUNO, N.V.; FERREIRA, M.S.L.; GONÇALVES, E.C.B.A. **Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (*Daucus carota* L.)**. *Postharvest Biology and Technology*. v. 112. p.194–204. 2016.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMENEZ, A.; MUÑOZ, S. A.; IBARZ, A. **Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use**. *Trends in Food Science & Technology* v. 22, p. 292-303. 2011.

FELTRAN, J.C; LEMOS, L.B; VIEITES, R.L. **Technological quality and utilization of potato tubers**. *Scientia Agricola*. v.6. p. 598-603. 2004.

FERNANDES AM; SORATTO RP; EVANGELISTA RM; NARDIN I. **Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata na safra de inverno**. *Horticultura Brasileira*. v. 28: n.3. p.299-304. 2010.

FERREIRA, C.C.; GREGÓRIO, E.L.; COSTA, J.D.; PAULA, R. B.O.; NETA, H. A. G. A.; FONTES, M.D. **Análise de coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp. em hortaliças minimamente processadas comercializadas em Belo Horizonte- MG**. *HU Revista*. v. 42, n. 4, p. 307-313. 2016.

FILGUEIRA, F.A.R. 2000. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV. 402p.

FORTES, G.R.L.; PEREIRA, J.E.S. **Classificação e descrição botânica**. In: PEREIRA, A.S.; DANIELS, J. (eds.). *O cultivo da batata na região sul do Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p.53-143. 2003.

FURLANETO, K. A.; SOUZA LIMA, P.F.F.; REGINA, E.; JOB, A.L.G.; MENDONÇA, M.Z.; VIEITES, R.L.; RAQUEL, L.C. **Qualidade de batata cv. Agata influenciada por diferentes concentrações de adubação potássica**. *Revista Ibero americana de Tecnologia Postcosecha*. v. 15. n. 2. p. 187-192. 2014.

GALUS, S.; KADZINSKA, J. **Whey protein edible films modified with almond and walnut oils**. *Food Hydrocolloids*. v.52. p.78-86. 2016.

GIANCONE, T.; TORRIERI, E.; DI PIERRO, P.; MARINIELLO, L.; MORESI, M.; PORTA, R.; MASI, P. **Role of constituents on the network formation of hydrocolloid edible films**. *Journal of Food Engineering*. v.89, p.195-203, 2008

GONZÁLEZ,A; IGARZABAL, C. I. A. **Soy protein e Poly (lactic acid) bilayer films as biodegradable material**. *Food Hydrocolloids*. v.33, p.289-296, 2013.

GRAÇA, A; ESTEVES, E; NUNES, C; ABADIAS, M; CELIA, Q. **Microbiological quality and safety of minimally processed fruits in the marketplace of Southern Portugal**. *Food Control*. v.73. p.775-783. 2017.

HAERTEL, A. O. S. **Compostos bioativos e características físico-químicas de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina**,

xantana e óleo de canola. 2013. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.

HORTIESCOLHA. Disponível em: <<http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/batata>>. Acessado em 20 de out de 2016.

IERNA, A; RIZZARELLI, P; MALVUCCIO, A; RAPISARDA, M. **Effect of diferente anti-browning agente on quality of minimally processed early potatoes packaged on a compostable film.** Food Science and Technology. v.85. p. 434-439. 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020. (Versão eletrônica)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=t&o=1&i=P>>. Acessado em 01 jul. de 2014.

LIMA, E. D. P. de A.; PASTORE, G. M.; LIMA, C. A de A. **Purificação da enzima polifenoloxidase (PFO) de polpa de pinha (Annona squamosa L.) madura.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 21. n. 1. p. 98-104. 2001.

LUENGO, R. F. A.; LANA, M. M. **Processamento mínimo de hortaliças.** In: Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico n.2, Brasília, 1997. MAÇÃ, 2011.

MANVELL, C. **Minimal processing of food.** Food Science and Techonology Today. v.11. p.107-111. 1997.

MARTÍNEZ, V.M.; Whitaker, J.R. **The biochemistry and control of enzymatic browning.** Trends Food Sci. Technology.v.6. p. 195–200. 1995.

MCGUIRE R. G. **Reporting of objective color measurements.** Journal Horticultural Science, Kent, v.27, n.12. p.1254-1255. 1992.

Manual de Culturas Hortícolas, Vol. 2, **Domingos Almeida**, 2006

NASCIMENTO, R. F. **Redução de Metabissulfito de Sódio no Processamento Industrial de Batatas.** 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade Tecnológica do Paraná. Ponta Grossa.

OLIVEIRA, T.M.; SOARES, N.F.F.; PAULA, C.D.; VIANA, G.A. **Uso de embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs.** Seminário: Ciências Agrárias. v.29. n.1. p.117-128. 2008.

OSTROSKY, E.A.; MIZUMOTO, M.K.; LIMA, M. E. L.; KANEKO, T.M.; NISHIKAWA, S. O.; FREITAS, B.R. **Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) de plantas medicinais.** Brazilian Journal of Pharmacognosy. v.18. n.2. p. 301-307. 2008.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. **Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review.** Food Bioprocess Technol. v. 6. p. 36–60. 2013.

PEREZ-GAGO, M.B.; SERRA, M.; DEL RÍO, M.A. **Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings.** Postharvest Biology and Technology. v. 39. p. 84–92. 2006.

PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L.; ALMEIDA, G.C.; ONUKI, A.C.A.; NASCIMENTO, A.B.G. **Caracterização química e física de batatas ‘Ágata’ minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas.** Pesquisa Agropecuária. Brasileira. v.40. n.10. p.1035-1041. 2005.

QUADROS, D.A.; IUNG, M.C; FERREIRA, S.M.R.; FREITAS, R.J.S. **Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio.** Ciênc. Tecnol. Aliment. v.29. n.2. p. 316-323. 2009.

RIBEIRO-SANTOS, R.; SOUZA, A.L.R.; TROMBETE, F.M.; MELO, N.R. **Proteína do soro de leite: Aproveitamento e aplicações na produção de embalagem biodegradável.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v.10.n. 5. p. 51 – 58. 2015.

REBELLO, F.F.P. **Novas tecnologias Aplicadas às Embalagens de Alimentos.** Revista Agroecoambiental. p. 156-164. 2009.

REVENLI, F. N. **Redução de Metabissulfito de Sódio no Processamento Industrial de Batatas.** 2017. (Dissertação em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; CALORE, L. **Efeitos da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. v. 25. n.3. pag. 480-486. 2005.

ROCHA, A. M. C. N.; COULON, E. C.; MORAIS, A. M. M. B. **Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes.** Food Service Technology. v. 3, p.81-88, 2003.

RODRIGUES, M.Z. **Obtenção de Revestimentos Comestíveis a Base de Pectina como Veículo para Microorganismos Probióticos e Aplicação em Cenoura e Goiaba Minimamente Processadas.** 2017. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. **Browning inhibition in fresh-cut pears.** Journal Food Science. v. 63. n. 2. p. 342-346. 1998.

SANCHES, A.G.; COSTA, J. M.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; COSME, S.S. **Tratamentos químicos na manutenção da qualidade pós-colheita em frutos de pitanga (*Eugenia uniflora* L.).** Pesquisas Agrárias e Ambientais. v.5. n.4. p.257-262. 2017.

SANTOS, I. R. C. **Escurecimento Enzimático em Frutos: Polifenoloxidase de Atemóia (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.).** 2009, 119p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara.

SANTOS, T.B.A.; SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A. PEREIRA, J. L. **Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas**. Braz. J. Food Technol. v.13. n.2. p. 141-146. 2010.

SHEWFELT, R. L., THAI, C. M.; DAVIS, J. W. **Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures**. Journal Food Science. v.53. p. 1433-1437. 1988.

SHEWRY, P. R. **Tuber storage proteins**. Annals of Botany. v. 91. p. 755-769. 2003.

SILLANI, S.; NASSIVERA, F. **Consumer behavior in choice of minimally processed vegetables and implications for marketing strategies**. Trends in Food Science & Technology, v. 46, n. 2. p. 339-345. 2015.

SILVA, M. V.; ROSA, C. I. L. F.; VILAS BOAS, E. V. B. **Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 27, n. 1. p. 83-96. 2009.

SILVA, B.E.D.; OLIVEIRA, T.M.; PINTO, E.G.; BARBOSA, T.A.; SOARES, D.S.B. **Efeito de diferentes revestimentos sobre o escurecimento enzimático em maçã**. Dourados. v.10, n.38, p. 355-362. 2017.

SINGH, V.; JADHAV, S.B.; SINGHAL, R.S. **Interaction of polyphenol oxidase of Solanum tuberosum with β -cyclodextrin: Process details and applications**. International Journal of Biological Macromolecules. v.80. p. 469-474. 2015.

SOARES, N.F.F.; PIRES, A.C.S.; ENDO, E.; VILELA, M.A.P.; FONTES, E.A.F.; MELO, N.R. **Desenvolvimento e Avaliação de Filme Ativo na Conservação de Batata Minimamente Processada**. CERES. v.53. n.307. p.387-393. 2006.

THOMAZINE, M.; CARVALHO, R.A.; SOBRAL; P.J.A. **Physical properties of gelatin films plasticized by blends of glycerol and sorbitol**. J Food Sci. v.70. p.172-176. 2005.

VERMEIREN, L.; DEVLIEGHERE, F.; VAN BESST, M.; KRUIJF, N.; DEBEVERE, J. **Developments in the active packaging of food**. Trends in Food Science & Technology. v.10. p. 77-86, 1999.

VERZELETTI, A.; FONTANA, R. C.; SANDRI, I. G. **Avaliação Da Vida De Prateleira De Cenouras Minimamente Processadas**. Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição. v.21. n.1 2010.

VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. **Filmes e Revestimentos Comestíveis na Conservação de Produtos Alimentícios**. Revistas Ceres. v.52, n.300. p. 221-224. 2005.

WILLS, R.B.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. (1981). **Postharvest: Introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Austrália: New South Wales University Press.

YOSHIDA, C. M. P.; ANTUNES, A. J. **Aplicação de filmes protéicos à base de solo de leite.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. v.29. n.2. p.420-430. 2009.

ZORZELLA, C.A; VENDRUSCOLO, J.L.S; TREPTOW, R.O; ALMEIDA, T.L. **Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma chips.** Brazilian Journal of Food Technology. v. 6. p.15-24. 2003.

9. ANEXO

A. Laudo LAAB: *Salmonella sp* e Coliformes

		SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO LABORATÓRIO ANALÍTICO DE ALIMENTOS E BEBIDAS					
Nº do Laboratório:	30 SV - T3	Recebido em:	02/10/2017	SIF/SIE:	.....	Coletor:	.....
Produto:	Batata processada	Marca:	.....			
Data de fab.:	.....	Data de val.:	.....	Lote:	.....	
Fabricante:	.....	Data/hora da coleta:	.....			
Solicitante:	Nathália Ramos de Melo	Local da coleta:	.....			
RESULTADOS							
ANÁLISES REALIZADAS	RESULTADOS OBTIDOS	PARÂMETROS	CONCLUSÃO				
Coliformes a 35°C (coliformes totais)	9,0	Não Referenciado	-				
Coliformes a 45°C (coliformes termotolerantes)	Não Realizado	1x10 ⁸	-				
<i>Salmonella sp</i>	Ausentes	Ausência em 25g	Aprovado				
Quanto aos parâmetros analisados o produto atende a seguinte legislação DC Nº 12, DE 02 DE JANEIRO DE 2001. De acordo com a RDC 12, só pede Coliformes a 45°C e <i>Salmonella</i> . Foi realizado Coliformes totais, mas como foi menor que o permitido de termotolerantes, o produto está aprovado.							
ESTES RESULTADOS REFEREM-SE EXCLUSIVAMENTE A AMOSTRA ACIMA CARACTERIZADA.							
COMENTÁRIO							
Produto em condições higiênico-sanitárias satisfatórias. Coliformes a 45°C, se presentes, serão menores que 9,0 NMP/g.							
Seropédica, quarta-feira, 18 de outubro de 2017							
 Dr.ª Rosa Helena Luchese Coordenadora Técnica							
LAAB-RURAL – DTA/IT/UFRRJ – Rodovia Br 465 Km 7 - Campus Universitário – RJ Cep: 23.890-000 Tel/fax: (21)3787-3851; (21) 98942-8669 E-mail: laab-rural@hotmail.com Site: www.ufrrj.br/laboratorio/laab-rural							