Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Efeito de diferentes revestimentos sobre o escurecimento enzimático em maçã

Effect of different coatings on enzymatic darkness in apple

Bruno Eduardo Damaceno Silva, Taysa Martins de Oliveira, Ellen Godinho Pinto, Thaís Alves Barbosa, Dayana Silva Batista Soares

Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos; Endereço: Br 153, km 633, Zona Rural, 75650-000, Morrinhos-GO, Brasil. eduardobruno95@gmail.com

Recebido: 25/08/2017 Aceito: 06/10/2017

Resumo: A maçã é uma das frutas de maior cultivo em todo o globo, e no Brasil ela tem expressiva parcela produzida, especificamente na região sul do país. Porém, grande quantidade do que é cultivado é perdido na pós-colheita, sendo assim, para contornar este entrave, foi realizado experimento para avaliar a capacidade de diferentes revestimentos, em aumentarem a vida útil do fruto in natura. Os revestimentos empregados foram a proteína 5%, a fécula de mandioca 5% e o ácido cítrico 1,5%, foi utilizado também a testemunha sem nenhuma substância. Foram armazenadas em câmera fria por 13 dias, e avaliadas a cada dois dias quanto à relação pH, sólidos solúveis, acidez, perda de massa, teor de melanoidinas e compostos fenólicos. Os revestimentos se mostraram ineficientes em reduzir o progresso do escurecimento enzimático e perda de massa, além de não manter os valores de acidez titulável, pH e sólidos solúveis.
Palavras-chave: cobertura; conservação; pós-colheita; metabolismo.

Abstract: The apple is one of the fruits of greater cultivation in the whole globe, and in Brazil it has express parcel produced, specifically in the region of the country. However, a large amount of it is cultivated in one point of view, so, to circumvent this obstacle, an experiment was performed to evaluate a capacity of different coatings, to increase the useful life of the fruit in natura. The coatings employed were 5% protein, 5% cassava starch and 1.5% citric acid, the control was also used without any substance. They were stored in a cold chamber for 13 days and evaluated every two days for pH, soluble solids, acidity, mass loss, melanoidin content and phenolic compounds. The coatings were inefficient in reducing the progress of enzymatic browning and loss of mass, besides not maintaining titratable acidity, pH and soluble solids values.

Keywords: coverage; conservation; Post-harvest; metabolismo.

Introdução

As maçãs (*Malus domestica*) pertencem a uma das culturas de frutas mais amplamente cultivadas e economicamente importantes de todo o mundo (Filippin, 2016). Segundo a Secretaria de Política Agrícola do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2013), o Brasil se classifica como 9º (nono) maior produtor mundial de maçãs, com maior produção na região sul do país devido à característica de clima temperado (Macedo, 2014). Com o crescente aumento da produção de maçãs no Brasil, a busca por novas formas de conservação pós-colheita se intensifica, uma vez que, várias adversidades ocorrem com o fruto neste período (Mapa, 2013). Dentre os problemas pós-colheita o escurecimento enzimático é o principal agente responsável pela sua degradação, 50% de perdas, e conseguinte queda no consumo do produto (Fontes et al., 2008).

O escurecimento enzimático se inicia com o manuseio do fruto ocorrendo a descompartimentalização das células e o crescimento da atividade enzimática promovendo o escurecimento e o amolecimento da parede celular (Melo et al., 2009).

A principal via de escurecimento enzimático inicia-se com a oxidação de fenóis endógenos por ação da enzima polifel oxidase (PPO) na presença de oxigênio formando quinona e a subsequente polimerização destas, num mecanismo complexo envolvendo proteínas, aminoácidos e fenóis, culminando com a formação

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

de pigmentos escuros denominados melaninas ou melanoidinas, perda de aroma, propriedades nutricionais e vida útil do fruto (Filho & Vasconcelos, 2011; Özoglu & Baymdirh, 2002). Sendo assim, quanto menor quantidade de índice do escurecimento na maçã, maior a aceitação sensorial do mercado consumidor (Seifert et al., 2015).

Muitos métodos de conservação são utilizados na tentativa de reduzir os efeitos adversos durante a pós-colheita. A adição de inibidores químicos é o método mais comum para controlar a atividade enzimática, mas conservantes químicos, são potencialmente prejudiciais para os seres humanos e o meio ambiente, e estão sendo gradualmente substituídos. Assim, métodos físicos alternativos estão sendo estudados em várias frutas nos tratamentos pós-colheita (Edagi et al., 2009), como a aplicação de coberturas biodegradáveis (Moura et al., 2016).

A aplicação de cobertura/revestimento ocorre por meio da formação de uma película protetora sobre o fruto, funcionando como barreira ao contato do oxigênio com a enzima PPO, também como um regulador das trocas gasosas, promovendo a redução da transpiração e retardando a maduração (Fráguas et al., 2015). Entre os polissacarídeos mais empregados em películas comestíveis, se destaca a quitosana, eficiente na redução de transporte de oxigênio em alimentos processados, e a fécula de mandioca. Esta última, possuí transparência e resistência a trocas gasosas com o meio, e é considerada a mais empregada, uma vez que, possuí um preço de aquisição viável, alta eficiência e vários trabalhos sobre sua eficiência já foram realizados (Castañeda, 2015).

As coberturas proteicas a base de soro de leite são biodegradáveis, transparentes, mecanicamente fortes e com relativa resistência a água. Yoshida e Antunes (2009) observaram que filmes proteicos de soro de leite apresentaram uma barreira a umidade e a gases moderada, mantendo a sua integridade até o final do armazenamento, indicando um grande potencial para aplicação como embalagem.

Sabendo-se que o Brasil ocupa posição de destaque no *ranking* mundial de produção de frutas e hortaliças e que o consumo destas é afetado pelo escurecimento enzimático tornam-se necessários estudos, como a aplicação coberturas que visem retardar o escurecimento enzimático de frutas. Com isso, objetou-se com este trabalho avaliar o efeito de coberturas biodegradáveis sobre o escurecimento enzimático em maçãs.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório do Setor de Agroindústria, do Instituto Federal Goiano, localizado na cidade de Morrinhos (GO). Utilizou-se cobertura de proteínas do soro de leite com 5% de proteínas segundo Soares (2012), fécula de mandioca a 5% e ácido cítrico a 1,5%. As maçãs, adquiridas no comércio local da cidade de Morrinhos, foram higienizadas e cortadas em quatro partes com auxílio de uma faca. Em seguida, foram imersas nas coberturas por 30 minutos e então acomodadas em telas de aço inox para que o excesso de água das coberturas secasse na superfície do produto. Após secagem, as maçãs foram pesadas, acondicionadas em bandejas de poliestireno revestidas com plástico PVC (policloreto de vinila) e armazenadas em câmara fria (4ºC) por 13 dias. Também foram acondicionadas e armazenadas maçãs sem cobertura para controle.

Os frutos foram avaliados, em triplicata, a cada 2 dias quanto a teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, perda de massa, teor de melanoidinas e compostos fenólicos totais.

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria, o pH em potenciômetro e acidez titulável segundo Ial (2008). A perda de massa dos frutos foi quantificada segundo Guimarães (2016) pela diferença entre a massa inicial e a massa final das bandejas, medida em balança semi-analítica, sendo o resultado expresso em porcentagem.

O teor de melanoidinas foi avaliado pela medida da absorvância a 420 nm. A leitura foi realizada em um extrato filtrado obtido a partir de 5 g maçã triturada e 50 mL de água destilada (Wen-Jey et al., 2005). Para determinação do compostos fenólicos totais realizou-se a extração aquosa na proporção de 1:3 (mm-1) maçã: água destilada, com agitação por 20 minutos e filtragem em papel filtro. Em seguida o determinou-se o teor de fenólicos totais segundo a metodologia descrita por Swain & Hills (1959). A análise

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

estatística dos resultados foi efetuada usando estatística descritiva (média ± desvio padrão) e a comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o programa ASSISTAT.

Resultados e Discussão

De acordo com a Tabela 1 é possível identificar uma queda nos valores de acidez titulável e posterior aumento durante o armazenamento. Todas as amostras, ao final do armazenamento, apresentaram acidez titulável menor que o valor inicial, sendo que as amostras controle foram as que registaram maior resultado de acidez ao final do armazenamento.

A queda inicial dos valores da acidez titulável pode ter ocorrido devido ao metabolismo do fruto que é intensificado ao ser manipulado, levando ao consumo de ácidos orgânicos (Brackmann et al., 2009). É possível também observar um posterior aumento da acidez, tal fato pode ser explicado devido à degradação da parede celular, em decorrência do metabolismo, havendo um aumento do número de ácidos orgânicos no fruto (Siqueira, 2012).

Inicialmente é possível observar que o único revestimento, que se apresentou eficiente para o retardo da perda de acidez e diferença estatística, foi o ácido cítrico. Porém, ao final da terceira avaliação igualou-se aos outros revestimentos.

Resultado semelhante foi encontrado por Queiroz (2010), onde a aplicação de fécula de mandioca não apresentou efeito sobre a redução da perda da acidez. Cerqueira (2011) também não encontrou diferença significativa ao final de 8 dias de sua avaliação com recobrimento de proteína, amido e glúten sobre o mamão.

Tabela 1. Valores médios de acidez titulável, pH, sólidos solúveis de maçãs sem cobertura e revestidas com proteínas do soro de leite, fécula e ácido cítrico.

Parâmetros	Tempo	Cobertura			
		Controle	Proteína	Fécula	Ácido Cítrico
Acidez Titulável	T0	0,503±0,030^{a**A*}	0,503±0,030^{aA}	0,503±0,030^{aA}	0,503±0,030^{aA}
	T1	0,203±0,010^{eB}	0,197±0,020^{cB}	0,183±0,028^{eB}	0,333±0,035^{bcA}
	T2	0,223±0,024^{deB}	0,333±0,070^{bB}	0,373±0,0 4b^{bcB}	0,420±0,030^{abA}
	T3	0,340±0,059^{bcdB}	0,370±0,035^{bB}	0,456±0,032^{aB}	0,320±0,051^{bcB}
	T4	0,357±0,074^{bcA}	0,327±0,049^{bA}	0,310±0,018^{cdA}	0,273±0,020^{cA}
	T5	0,317±0,001^{cdeA}	0,293±0,002^{bcA}	0,283±0,028^{dA}	0,293±0,070^{cA}
	T6	0,457±0,053^{abA}	0,323±0,029^{bBC}	0,376±0,021^{bAB}	0,280±0,012^{cC}
pH	T0	3,897±007^{bA}	3,863±0,065^{bA}	3,897±0,065^{abA}	3,897±0,065^{bcA}
	T1	4,323±0,111^{aA}	3,920±0,092^{bB}	3,933±0,061^{aB}	3,947±0,032^{abB}
	T2	4,217±0,105^{aAB}	4,433±0,405^{aA}	3,850±0,01^{abB}	3,950±0,09^{abAB}
	T3	3,763±0,076^{bA}	3,757±0,040^{bA}	3,800±0,02^{abA}	3,757±0,042^{cdA}
	T4	3,763±0,025^{bAB}	3,813±0,067^{bA}	3,813±0,070^{abA}	3,643±0,055^{dB}
	T5	4,030±0,081^{bcA}	3,900±0,066^{bAB}	3,760±0,062^{bB}	3,840±0,085^{bcAB}
	T6	3,863±0,050^{bA}	4,017±0,102^{abAB}	3,897±0,011^{abBC}	4,070±0,01^{aA}
Sólidos Solúveis	T0	13,3±0,5^{abA}	13,3±0,5^{aA}	13,3±0,5^{aA}	13,3±0,5^{aA}
	T1	12,4±0,6^{bcA}	11,5±0,5^{bcA}	11,5±0,5^{bcA}	11,0±0,8^{cA}
	T2	13,0±0,2^{abA}	11,7±0,2^{bcA}	11,0±0,2^{cB}	13,2±0,2^{aA}
	T3	13,9±0,2^{aA}	11,6±0,5^{bcBC}	11,3±0,7^{cB}	12,9±0,7^{abAB}
	T4	12,9±0,1^{bcB}	12,2±0,2^{bC}	13,7±0,3^{aA}	13,1±0,2^{aAB}
	T5	12,0±0,2^{cB}	10,9±0,2^{cC}	12,6±0,3^{abA}	11,1±0,2^{cC}
	T6	10,5±0,3^{dB}	9,5±0,4^{dC}	12,1±0,1^{bcA}	11,8±0,2^{bcA}

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre os tratamentos.
**Letras minúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre os tempos de armazenamento.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

O pH também é um indicativo da queda da acidez nas amostras, uma vez que, quando o revestimento tem este índice alto, ele reduz o valor da acidez nas amostras. Significa que, esta característica das coberturas pode ter influenciado na quantidade final da acidez, uma vez que, ela pode ter provocado à redução de ácidos orgânicos, que é um indicativo da respiração em andamento e consequente queda nos valores (Moraes, 2013).

Durante o armazenamento observou-se variações não significativas nos valores de pH (Tabela 1). Houve uma pequena redução nos valores de pH das amostras controle, já amostras revestidas com proteína apresentaram um aumento neste valor, enquanto que, não ocorreu grande variação nas amostras revestidas com fécula de mandioca ao final do armazenamento, porém, se mostrou estatisticamente igual ao período aos inicial. Queiroz et al. (2010) também obtiveram resultados semelhantes para a fécula que não demonstrou alterações nos valores médios de perda de pH das amostras. Semelhante a este trabalho foram os valores encontrados por Cantillano et al. (2015) onde maçãs galas minimamente também foram tratadas com diferentes coberturas.

O pH é uma das variáveis, de maior influência na degradação dos alimentos, quanto maior, sua interferência é mais significativa na perda de vitaminas essenciais, redução na proliferação de patógenos e aumento do tempo de prateleira, uma vez que, a valores altos a taxa metabólica não se reduz (Correia et al., 2008; Castañeda, 2015; Valsechi, 2006; Cardoso & Rubensam, 2011).

Pode se observar também progressão crescente e decrescente dos valores encontrados do pH, um indicativo que de alguma forma houve uma pequena influência dos revestimentos sobre seus valores. Resultado semelhante foi encontrado por Siqueira (2012), onde os frutos armazenados em diferentes temperaturas revestidos com quitosana apresentaram queda e posterior aumento de pH.

Quanto aos sólidos solúveis, é possível identificar que os teores reduziram até o quarto dia de armazenamento onde se observou um aumento seguido de queda (Tabela 1). O maior teor de sólidos solúveis, ao final do armazenamento foi registrado nas amostras revestidas com fécula de mandioca e ácido cítrico, e o menor nas amostras revestidas com proteínas.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) durante o processo de maturação inúmeras reações químicas e bioquímicas acontecem nos frutos como a diminuição da acidez e aumento no teor de sólidos solúveis. Ao final do amadurecimento ocorre redução no teor de sólidos solúveis, no final do armazenamento, indicando que estes sólidos estão sendo mais usados na respiração do que produzidos, ou seja, é o início da senescência (Morais et al., 2006). Tais fenômenos foram observados neste estudo indicando que provavelmente os frutos, ao final do armazenamento estavam entrando no estádio da senescência. Júnior et al. (2010) identificaram comportamento semelhante em seu trabalho com mamão ao longo de oito dias, ou seja, obteve alteração lenta de sólidos solúveis.

Tabela 2. Perda de massa em maçãs sem cobertura e recobertas com proteína, fécula e ácido cítrico

Tempo	PERDA DE MASSA (%)			
	Controle	Proteína	Fécula	Ácido Cítrico
	-	-	-	-
T1	0,488	2,986	-13,956	0,291
T2	0,41	0,515	0,802	0,408
T3	0,803	0,537	0,814	0,528
T4	3,348	1,046	0,643	3,335
T5	-55,865	0,877	-55,978	1,656
T6	-1,498	-1,874	-2,242	-1,570

Quanto aos valores de perda de massa, observa-se que em todos os tratamentos houve perda de massa durante parte do armazenamento seguido do ganho nas amostras (Tabela 2), esta característica pode estar relacionada à umidade relativa do ar no ambiente de armazenamento. Ar seco, com percentagem de umidade abaixo daquela requerida pelo vegetal, significa perda rápida de umidade pelo produto e consequente murchamento e enrugamento, depreciando-o comercialmente. Ar

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

muito úmido, próximo à saturação de 100%, mantém a turgidez, reduz a perda de água ou possibilita a absorção de água do vegetal (Chitarra & Chitarra, 2005).

Castañeda (2013) acredita que a redução da perda de água esteja diretamente ligada a redução das trocas gasosas com o meio, indicando que ao se formar barreira eficiente sobre a superfície do fruto esta limitação pode ser controlada. As variações dos valores iniciais da perda de massa dos frutos indicam que os tratamentos empregados foram ineficientes quanto à manutenção da massa dos frutos.

As amostras revestidas com fécula apresentação absorção de umidade no início do armazenamento o que pode ter ocorrido pelo fato do amido ser um polissacarídeo higroscópico. Além disso, as amostras revestidas com este polissacarídeo foram as que registraram maior absorção de água durante o armazenamento.

Castañeda (2015) obteve resultado satisfatório quanto ao emprego da fécula de mandioca a 2% para a redução da perda de massa em seu trabalho. Castricini (2010) também obteve resultado satisfatório ao empregar fécula no mamão, porém, apenas em proporções acima de 3%. Talvez, a proporção empregada, seja o fator decisivo para promover efeitos sobre a redução de massa da amostra e os outros revestimentos também sofram deste entrave (Oliveira et al., 2011).

Tabela 3. Valores médios de melanoidinas e compostos fenólicos em maçãs sem cobertura e revestidas com proteínas do soro de leite, fécula e ácido cítrico.

Parâmetros	Tempo	Cobertura			
		Controle	Proteína	Fécula	Ácido Cítrico
Melanoidinas	T0	0,145±0,003^{c**A*}	0,145±0,003^{fA}	0,145±0,003^{eA}	0,145±0,003^{dA}
	T1	0,117±0,001^{cB}	0,284±0,004^{eA}	0,198±0,004^{eB}	0,189±0,072^{cdB}
	T2	0,331±0,011^{bB}	0,566±0^{bA}	0,294±0,005^{dC}	0,240±0,001^{cdD}
	T3	0,338±0,002^{bC}	0,478±0,003^{cA}	0,366±0,012^{bcB}	0,283±0,018^{bcD}
	T4	0,484±0,002^{aB}	0,666±0,034^{aA}	0,401±0,051^{bB}	0,397±0,031^{aB}
	T5	0,489±0,003^{aB}	0,548±0,018^{bA}	0,548±0,005^{aA}	0,373±0,004^{abC}
	T6	0,403±0,083^{abA}	0,373±0,041^{dA}	0,331±0,034^{cdA}	0,401±0,045^{aA}
Compostos Fenólicos	T0	0,674±0,000^{cA}	0,674±0,000^{aA}	0,674±0,000^{aA}	0,674±0,000^{aA}
	T1	0,499±0,002^{eA}	0,450±0,005^{eD}	0,519±0,010^{cB}	0,565±0,005^{cC}
	T2	0,528±0,001^{deB}	0,439±0,000^{eD}	0,530±0,001 ^{cB}	0,501±0,001^{dA}
	T3	0,708±0,009^{bB}	0,526±0,001^{dC}	0,524±0,002^{cC}	0,599±0,003^{bA}
	T4	0,834±0,012^{aC}	0,694±0,003^{aB}	0,676±0,009^{aC}	0,657±0,012^{aA}
	T5	0,514±0,002^{eB}	0,595±0,001^{bA}	0,558±0,002^{bC}	0,568±0,002^{cD}
	T6	0,551±0,028 ^{dA}	0,558±0,026^{cA}	0,578±0,014^{bA}	0,601±0,016^{bA}

*Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p≤0.05) entre os tratamentos. **Letras minúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa (p≤0.05) entre os tempos de armazenamento.

Quanto às melanoidinas formadas neste experimento é possível observar aumento progressivo ao longo do período (Tabela 3), estas são formadas à medida que o processo de escurecimento enzimático vai ocorrendo. Observa-se que ao final do armazenamento não houve diferença significativa entre os tratamentos, indicando assim que as coberturas não foram eficientes no controle do escurecimento enzimático.

Contudo, vale ressaltar que os menores teores de melanoidinas foram encontrados nas amostras revestidas com proteínas do soro de leite e fécula de mandioca. Situação parecida foi escrita nos trabalhos de Fernandes (2015) onde a aplicação de proteína do soro do leite foi eficiente para reduzir o índice de escurecimento enzimático da amostra. Por conseguinte a amostra avaliada com menor índice de escurecimento é a melhor aceita no mercado consumidor por apresentar coloração

da polpa in natura e maior aceitação sensorial (Seifert et al., 2015).

Semelhante a este resultado Geraldine et al. (2006) não encontrou resultado satisfatório ao reduzir o escurecimento enzimático em amostras de guariroba submetidas a ácido cítrico e NaC;l, em diferentes proporções, porém, as amostras submetidas à NaCl visualmente apresentaram coloração mais clara, talvez, a substância empregada interfira no resultado final.

Barreto et al. (2016) obteve resultado satisfatório quanto ao escurecimento enzimático em maçãs recobertas com ácido ascórbico e isoascorbato ao nono dia de avaliação, em períodos anteriores as amostras não apresentaram resultados satisfatórios, indicando que, apenas com períodos um pouco maiores de armazenamento, que resultado satisfatório se apresenta.

Os compostos bioativos mais comumente encontrados em vegetais, frutas e hortaliças são as substâncias fenólicas, que são formadas no metabolismo secundário dos vegetais, podendo ser encontradas na forma livre ou ligadas a açúcares e proteínas, possuindo várias funções como: crescimento da planta, propriedades sensoriais, processos germinativos da semente, defesa contra pragas e danos oxidativos (Liu, 2007).

É possível observar queda nos valores referentes aos compostos fenólicos ao longo do período de avaliação (Tabela 3). A enzima PPO oxida os compostos fenólicos, formando derivados coloridos que causam o escurecimento poucos minutos após a exposição ao ar das porções a serem processadas (Carneiro et al., 2003), indicando a ineficiência dos revestimentos aplicados no controle do escurecimento enzimático.

Ao contrário deste resultado Guimarães et al. (2016) encontrou resultados satisfatórios ao aplicar cobertura de amido sobre a superfície de cenouras. Ele identificou maiores valores de compostos fenólicos das amostras revestidas com a substância do que o controle, indicando a eficiência da cobertura.

Soares (2016) também encontrou resultados favoráveis à aplicação de revestimento comestível com goma xantana sobre os frutos de cajá para redução de escurecimento enzimático. O grupo controle obteve melhores resultados até 13 dias, entretanto, a partir deste período o grupo revestimento se destacou, talvez, neste trabalho, o resultado satisfatório quanto à quantidade de compostos fenólicos formadas, fosse encontrado em um maior período de avaliação.

Conclusão

É possível verificar que os tratamentos não se mostraram eficientes para a maioria das variáveis avaliadas. As amostras revestidas com fécula apresentaram maior conservação dos valores de sólidos solúveis, acidez titulável e pH. Até o quinto dia de avaliação as amostras revestidas com proteínas do soro do leite apresentaram menor perda de massa, ao final da avaliação todas as amostras absorveram umidade do ambiente. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto aos teores de melanoidinas e compostos fenólicos.

Referências Bibliográficas

BARRETO, C. F. et al. Conservação de maçãs 'fuji suprema' minimamente processados. *Revista* **Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 1, n. 1, p. 99-105, 2016.

BRACKMANN, A. et al. Manejo do etileno e sua relação com a maturação das maçãs 'Gala' armazenada em atmosfera controlada. **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 519-525, 2009.

CANTILLANO, R. F. et al. Avaliação da qualidade de maçãs (Malus doméstica Borkh.) CV. GALA minimamente processadas, tratadas com diferentes coberturas comestíveis. *Separatas*, 5º simpósio de segurança alimentar, Rio Grande do sul, 2015.

CARDOSO, S.; RÜBENSAM, J. M. **Elaboração e Avaliação de Projetos para Agroindústrias**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2011.

CARNEIRO, C. E. A.; ROLIM, H. V. M.; FERNANDES, K. F. Procedimento eficiente na inibição do escurecimento de guariroba (Syagrus oleracea, Becc) durante processamento e armazenamento. **Acta Scientiarum. Agronomy.** v. 25, n. 2, p. 253-258, 2003.

CASTAÑEDA, L. M. F. **Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca, aplicada em pós-colheita no recobrimento de maçã***s*. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R. C. C.; DA SILVA VASCONCELLOS, M. A. Qualidade e

amadurecimento de mamões 'golden'revestidos por película de fécula de mandioca. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 1, 2010.

CERQUEIRA, T. S. et al. Protein and chitosan coatings on guavas. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 216-221, 2011.

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

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 83-95, 2008.

EDAGI, F. K.; SESTARI, I.; SASAKI, F. F. *Aumento do potencial de armazenamento refrigerado de nêsperas 'Fukuhara' com o uso de tratamento térmico*, **Pesquisa agropecuaria brasileira,** Brasília, v.44, n.10, p.1270-1276, out. 2009

FRAGUAS, R. M. et al. Preparo e caracterização de filmes comestíveis de quitosana**. Polímeros** [online]. 2015, vol.25, n.spe, pp.48-53.

FERNANDES, A. P. S. et al. Aplicação de filmes biodegradáveis produzidos a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 45, n. 2, 2015.

FILIPPIN, A. P**. Efeito da aplicação da intermitência térmica em secagem convectiva de maçãs Fuji sobre parâmetros de qualidade e consumo de energia**. 2016.

FONTES, L. C. B. et al. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v. 28, n. 4, p. 872-880, 2008.

GERALDINE, A. M. Inibição do escurecimento enzimatico e caracterização físico-química do palmito da guariroba. In: Congresso de pesquisa, ensino e extensão da Ufg - compeex, 3., 2006, Goiânia. **Anais** eletrônicos... do XIII Seminário de Iniciação Cientifica [CDROM], Goiânia: UFG, 2006. n.p

GUIMARÃES, I. C. et al. Filme Comestível a base de amido e micro/nanofibrilas de celulose de cenoura prolonga a vida útil de cenoura minimamente processada. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 34, n. 1, 2016.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JÚNIOR, E. B. et al. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (Carica Papaya L) minimamente processado. *Revista* **Varia Scientia Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 131-142, 2010.

LIU, R.H. Whole grain phytochemicals and health. **Journal of Cereal Science**, Manhattan, v.46, p.207-219, 2007.

MACEDO, C. K. B. de et al. **Qualidade de maçãs Gala℠ e Fuji℠ em função da nutrição e das condições climáticas no Sul do Brasil**. 2014.

MAPA - MINISTERIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Cenáro da cadeia produtiva da maçã***.** Vol. 54, Secretaria de Política Agrícola, março de 2013. Disponivel em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/arquivos-de-estatisticas/informativo_-_maca_2013_-2-1.pdf> Acesso em: 09 jan. 2017

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS E. V. B. de; JUSTO, C. F. Uso de aditivos químicos para a conservação pós-colheita de banana 'maçã' minimally processada. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 33, n.1, p.228-236, 2009.

MELO FILHO, A. B. de.; DA SILVA VASCONCELOS, M. A. **Química de alimentos**. 2011.

MORAES, K. S. de. **Influência da atmosfera modificada e cobertura comestível na qualidade do Physalis (Physalis peruviana L.) Armazenada em diferentes temperaturas,** Engenharia de Alimentos, Florianópolis, SC, p.271, 2013.

MORAIS, P. L. D. de et al. Alterações físicas, fisiológicas e químicas durante o armazenamento de duas cultivares de sapoti. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 41, n. 4, p. 549-554, 2006 .

MOURA, L. C. et al. Influence of refrigeration and cassava starch biofilm use on enzymatic browning in mangaba fruit (Hancornia speciosa). **Científica,** v. 44, n. 2, p. 131-137, 2016.

OLIVEIRA, L. F. de.; ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R. Desenvolvimento, caracterização de filmes comestíveis de fécula de mangarito (Xanthosoma mafaffa Schott) e sua aplicação em frutos de jabuticaba. **Boletim do**

Centro de Pesquisa de Processamento de Alimento*s*, v. 29, n. 2, 2011.

ÖZOĞLU, H.; BAYINDIRLI, A. Inhibition of enzymic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. **Food Control**, v. 13, n. 4, p. 213-221, 2002.

QUEIROZ, V. A. P. et al. Utilização de cobertura comestível na conservação pós-colheita de minimilho minimamente processado. *Revista* **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 910-916, 2010.

SEIFERT, M.; et al. Avaliação da cor em maçã (Malus domestica Borkh.) cv. fuji, minimamente processada, tratada com diferentes coberturas comestíveis. In: IX SIMPÓSIO DE ALIMENTOS, 9., 2015, Passo Fundo. **Anais**... Passo Fundo: UPF, 2015. p. 1-6.

SIQUEIRA, A. P. O. **Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo,** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, setembro de 2012.

SOARES, R. M. C. **Efeito da goma arábica como revestimento para prolongamento da vida pós-colheita do cajá** (Spondias mombin L.). 2016.

SOARES, D. S. B. **Influência do pH e da irradiação em filmes biodegradáveis de proteínas do soro de leite.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás – Goiânia.

SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of Prunus domestica. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** v. 10, n. 1, p. 63-68, 1959.

VALSECHI, O. A. **Microbiologia dos alimentos.** Universidade federal de São Carlos Centro de Ciências Agrárias, departamento de tecnologia agroindustrial e socioeconomia rural**.** Araras, São Paulo, 2006.

YOSHIDA, C. M. P.; ANTUNES, A. J. Aplicacao de filmes proteicos a base de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.2, p. 420-430, 2009.