UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ANA LUIZA GUIMARÃES BORGES

APROVEITAMENTO DA CASCA, COROA E TALO DE ABACAXI EM COBRIMENTO COMESTÍVEL NO FRUTO PROCESSADO MINIMAMENTE

PATOS DE MINAS

2020

ANA LUIZA GUIMARÃES BORGES

APROVEITAMENTO DA CASCA, COROA E TALO DE ABACAXI EM COBRIMENTO COMESTÍVEL NO FRUTO PROCESSADO MINIMAMENTE

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas como requisito de avaliação da disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso II.

Orientadora: Profª Drª. Vivian Consuelo Reolon Schmidt

PATOS DE MINAS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Engenharia Química
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br

HOMOLOGAÇÃO

ANA LUIZA GUIMARÃES BORGES

"Aproveitamento da casca, coroa e talo de abacaxi em cobrimento comestível no fruto processado minimamente"

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof.ª Dr.ª Vivian Consuelo Reolon Schmidt
Orientador(a) - Faculdade de Engenharia Química / UFU

Prof.ª Dr.ª Harumi Otaguro
Instituto de Química / UFU

Me. Lucas Pires Rodrigues
Instituto de Biotecnologia / UFU

Patos de Minas, 6 de março de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Harumi Otaguro**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 06/03/2020, às 18:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Lucas Pires Rodrigues**, **Técnico(a) de Laboratório**, em 06/03/2020, às 18:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Vivian Consuelo Reolon Schmidt**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 06/03/2020, às 18:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1879144** e o código CRC **3F9BCFE2**.

AGRADECIMENTOS

A Deus, aos Três Reis Magos e a São João Batista por toda proteção durante a minha caminhada, por nunca ter me deixado desistir e por sempre iluminar o meu caminho mostrando que sou capaz.

Aos meus pais Manoel e Marlene, o apoio de vocês foi e é fundamental, meu muito obrigada pelos conselhos, conversas, broncas e é claro pelo amor e compreensão que sempre tiveram. A distância que nos separou durante a graduação me fez valorizar cada momento quando estamos juntos e isso me transformou. Vocês fizeram com que as dificuldades que não foram poucas, nos tornasse fortes e unidos e hoje graças a vocês estou mais próxima de conquistar mais uma etapa na minha vida.

Ao meu irmão Murilo, que sempre foi um incentivador e espelho para que eu estudasse e alcançasse meus objetivos, jamais esquecendo das minhas origens e também a minha cunhada Ticiana que também me apoiou durante essa trajetória.

Ao meu namorado Gabriel pelo apoio e compreensão durante todo o curso e principalmente nesse último ano.

À professora Drª. Vivian Consuelo Reolon Schmidt, pela orientação, pela oportunidade de realizar juntos vários trabalhos e por todo conhecimento transmitido durante a execução deste e outros, sempre disposta a ensinar-me e esclarecer as dúvidas e é claro pela amizade que foi construída ao longo do tempo. Serei eternamente grata.

A toda a equipe do Laboratório de Química de Alimentos, Betânia, sempre muito atenciosa, Laís, Istefane e Marco, sempre dispostos a me ajudar em todas as análises e duvidas que surgiam, no laboratório durante a realização dos experimentos. Muitíssimo obrigada.

A todos os professores do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos, pelos ensinamentos, oportunidades, amizade e palavras de incentivo, em especial àqueles que de alguma forma tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Aos colegas de faculdade Amanda, Lucas, Priscilla, Ana Carolina, Gabriela e Rosana por dividirem comigo toda essa experiência, ajudando sempre que precisei.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que esse momento fosse possível.

Meu muito obrigada!

Todos os seus sonhos podem se tornar realidade se você tiver coragem para persegui-los.”

Walt Disney

RESUMO

As coberturas comestíveis são uma alternativa para aumentar a vida útil de produtos pós-colheita e minimamente processados.A formação de camadas transparentes e resistente age como barreira à perda de água, além de proporcionar brilho e bom aspecto às frutas e hortaliças. O amido de mandioca é um dos ingredientes que vem sendo considerado adequado para a elaboração dessas coberturas comestíveis. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a vida útil do abacaxi minimamente processado,elaborado com o reaproveitamento total da fruta incorporando suas fibras à cobertura comestível à base de amido. Os frutos previamente higienizados e picados foram branqueados com solução de ácido cítrico a 1% em volume e secos em estufa a 50°C por 2 horas. Para o recobrimento, foi preparada uma solução de 3 g de amido/100g de suspensão e 3g de fibra/g de amido, a qual foi aquecida em banho termostatizado sob agitação constante. Em seguida, os abacaxis foram imersos por 1 minuto, retirados e colocados em um suporte metálico. A secagem foi em estufa a 50°C por 3 horas, para a película aderir à superfície dos pedaços da fruta. Por fim, os mesmos foram embalados a vácuo e em potes plasticos earmazenados em geladeira a temperatura aproximada de 7°C. As análises de cor, textura, pH, acidez titulável, atividade de água e sólidos solúveis (°Brix) foram realizadas e, determinaram 10 dias de vida útil. O pH não demonstrou alterações significativas no decorrer dos dias de armazenamento. No entanto, os valores de sólidos solúveis e atividade de água apresentaram aumento significativo ao final do armazenamento. Os valores para textura e acidez titulável diminuíram significativamente a partir do 3° dia de armazenamento, sendo que a textura foi o parâmetro que mais se diferenciou quando comparado com o abacaxi *in natura*. Todos os parâmetros de cor (L*, a*, b*, C*, h e ΔE) apresentaram diferença significativa, porém, os abacaxis se mantiveram em uma faixa de tonalidade mais clara, entre amarelos e amarelo-esverdeados, a mesma apresentada pelo abacaxi *in natura*. Assim, conclui-se que a utilização de fibras da casca do abacaxi reaproveitada pela incorporaçãoa cobertura comestível na fruta minimamente processada melhoram a qualidade do fruto, além de facilita o seu consumo, contribuindo para a redução de perdas durante seu processoprodutivo.

Palavras-chave: reaproveitamento; vida útil; biofilmes, biodegradáveis.

ABSTRACT

Edible coatings are an alternative to increase the useful life of post-harvest and minimally processed products. The formation of transparent and resistant layers acts as a barrier to water loss, besides providing brightness and good appearance to fruits and vegetables. Cassava starch is one of the ingredients that have been considered suitable for the preparation of these edible toppings. Thus, the objective of this work was to evaluate the useful life of the minimally processed pineapple, elaborated with the total reuse of the fruit incorporating its fibers to the edible covering based on starch. The previously cleaned and chopped fruits were bleached with a 1% citric acid solution and dried in an oven at 50 ° C for 2 hours. For the coating, a solution of 3 g of starch / 100g of suspension and 3g of fiber / g of starch was prepared, which was heated in a thermostatic bath under constant agitation. Then, the pineapples were immersed for 1 minute, removed and placed in a metallic support. The drying was carried out in an oven at 50 ° C for 3 hours, for the film to adhere to the surface of the pieces of the fruit. Finally, they were vacuum packed and in plastic jars and stored in a refrigerator at a temperature of approximately 7 ° C. The analyzes of color, texture, pH, titratable acidity, water activity and soluble solids (° Brix) were performed and determined 10 days of useful life. The pH did not show significant changes during the storage days. However, the values of soluble solids and water activity showed a significant increase at the end of storage. The values for texture and titratable acidity decreased significantly after the 3rd day of storage, with texture being the parameter that most differed when compared to fresh pineapple. All color parameters (L *, a *, b *, C *, h and ΔE) showed a significant difference, however, the pineapples remained in a lighter shade range, between yellow and greenish-yellow, the same presented by fresh pineapple. Thus, it is concluded that the use of fibers from the pineapple peel reused by incorporating the edible cover in the minimally processed fruit improves the quality of the fruit, in addition to facilitating its consumption, contributing to the reduction of losses during its production process.

Keywords: reuse; shelf life; biofilms; biodegradable.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10
2. REFERENCIAL TEÓRICO 12
2.1. CERRADO 12
2.2. FRUTAS BRASILEIRAS 12
2.2.1. ABACAXI 13
2.3. RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS 15
2.3.1. Processamento do Abacaxi 17
2.4. COBERTURAS COMESTÍVEIS 18
2.4.1. Métodos de produção 21
3. METODOLOGIA 22
3.1. OBTENÇÃO DAS FIBRAS DE ABACAXI 22
3.2. PREPARO DO RECOBRIMENTO A BASE DE AMIDO 24
3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE A ESTOCAGEM 25
3.4. ANÁLISES ESTATÍSTICA 27
4. RESULTADOS 28
CONCLUSÃO 37
REFERÊNCIAS 38

NOMENCLATURAS

pH - Potencial Hidrogeniônico

aw -Atividade de Água

ATT – Acidez Total Titulável

PM - Processado Minimamente

SST – Sólidos Solúveis Totais

1. INTRODUÇÃO

A competitividade e o potencial brasileiro em relação à produção de alimentos são reconhecidos em todo o mundo, especialmente em relação à fruticultura (CARVALHO, 2009). Entre os biomas brasileiros, o Cerrado é um conjunto de ecossistemas definido como o segundo maior bioma, ocupando, aproximadamente 25% do território nacional, sua flora é considerada a mais rica dentre as savanas do mundo, estimando-se cerca de 4 a 10 mil espécies de plantas vasculares (EMBRAPA, 2006). O Cerrado apresenta condições climáticas adequadas para a produção de várias frutas, como o abacaxi, abacate, maracujá, acerola, banana, goiaba, mamão, uva, manga, entre outras. Sendo o abacaxi considerado o símbolo de regiões tropicais e subtropicais, tendo grande aceitação em todo o mundo tanto na forma *in natural*, quanto industrializado, agradando no visual, ao paladar e ao olfato (KLINK e MACHADO, 2005).

No panorama geral, a fruticultura brasileira posiciona-se em terceiro lugar quanto à produção mundial de frutas, revelando seu enorme potencial para expandir-se no mercando internacional, principalmente com a divulgação e inserção de frutas exóticas nesses mercados (BUENO; BACCARIN, 2012). Mesmo com a sua diversidade de frutas e hortaliças, os hábitos alimentares estão passando por diversas mudanças nas últimas décadas. Essas mudanças são em virtude do cotidiano da maioria da população, ocasionando assim pouca disponibilidade de tempo para o preparo dos alimentos. Em contracorrente, o avanço do uso de novas tecnologias na indústria alimentícia, possibilita melhoria na qualidade dos alimentos, além de conveniência e rapidez no preparo (BUCKLEY, 2007).

Atualmente, há uma tendência crescente por alimentos minimamente processados (MP), ou seja, qualquer fruta ou hortaliça, que passa por operações de seleção, lavagem, descascamento e corte, obtendo produtos frescos e convenientes para o consumo (DURIGAN, 2007). De modo geral, os MP apresentam vida útil inferior aos *in natura*, devido às susceptíveis deteriorações fisiológicas, físico-químicas e microbianas dos tecidos expostos pelo corte. Neste sentido, a utilização de revestimentos ou coberturas comestíveis é uma alternativa de prolongar a vida útil destes produtos (BASTOS, 2006).

Entre os materiais estudados, o amido de mandioca é um dos ingredientes que vem sendo considerado adequado para a elaboração dessas coberturas comestíveis, pois apresentam boas propriedades mecânicas e atuam como barreira ao oxigênio. Contudo, a natureza hidrofílica do amido limita seu uso e o desenvolvimento de produtos obtidos a partir deste material. Muitos estudos, como modificações químicas do amido e a incorporação de materiais hidrofóbicos na matriz de amido vêm sendo desenvolvidos, a fim de melhorar as propriedades mecânicas, reduzindo a

hidrofilicidade e conferindo propriedades ativas. Diante do exposto surge a proposta de aproveitamento total do abacaxi minimamente processado.

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como intuito buscar o aproveitamento da casca, coroa e talo de abacaxi em cobrimento comestível no fruto processado minimamente

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtenção das fibras da casca, coroa e caule do abacaxi através de hidrólise ácida;
- Elaboração das coberturas comestíveis de amido de mandioca com adição das fibras dos resíduos de abacaxi;
- Aplicação das coberturas em pedaços de abacaxis para processo de minimização da fruta;
- Análises físico-químicas durante a vida útil do abacaxi minimamente processado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.CERRADO

As frutas do cerrado se destacam pelas espécies exóticas, que apresentam características sensoriais únicas e intensas, seus frutos são atrativos por apresentarem sabores, cores e aromas característicos, além de elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais (DURIGAN, 2007). Esses atributos tornam esses frutos uma fonte potencial para o desenvolvimento de produtos inovadores e saudáveis na indústria alimentícia (DURIGAN, 2007).

Nos últimos anos foi observado um aumento nos estudos com frutos nativos do cerrado. No entanto, informações sobre as características químicas e valor nutricional dos frutos do Cerrado brasileiro ainda são limitadas ou, muitas vezes, inexistem, ocorrendo uma carência de investimentos científicos nessa área (SANTOS, 2005). Assim, estudos envolvendo a exploração de algumas espécies frutíferas do Cerrado e também espécies com boa adaptação despertam interesse, como o araçá (*Psidium guineense* Swartz), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), cajazeira (*Spondias mombin* L.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) e o marolo (*Annona crassiflora* Mart.). Entre elas o abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril) que éuma fruta muito apreciada nas regiões produtoras e nos países importadores pelo bom equilíbrio entre acidez e açúcar

2.2.FRUTAS BRASILEIRAS

Analisando o panorama geral da fruticultura, o Brasil ocupa a terceira posição no *ranking* mundial de produção de frutas, ficando atrás apenas de China e Índia, com uma produção de aproximadamente 40 milhões de toneladas anuais e uma área plantada em torno de 2,5 milhões de hectares (FAO, 2018).

As frutas podem ser produzidas em todas as regiões do Brasil, devido sua grande extensão territorial, que abrange uma boa diversidade de climas e proporcionam temperatura, luminosidade e a umidade adequada para o seu desenvolvimento. Em geral, as regiões como Nordeste e Norte têm maior importância na produção de frutas de clima tropical, como o abacaxi, banana, coco, cacau, caju, mamão, melão e o maracujá. Enquanto as regiões Sudeste e Sul destacam-se na produção de frutas de clima temperado e subtropical, como goiaba, figo, pera, pêssego, maçã e uva. No Centro-Oeste, especializado na produção de grãos, a produção de frutas ainda é incipiente.

O desenvolvimento da fruticultura tem impulsionado também o desenvolvimento da agroindústria (SEBRAE, 2018). Segundo dados obtidos pelo IBRAF (Instituto Brasileiro de Frutas)

no ano de 2016, cerca de 710 mil toneladas de frutas foram exportados pelo Brasil, superando os números do ano anterior. Dentre estas, o abacaxi que pode ser cultivado em várias regiões brasileiras.

O estado da Paraíba é o que mais produz abacaxi, seguido de Minas Gerais, tendo na sua produção um papel econômico e social significativo, tanto para os produtores rurais que cultivam o fruto, quanto para os moradores da cidade que trabalham direta ou indiretamente com a produção do abacaxi (BUENO, 2012).

2.2.1. ABACAXI

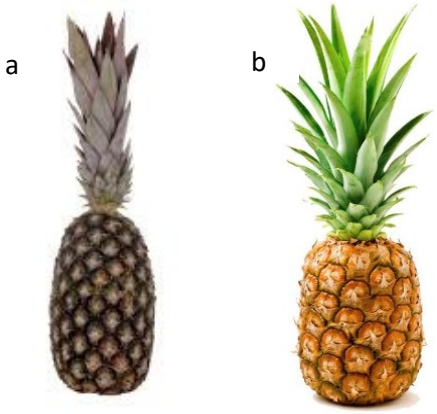
O abacaxi (*Ananas comosus L. Merril*) pertence à família da bromeliácea monocotiledônea e, se adapta muito bem em clima tropical e subtropical com temperaturas mais quentes. A soma dos fatores climáticos favorece características sensoriais de interesse para seus consumidores. De modo geral, esses cultivares se adaptam muito bem a solos arenosos com boa drenagem ou solos argilosos com matéria orgânica. Entre os principais produtores mundiais deste fruto estão a China e Índia, Brasil, Filipinas. Sendo sua produção nesses países baseada em poucos cultivares, como *Pérola, Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Queen* e *Red Spanish*. (FAO, 2018).Os cultivares do Brasil são "Pérola" e "Smooth Cayenne", devido as suas características, descrita a seguir (CRESTANI, 2010).

- *Pérola :* Cultivado amplamente no Brasil, é também conhecido como 'Pernambuco'. Possui uma característica de porte médio e crescimento ereto, sendo vigorosa, com folhas medindo cerca de 70 cm de comprimento, com espinhos nos bordos e pedúnculo longo (em torno de 30 cm). Produzem muitos filhotes (8 a 15) presos ao pedúnculo, próximos da base do fruto. O fruto pesa de 1,0 kg a 1,8 kg, possui a coroa grande, a casca verde e o formato cônico, como pode ser observado na Figura 1 a. Quando maduro, o fruto apresenta casca amarelada, polpa branca, sólidos solúveis totais de 14a 16ºBrix, pouca acidez, agradável ao paladar. A exportação *in natura* é pequena, apesar de suas excelentes características organolépticas. Atualmente, está sendo difundida nos estados do Tocantins, Goiás, Minas Gerais e Bahia;

- *Smooth Cayenne:* cultivar mais plantado no mundo. Porte semieretocom folhas sem espinhos, a não ser alguns encontrados na extremidade apical do bordo da folha. O fruto é atraente, pesa de 1,5 kg a 2,5 kg,sua coroa é relativamente pequena e a planta produz poucas mudas do tipo filhote. De forma ovóide, com casca de cor amarela variando a alaranjada na base (conforme apresentado na Figura 1b). Quando maduro, polpa amarela, rico em açúcares (de 13 a 19 ºBrix) e acidez maior do que as outras variedades. Essas características a torna adequada para a industrialização e exportação *in natura.* Essa espécie foi introduzida no

Brasil nos anos 1930, inicialmente no Estado de São Paulo e, posteriormente difundida para outros estados, como Paraíba, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás e Bahia.

Figura 1-Fotos das espécies a) *Pérola* b) *Smoothcayenne*



Fonte: https://cd.shoppub.com.br/cenourao/media/cache/e1/8b/e18b9743004127 b18c08c384c0389511.jpg

Entre estes dois cultivares, "Pérola" é o mais plantado devido à sua boa aceitação no mercado interno e seu sabor agradável, sendo o cultivar ideal para consumo *in natura*. (CRESTANI, 2010). Além disso, o abacaxi também é um alimento de alto valor nutritivo em virtude da presença das vitaminas A, B_1 e C (IBRAF, 2016). Sendo assim, pela boa adaptação do abacaxi ao clima brasileiro, o fruto é um dos mais conhecidos e consumidos no território (EMBRAPA, 2017).

A qualidade final do fruto é influenciada por práticas na colheita e na pós-colheita, dependendo do estágio de maturação, o qual influencia na vida útil pós-colheita, considerado um fruto não climatérico, após a colheita o abacaxi não melhora suas qualidades nutricionais e sensoriais, pois as mesmas só são obtidas quando reúnem suas características adequadas ao consumo, contudo pode ocorrer pequena mudança na textura e perdas na coloração verde (CHITARRA, 2000).

Colheitas realizadas antes que os frutos atinjam a completa maturação fisiológica prejudicam o seu processo de amadurecimento, e consequentemente afetam sua qualidade. Por essa razão, o abacaxi deve ser colhido no seu completo desenvolvimento fisiológico. Por outro lado, a colheita de frutos totalmente maduros reduz sua vida útil, dificultando o seu manuseio e transporte, devido à baixa resistência física, o que ocasiona perdas quantitativas e qualitativas. As características físicas mais utilizadas para determinar a qualidade dos frutos são a massa, o comprimento, o diâmetro e as características internas, como pH e sólidos solúveis totais. A coloração dos formatos do fruto e da coroa são fatores responsáveis pela aceitação do consumidor (CARVALHO, 2009).

O consumo do abacaxi pode ser *in natura*, cortado em fatias (rodelas) ou em cubos, também na forma de sucos caseiros e minimamente processado. Podendo também ser consumido de forma industrializada, como polpa, xarope, geleia, doce sem calda, suco enlatados, etc. (CHITARRA, 2000). Como subproduto desse processo industrial pode-se obter ainda: álcool, ácido cítrico, málico e ascórbico, rações para animais e enzimas. Entre as enzimas, a bromelina é uma substância de alto valor medicinal, trata-se de uma enzima muito utilizada como digestivo e anti-inflamatório. Na culinária, ela é presente no suco de abacaxi e, utilizada para o amaciamento de carnes (ANTONIALI, ; SANCHES, 2016).

Carvalho (2009) relata que o fruto apresenta extrema importância econômica para o país, não só pelas suas qualidades nutricionais e organolépticas, mas também por sua rentabilidade e importância social, devido seu cultivo exigir intensiva mão de obra. Destaca-se por seu amplo número de produção tanto nacionalmente quanto internacionalmente. No contexto agrícola mundial de frutas, a cultura do abacaxi tem elevada rentabilidade e demanda, sendo o segundo cultivo tropical de importância mundial, ficando atrás da banana. Contudo, há um elevado desperdício de fruta e hortaliças no Brasil, o que gera uma elevada quantidade de resíduo, seja pela colheita como manipulação no pós-colheita.

2.3.RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

As perdas de alimentos no Brasil representam de 10 a 60% do total produzido no país, sendo que nos Estados Unidos, esse índice não chega a 10% (EMBRAPA, 2017). Segundo Oliveira (2018), os prejuízos decorrentes dos desperdícios de frutas e hortaliças, encontram-se ao redor de 30 a 40% da produção. Considerando a perda média de 35% desses alimentos, estima-se que mais de 5,5 milhões de toneladas deixaram de alimentar os brasileiros. Do total de desperdício no país, 10% ocorrem durante a colheita; 50% no manuseio e transporte dos alimentos; 30% nas centrais de abastecimento, e os últimos 10% ficam diluídos entre supermercados e consumidores. Não há estudos conclusivos que determinem o desperdício nas casas e nos restaurantes, mas estima-se que a perda no setor de refeições coletivas chegue a 15% e, nas nossas cozinhas a 20% (ANTONIALI; SANCHES, 2016).

Estas perdas acarretam grandes prejuízos financeiros para todos os representantes de sua cadeia produtiva e elevando o custo final do produto ao consumidor.É valido salientar que as perdas de alimentos significam a sua redução não intencional, tornando os alimentos indisponíveis para o consumo humano, resultante de ineficiências em toda a cadeia produtiva (EMBRAPA, 2017).

As perdas podem ser classificadas em bióticas (doenças), abióticas (desordens ou distúrbios fisiológicos ou doenças não patogênicas) e físicas (injúrias mecânicas são as principais). Elas são geralmente maiores em países menos desenvolvidos, e grandemente influenciados pelas técnicas inadequadas de colheita, armazenamento, transporte, bem como pela fisiologia do produto (IBRAF, 2016).

Em relação ao abacaxi a perda significativa é em torno de 45,3%, devido a retirada das partes não comestíveis, coroa e casca. Porém deve-se considerar que este valor é devido às características da fruta. Na Figura 2, é possível observar as partes que geralmente são desperdiçadas da fruta.

Figura 2–Partes desperdiçadas da fruta.

Fonte: https://media.istockphoto.com/vectors/pineapple-vector-id973448776

Uma vez que o Brasil ocupa lugar de destaque mundial na produção de abacaxi, suas extensas formas de consumo acabam gerando grande quantidade de resíduodo subproduto. Estes com possibilidade de reuso, como alimentação animal e suas fibras para preparo de compostos biodegradáveis (SANTOS, 2005). O uso de resíduos industriais de abacaxi na alimentação de bovinos foi estudado por Prado (2003), estes observaram que o resíduo possui características nutricionais que possibilita sua utilização para bovinos. Em outro trabalho, onde Prado (2003) utilizaram o resíduo na forma ensilada e os resultados consideraram a silagem como uma boa fonte de volumoso para bovinos. Maria, Rita e Cecília (2011) estudaram a utilização de celulose das folhas de abacaxi como nanofibras em filme à base de álcool polivinílico. Neste sentido, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais deve ser implementado em indústrias alimentícias, que geram elevada quantidade destes resíduos durante o processamento do produto, como compostas, geleias, conservas, balas e entre outros.

2.3.1. Processamento do Abacaxi

A indústria de alimentos deu um salto na sua produção nas últimas décadas. Contudo, há um movimento sobre a necessidade do consumo de frutas e hortaliças frescas, buscando-se uma dieta saudável, menos processados e prontos para o consumo. Uma das justificativas, de muitos consumidores para o baixo consumo de frutas e hortaliças, é o tempo gasto no preparo dos mesmos. Assim, o surgimento do processamento mínimo, com o intuito de frutas e hortaliças mais fácies para consumo imediato ou em seu preparo (SANTOS, 2005).

Durante o processamento mínimo, a matéria prima pode passar por alterações físicas como lavagem, descascamento, fatiamento, corte com retirada de sementes e caroços, ou ainda, tratamentos químicos visando que os produtos devem manter ao máximo suas características nutritivas e sensoriais, além de seus atributos de qualidade, como aroma, cor, sabor e frescor (DURIGAN, 2007).

A utilização de produtos minimamente processados (PM) no Brasil iniciou-se na década de 90, por algumas empresas atraídas pela nova tendência de mercado. O valor agregado a estes produtos aumenta a competitividade do setor produtivo e propicia meios alternativos para a comercialização. No entanto, o sucesso desse empreendimento depende do uso de matérias-primas de alta qualidade, manuseadas e processadas com elevada condição de higiene, para manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil (CHITARRA, 2000).

Segundo Oliveira (2018) a técnica de PM visa basicamente estender a vida útil dos alimentos, o que depende de uma série de fatores, como escolha da matéria-prima, cuidados com a higiene e preparo final. Ao contrário da maioria das técnicas de processamento de alimentos, que aumentam a vida de prateleira dos produtos, o PM pode propiciar a sua perecibilidade. Em condições de temperatura ambiente, estes produtos deterioram-se mais rapidamente, tendo em vista que os processos metabólicos e danos microbiológicos são acelerados. Por esse motivo a utilização desta técnica em frutas e hortaliças deve levar em consideração a fisiologia do produto, uma vez que se embalam tecidos vegetais vivos, que requerem de uma adequação da tecnologia aplicada para que a sua utilização seja eficaz (BRANDENBURG e ZAGORY, 2009).

Santos *et al.* (2005) pesquisaram os efeitos de diferentes atmosferas modificadas sobre a cultivar *Pérola* minimamente processado. Eles concluíram que a fruta pode ser comercializada já descascada e, ou na forma de “rodelas” e em embalagens que permitissem o consumo direto e, facilitassem sua utilização em serviços de *buffet*, restaurantes ou lojas de *fastfood*.

Sarzi *et al.* (2002) que analisaram a composição física e química do abacaxi Pérola, PM, armazenado em embalagens de polietileno e tereftalato em temperaturas de 3, 6 e 9 ºC. Neste

trabalho os autores observaram que o tipo de corte e a embalagem não influenciaram na qualidade do produto. Contudo, a temperatura de armazenamento favoreceu o escurecimento, sendo esta decisiva no estabelecimento da sua vida útil.

Como uma técnica aliada aos PM, à utilização de biopolímeros como revestimento em frutas e vegetais saltou significativamente nos últimos anos. Estas coberturas mantem as características do produto fresco, sem perda de qualidade nutricional e prolongando o tempo de estocagem. (CHUA et al., 2008; ROSNES et al., 2003). Nesse sentido, filmes e coberturas comestíveis estão sendo estudados como uma maneira eficiente para a proteção de vegetais frescos ou PM, retardando a degradação durante o armazenamento e, com poucos efeitos ambientais adversos (SARZI; DURIGAN; ROSSI JUNIOR, 2002). Essa tecnologia emergente objetiva satisfazer a necessidade do consumidor de frutas e hortaliças frescas, adaptando-se à tendência contemporânea, em que o tempo disponível para o preparo das refeições é limitado (VANETTI, 2000).

2.4.COBERTURAS COMESTÍVEIS

O uso de coberturas comestíveis em embalagens e como recobrimento para alimentos visa aumentar a vida pós-colheita e, vai depender de suas propriedades funcionais (barreira à umidade, gases e solubilidade em água ou lipídeo; propriedades óticas; propriedades mecânicas, reológicas e térmicas). Estas propriedades dependem do polímero, do processo de obtenção e modo de aplicação, do condicionamento e da espessura do filme. É desejável que filmes e recobrimentos comestíveis apresentem caracteristicas organolépticas neutras (transparente, inodoro, insípido) de modo a não alterar as características sensoriais dos alimentos, uma vez que estão em contato direto com o alimento. Quando os filmes biopoliméricos são incorporados de aditivos naturais, como os óleos essenciais, podem contribuir no retardamento do crescimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes (RAGAERT; DEVLIEGHERE; DEBEVERE, 2007).

Os filmes e coberturas comestíveis apresentam vantagens na sua utilização e aplicação, que se devem ao fato dos mesmos serem consumidos junto com o alimento, serem produzidos a partir de componentes biodegradáveis e renováveis, e também por atuarem como suporte de nutrientes e/ou aditivos que melhoram as características nutricionais e sensoriais do alimento. Mas a principal vantagem desses filmes em relação a filmes sintéticos é a sua característica biodegradável (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Vários parâmetros são importantes para a aplicação das matrizes poliméricas e seus aditivos e, devem ser devidamente estudados (propriedades mecânicas, barreira e térmicas, solubilidade em

água), a fim de substituir os polímeros amplamente utilizados na indústria de embalagens.Dentre as diferentes fontes de obtenção das coberturas as mais comuns são quitosana, acetato de celulose e amido. A seguir será descrito um pouco sobre elas.

Quitosana

A quitosana pode ser encontrada naturalmente na parede celular de fungos da espécie Zygomycotina, assim como em um grande número de organismos vivos como artrópodes e insetos (exoesqueleto), moluscos (cutícula) e crustáceos (concha) (ORDÓNEZ, 2005). É um polissacarídeo composto por unidades obtidas pela desacetilação parcial da quitina. Quando o grau de acetilação da quitina é menor que 50%, esta passa a ser chamada então de quitosana, tornando-se solúvel em alguns ácidos diluídos (ácido acético, maleico e lático) (CUQ; GONTARD; GUILBERT, 1995).

A quitosana vem sendo amplamente estudada devido à sua grande aplicabilidade em diversas áreas, principalmente como agente antimicrobiano e formação de biofilmes, pela excelente propriedade de formação de gel. Segundo Cuq,Gontard e Guilvert (1995) possui propriedades que lhe confere ainda aplicabilidade em fármacos de liberação controlada (carreador), tecidos epiteliais (regeneração), absorção de gordura e tratamento de efluentes (agente floculante).

A formação de gel, capacidade filmogênica e boa barreira ao oxigênio e dióxido de carbono, são propriedades observadas por Alves, Mali, Beléia (2007) que estudou sobre a produção e caracterização de filmes à base de quitosana.Analizaram o potencial biotecnológico da quitosana, ressaltando ainda suas propriedades de biodegradabilidade, biocompatibilidade e não toxicidade.

Acetato de Celulose

A celulose é um homopolímero linear, insolúvel e de alta massa molecular. É constituído de repetidas unidades de β-D-glicopiranosil, as quais são unidas por ligações glicosídicas ß-1,4. As moléculas de celulose associam-se umas às outras por ligações de hidrogênio em função de sua natureza plana e linear, formando maços fibrosos e policristalinos (FENNEMA et al., 2010).

O acetato de celulose é formado a partir da reação de acetilação da celulose, em que o grau de substituição pode variar de 0 a 3 dependendo de sua estrutura e também das condições reacionais. Algumas características como a solubilidade e a biodegradabilidade do composto são afetadas por estes diferentes graus de acetilação (FENNEMA et al., 2010). O acetato de celulose é um éster formado pela reação da celulose com anidrido acético e ácido acético catalisada por ácido sulfúrico. Ele destaca-se entre os demais derivados da celulose por suas diversas aplicabilidades, como em filmes, membranas e filtros de diferentes tipos (SOUZA; ANDRADE, 2000).

O acetato de celulose é um polímero amorfo, não tóxico, inodoro, permeável ao vapor d'água e solúvel em acetona dependendo do grau de substituição. Seus filmes apresentam características de transparência e rigidez, suportando alta tensão à temperatura ambiente, porém com certa flexibilidade (YAMASHITA; NAKAGAWA; VEIGA; MALI; GROSSMANN, 2005). As propriedades mecânicas, estabilidade química, características de permeação e compatibilidade biológica, são requisitos apresentadas pela celulose e muito importantes para a indústria de alimentos (SOUZA; ANDRADE, 2000).

Amido

Com grande utilidade na indústria de alimentos, o amido é responsável pelas principais propriedades tecnológicas em produtos processados, contribuindo para propriedades de textura em alimentos, uma vez que possui aplicações industriais como agente espessante, gelificante e de formação de volume, dentre outras (CARVALHO, 1997).

Comercialmente, o amido é obtido a partir de sementes de cereais, principalmente de milho comum, trigo, arroz, tubérculos e raízes (como batata e mandioca). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005), amido é o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (grãos), e a fécula é o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes). As plantas das quais ele é obtido crescem em quase todas as zonas temperadas, sendo quemandioca, milho, batata e arroz ocupam as primeiras posições mundiais: 84%, 7%, 4% e 1%, respectivamente.

O amido ocorre na natureza em grânulos, em que têm seu tamanho e forma característicos dependendo da fonte vegetal. Eleé pouco soluvel em água fria, devido aos enlaces das ligações de hidrogênio que existem entre a amilopectina e amilose. Geralmente, os grânulos são compostos de dois polímeros: amilose, polissacarídeo de cadeia linear formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α-1,4; e amilopectina, polissacarídeo de cadeia ramificadaformada por unidades de glicose unidas em α-1,4 e α-1,6. A estrutura quimica é uma das particularidades do amido. Outra característica importante é a capacidade de aumento da viscosidade do amido, que pode ser obtida apenas com o aquecimento da suspensão (faixa entre 70ºC), resultando no processo conhecido como gelatinização (SOBRAL, 2000)

Dependendo da fonte do amido, o conteúdo de amilose varia entre 18 a 30% apresentando diferença nas propriedades dos filmes, sabendo que, quanto maior o teor de amilose melhor será o filme formado (VICENTINI; CEREDA, 1997).

2.4.1. Métodos de produção

Os filmes biopoliméricos podem ser produzidos pelos processos denominados *casting, cast tape drying* e extrusão, dependendo dos objetivos e também dos recursos tecnológicos disponíveis.

O método de *casting* consiste em preparar uma solução coloidal da macromolécula (solução filmogênica) adicionada ou não de aditivos e, então sua deposição em um suporte adequado para secagem do solvente. Em caso de coberturas comestíveis, a deposição é feita por imersão ou *spray*no próprio alimento para posterior secagem (BALDWIN; CERRIEDO, 2011). Este método tem sido intensivamente estudado em pesquisas sobre biofilmes. No entanto, segundo Mali et al. (2004), o seu uso apresenta algumas desvantagens, como problemas em retirar o filme do suporte usado e dificuldade de aumento de escala industrial. Como alternativa para elaboração em grande escala, tem-se a técnica denominada *casting tape drying*, a qual vem sendo estudada e melhorada desde a década de70.

Na técnica *casting tape drying*, a suspensão filmogênica é colocada em um reservatório acoplada a uma lâmina niveladora com parafusos, permitindo ajuste na altura. Pelo movimento da lâmina a solução filmogênica é espalhada formando uma fina camada sobre o suporte, onde é seca por condução e convecção de calor (circulação de ar quente), formando o filme (MORAES et al., 2011).

O método de extrusão consiste em introduzir o biopolímero em um cilindro aquecido, e sua entrada através de uma abertura em uma matriz é forçada por uma rosca rotativa, para a obtenção de formas contínuas. Saindo dos moldes, as peças extrusadas devem ser resfriadas, geralmente com jato de ar ou água, abaixo da temperatura de transição vítrea do material, de modo que sua estabilidade requerida seja assegurada (SILVA; ASCHIERI, 2009).Usando o método de extrusão para filmes à base de amido não é necessário a pré-gelatinização, pois com o aquecimento da máquina serão gelificados, resultando em biofilmes com características de boa resistência, rigidez e permeabilidade de água (SAKANAKA, 2007).

Segundo Kester e Fennema (1986), a formação de biofilmes baseia-se na obtenção do gel, a qual envolve ligações inter e intramoleculares entre as cadeias de polímeros, formando uma matriz semirrígida que envolve e imobiliza o solvente utilizado. Sendo que o grau de coesão depende de fatores como a estrutura quimica dos polímeros utilizados e também da presença de outras moléculas como os plastificantes.

3. METODOLOGIA

Os abacaxis (*Ananas comosus L. Merril*) utilizados neste trabalho foram do cultivar *Pérola*, adquiridos no comércio local da cidade de Patos de Minas, MG. A seleção das frutas foi realizada pelo grau de maturação e conservação, através da análise visual.

O preparo da matéria-prima foi realizado a partir da lavagem dos frutos em água corrente e seco à temperatura ambiente.Após foram descascados e picados manualmente em sentido radial, mantendo aproximadamente 2 cm, sendo do mesmo tamanho e forma, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Abacaxi higienizado, descascado e cortado em pedaços.

Fonte: www.gettyimages.pt/fotos/abacaxi?sort=mostpopular&mediatype=photography& phrase=abacaxi

Para o preparo das fibras utilizou-se resíduos de abacaxi sendo casca coroa e talo. Na etapa de pré-tratamento e branqueamento foram utilizados os reagentes, hidróxido de sódio (NaOH) (Synth, São Paulo), hipoclorito de sódio (NaClO) (Synth, São Paulo), ácido sulfúrico (H_2SO_4) (Synth, SãoPaulo) e ácido acético (CH_3COOH) (Synth, São Paulo), também foi utilizado na etapa de hidrólise. A metodologia para obtenção das fibras, preparo dos filmes e aplicação nos pedaços de abacaxi serão descritos a seguir.

3.1.OBTENÇÃO DAS FIBRAS DE ABACAXI

Inicialmente a casca, o talo e a coroa dos abacaxis foram triturados em um liquidificador para a retirada da polpa. Em seguida foram secos, moidos em um moinho de lâminas (FORTINOX) e peneirados em malha 35 mesh para garantir a padronização das partículas.

Pré-tratamento das fibras de abacaxi

Para avaliar o efeito da concentração do hidróxido de sódio sobre as fibras, optou-se pelo pré-tratamento na concentração de 2% em volume. Onde foram submetidas ao tratamento com solução

de hidróxido de sódio de 2% (p/p) por 4 h a 100°C sob agitação mecânica forte e intensa, em seguida lavadas com água destilada até sua neutralidade e então as fibras foram submetidas a secagem a 40 °C durante 24 h em estufa de circulação de ar (marca Quimis).

Branqueamento das fibras de abacaxi

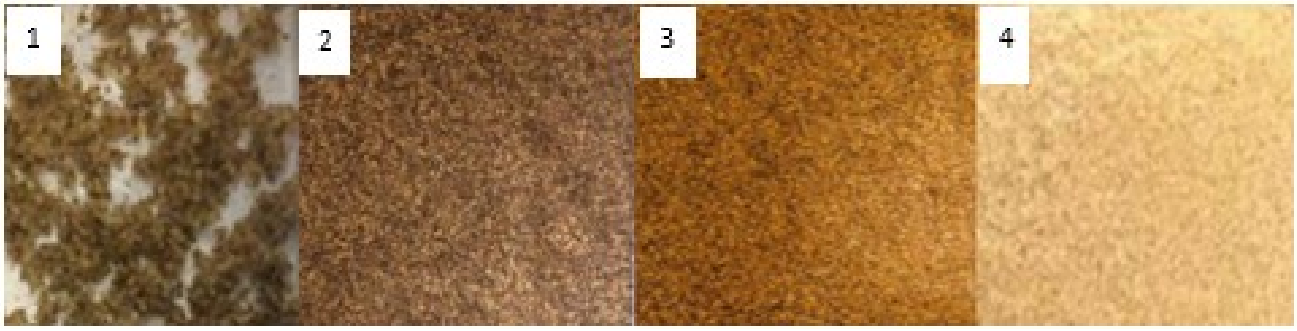
O branqueamento foi realizado conforme metodologia de Rodriguez *et al*. (2006). Após o tratamento com o hidróxido de sódio, as fibras foram branqueadas com uma solução composta por partes iguais (v/v) de tampão acetato (27 g de NaOH e 75 ml de ácido acético, diluído para 1 L de água destilada) e cloreto aquoso (1,7% em peso de $NaClO_2$ em água). Este tratamento de branqueamento foi realizado duas vezes a 80 °C durante 6 h. Após as fibras branqueadas foram lavadas em água destilada até que o pH se tornasse neutro e então foram submetidas a secagem a 40 °C durante 24 h em estufa de circulação de ar.

Hidrólise ácida

A partir de estudos prévios de otimização realizados por Alemdar e Sain (2008), após o processo de branqueamento, a biomassa foi submetida a uma desintegração em água e a suspensão resultante foi então hidrolisada com ácido sulfúrico 70%. As fibras branqueadas foram submetidas a hidrólise realizada a 40° C durante 10 minutos sob agitação forte e constante. Para cada grama de fibra branqueada, utilizou-se 20 ml de H_2SO_4 (11,21 M).

Ddilui-se a suspensão 10 vezes com água a 3ºC para frear a reação de hidrólise, em seguida levou-se a centrifuga durante 10 min a 7500 rpm para remover o excesso de ácido. Então, o precipitado foi dialisado com água da torneira para remover os grupos sulfato não reativos e sais até atingir um pH neutro durante 96 horas. Após o tratamento de diálise, colocou-se a suspensão no ultrassom durante 10 min e foram adicionadas gotas de clorofórmio como um protetor das fibras e armazenou-se em um freezer a 4 °C. Considerando que a estabilidade da suspensão resultante, depende das dimensões das partículas dispersase da carga gerada na superfície em consequência da hidrólise. A figura 4 apresenta as etapas de processo de tratamento e branqueamentodas fibras de abacaxi.

Figura 4 -Tratamento e branqueamento das fibras de abacaxi: 1) casca, coroa e caule secos e moídos; 2) fibras do pré-tratamento 3) fibras branqueadas, 4) fibras hidrolisadas.



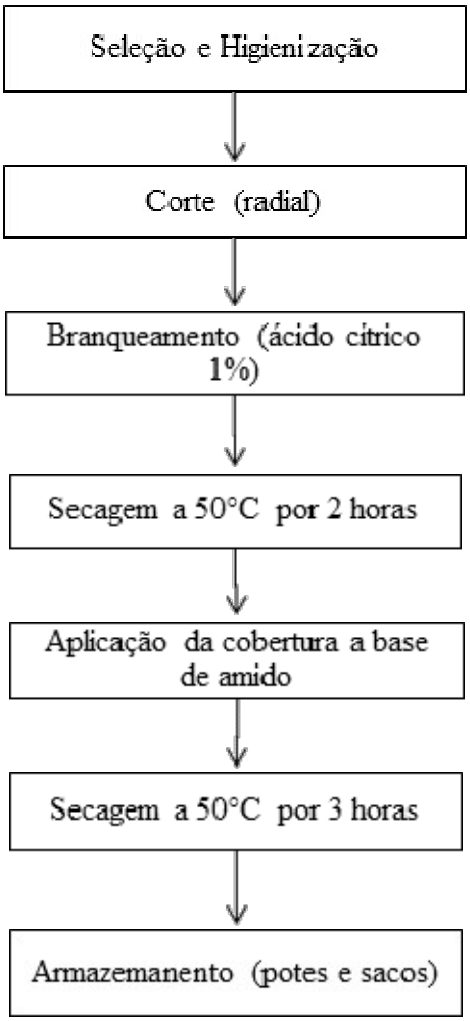
Fonte: Própria autora.

3.2.PREPARO DO RECOBRIMENTO A BASE DE AMIDO

Preparou-se a solução de 3% amido, sendo queforam pesados 3 g de amido/100 g de solução e 0,3 g de glicerol/g de amido, 4 g de fibra/100 g de solução, utilizando uma balança semianalítica. Posteriormente, a suspensão foi aquecida em banho ultra termostatizado, sob agitação mecânica. Quando a solução atingiu 75°C, a mesma foi mantida por 5 minutos, para garantir a gelatinização completa do amido e após este tempo foi resfriada à temperatura ambiente.

A metodologia foi realizada conforme o determinado no trabalho de Pereira (2017). Com a suspensão em temperatura ambiente, os pedaços de abacaxi foram imersos na solução filmogênica, onde permaneceram por 1 minuto sob agitação dentro de um béquer imerso em água a 60°C dentro de um banho ultrassônico e depois foram retirados e colocados em um suporte metálico. Em seguida, o suporte foi transferido para uma estufa com circulação de ar a50ºC, por 3 horas, para promover a secagem da película na superfície dos pedaços da fruta. Por fim,os pedaços de abacaxi foram acondicionados a vácuo em embalagens plásticas e então,armazenados em geladeira com temperatura variando em torno de 7°C. A Figura 5 apresenta o fluxograma dos processos realizados para aplicação da solução filmogênica nos pedaços de abacaxi.

Figura 5 – Fluxograma dos processos realizados neste trabalho.



Fonte: Própria autora.

3.3.ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE A ESTOCAGEM

As análises foram realizadas em três abacaxis adquiridos em três diferentes estabelecimentos. Após aplicação dos filmes nas superfícies dos pedaços de abacaxi foram feitas análises físico-químicaspara acompanhamento do processo de deterioração e comportamento do fruto ao longo dos dias de estocagem. Sendo assim, as análises foram realizadas imediatamente após a aplicação da cobertura eno 3º, 7° e 10° dia, sendo determinados pH, cor, atividade de água, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável e textura. As análises descritas a seguir foram realizadas emtriplicata.

Potencial Hidrogeniônico(pH)

O pH foi avaliado no suco extraído da homogeneização dos frutos. A metodologia utilizada foi a descrita pela a AOAC (2000). A leitura foi realizada em pHmetro digital (Marconi).

Sólidos Solúveis Totais, °Brix (STT)

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado utilizando-se um refratômetro óptico manual (Edutec, modelo EEQ9029).Colocou-se uma pequena quantidade de parte líquida da amostra no equipamento e aguardou-se alguns minutos para que o líquido entrasse em equilíbrio térmico com o prisma. Procurou-se lentamente na ocular a linha de separação entre a região iluminada e a escura, usando para isto o botão de variação de ângulo. Com a linha de separação bem nítida procedeu à leitura do °Brix.

Atividade de Água(aw)

A *aw* foi determinada utilizando-se o aparelho Aqualab Lite (Decagon Service). Os frutos foram colocados em potes plásticos específicos do equipamento e,emseguida colocados na camara para leitura.

Análise de Textura

A avaliação instrumental da textura foi realizada por meio de um texturômetro digital (Stable Micro System, modelo TAXT2i texture analyser), utilizando-se uma probe (sonda) de acrílico, velocidade de 5,0 mm/s e 10% de distância de compressão, respectivamente. Foram utilizados cinco pedaços de abacaxi por teste realizado.

Análise de Cor

A cor foi determinada usando-se um colorímetro (Minolta Company – CR400), operando no sistema CIE (L*, a*, b*, C*, h). Foram realizadas medições em triplicata em cada uma das três amostras. As coordenadas L*, a*, b*, C* e h foram obtidas pelo espectro de reflexão das amostras utilizando sistema de iluminação D65 e ângulo de observação de 10º. Neste sistema, o índice "L*" mede a luminosidade, variando de 0 (para amostra perfeitamente escura) a 100 (para amostra perfeitamente clara); "a*" mede da cor verde (valor negativo) à cor vermelha (valor positivo); e "b*" mede da cor azul (sinal negativo) à cor amarela (sinal positivo). O "C*" representa a cromaticidade e o "h" o ângulo hue ou a tonalidade da cor.Calculou-se a diferença ou perda de cor (ΔE) no espaço de cor L*, a* e b*, a qual indica o grau de diferença, porém, não a direção. O cálculo foi realizado utilizando a Equação1.

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

onde: ΔL*, Δa*, Δb*: diferenças nos valores de L*, a* e b* entre a amostra e o padrão (abacaxi *in natura*), cujo ΔE= 0.

Acidez Total Titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada segundo Carvalho et al. (1985). Para determinar a acidez total titulável foram pesados 5g da amostra macerada que em seguida foram dissolvidos em 100 mL de água destilada. A mistura foi agitada vigorosamente a fim de homogeneizar a amostra. Uma alíquota de5mL da amostra foi transferida para um Erlenmeyer, diluída em 30 mL de água e acrescentada 3 gotas de fenolftaleína 0,1M. A titulação foi com solução de hidróxido de sódio 0,1N até que a primeira coloração rósea clara perdurasse por 30 segundos. A acidez foi calculada usando a Equação 2 e os resultados foram expressos em porcentagem de ácidocítrico.

$$\text{\% de ácido cítrico} = \frac{V \times f \times N \times PE}{P} \qquad (2)$$

em que V é o volume de NaOH gasto na titulação em mL, f é o fator de correção, N é a normalidade do NaOH, P é a massa de amostra em g e PE o peso equivalente de gramas do ácidocítrico.

3.4.ANÁLISES ESTATÍSTICA

Os resultados foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA), com auxílio do programa Statistica 6.0, sendo que os fatores que apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) foram submetidos ao teste de médias (Tukey).

4. RESULTADOS

A Figura 6 apresenta os pedaços de abacaxi com coberturas filmogênica de amido e nas embalagens que foram armazenados durante os 3, 7 e 10° dia.

Figura 6– Pedaços de abacaxi a) cobertos com suspensão filmogênica, b) recobertos e embalados a vácuo e c) recobertos e embalados em potes plásticos.

Fonte: Própria Autora.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos para a caracterização do abacaxi*in natura*. Os resultados correspondem a uma média de três determinações e seus respectivos desvios padrão, sendo o cultivar do tipo *Pérola*.

Tabela 1 -Caracterização do abacaxi *in natura*.

Caracterização	Média ± Desvio padrão
Atividade de água	0,985±0,005
pH	4,01±0,07
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	18±0,80
Acidez Titulável (% ácido cítrico)	2,32±0,10
Textura (N)	6,300±0,090
Luminosidade (L*)	40,11±0,29
Parâmetros de Hunter(a*)	-1,88±0,03
Parâmetros de Hunter(b*)	11,7±0,09
Cromaticidade (C*)	12,29±0,09
Ângulo hue (h)	99,3±0,10

Fonte: Própria Autora.

O resultado obtido para atividade de água do abacaxi *in natura* foi de 0,985, sendo considerado um valor dentro dos padrões. Este valor é considerado para fruto fresco. Resultado semelhante foi encontrado por Grizotto, Aguirré e Menezes (2005) em que foi determinado o mesmo

valor de atividade de água.

Em relação ao valor do pH, os frutos apresentaram 4,01, estando dentroda faixa de valores determinado por Spironello *et al*. (1997), que varia de 3,4 a 4,2para abacaxisfrescos.

O abacaxi *in natura* apresentouuma média bastante elevada de sólidos solúveis totais, igual a 18° Brix, o que indica que o fruto estava muito maduro no momento de sua caracterização uma vez que, de acordo com Thé (2001), esses frutos são considerados maduros quando apresentam valores de sólidos solúveis acima de 11°Brix e imaturos abaixo deste valor.

O valor referente àacidez do fruto é expresso em porcentagem de acido citrico, ácido de maior quantidade neste fruto. Foi encontrado 2,32% de ácido cítrico, este valor esta acima do valor obtido por Magalhães (2015), que foi de 1,21% de ácido cítrico. A explicação para essa variação no valor de acidez depende do cultivar, sendo que esta variação pode ser devido a diversos fatores, como o grau de maturação,fatores climáticos e a nutrição mineral do solo utilizado para o plantio dosfrutos (GONÇALVES *et al*. 2000).

A análise de textura é influenciada por diversos fatores, comograu de maturação, tempo e temperatura de processamento da amostra podem influenciar nos valores da textura final de frutas. Neste estudo o resultado obtido para a textura foi de 6,3 N, estando dentro dos valores encontrados para o cultivar comercial *Pérola* estudados por Sarzi *et al*. (2002), que variaram de 5,26 a 7,93 N.

Outra análise que contribui para a caracterização do fruto *in natura* é a cor. A mudança de cor está relacionada, por exemplo,com grau de maturação do fruto e compõe um doscritériosmais importantes utilizado pelo consumidor para julgar seu grau de maturidade.

Os valores encontrados para os parâmetros a*, b* e h para o abacaxi *Pérola in natura* foram de 1,88, 11,7 e 99,3, respectivamente.Esses valores estão próximos aos encontrados por Berilli *et al* (2014) sendo de2,1, 12,2 e 98,8, respectivamente.Já os valores encontrados para luminosidade (L*) e cromaticidade (C*) foram de 40,11 e 12,29, respectivamente. Para estes valores foram maiores dos que os encontrados por Borges *et al.* (2011) para a mesma cultivar, sendo de 21,35 e 0,97, respectivamente.Por Berili et al (2014) os valores encontrados foram 99,3 e 11,9 respectivamente.

4.1.Análise durante o armazenamento

Após a caracterização dos frutos, avaliou-se o armazenamento dos abacaxis em pedaços cobertos com filmes de amido adicionados de fibra de abacaxi.Segundo Pereira (2017), as análises realizadas com abacaxi *in natura* sem cobrimento teve seu limite de armazenamento em sete (7) dias. Segundo este autor os pedaços do fruto apresentaram escurecimento ao 10° dia. Neste trabalho as análises foram realizadas ao 0, 3°, 7° e 10° dia.

A atividade de água foi avaliada durante o tempo de armazenagem. De acordo com Fellows (2006), a disponibilidade de água em um alimento (água livre) para a atividade microbiológica, enzimática ou química é o que determina a vida útil de um alimento, sendo mensurada pela atividade de água. Na Tabela 2 estão representados os resultados obtidos para atividade de água dos pedaços de abacaxi.

Tabela 2 - Valores médios de atividade de água para 3 diferentes amostras de abacaxi durante a estocagem.

Amostras	**Dias de análise**			
	0	**3°**	**7°**	**10°**
1	0,975±0,005 [a]	0,977[a]±0,001 [a]	0,995±0,002 [a]	1,001±0,003 [a]
2	0,979±0,002 [a]	0,979[a]±0,006 [a]	0,998±0,003 [b]	1,001±0,001 [b]
3	0,979±0,001 [a]	0,979[a]±0,003 [a]	0,998±0,003 [b]	1,002±0,002 [b]

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. **Fonte:** Própria Autora.

Neste estudo, as amostras apresentaram um aumento significativo ($p<0,05$) no 7° e no 10° dia de armazenamento, tendo uma variação de 0,975 - 0,979 a 1,001 – 1,002. Isso pode ser explicado porque o filme de amido aplicado aos abacaxis liberar água com o passar do tempo, podendo também ter contribuído para os elevados valores de atividade de água encontrados no 7° e no 10° dia de análise. Os valores acima de 1,00 são justificados pela oscilação de temperatura no laboratório no momento das análises, sendo o ideal 25 °C. Segundo Sarzi *et al.* (2002), frutas minimamente processadas, devido às lesões sofridas durante o preparo, como descasque e cortes, sempre apresentam metabolismo mais acelerado e maior relação superfície/volume do que quando inteiros, o que facilita a perda de água por seustecidos.

Segundo Nunes *et al.* (2017) os resultados encontrados nas amostras cobertas com filme foram próximos ao valor encontrado ao estudar o abacaxi *in natura*, sendo de 0,980. Moraes *et al.* (2011), obtiveram uma atividade de água superior a 1,00 para abacaxi minimamente processado, assim como valores encontrados nesse estudo.Os autores declaram que valores superiores a 1,00 para atividade de água podem ser explicados pela variação da composição da fruta e pela embalagem que foi empregada ao produto, visto que a embalagem a vácuo exerce uma pressão no fruto forçando a liberação de água.

Além disso, o ligeiro aumento dos valores de atividade de água ao longo do armazenamento pode ser explicado pela adição das fibrasdo abacaxi em filmes de amido, podendo melhorar absorção

da água livre. Segundo Cherian et al., (2011), quando estudaram as nanofibras de abacaxi isoladas e incorporadas a nanocompósitos para aplicações, constataram que as fibras possuiam ramificações com higroscópica e alta capacidade de formar ligações cruzadas.

As análises de acidez foram realizadasem triplicata durante o estudo da vida útil do fruto, seus valores de pH são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 -Valores médios de pH para as amostras de abacaxi durante a estocagem.

Amostras	**Dias de Análise**			
		3°	**7°**	**10°**
1	4,01±0,07 [a]	4,04±0,11 [a]	4,02±0,07 [a]	4,01±0,05 [a]
2	4,00±0,11 [a]	4,00±0,11 [a]	4,11±0,05 [a]	4,02±0,06 [a]
3	4,11±0,05 [a]	4,02±0,11 [a]	4,08±0,02 [a]	4,00±0,11[a]

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. **Fonte:** Própria Autora.

O pH é utilizado para determinar a qualidade dos frutos. De acordo com a Tabela 3 os resultados obtidos não apresentaram oscilações significativas ($p>0,05$) ao longo do período de armazenamento. Os valores de pH encontraram numa faixa de 3,97 a 4,20, o que segundo Borges *et al* (2011), pode ser devido à refrigeração, que auxilia na manutenção dos valores de pH ao longo doarmazenamento.Segundo Medina et al. (1987) e Brito et al. (2008) o pH, assim como a acidez, estão associados com o processo de amadurecimento dos frutos e podem ser utilizadosna determinação do ponto de colheita.Destaforma, pode se considerar que a aplicação da cobertura de amido não alterou essa característica no fruto, uma vez que os resultados se mantiveram na faixa considerada normal de acordo com Py *et al.* (1984), que afirma que os valores de pH em abacaxis *in natura* oscilam de 3,0 a 4,5.

O teor de açúcar, expresso pela percentagem de sólidos solúveis totais (SST), é de grande importância na determinação da qualidade dos frutos, sendo utilizada para o monitoramento da garantia de sabor de frutas pós-colheita (BENGOZI *et al*., 2007). Os valores de sólidos solúveis totais são representados na Tabela4.

Observa-se que houve um aumento significativo ($p<0,05$) ao final dos dias de estocagem.O que pode ser explicado por Rocha *et al*. (2001), que afirma que o abacaxi apresenta uma perda no conteúdo de ácidos orgânicos no decorrer do período de maturação, diminuindo o sabor ácido e aumentando a concentração de açúcares. Ou seja, os ácidos vão sendo degradados formando açúcares, o que deixa com o gosto doce e desejável para oconsumo.

Tabela 4 - Médias dos SST (°Brix), para as amostras de abacaxi durante a estocagem.

Amostras	Dias de análise			
	0	3°	7°	10°
1	18,00±0,80 [a]	18,50±0,40 [ab]	19,3±0,01 [b]	19,13±0,47 [b]
2	18,13±0,77 [a]	18,10±0,07 [a]	20,5±0,40 [b]	19,45±0,03 [b]
3	18,09±0,83 [a]	18,90±0,47 [ab]	19,57±0,4 [ab]	19,25±0,23 [b]

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. **Fonte:** Própria Autora.

O teor de sólidos solúveis das amostras apresentou valores variando de 18,00±0,80ºBrix a 19,45±0,03ºBrix, enquanto Botrel (2011) e Bartolomé *et al.* (2015) encontraram valores muito inferiores, de 12,48°Brix e 14,25ºBrix, respectivamente. Essa discrepância, de acordo com Prado *et al.* (2003), está relacionadaa maior perda de massa dos frutos cortados em cubos, levando a um aumento no teor de sólidos.Por outro lado Bengozi *et al.*(2007) não observaram grandes variações no teor de sólidos solúveis entre diferentes cultivares, mas sim, entre as épocas de avaliação e procedências. Estes autores também indicam uma influência direta do clima, do ponto de colheita e da variação no conteúdo de açúcares requeridos para reações de escurecimento, que ocorrem durante o armazenamento para cadafruto. Assim como estes fatores afetam os SST, eles afetam a acidez total titulável (ATT). A Tabela 5 apresenta os valores de acidez total titulável (% ácido cítrico) nos pedaços de abacaxi.

Tabela 5- Médias dos valores de ATT (% ácido cítrico), para as amostras de abacaxi durante a estocagem.

Amostras	Dias de análise			
	0	3°	7°	10°
1	2,32±0,10 [a]	2,31±0,09 [ab]	2,14±0,25 [b]	1,07±0,06 [b]
2	2,32±0,17 [a]	2,12±0,03 [ab]	1,97±0,14 [b]	0,93±0,08 [b]
3	2,33±0,08 [a]	2,21±0,11 [b]	2,23±0,07 [b]	0,94±0,05 [c]

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. **Fonte:** Própria Autora.

De acordo com a Tabela 5, ocorreu uma redução significativa ($p<0,05$)daconcentração de ácido cítrico ao longo dos dias de armazenamento. De acordo comChitarra e Chitarra (2005), a ATTde

um fruto é dada pelos ácidos orgânicos que estão dissolvido nos vacúolos das células, de forma livre ou combinado com sais, ésteres ou glicosídeos.Segundo eles, o teor desses compostos tende a diminuir durante o processo de maturação, devido à oxidação dos mesmos no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, em decorrência da respiração ou devido a sua transformação emaçúcares.

Segundo Giacomelli (1982) alguns fatores podem explicar estes resultados, como a concentração de ácidos em diferentes partes do fruto e a metodologia adotada nas análises. Estes autores encontraram valores entre 0,65 a 0,95% de ácido cítrico, sendo estes inferiores aos resultados apresentados neste trabalho.Valor de ATT menor que 1% foiobtido no 7° e no 10° dia. Acordo com Sideris e Krauss, (1933) são considerados características que elevam o nível da qualidade dosfrutos.

A conservação de frutas com coberturas comestíveis pode auxiliar na manutenção da firmeza durante o armazenamento. Essas características são importantíssimas na avaliação da qualidade de um produto, sendo determinante na aceitabilidade do consumidor, uma vez que estes associam esses atributos de textura ao frescor do vegetal *in natura* (NI; LIN; BARRETT, 2005). A firmeza dos pedaços de abacaxi estudados neste trabalho foi expressa pela força máxima de perfuração (em Newton) e os resultados sao representados na Tabela 6.

Tabela 6- Médias para força máxima de perfuração (dureza)para as amostras de abacaxi durante a estocagem.

Amostras	**Dias de análise**			
	0	**3°**	**7°**	**10°**
1	6,300^{a}±0,90	5,328^{b}±0,423	4,649^{b}±0,334	3,845^{b}±0,282
2	6,287^{a}±0,73	5,516^{b}±0,802	4,467^{b}±0,501	3,761^{b} ±0,274
3	6,277^{a}±0,85	5,844^{b}±0,392	4,049^{b}±0,843	3,890^{b}±0,427

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. **Fonte:** Própria Autora.

Os valores para textura apresentaram um decréscimo significativo ($p<0,05$) da força de perfuração do dia 0 para os demais dias (3°, 7° e 10°), com valores variando entre 6,300a 3,761. De acordo com Fagundes (2009), essa tendência pode ser explicada pela perda de água, que é uma das causas de deterioração dos alimentos PM, já que resulta em perdas quantitativas, perdas na aparência (murchamento e enrugamento) e na textura (amolecimento).

Quintero (2007) que trabalhou com abacaxi *in natura*, reportou valor de 8,6. Comparando os resultados deste autor com os encontrados neste trabalho, nota-se que o abacaxi PM vai perdendo a

firmeza com o passar dos dias de armazenamento, ou seja, vai amolecendo,mesmo com o recobrimento dos pedaços com filme de amido. A cobertura contendo fibras de abacaxi pode ter contrubuido para que a textura, assim como, para a atividade de água. Segundo Gianonni (2000) produtos PM são mais suscetíveis à perda de massa fresca do que frutos *in natura*, devido à ausência da casca protetora ostecidosdosfrutosficammaisvulneráveisàcontaminaçãoecommetabolismo acelerado. Estas alterações causadas nos tecidos elevam a transpiração, provocando perdas na textura, na aparência, no frescor e na qualidade nutricional.

Além da textura, a cor é outro fator determinante para aceitação de um produto pelo consumidor. Sendo assim, a cor é um atributo de importância fundamental no julgamento da qualidade de um alimento, sendo decisiva na escolha e aceitação do produto (LIMA *et al.*, 2007).As médias para as coordenadas L*, a*, b*, C*, h e ΔE estãona Tabela7.

Verifica-se que todos os parâmetros (L*, a*, b*, cromaticidade (C*) e ângulo hue (h) e diferença de cor (ΔE)) analisados apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) no decorrer dos dias de armazenamento.Segundo Fellows (2006), a deterioração da cor em frutas pode ser causada por vários fatores, como reações de escurecimento enzimático e não, condensação de hexoses e componentes aminos, perda da clorofila e síntese de carotenóides.

Verificou-se pouca variação nos valores de L* no 0, 3° e 7° dia de armazenamento, porém no 10° dia observou-se um aumento deste parâmetro em comparação com os dias anteriores. O aumento de L* significa que não houve escurecimento dos tecidos. Segundo Watada *et al.* (1999), produtos PM são vulneráveis à descoloração em função da danificação das células e tecidos, provocados pela remoção da casca protetora.

Os valores de a* apresentaram pequena variação, sendo que as amostras não apresentaram tendência em direção à cor vermelha, sendo justificado pela baixa interação de grupos de pigmentos durante o armazenamento.Segundo Quintero (2007) observou um resultado inferior de -1,5 para o parâmetro a* em abacaxi *in natura*.

Parâmetro b* mostrou um aumento quando comparado com o resultado obtido para o abacaxi *in natura* de 11,70. O abacaxi revestido com filme de amido apresentou tons mais amarelados, esses tons amarelados provavelmente foram causados por reações de escurecimento normais da própria matéria-prima.

Tabela 7 - Médias dos atributos de cor (L*, a*, b*, C*, h e ΔE) para amostras de abacaxi durante a estocagem.

Amostras		Dias de análise			
		0	**3°**	**7°**	**10°**
1	L*	40,11±0,29 [ab]	41,12±0,40 [a]	42,10±0,15 [b]	47,88±0,29 [c]
	a*	-1,90±0,03[a]	-1,95±0,06 [b]	-2,04±0,07[c]	-2,21±0,11[d]
	b*	11,90±0,09[a]	12,91±0,14 [b]	12,96±0,01[c]	12,61±0,05[b]
	C*	12,29±0,09[a]	12,04±0,04 [b]	11,17±0,02 [c]	11,10±0,05[d]
	h	99,31±0,1[a]	98,58±0,30 [b]	99,87±0,48 [c]	90,91±0,51[d]
	ΔE	7,19±0,24[a]	6,99±0,42 [a]	5,40±0,15[b]	10,84±0,30[d]
2	L*	40,11±0,29 [ab]	41,12±0,40 [a]	42,09±0,15 [b]	48,37±0,18 [c]
	a*	-1,88±0,07[a]	-1,96±0,06 [b]	-2,03±0,07 [c]	-1,99±0,06 [c]
	b*	11,70±0,59 [a]	12,92±0,14 [b]	12,95±0,01 [c]	13,10±0,05[d]
	C*	12,59±0,10 [a]	12,05±0,04 [b]	11,05±0,02 [c]	11,02±0,04 [d]
	h	99,11±0,10 [a]	98,59±0,30 [b]	99,87±0,48 [c]	98,17±0,23[a]
	ΔE	12,10±0,14 [a]	6,99±0,42[a]	5,40±0,15[b]	11,70±0,16 [d]
3	L*	40,11±0,29 [ab]	41,13±0,40[a]	42,10±0,15 [b]	45,56±0,07[d]
	a*	-1,90±0,03[a]	-1,94±0,06 [b]	-2,04±0,07[c]	-2,30±0,05[a]
	b*	11,80±0,09[a]	12,93±0,14 [b]	12,97±0,01[c]	9,86±0,06[d]
	C*	12,19±0,09[a]	12,04±0,04 [b]	12,05±0,02[c]	11,39±0,06[d]
	h	99,19±0,10[a]	98,59±0,30 [b]	99,87±0,48[c]	101,36±0,36[c]
	ΔE	7,00±0,25[a]	6,99±0,42 [a]	5,40±0,15 [b]	8,14±0,07[c]

Letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.**Fonte:** Própria Autora.

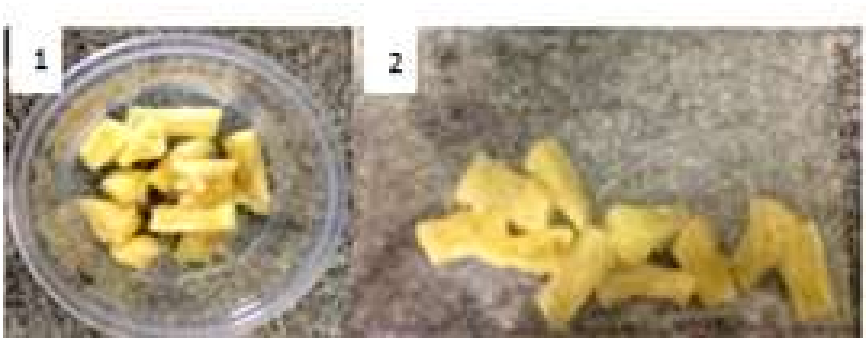
A cromaticidade (C*) indica a pureza da cor, sendo que quanto maior seu valor, maior será a intensidade ou saturação da cor (SANTOS, 2011). Os valores para a tonalidade do abacaxi (h) apresentaram diferença significativa ($p<0,05$)durante o armazenamento, porém se mantiveram em uma mesma faixa de tonalidade (entre amarelos e amarelo-esverdeados). Santos (2011) reportou para abacaxi desidratadovalor de 98,78.

Os valores para a perda de cor (ΔE) apresentaram variações significativas ($p<0,05$) com o

tempo. No entanto, o ΔE entre as amostras é baixo, o que significa que os pigmentos naturais do abacaxi apresentam boa estabilidade.

Ao final dos testes realizados pode-se observar que os abacaxis armazenados em potes plasticos apresentaram melhor aspecto visual quando comparados com os abacaxis armazenados em sacos a vácuo. A Figura 7 apresenta os dois tipos de embalagem utilizada no 10ºdia.

Figura 7 - Abacaxis após o 10° dia de armazenamento em 1) pote plástico 2) saco a vácuo.



CONCLUSÃO

No decorrer das análises físico-químicas, os valores de SST e a_w apresentaram aumento significativo ao final dos dias de armazenamento. As fibras adicionadas às coberturas não minimizaram esse problema existente, poissão altamente higroscópicas.

A textura e as ATT diminuíram significativamente a partir do 3° dia, sendo a textura do fruto mais afetada quando comparado às características do abacaxi *in natura*.Os parâmetros de cor (L*, a*, b*, C*, h e ΔE) apresentaram diferença significativa com o passar dos dias, porém abacaxis se mantiveram com tonalidade mais clara, a mesma apresentada pelo abacaxi *innatura*.

A metodologia estabelecida conferiu, aos abacaxis PMcom coberturas de filme de amido com adição de fibras da casca do abacaxi, características físico-químicas sensoriais semelhantes ao do abacaxi *in natura*, durante 10 dias. Sendo assim, o uso de coberturas contribui para o prolongamento da durabilidade do produto permanecendo com as características similares às do fruto fresco.

.

REFERÊNCIAS

ALEMDAR, A., & SAIN, M. **Isolation and characterization of nanofibers from agricultural residues - wheat straw and soy hulls.** Bioresource Technology, 99, 1664-1671. 2008.

ALVES, V. D.; MALI, S.; BELÉIA, A; GROSSMANN, M. V. E. **Effect of glycerol and amylose enrichment on cassava starch films properties.** Journal of Food Engineering, Essex, v. 78, p. 941-946. 2007.

ANTONIALI, S.; SANCHES, J. **Abacaxi: importância econômica e nutricional.** 2016. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/abacaxi/index.htm

BALDWIN, E. A.; CARRIEDO, M. O. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality.** Lancaster (USA): Technomic Publishing Co., 2011, p.1-25.

BARTOLOMÉ, A.P. et al. **Pineapple Fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars.** Food Chemistry, v. 53, n.1, p. 75-79 2015.

BASTOS, MARIA DO SOCORRO ROCHA, **Frutas minimamente processadas: aspectos de qualidade e segurança.** - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

BENGOZI, F. J. et al. **Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 29, n. 3, p. 540-545, 2007.

BORGES, P. et al. **Estudo da estabilidade físico-química de suco de abacaxi 'pérola'.** Universidade Federal de Lavras/UFLA – Lavras, MG, v. 35, n. 4, p. 742-750, 2011.

BOTREL, N. **Efeito do peso do fruto no escurecimento interno e qualidade do abacaxi Smooth Cayenne.** Lavras. 81p. Tese (Mestre em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura de Lavras, 2011.

BRANDENBURG, J. S.; ZAGORY, D. **Modified and Controlled Atmosphere Packaging**
BRASIL. **Ministério da Saúde.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC no 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 23 de setembro 2005.

BRITO, C. A. K. et al. **Caracterização físico-química, enzimática e aceitação sensorial de três cultivares de abacaxi.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP Campinas – SP, 2008.

BUCKLEY, M.; COWAN, C.; MCCARTHY, M. **The convenience food market in Great Britain: Convenience food lifestyle (CFL) segments.** Appetite, London, v. 49, n. 3, p. 600- 617, 2007. http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2007.03.226

BUENO, G.; BACCARIN, J.G. Participação das principais frutas brasileiras no comércio internacional: 1997 – 2008. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.424-434, 2012.

CARVALHO, D. **Fruticultura: entraves à competitividade**. Desafios, Brasília, p.51-59, 2009.

CARVALHO, R. M. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes à base de gelatina.** Campinas, 1997. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de Campinas. Campinas.

CARVALHO, V. D., CUNHA, A.D DA PAULA, M.B., CHITARRA. M.I.F. **Teores de carboidratos no caule de algumas cultivares de abacaxi.** Pesquisa Agropecuaria Brasilelira, Brasilia, v.20, n.2, p. 157-200. 1985.

CHERIAN. B.M., KAITH, B. S AVÉROUS.L NJUGUNA, J., & NASSIOPOULOS, E. **Cellulose Based Bio and Nanocomposites: A Review**. Internacional Journal of Polymer Science 2011. 1-35.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p. Apostila.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.**2.ed. Lavras: UFLA, p. 786, 2005.

CHUA, D.; GOH, K.; SAFTNER, R. A.; BHAGWAT, A. A. **Fresh-cut lettuce in modified atmosphere packages stored at improper temperatures supports enterohemorrhagic E. coli isolates to survive gastric acid challenge.** Journal of Food Science, Chicago, v. 73, n. 3, M148-M153, 2008. http://dx.doi. org/10.1111/j.1750-3841.2008. 00698

CRESTANI, M. Ciência Rural, Santa MariaRS, **Das Américas para o Mundo - origem,domesticação e dispersão do abacaxizeiro.**From the Americas to the World - origin, domestication and dispersion of pineapple v.40, n.6, p.1473-1483, jun, 2010.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible films and coatings as active layers. In: ROONEY, M .L (Ed.). **Active Food Packaging**. London (UK): Chapman & Hall, 1995, p. 111-142.
de muda, em Cordeirópolis (SP). Bragantia, Campinas, v.56, n.2, p.333-342, 1997.

DURIGAN, J. F. **Desafios e potenciais dos produtos minimamente processados.** Rev. Visão Agrícola nº 7, jan./jun. 2007.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recursos Genéticos e Biotecnologia (2006). **Frutas Nativas da Região Centro-Oste do Brasil.** Brasília-DF

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recursos Genéticos e Biotecnologia (2017). **FrutasNativas do Brasil**. Brasília-DF

FAO, **Food and Agriculture Organization ofthe United Nations**. Roma: FAoSTATDatabaseGateway – FAO. Disponível em: <http://faostat.fao.org/ > Acesso em: 02 junho 2018.

FELLOWS P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e prática**. Tradução: FlorenciaCladera Oliveira et al – 2° edição – Porto Alegre: Artmed, 2006.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema** – 4ª ed. - Editora Artmed, 2010.

GIACOMELLI, Eloys J. **Expansão da abacaxicultura no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1982. 79p.

GIANONNI, J.A. **Efeito da radiação gama e o cálcio na conservação pós-colheita da goiaba branca armazenada sob refrigeração.** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2000.

GONÇALVES, N. B. et al. **Abacaxi, pós-colheita; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, p.13 – 17, 2000.

GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J. M.; MENEZES, H. C. 2. **Frutas estruturadas de umidade intermediária obtidas de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas. v. 24, n. 4. p. 691-697, 2005.

IBRAF–http://www.brazilianfruit.org/Informacoes_para_o_Consumidor/Recomendaes_abacaxi asp Acessado em 05 de maio de 2016

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. **Edible films and coatings: a review**. Food Technology, Chicago, v. 40, n. 12, p. 47- 59, 1986.

KLINK, C. A., Machado, R. B. (2005). **A conservação do Cerrado brasileiro**. Mega diversidade, 1(1), 147-155.

LIMA, V. L. A. G. et al. **Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de acerola.**BrazilianJournalof Food Technology, v. 10, n. 1, p. 51-55, 2007.

MAGALHÃES, F. S. **Secagem e caracterização de suco de abacaxi em pó (Ananascomosus L.) obtido por spray-drying.** (Trabalho de conclusão de Curso) –Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2015.

MALI, S., KARAM, L. B, RAMOS, L. P.; GROSSMANN, M. V. E. **Relationships among the composition and physicochemical properties of starches with the characteristics of their films.** Journal of Agricultural and Food Chemistry , Washington, v. 52, n. 25, p. 7720-7725, 2004b.

MARÍA, Andrade Mahecha Margarita; RITA, TapiaBlácido Delia; CECILIA, MenegalliFlorencia. Filmes Biodegradáveis: **Incorporação de Microfibras e Nanofibras de Celulose Obtidas de Fontes Vegetais.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317150573_Peliculas_biodegradables_la_incorporacion_de_microfibras_y_nanofibras_de_celulosa_obtenido_a_partir_de_fuentes_vegetales/fulltext/592812250f7e9b9979a24827/Peliculas-biodegradables-la-incorporacion-de-microfibras-y-nanofibras-de-celulosa-obtenido-a-partir-de-fuentes-vegetales.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2017

MEDINA, J.C. et al. **Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.** 2 ed. rev. ampl. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987.

MORAES, A. R. F.; VIDIGALI, M. C. T. R.; SOARES, N. F. F.; MORAES, L. P.; MELO, N. R.; GONÇALVES, M. P. J. **Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano aromatizado para aplicação em massa de pastel.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 41, p. 537- 543, 2011.

NI, L.; LIN, D.; BARRETT, D.M. **Pectin methylesterase catalyzed firming effects on low temperature blanched vegetables**. Journalof Food Engineering, v. 70, p. 546-556, 2005.

NUNES, J. S. et al. **Influência da temperatura de secagem nas propriedades físico-química de resíduos abacaxi.** Revista Agropecuária Técnica, Areia - PB, v. 1, n. 1, p. 41-46, 2017.

OLIVEIRA, Dalmo. **Nova técnica aumenta produção de abacaxi.** Banco de notícias da EMBRAPA. Acesso em: 12 maio de 2018.

ORDÓNEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos** - Componentes dos alimentos e processos. Vol. 1, 1ª edição – Editora Artmed, 2005

PEREIRA, Liskelly de Freitas. **APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL EM ABACAXI MINIMAMENTE PROCESSADO**. 2018. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017.

PRADO, I.N.; LALLO, F.H.; ZEOULA, L.M.; NETO, S.F.C.; NASCIMENTO, W.G.; MARQUES, J.A. **Níveis de substituição de milho pela silagem de resíduo industrial de abacaxi sobre o desempenho de bovinos confinados.** Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 32, p. 737-744, 2003.

PY, C. et al. **L'ananas: laculturesesproduits.**Paris: G. P. Maisonneuve et Larose, 1984. 562p.

QUINTERO, A. C. F. **Desidratação de abacaxi: modelos de secagem, avaliação de qualidade e efeito de embalagem.** 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2007.

RAGAERT, P.; DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J. **Role of microbiological and physiological spoilage mechanisms during storage of minimally processed vegetables.**Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v. 44, n. 3, p. 185-194, 2007. http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.001

ROCHA, R. H. C. et al. **Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'tommyatkins'.** Revista Brasileira Fruticultura (RBF), Jaboticabal - Sp, v. 23, n. 2, p.302-305, ago. 2001.

RODRIGUEZ, N.L.G, Thielemans, W., Dufresne, A., 2006. **Sisal celulose whiskers reinforced polyvinyl acetate nanocomposite. Cellulose** 13, 261-270.

ROSNES, J. T.; SIVERTSVIK, M.; SKARA, T. **Combining MAP with other preservation techniques.** In: AHVENAINEN, R. (Ed). Novel food Packaging Techniques. Boca Raton: CRC Press, 2003. cap. 14.

SAKANAKA, L. S. **Confecção de filmes biodegradáveis por extrusão de blendas de amido termoplástico e polibutilenosuccinatoco-adipato (PBSA).** 2007. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina

SANTOS, I. P. **Parâmetros de qualidade na produção de abacaxi desidratado.** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2011.151 p.

SANTOS, Juliana Costa Bueno et al. **Avaliação de qualidade do abacaxi 'Pérola' minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada.** Ciência Agro técnica, Lavras, v. 29 (2), 2005.

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SARZI, Bianca; DURIGAN, José Fernando; ROSSI JUNIOR, Oswaldo Durival. **Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente sensorial processado de Abacaxi 'Perola'.**RevistaBrasileira de Fruticultura, 24(2): 376- 380. 2002.

SEBRAE. **Boletim de Inteligência. Agronegócio: Fruticultura.** Disponível em: < http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878 c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf>. Acesso em: 05/05/2018.

SIDERIS, C. P.; KRAUSS, B. H. **Physiological studies on the factors influencing quality of pineapple fruits. I. Physico-chemical variations in the tissue of ripe pineapple fruits.**PineappleQuarterly, v. 3, p. 82-98, 1933.

SILVA, R. F.; ASCHIERI, J. L. R. **Extrusão de quirera de arroz para uso como ingrediente alimentar.**BrazilianJournalof Food Technology, Campinas, v. 12, n. 3, p.190-199, 2009.

SOBRAL, P. J. A. **Influência da espessura de biofilmes feitos à base de proteínas miofibrilares sobre suas propriedades funcionais.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1-14, 2000a.

SOUZA, R. C. R; ANDRADE, C. T. **Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 24-30, 2000.

SPIRONELLO, A. et al. **Avaliação agrotecnológica de variedades de abacaxizeiro, conforme os tipos**
Technology and Applications. In: YAHIA, E. M. (Ed). Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities, CRC Press, Boca Raton, cap 4, p. 74-94, 2009.

THÉ, P. M. P. **Efeitos da associação de tratamento hidrotérmico, cloreto de cálcio e atmosfera modificada sobre o escurecimento interno e qualidade do abacaxi cv. Smoothcayenne.** Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

VANETTI, M.C.D. **Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. Palestras... Viçosa: UFV, 2000. p.44- 51.

VICENTINI, N. M.; CEREDA, M. P. **Utilização de películas de fécula de mandioca natural e modificada na conservação pós-colheita de frutos de pepino (Cucumussativus L.).** In: WORKSHOP SOBRE BIOPOLÍMEROS. Anais... Pirassununga, 1997, p. 89-93.

WATADA, A. E. et al. **Quality of fresh-cut produce.** Postharvest Biol. Tec., v. 15, n. 3, p. 201-205, 1999.

YAMASHITA, F., NAKAGAWA, A., VEIGA, G. F., MALI, S., GROSSMANN, M. V. E. **Filmes biodegradáveis para aplicação em frutas e hortaliças minimamente processadas.**BrazilianJournalof Food Technology (ITAL), Campinas, v. 8, n. 3, p. 335-343, 2005.