



**REBECA FELICE MARIANO**

**EFEITO DE BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
FRUTOS DE BANANA ‘NANICA’**

**INCONFIDENTES-MG  
2017**

**REBECA FELICE MARIANO**

**EFEITO DE BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
FRUTOS DE BANANA ‘NANICA’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Engenharia Agrônômica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - *Campus* Inconfidentes, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

**Orientador:** D. Sc. Evando Luiz Coelho

**Co-orientador:** M.Sc. Taciano Benedito  
Fernandes

**INCONFIDENTES-MG  
2017**

**REBECA FELICE MARIANO**

**EFEITO DE BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
FRUTOS DE BANANA ‘NANICA’**

Data de aprovação: \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017

---

*Prof. D.Sc. Evando Luiz Coelho*  
*IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes*

---

*M.Sc. Taciano Benedito Fernandes*  
*IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes*

---

*Prof. D. Sc. Rodrigo Palomo de Oliveira*  
*IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes*

## Dedicatória

Aos meus queridos pais, Angelita e Paulo, e aos meus irmãos, Paulo Sérgio e Fernando, que me impulsionam a seguir em frente. Vocês são tudo na minha vida.

*Dedico!*

## **Agradecimentos**

Primeiramente e acima de tudo, agradeço à Deus por iluminar meu caminho, pela saúde e por ter me concedido muitas bênçãos ao longo dessa caminhada.

Agradeço aos meus pais, Paulo e Angelita, pela minha vida, pelo exemplo de dedicação e perseverança, pela compreensão, proteção, carinho e amor. Palavras nunca serão suficientes para demonstrar meu amor e gratidão.

Aos meus irmãos Paulo Sérgio e Fernando pelo companheirismo e incentivo e as minhas cachorrinhas Mel, Meg e Tita pelos momentos de descontração, alegria e por me fazerem tão feliz.

Ao professor D. Sc. Evando Luiz Coelho pela confiança, oportunidade, orientação, incentivo, paciência e compreensão, tornando possível a conclusão desta monografia.

Ao M. Sc. Taciano Benedito Fernandes pelos seus ensinamentos em laboratório, pela sua orientação, prestabilidade, incentivo, conselhos e boas conversas, se tornando um verdadeiro amigo em minha vida.

Ao D. Sc. Rodrigo Palomo de Oliveira, que dispôs do seu tempo para fazer parte da banca, ajudando a corrigir esta monografia, e por seus ensinamentos ao longo de minha graduação.

Ao IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes, seus servidores e seu corpo docente que contribuíram na conclusão desta etapa importante em minha vida.

## **Epígrafe**

*"Guarda-me, Senhor, como a menina dos Teus olhos;  
esconde-me debaixo da sombra das tuas asas."*

*(Salmos 17:8)*

## RESUMO

A pós-colheita de banana 'Nanica' muitas vezes é limitada pela deteriorização causada pelo excessivo amadurecimento da fruta. Desta forma, este trabalho objetivou avaliar o efeito de concentrações de fécula de mandioca e própolis utilizadas como revestimento comestível sobre as características físico-químicas de frutos de banana 'Nanica' durante o período de armazenamento em temperatura ambiente. Os frutos foram colhidos na Fazenda Escola do IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5 (tratamentos x épocas). Os frutos foram imersos em três soluções de biofilmes, sendo suspensões de 5% de concentração de fécula de mandioca, 5% de concentração de própolis, 5% de concentração de própolis + fécula de mandioca e um tratamento testemunha. As avaliações foram realizadas aos 0, 2, 4, 6 e 8 dias de armazenamento para as variáveis, acidez titulável (ATT), pH, coloração de casca e perda de massa. A utilização do biofilme a base de fécula de mandioca na concentração de 5% demonstrou ser uma opção viável para conservação pós-colheita de frutos de banana 'Nanica' pois além de ser comestível e de baixo custo, proporcionou o aumento da vida útil, retardando o amadurecimento e conservando a firmeza do fruto.

**Palavras-chave:** Fruto, conservação, própolis, película, mandioca.

## ABSTRACT

The post-harvest 'Nanica' banana is often limited by deterioration caused by excessive fruit ripening. Thus, this work aims to evaluate the effect of manioc starch and propolis concentrations used as an edible coating on the physico-chemical characteristics of 'Nanica' banana fruits during the storage period at room temperature. The fruits were harvested at the School Farm of the Federal Institute of Education, Science and Technology at South of Minas Gerais, Inconfidentes. The design was completely randomized in factorial scheme 4 x 5 (treatments x times). The fruits were immersed in three biofilm solutions, being suspensions of 5% of manioc starch concentration, 5% of propolis concentration, 5% of propolis concentration + manioc starch, and a control treatment. The evaluations were carried out at 0, 2, 4, 6 and 8 days of storage for the variables, titratable acidity (ATT), pH, shell color and mass loss. The use of biofilm based on 5% manioc starch concentration has shown to be a viable option for the post-harvest conservation of 'Nanica' banana fruits, because besides being edible and low cost, it has increased the useful life, slowing the ripening and preserving the firmness of the fruit.

**Keywords:** Fruits, conservation, propolis, pellicle, manioc.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 BANANA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 IMPORTÂNCIA DO USO DE BIOFILMES COMESTÍVEIS NA     CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 PRÓPOLIS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.4 FÉCULA DE MANDIOCA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.5 VIDA DE PRATELEIRA .....</b>	<b>5</b>
<b>3. OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO .....</b>	<b>6</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. PREPARO DAS CALDAS DE BIOFILME.....</b>	<b>7</b>
4.1.1. Preparo da calda a base de própolis .....	7
4.1.2. Preparo da calda a base de fécula de mandioca .....	7
4.1.3. Preparo da calda a base de fécula de mandioca + própolis .....	7
<b>4.2. OBTENÇÃO, SELEÇÃO E PREPARO DOS FRUTOS .....</b>	<b>9</b>
<b>4.3. DESENHO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>9</b>
<b>4.4. VARIÁVEIS ANALISADAS .....</b>	<b>10</b>
4.4.1. Perda de massa .....	10
4.4.2. Coloração da Casca .....	11
4.4.3. Potencial Hidrogeniônico – pH .....	11
4.4.4. Acidez Total Titulável (ATT) .....	12
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>18</b>
<b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....</b>	<b>19</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

As frutas estão presentes na alimentação do ser humano, independente de sua classe social e econômica. A atividade da fruticultura demanda mão de obra, gerando empregos em sua produção, processamento, armazenamento e comercialização.

Grande porcentagem das perdas pós-colheita de frutas perecíveis é devido à falta de técnicas adequadas no transporte e armazenamento. Em países emergentes, estima-se que ocorra 50% das perdas desses produtos. No Brasil, torna-se necessário a busca de técnicas sustentáveis para a conservação de alimentos, garantindo a sua estabilidade e durabilidade.

A banana possui um período curto de comercialização, devido sua rápida maturação, sendo assim necessário estudos de técnicas de conservação visando aumentar sua vida-de-prateleira, mantendo suas qualidades iniciais. A avaliação da vida-de-prateleira é uma ferramenta importante para obter informações do comportamento do fruto, do armazenamento ao consumo. Há diversas maneiras de mensurar a vida-de-prateleira do produto, dentre eles, o crescimento de microrganismos, acidez e sua coloração.

Pesquisas na área de pós-colheita tendem para tecnologias de conservação com uso de biofilmes, que atuam como barreira à perda de umidade, reduz respiração do fruto, pode evitar contaminações microbiológicas, além da melhora no aspecto visual do fruto, agradando o público alvo do produto.

A presente pesquisa foi realizada com elaboração de biofilmes a base de extrato de própolis e de fécula de mandioca, aplicado em bananas 'nanicas' em temperatura ambiente. O objetivo do presente trabalho foi elaborar e comparar diferentes biofilmes, sugerindo o mais eficiente na conservação das qualidades físico-químicas da banana.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 BANANA

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de banana, ficando atrás da Índia, China, Filipinas e Equador. A banana é cultivada em praticamente todo território nacional, sendo São Paulo o maior produtor e exportador, seguido pelos estados da Bahia, Santa Catarina, Minas Gerais e Pará (CAMPO E NEGÓCIOS, 2015).

Segundo Almeida et al (2001), o maior concorrente do Brasil em exportações é o Equador. Este país possui frutas de melhor qualidade e menor custo, no entanto, por possuir um clima quente e altas precipitações que favorecem a maior incidência de doenças, tem grandes gastos com o controle fitossanitário. No aspecto de doenças, o Brasil leva vantagens, somando suas condições climáticas e recursos hídricos. O Brasil não se destaca no mercado externo, isso devido que quase a totalidade de sua produção é destinada ao consumo interno.

O consumo maior da fruta é *in natura*, em virtude do seu alto valor nutritivo e baixo custo. A banana é fonte de vitaminas (A, B e C), possui alto teor de potássio, açúcares e pouco sódio, além da sua disponibilidade no mercado durante todo ano, que favorece seu consumo (LICHTENBERG, 2001).

A banana é um dos frutos que apresenta maior perda pós-colheita, sendo um produto altamente perecível, de rápida maturação. Do local de produção até chegar ao produtor, conseqüentemente, ocorre a perda das qualidades físico-químicas da banana, resultando no acréscimo do seu custo (MEDINA, 1984). Por este fato, a ideia de industrializar o fruto é uma das formas mais indicadas para a sua conservação (SILVA, 1995).

Apesar do manejo pós-colheita ainda não ter se aprofundado em tecnologias convenientes para a alta produção brasileira do fruto, muitas pesquisas vêm sendo realizadas, possibilitando a melhoria no setor (SILVA, 1996).

## **2.2 IMPORTÂNCIA DO USO DE BIOFILMES COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS**

Os biofilmes são películas comestíveis, de espessura variada e composta por diferentes substâncias naturais ou sintéticas, que isolam o alimento, sem causar riscos ao consumidor, pois são metabolizadas pelo organismo (MAIA et al, 2000). Películas comestíveis são muito utilizadas no revestimento de frutas e hortaliças, auxiliando na minimização de taxas de respiração, conferindo ainda um aspecto atraente ao fruto (AZEREDO, 2003).

A utilização de biofilmes cresce no mercado atual e é alvo de pesquisas para ampliar essa tecnologia. Entre os principais revestimentos, apresentam: própolis, fécula de mandioca, proteína do soro de leite e proteínas da soja. Em razão da sua biodegradabilidade, os filmes podem ser consumidos com os alimentos, podendo até mesmo ser adicionados a nutrientes para melhorar a qualidade nutricional do produto.

## **2.3 PRÓPOLIS**

Há relatos da utilização da própolis pela primeira vez no Egito e Mesopotâmia (CASTALDO; CAPASSO, 2002). Em meados da década de 80, a própolis se tornou um produto importante para a medicina, e atualmente, vem sendo comercializado pela indústria farmacêutica (LOTTI et al, 2010). O Brasil se destaca na produção mundial de própolis, com produção em todos os estados. Segundo dados publicados pelo SEBRAE (2015), os maiores produtores são: China, Brasil, Estados Unidos, Austrália e Uruguai.

A própolis é composta por produtos vegetais, e modificado na colmeia, por adição de secreções de abelhas e cera (ARAUCO; STÉFANI; NAKAGUI, 2007). A composição química da própolis é muito variável, sendo composta por aproximadamente 50% de resina e bálsamo vegetal, 30% de cera, 10% de óleos essenciais e aromáticos, 5% de pólen e 5% de outras substâncias variadas, como resíduos orgânicos (BOGDANOV, 2012).

A própolis apresenta atividade antioxidante, antiviral e antibiótica frente á bactérias gram-positivas. Estudos apontam sua ação antisséptica, antifúngica, antipirética, adstringente, anti-inflamatória e anestésica (SANTOS et al., 2003).

## **2.4 FÉCULA DE MANDIOCA**

A mandioca é uma das principais fontes de amido, cultivada ao longo do território nacional. A fécula de mandioca pode ser adquirida com baixo custo, e de fácil extração em relação a outras fontes. Esta possui uma pasta mais clara, alta gelatinização e estabilidade de seu gel, se tornando promissora no desenvolvimento de biofilmes comestíveis.

A obtenção do biofilme a partir da fécula de mandioca, baseia no processo de gelatinização com posterior retrogradação. Após a geleificação, a fécula possui a propriedade de formar géis, e esses quando desidratados originam películas rígidas, transparentes e resistentes (OLIVEIRA; CEREDA, 1999).

A composição da fécula de mandioca é constituída basicamente por 87,6 % de amido, 14,9 % de umidade, 0,5% de fibras e 0,2% de matéria-graxa, açúcares, cinzas e proteínas, possuindo pH de 5,6 (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008).

Devido ao seu baixo custo, abundância, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manipulação, a fécula de mandioca se destaca como uma alternativa viável para produção de filmes e revestimentos comestíveis, tanto por pequenos produtores quanto por grandes empresas.

Este produto possui alta eficiência para revestimentos de alimentos, onde reduz a taxa de respiração e perda de água. Possui vantagem na sua película por ser inodora, incolor e não possuir sabor, sendo atóxico e biodegradável, possuindo ainda barreira ao oxigênio (PARETA; EDIRISINGHE, 2006).

## 2.5 VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira é definida como o período que permanecem as qualidades iniciais dos frutos adequadas para o consumo, tendo grande importância na economia, evitando perdas do produto em razão da sua rápida deterioração. Para obter o sucesso na estocagem é necessário manter o produto fora de agentes deteriorantes, usando técnicas de conservação combinadas (WRIGHT; TAUB, 1997).

Os alimentos possuem uma proteção natural contra contaminações de microrganismos. Quando essa proteção está danificada, os microrganismos presentes no ambiente irão contaminar a superfície do fruto, em decorrência haverá a decomposição interna de seus constituintes químicos (SILVA, 2000).

Entender as alterações físicas e químicas que ocorrem nos alimentos é essencial para se escolher o melhor método de conservação do produto, afim de retardar perdas de qualidade responsáveis pela comercialização do produto (AZEREDO; FARIA, 2004). A qualidade do fruto se altera com o tempo de armazenamento, alterando suas características físicas e químicas (ALVES; BORDIN; GARCIA, 1996). Toda reação química que leva a perda de compostos voláteis e coloração são dependentes da temperatura e do teor de água inicial presente no produto (SILVEIRA; RAHMAN, 1996).

A necessidade de armazenar alimentos, o transporte para regiões onde a colheita foi escassa, e a conservação dos mesmos, despertou aos antepassados a preocupação de desenvolver técnicas de conservação (SILVA, 2000). Como regra, os processos de conservação, devem ter condições sanitárias íntegras, partindo do princípio que é trabalhado produtos alimentícios, e que o processo de conservação não reverte à deterioração, podendo apenas diminuí-la (CAMARGO, 2006). Para obter eficiência na conservação de alimentos, primeiro é necessário adquirir matérias-primas de boa qualidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Faz-se necessário a escolha de um método de conservação do produto para o aumento de sua vida de prateleira, no qual este deve estar ligado a natureza e o valor econômico do alimento. Independente do método utilizado, todos seguem pelo princípio da prevenção da contaminação, inibição do metabolismo microbiano e morte de microrganismos (EVANGELISTA, 2003).

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da utilização de biofilme de fécula de mandioca, própolis e fécula de mandioca mais própolis na preservação das qualidades físico-químicas da banana ‘nanica’.

#### **3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Avaliar o efeito da utilização de biofilme de fécula de mandioca, própolis e fécula de mandioca mais própolis, verificando qual se destaca na conservação pós-colheita da banana ‘nanica’.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento e avaliações foram conduzidos no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Inconfidentes, MG.

### **4.1. PREPARO DAS CALDAS DE BIOFILME**

#### **4.1.1. Preparo da calda à base de própolis**

Foi utilizado extrato de própolis proveniente de abelhas africanizadas *Apis mellífera L.* O extrato de própolis foi diluído em 5 litros de água destilada, na proporção de 5% em relação à quantidade de água (250 ml de extrato de própolis 30%). A calda foi mantida sob agitação manual constante por 5 minutos.

#### **4.1.2. Preparo da calda à base de fécula de mandioca**

O biofilme foi preparado a partir de fécula de mandioca na concentração 5% (250 gramas de fécula de mandioca), diluída em 5 litros de água destilada. A solução foi agitada durante 35 minutos (agitação manual constante), na temperatura de 70 °C, até obter o ponto de gelatinização. A solução foi deixada esfriar até atingir temperatura ambiente.

#### **4.1.3. Preparo da calda à base de fécula de mandioca + própolis**



O biofilme foi preparado a partir de fécula de mandioca na concentração 5% (250 gramas de fécula de mandioca), diluída em 5 litros de água destilada. A solução foi agitada

durante 35 minutos (agitação manual constante), na temperatura de 70 °C, até obter o ponto de gelatinização. Após atingir a temperatura ambiente, adicionou extrato de própolis na concentração de 5% (250 ml de extrato de própolis 30%). A solução foi agitada manualmente durante 5 minutos.

## **4.2. OBTENÇÃO, SELEÇÃO E PREPARO DOS FRUTOS**

Os frutos de banana ‘nanica’ foram obtidos na Fazenda Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Inconfidentes.

Para obter a uniformidade em relação à maturação, os frutos foram acondicionados em uma caixa com tampa e introduziu-se nesta 100 gramas de carbureto de cálcio. As bananas permaneceram por 5 dias na caixa sob o tratamento, onde atingiram coloração de casca com índice de cor 2 (verdes com traços amarelos, segundo a escala de notas de Von Loesecke (PBMH e PIF, 2006) e separadas por buquês (três frutos por penca).

Antes das avaliações, os frutos foram lavados e sanificados com hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos. Após a secagem em temperatura ambiente, os frutos foram separados aleatoriamente, em 80 buquês, dividindo-se em 4 grupos de tratamentos, acondicionados cada um em uma bandeja de isopor, e em seguida aplicou-se os tratamentos.

## **4.3. DESENHO EXPERIMENTAL**

Os frutos de banana ‘nanica’ foram selecionados quanto a sua uniformidade, coloração de casca e grau de maturação, e divididas aleatoriamente em quatro grupos que receberam os tratamentos pós-colheita:

1. Controle – frutos sem revestimentos
2. Calda de fécula de mandioca – frutos revestidos por calda de fécula de mandioca com concentração 5%.
3. Calda de extrato de própolis - frutos revestidos por calda de extrato de própolis com concentração de 5%.
4. Calda de fécula de mandioca + extrato de própolis - frutos revestidos por calda de fécula de mandioca com própolis, com concentração de 5%.

Os biofilmes foram aplicados pela imersão dos frutos nas caldas citadas, individualmente, durante 10 segundos. Após a aplicação, retirou-se o excesso de calda do fruto.

Os frutos de todos os tratamentos foram ordenados sobre bancadas em um delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 4 x 5, com 4 repetições, 4 tratamentos e 5 períodos de armazenamento, organizados em dias (0, 2, 4, 6 e 8 dias), acondicionado em bandejas de isopor, em condições ambiente. A influência dos fatores (tratamentos pós-colheita e o período de armazenamento), e suas interações foram submetidas à análise fatorial de parcelas subdivididas.

Após desdobramento da ANOVA, as medidas obtidas foram comparadas entre si pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado neste experimento foi o ASSISTAT (SILVA, 2014).

#### **4.4. VARIÁVEIS ANALISADAS**

As unidades experimentais foram submetidas às análises de perda de massa (grupo não destrutivo), potencial hidrogeniônico – pH (grupo destrutivo), coloração da casca e acidez titulável.

Todas as análises foram avaliadas em delineamento inteiramente casualizado, dispostas em esquema fatorial 4 x 5, com 4 repetições, 4 tratamentos e 5 períodos de armazenamento, tendo nas parcelas os tratamentos pós colheita (controle, calda de extrato de própolis, calda de fécula de mandioca e calda de fécula de mandioca + extrato de própolis) e nas subparcelas os tempos de avaliação (0, 2, 4, 6 e 8 dias).

##### **4.4.1. Perda de massa**

Para a realização da análise de perda de massa (grupo não destrutivo), os frutos de cada tratamento foram pesados do início do experimento (dia 0) e ao final do experimento (dia 8), totalizando 8 dias de armazenamento do fruto em experimento.

A análise foi procedida com o uso de uma balança eletrônica analítica, pela subtração do peso inicial e final dos frutos, e os resultados expressos em porcentagem.

#### 4.4.2. Coloração da Casca

Para determinar a mudança de coloração de casca ao longo período de armazenamento, foi utilizada a escala de Von Loesecke (PBMH; PIF, 2006), composta por sete estágios que definem a coloração da casca em: 1) totalmente verde; 2) verde com traços amarelos; 3) mais verde que amarelo; 4) mais amarelo que verde; 5) amarelo com ponta verde; 6) amarelo; 7) amarelo com áreas marrons.

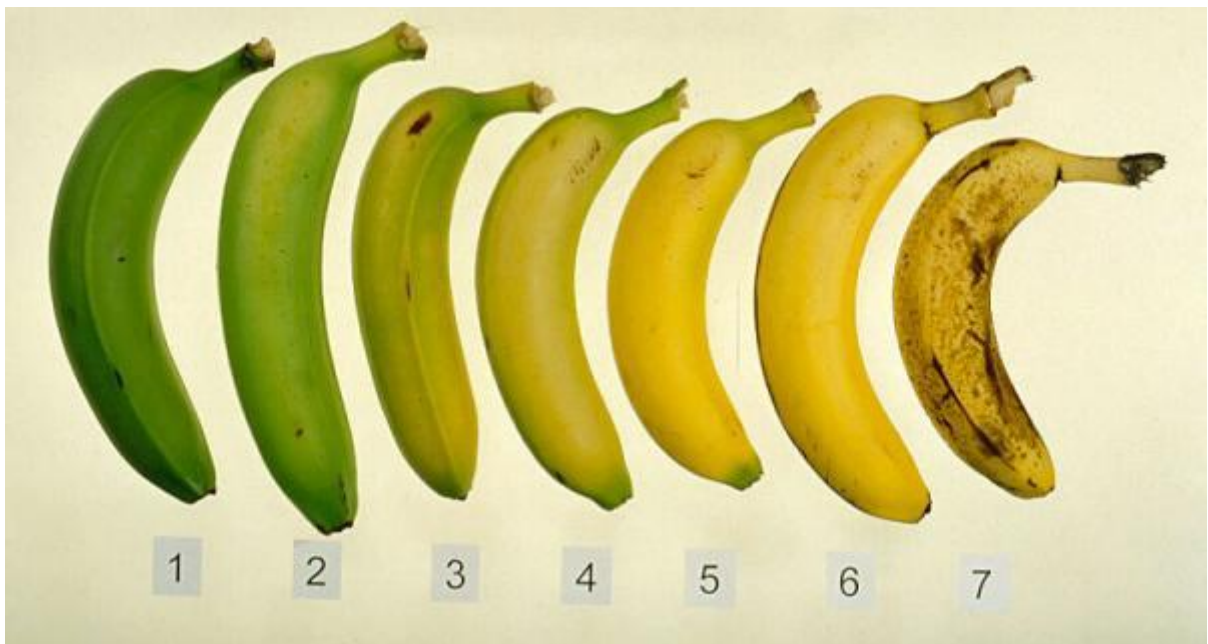


Figura 1 : Escala de Von Loesecke (PBMH; PIF, 2006).

#### 4.4.3. Potencial Hidrogeniônico – pH

Para a determinação do pH, foi utilizado uma amostra de 10 g triturada em 100 mL de água destilada, até obtenção de uma mistura homogênea, realizando em seguida a leitura direta do pH por potenciometria, utilizando-se um pHmetro digital.

#### **4.4.4. Acidez Total Titulável (ATT)**

Para as determinações de acidez titulável foi utilizado a técnica de titulometria, utilizando-se 5 g de amostra triturada em 100 mL de água destilada e submetida à titulação com uma solução de NaOH 0,1N padronizado, utilizando fenolftaleína como indicador. O resultado foi expresso em % de ácido málico.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A elevação da acidez titulável (ATT) está diretamente relacionada com o amolecimento dos frutos, que ocorre ao longo do período de maturação, sendo estes resultados da ação de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase, degradadoras da parede celular vegetal, tendo assim a formação de ácidos orgânicos.

Observa-se pela Tabela 1 que a acidez titulável variou significativamente com relação aos dias de armazenamento. Através da análise de variância, pode-se analisar que a ATT atingiu um valor global de 3,842%, no segundo dia de armazenamento e um valor de 3,561% no final do período de armazenamento. Estes resultados são similares aos obtidos por Botrel et al. (2002), em que a acidez aumenta até atingir um máximo, para posteriormente decrescer, predominando no fruto o ácido málico, sabendo-se que no fruto ainda não maduro há predominância dos ácidos málico, cítrico e oxálico. O ácido cítrico e oxálico diminuem com o amadurecimento da banana, em decorrência do seu processo respiratório e conversão de açúcares simples.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a diminuição da acidez é justificada pela oxidação dos ácidos orgânicos, pelo ciclo dos ácidos tricarbóxicos, em decorrência do processo de amadurecimento do fruto.

**Tabela 1:** Comportamento da acidez titulável em relação aos diferentes tratamentos de biofilme (Acidez titulável expressa em porcentagem de ácido málico). Inconfidentes, MG 2017.

Dias	ATT em Relação ao Tempo de Armazenamento
0	1,357 % c
2	3,842 % a
4	3,375 % b
6	3,427 % b
8	3,561 % b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Dados transformados pela fórmula  $\sqrt{Y+0,5}$ .

De acordo com a Tabela 2, verificou a diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita relacionados á acidez titulável em relação aos tratamentos. Os resultados encontrados estão de acordo com a faixa aceitável, que segundo FERNANDES (1979) é de 1,7% a 6,7% de acidez. Os frutos que foram revestidos com biofilme apresentaram maior índice de acidez do que os frutos que não receberam tratamento. Provavelmente isso se deve ao retardamento da maturação dos frutos que receberam tratamento, gerando um metabolismo mais lento, reduzindo o consumo de ácidos durante o pico respiratório característico dos frutos em estágio de senescência.

**Tabela 2:** Dados de acidez titulável em relação aos diferentes tratamentos de biofilme (Acidez titulável expressa em porcentagem de ácido málico). Inconfidentes, MG 2017.

Tratamentos (Biofilmes)	Acidez Titulável em Relação ao Biofilme
Testemunha (sem tratamento)	2,850 % b
Fécula de Mandioca	3,128 % a
Própolis	3,161 % a
Fécula de Mandioca + Própolis	3,310 % a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Dados transformados pela fórmula  $\sqrt{Y+0,5}$ .

O pH possui uma relação direta com a acidez titulável dos frutos, pois quanto maior os valores de acidez titulável, mais ácido será o fruto, e conseqüentemente, o mesmo apresentará valores menores de pH.

O valores de pH diferiram em relação ao tempo, onde apresentaram-se maiores que 5 nos dois primeiros dias do experimento. Esse período de menor pH, ou maior acidez, está diretamente relacionado com os pontos de acidez titulável, como ilustrado abaixo na Figura 1, demonstrando a relação entre o pH e a acidez titulável dos frutos. Os valores de pH aumentam a partir do quarto dia, no qual influi a diminuição de sua acidez, remetendo ao consumo dos ácidos orgânicos pelo pico da respiração, caracterizando o estágio de senescência da banana.

Os valores de pH relacionados ao biofilme não apresentaram diferenças significativas. Os frutos revestidos com calda de fécula de mandioca apresentou pH mais ácido em relação aos demais tratamentos, como demonstra a Figura 1. Este resultado coincide com o encontrado por LUCENA et al. (2004), onde os frutos de bananas ‘Nanicas’ revestidos com fécula de mandioca apresentaram redução significativa do pH.

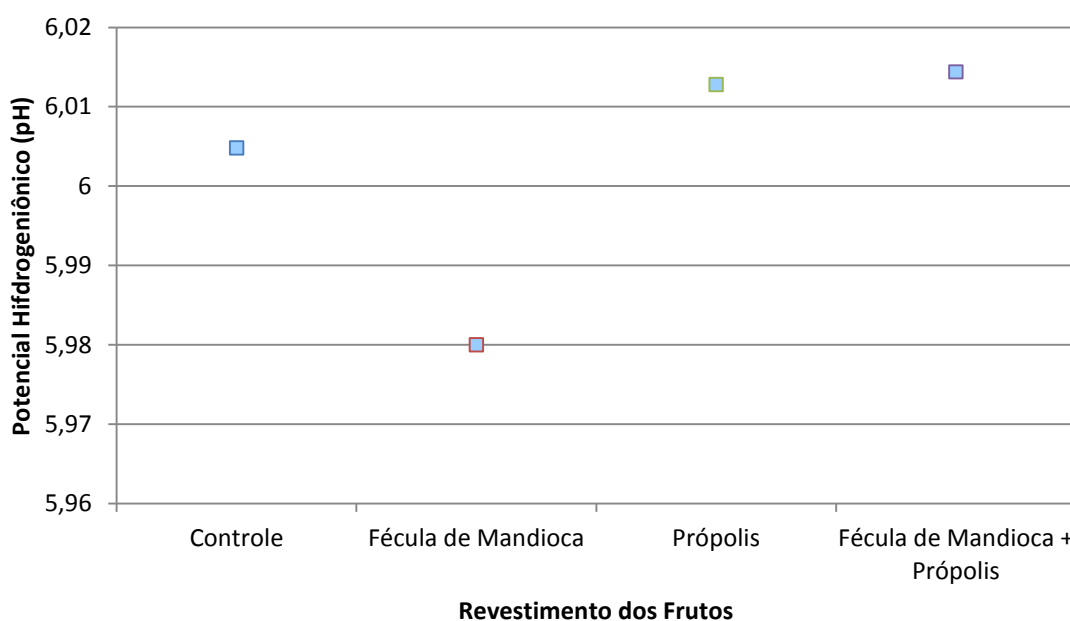


Figura 1: Valores de pH de bananas ‘Nanicas’ submetidas a tratamentos de biofilme e própolis. Inconfidentes, MG 2017.

Para as observações na mudança de coloração de casca, utilizou-se a Escala de Von Loesecke (PBMH; PIF, 2006), como foi apresentado na Figura 1, em materiais de métodos, desta mesma monografia.

Observou-se no decorrer do período de armazenamento uma mudança linear na coloração de casca, apresentando uma nota aproximada 6 (casca amarelada), aos 8 dias, o que indica a mudança do estágio de maturação dos frutos (Figura 2). Conforme SILVA et al.



(2006), o aumento da coloração de casca deve-se aos pigmentos de carotenóides que proporcionam a cor amarela aos frutos pela degradação completa das clorofilas, sendo um indicativo da maturação dos mesmos. A coloração do fruto está diretamente ligada á maturação e ao sabor, pois quanto maior o estágio de maturação maior o teor de açúcares na polpa, consequentemente mais agradável ao paladar.

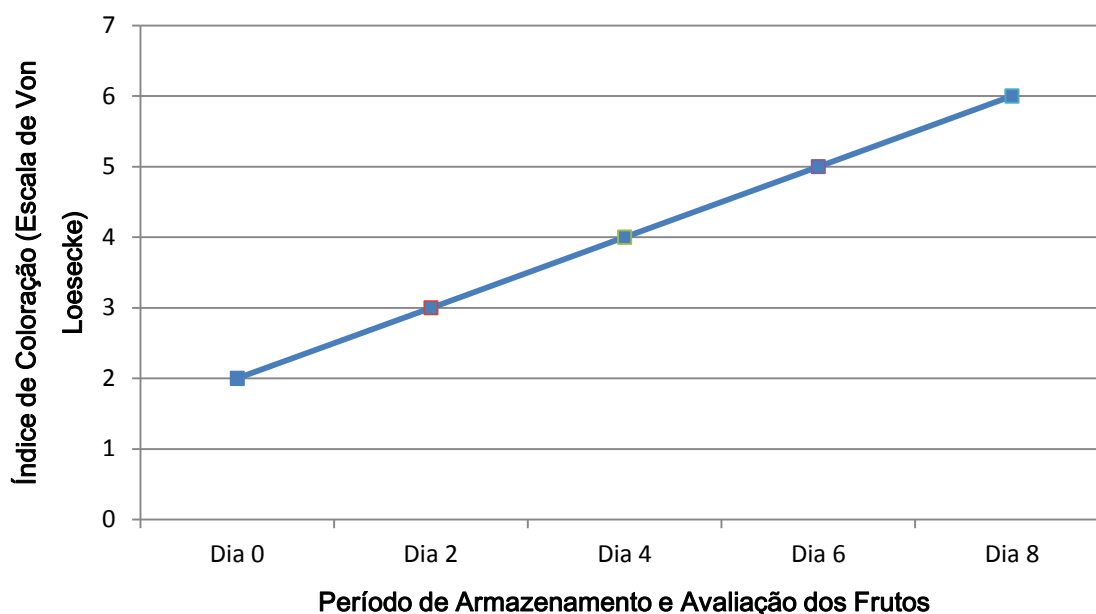


Figura 2: Índice de coloração de casca dos frutos durante o período de armazenamento.

Os resultados foram significativos para os diferentes tratamentos aplicados nos frutos. O biofilme à base de Fécula de Mandioca mostrou-se eficiente, mantendo os frutos em uma coloração média em escala 3 (mais verde que amarelo) até o último dia de experimento e o biofilme a base de fécula de mandioca + própolis como segundo mais eficiente, manteve a coloração média dos frutos em escala 4 (mais amarelo que verde). Provavelmente, isso se deve ao fato de que o biofilme à base de fécula de mandioca favorece maior integridade das paredes celulares dos frutos revestidos, evidenciado pela boa estruturação e organização das mesmas, provocando o retardamento da maturação dos frutos (SOUZA, 2015).

Os frutos submetidos à aplicação de biofilme a base de própolis manteve uma coloração média em escala 5 (amarelo com ponta verde), observando a rápida mudança de cor dos frutos ao longo do experimento. O tratamento menos eficiente foi a testemunha, onde houve a rápida maturação dos frutos, no qual atingiu coloração média em escala 7 (amarelo com áreas marrons), isso se deve à ausência de biofilmes, no qual o fruto ficou exposto, em contato direto com o ambiente.

Com relação à perda de massa, tanto os frutos da testemunha, como aqueles submetidos aos biofilmes, apresentaram aumento significativo na perda de massa fresca durante os 8 dias de armazenamento. Os frutos revestidos com biofilme à base de própolis obtiveram maior perda de massa (Tabela 3), possivelmente isso se deve ao fato de que os revestimentos de extrato de própolis possuem uma camada fina e menos viscosa, permitindo maior permeabilidade às trocas gasosas e ao vapor d'água, tendo em vista que a perda de massa é diretamente relacionada à taxa de respiração e transpiração do produto fresco. Nestes frutos observou-se um maior murchamento e enrugamento, devido a maior perda de água.

**Tabela 3:** Dados de perda de massa em relação aos diferentes tratamentos de biofilme. Inconfidentes, MG 2017.

Tratamentos (Biofilmes)	Perda de Massa em Relação ao Biofilme
Testemunha (sem tratamento)	11.943 ab
Fécula de Mandioca	10.891 b
Própolis	12.948 a
Fécula de Mandioca + Própolis	11.505 ab

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Dados transformados pela fórmula  $\sqrt{Y+0,5}$ .

Os frutos revestidos pelo biofilme a base de fécula de mandioca demonstrou menor perda de massa, supostamente isso se deve ao fato de que o biofilme apresenta uma camada mais espessa e viscosa que recobre o fruto, dificultando o processo de respiração do fruto, propiciando menor teor de O<sub>2</sub> e maior concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera interna dos frutos. Os tratamentos testemunha e fécula de mandioca + própolis não apresentaram diferenças entre si.

## **6. CONCLUSÃO**

O uso de biofilmes foi eficiente na conservação pós-colheita dos frutos.

Dentre os resultados obtidos, a utilização do biofilme a base de fécula de mandioca na concentração de 5% demonstrou ser uma opção viável para conservação pós-colheita de frutos de banana 'nanica' pois, além de ser comestível e de baixo custo, proporcionou o aumento da vida de prateleira, retardando o amadurecimento, sendo uma alternativa promissora para a conservação.

## **RERENCIAL BIBLIOGRÁFICO**

ALMEIDA, C. O; SOUZA, J. S; CORDEIRO, Z. J. M; INÁCIO, E. S. B. **Mercado mundial**. *In: Banana pós-colheita*. Brasília: Embrapa/SPI, 2001.

ALVES, R. M. V.; BORDIN, M. R.; GARCIA, E. E. C. **Aplicação de um modelo matemático na estimativa da vida-de-prateleira de biscoitos “cream cracker”**. *Colet. ITAL, Campinas*, v.26, n.1, p.89-101, jan.-jun./1996.

ARAUCO, L.R.R., STÉFANI, M., NAKAGHI, L. **Efeito do extrato hidroalcoólico de própolis no desempenho e na composição leucocitária do sangue de girinos de rã- touro (Rana catesbeiana)**. *Acta Scientiarum - Animal Science* 29: 227-234, 2007.

AZEREDO, H. M. C. de. **Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação**. *Boletim do CEPPA*. Curitiba, v. 21, n.2, 2003.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F. **Fundamentos de cinética de degradação e estimativa de vida de prateleira**. *In: EMBRAPA*. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: Editora Técnica Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo, 2004, p.77-95.

BOGDANOV, S. **Propolis: Composition, Health, Medicine: A Review**. *Bee Product Science*, [www.bee-hexagon.net](http://www.bee-hexagon.net), 2012.

BOTREL, N.; FREIRE JUNIOR, M.; VASCONCELOS, R.M.; BARBOSA, H.T.G. **Inibição do amadurecimento da banana-‘prata-anã’ com a aplicação do 1- metilciclopropeno**. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 24, n. 1, p. 53– 56, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Brasil: Banana – produção, área colhida e rendimento médio – 1990 a 2004**. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 21 de maio de 2016.

CAMARGO, A. C. **Conservação de alimentos**. USP – CENA/PCLQ. São Paulo, setembro de 2006. Disponível em: [http://www.cena.usp.br/irradiacao/cons\\_alim.html2006](http://www.cena.usp.br/irradiacao/cons_alim.html2006). Acesso em: 24 abril 2016.

**CAMPO E NEGÓCIOS.** Uberlândia, MG: Agrocomunicação, 31 jan. 2015. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-banana>. Acesso em: 23 maio 2016.

CASTALDO, S.; CAPASSO, F. **Propolis an old remedy used in modern medicine.** Fitoterapia, 2002. 73, S1 – S6.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças – Fisiologia e Manuseio.** 2 ed. Lavras-MG: Editora UFLA, 2005. 783p.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos.** São Paulo: Editora Atheneu, 2003. 652 p.

FERNANDES, K.M. **Physical changes during ripening of silver bananas.** Journal of Food Science, Chicago, v.44, n.4, p.1254-1255, 1979.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. **Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 1, p. 231-240, 2008.

LUCENA, C.C.; SILVA, A. C. DA; SILVA, A. C.; FEITOSA, H. DE O.; ALMEIDA, F. F. D. DE ; CONEGLIAN, R. C. C.; VASCONCELLOS, M. A. DA S. **Efeito da película de amido na conservação pós-colheita de frutos de banana cv. ‘Nanicão’.** Revista Agronomia, Rio de Janeiro, v.38, n.2, p.34-37, 2004.

LICHTEMBERG, Luiz Alberto. **Pós-colheita de banana.** In: **Simpósio Norte Mineiro sobre a Cultura da Banana**, 1, 2001, Nova Porteirinha. Anais.... Nova Porteirinha: EPAMIG, p.105-130, 2001.

LOTTI, C.; FERNANDEZ, M. C.; PICCINELLI, A. L.; CUESTA-RUBIO, O.; HERNANDEZ, I. M.; RASTRELLI, L. **Chemical constituents of red Mexican propolis.** Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010. 58, 2209-2213.

MAIA, L. H.; PORTE, A.; SOUZA, V. F. de. **Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e o oxigênio.** Boletim do CEPPA, Curitiba, v.18, n.1, 2000.

MEDINA, P. V. L. **Alguns aspectos da fisiologia pós colheita e a qualidade dos produtos perecíveis.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, 1984, Jaboticabal-SP. Palestras. Brasília: Embrapa/DDT, 1984. p.150-158.

OLIVEIRA, M. A.; CEREDA, M. P. **Efeito da película de mandioca na conservação de goiabas.** Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 2, n. 1/2, p. 97-102, 1999.

PARETA, R.; EDIRISINGHE, M. J. A novel method for the preparation of starch films and coatings. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 63, n. 3, p. 425- 431, 2006.

PBMH; PIF. Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e Produção Integrada de Frutas. **Normas de classificação de banana.** São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).

PFEIFFER, C., D’AUJOURD’HUI, J.W., NUSSLI, J., ESCHER, F. **Optimizing food packaging and shelf life.** Food Technol. Chicago, v.53, n.6, p.52-59, 1999.

SANTOS, C. R.; ARCENIO, F.; CARVALHO, E. S.; LUCIO, E. M. R. A.; ARAUJO, G. L.; TEIXEIRA, L. A.; SHARAPIN, N.; ROCHA, L. **Otimização do processo de extração de própolis através da verificação da atividade antimicrobiana.** Revista Brasileira de Farmacognosia, João Pessoa, v. 13, p. 71-74, 2003.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/apicultura-integrada-e-sustentavel,c3e5438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 26 maio 2016.

SILVA, C.A.B. [Coord.]. **Produção de banana passa.** Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural, 1995, 32p. (Série Perfis Agroindustriais, v. 5).

SILVA, A. P.; EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L. Uso de películas de amido e de sacos de polietileno na conservação pós-colheita de bananas, armazenadas sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 1-42, abr./jul. 1996.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 2000, 227p.

SILVA, C.S; LIMA, L.C; SANTOS, H.S.; CAMILI, E.C.; VIEIRA; CRYI; MARTIN, C.S.; VIEITES, R.L. **Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.30, n.1, p.103-111, 2006.

SILVA, F.A.S. **ASSISTAT: Versão 7.7 beta.** DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 01 de abril de 2014. Disponível em <http://www.assistat.com>. Acessado em : 25 de jan. 2017.

SILVEIRA, E.T.F., RAHMAN, M.S., Buckle, K.A. **Osmotic dehydration of pineapple: kinetics and product quality.** Food Research International, 29(3- 4): 227-233, 1996.

SOUZA, M.S. **Influência da Época de Colheita e do Período de Prateleira Sobre Alguns Atributos de Qualidade de Híbridos de Mamão (Carica papaya L.) do Programa de Melhoramento Genético da UENF.** Campos dos Goytacazes, RJ. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 35 p, 2005.

WRIGHT, B.B.; TAUB, I.A. **Stored product quality: Open dating and temperature monitoring.** In: FOOD STORAGE STABILITY. Taub, I. A.; Singh, R. P. (eds.). Boca Raton: CRC Press, p.353-368, 1997.