



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Pós – Graduação em Engenharia Agrícola
Área de Processamento e Armazenamento de
Produtos Agrícolas



KÍVIA ALESSANDRA GOUVEIA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA ‘PACOVAN’
REVESTIDAS COM SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS

CAMPINA GRANDE, PB

AGOSTO – 2017

KÍVIA ALESSANDRA GOUVEIA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA ‘PACOVAN’
REVESTIDAS COM SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração:

Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

Orientador:

Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva – UFCG/CTRN/UAEAg

CAMPINA GRANDE, PB

AGOSTO – 2017

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

KÍVIA ALESSANDRA GOUVEIA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA ‘PACOVAN’
REVESTIDAS COM SOLUÇÕES FILMOGÊNICAS**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva – ORIENTADOR
UFCG/CCT/UAF

Profa. Dra. Josivanda Palmeira Gomes – EXAMINADORA INTERNA
UFCG/CTRN/UAEAg

Profa. Dra. Elisândra Costa Almeida – EXAMINADORA EXTERNA
DGTA/UFPB

Profa. Dra. Cleide M. D. P. S. e Silva – EXAMINADORA EXTERNA
UFCG/CCT/UAF

CAMPINA GRANDE, PB

AGOSTO – 2017

Dedico esse trabalho em especial a Edvânia Brasil (in memoriam), por seu amor, incentivo, companheirismo, perseverança, dedicação e por sempre acreditar em mim.

*E quando você pensar em desistir, lembre-se
dos motivos que te fizeram aguentar até agora.*

Sharpie Thoughts

*O teu amor cobre as minhas fraquezas e a tua
misericórdia é maior do que todos os
obstáculos na minha vida.*

Obrigado Deus!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela vida, com saúde, disposição, inteligência para que conseguisse concluir este curso e sempre colocando em meu caminho pessoas que me ajudaram nessa jornada.

A meus pais Antônio de Pádua Caldas da Silva e Maria de Lourdes Gouveia da Silva (*in memoriam*), por ter sempre me apoiado na vida e em minha carreira profissional e pela educação que me deram.

A meus irmãos e sobrinhos, pelo apoio moral.

Ao Professor Orientador, Dr. Wilton Pereira da Silva, muito obrigada por ter aceitado o desafio de me dar às diretrizes para a realização deste trabalho e pela paciência.

A Professora Co-orientador, Dra. Josivanda Palmeira Gomes, muito obrigado por ter aceitado o desafio de me dar às diretrizes para a realização deste trabalho e pela paciência.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Cleide M. D. P. S. e Silva e Profa. Dra. Elisândra Costa Almeida, por se dispor a participar desta banca de avaliação e principalmente pelas sugestões.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Federal de Campina Grande, por todo o suporte acadêmico.

À Universidade Federal da Paraíba (CCHSA), pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Pedro Germano Antonino Nunes e a professora Dra. Elisândra Costa Almeida, pela liberação dos laboratórios no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA-UFPB).

Aos funcionários do Laboratório de Fisiologia Pós-colheita (LFPC-UFPB), aos funcionários do Laboratório de Análises Físico-Química de Alimentos (LAFQA-UFPB) e aos funcionários do Laboratório de Sementes (LS-UFPB), e em especial, ao Prof. Dr. Laésio Pereira Martins, pela sua valiosa ajuda, os bons ensinamentos e metodologia.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente, na realização deste trabalho, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivos Geral.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Banana.....	4
3.2. Fisiologia do Amadurecimento.....	5
3.3. Conservação pós-colheita.....	7
3.4. Tratamentos pós-colheita.....	8
3.4.1. Armazenamento Atmosfera.....	8
3.4.2. Sacos de Polietileno.....	9
3.4.3. Efeito do etileno.....	9
3.4.4. Revestimento químico de frutas.....	10
3.4.5. Radiação.....	10
3.4.6. Ozonização.....	11
3.5. Revestimentos Comestíveis.....	11
3.6. Temperatura de Armazenamento.....	13
3.7. Fécula de Mandioca.....	14
3.8. Cera de Carnaúba.....	15
3.9. Estado da Arte.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1. Revestimento de Fécula de Mandioca e Cera de Carnaúba.....	18
4.1.1. Soluções Filmogênicas a base de Fécula de Mandioca.....	18
4.1.2. Soluções Filmogênicas a base de Cera de Carnaúba.....	19
4.2. Perda de Massa.....	20
4.3. Firmeza.....	20
4.4. Acidez Titulável.....	21
4.5. pH.....	21
4.6. Sólidos Solúveis (°Brix).....	22
4.7. Açúcares Redutores e Totais.....	22
4.8. Coloração da Casca (Cor).....	23
4.9. Análises estatísticas.....	23

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Perda de Massa.....	24
5.1.1. In Natura.....	24
5.1.2. Refrigerado a 10°C.....	25
5.1.3. Refrigerado a 16°C.....	26
5.2. Firmeza.....	27
5.2.1. In Natura.....	28
5.2.2. Refrigerado a 10°C.....	29
5.2.3. Refrigerado a 16°C.....	30
5.3. Acidez Titulável.....	31
5.3.1. In Natura.....	31
5.3.2. Refrigerado a 10°C.....	32
5.3.3. Refrigerado a 16°C.....	34
5.4. pH.....	35
5.4.1. In Natura.....	35
5.4.2. Refrigerado a 10°C.....	36
5.4.3. Refrigerado a 16°C.....	37
5.5. Sólidos Solúveis (°Brix).....	38
5.5.1. In Natura.....	39
5.5.2. Refrigerado a 10°C.....	40
5.5.3. Refrigerado a 16°C.....	41
5.6. Açúcares redutores.....	42
5.6.1. In Natura.....	43
5.6.2. Refrigerado a 10°C.....	44
5.6.3. Refrigerado a 16°C.....	45
5.7. Açúcares Totais.....	46
5.7.1. In Natura.....	46
5.7.2. Refrigerado a 10°C.....	47
5.7.3. Refrigerado a 16°C.....	48
5.8. Coloração da casca (Cor).....	49
5.8.1. In Natura.....	50
5.8.2. Refrigerado a 10°C.....	52
5.8.3. Refrigerado a 16°C.....	54

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escala de maturação de Von Loesecke.....	6
Figura 2. Bananas revestidas com as soluções filmogênicas.....	19
Figura 3. Armazenamento em BOD das Bananas revestidas com as soluções filmogênicas.....	20
Figura 4. Penetrômetro manual.....	20
Figura 5. Titulação com NaOH 0,1N.....	21
Figura 6. pHmetro Digital.....	21
Figura 7. Refratômetro Digital.....	22
Figura 8. Redutec-SL 40 utilizando para titulação de açúcaes.....	22
Figura 9. Perda de massa (%) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	25
Figura 10. Perda de massa (%) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	26
Figura 11. Perda de massa (%) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	27
Figura 12. Firmeza (Lb) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	28
Figura 13. Firmeza (Lb) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerada a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	29
Figura 14. Firmeza (Lb) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerada a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de	

armazenamento.....	30
Figura 15. Acidez Titulável (% ácido málico) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	32
Figura 16. Acidez Titulável (% ácido málico) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	33
Figura 17. Acidez Titulável (% ácido málico) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	34
Figura 18. pH de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	36
Figura 19. pH de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	37
Figura 20. pH de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	38
Figura 21. Sólidos Solúveis (°Brix) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	40
Figura 22. Sólidos Solúveis (°Brix) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	41

Figura 23. Sólidos Solúveis (°Brix) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	42
Figura 24. Açúcares redutores (%) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	44
Figura 25. Açúcares redutores (%) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	45
Figura 26. Açúcares redutores (%) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	46
Figura 27. Açúcares totais (%) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	47
Figura 28. Açúcares totais (%) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	48
Figura 29. Açúcares totais (%) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.....	49
Figura 30. A análise de cor para o tratamento controle durante o armazenamento in natura.....	50
Figura 31. A análise de cor para o tratamento T1 durante o armazenamento in natura.....	50
Figura 32. A análise de cor para o tratamento T2 durante o armazenamento in	

natura.....	50
Figura 33. A análise de cor para o tratamento T3 durante o armazenamento in natura..	51
Figura 34. A análise de cor para o tratamento T4 durante o armazenamento in natura.	51
Figura 35. A análise de cor para o tratamento T5 durante o armazenamento in natura.	51
Figura 36. A análise de cor para o tratamento controle durante o armazenamento refrigerado a 10°C.	52
Figura 37. A análise de cor para o tratamento T1 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.	52
Figura 38. A análise de cor para o tratamento T2 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.	53
Figura 39. A análise de cor para o tratamento T3 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.	53
Figura 40. A análise de cor para o tratamento T4 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.	53
Figura 41. A análise de cor para o tratamento T5 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.	54
Figura 42. A análise de cor para o tratamento controle durante o armazenamento refrigerado a 16°C.	54
Figura 43. A análise de cor para o tratamento T1 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.	55
Figura 44. A análise de cor para o tratamento T2 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.	55
Figura 45. A análise de cor para o tratamento T3 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.	55
Figura 46. A análise de cor para o tratamento T4 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.	56
Figura 47. A análise de cor para o tratamento T5 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores médios de perda de massa, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.....	24
Tabela 2. Valores médios de perda de massa, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.....	25
Tabela 3. Valores médios de perda de massa, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.	26
Tabela 4. Valores médios de firmeza apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	28
Tabela 5. Valores médios de firmeza apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.....	29
Tabela 6. Valores médios de firmeza apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.	30
Tabela 7. Valores médios de acidez titulável, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	31
Tabela 8. Valores médios de acidez titulável, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.....	32
Tabela 9. Valores médios de acidez titulável, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.	34
Tabela 10. Valores médios de pH, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	35
Tabela 11. Valores médios de pH, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.....	36
Tabela 12. Valores médios de pH, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.	37
Tabela 13. Valores médios de sólidos solúveis, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	39
Tabela 14. Valores médios de sólidos solúveis, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.....	40
Tabela 15. Valores médios de sólidos solúveis, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.	41
Tabela 16. Valores médios de açúcares redutores, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	43

Tabela 17. Valores médios de açúcares redutores, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.	44
Tabela 18. Valores médios de açúcares redutores, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.	45
Tabela 19. Valores médios de açúcares totais, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.	46
Tabela 20. Valores médios de açúcares totais, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.	47
Tabela 21. Valores médios de açúcares totais, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.....	48

RESUMO

A banana é caracterizada por ser um fruto saboroso e nutritivo, sendo uma excelente fonte de hidratos de carbono, fibras, potássio e vitaminas. Mas perdas pós-colheita na produção e comercialização de frutos e hortaliças variam de 25% a 40%, dependendo do produto e da tecnologia aplicada. Frutos e hortaliças continuam a metabolizar suas próprias reservas depois da colheita, sendo assim dificilmente conseguir melhorias na qualidade de um produto colhido, no máximo é possível manter sua qualidade por algum período de tempo. A refrigeração é a principal tecnologia utilizada para a preservação da qualidade de frutos e hortaliças, pois prolonga o período de conservação dos frutos. No Brasil muitos métodos são utilizados para conservação da banana após colheita. Um desses métodos são filmes comestíveis, são definidos como uma fina camada de material comestível, formado diretamente como revestimento, ou como revestimento pré formado e colocado sobre o alimento e a função a ser desempenhada por ele depende do produto alimentício e principalmente do tipo de deterioração. Então já que a banana possui uma vida pós-colheita curta, objetivou-se no presente trabalho a aplicação de revestimentos comestíveis a base de polissacarídeos (fécula de mandioca) e lipídeos (cera de carnaúba), sendo avaliados em diferentes temperaturas. Realizou-se então, a aplicação dos seguintes tratamentos: controle; fécula de mandioca 1%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; fécula de mandioca 3%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; fécula de mandioca 5%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; cera de carnaúba 5%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; cera de carnaúba 7,5%, glicerol 0,5% e tween 0,01%. Depois foram armazenados em temperatura ambiente (32 ± 2 °C) e BOD sem controle de umidade (10 ± 2 °C e 16 ± 2 °C). As avaliações de coloração da casca (cor), perda de massa fresca, firmeza, acidez titulável, pH, sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, foram realizadas aos dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10 para armazenamento em temperatura ambiente e aos dias 0, 4, 8, 12, 16 e 20 para o armazenamento refrigerado. De acordo com os resultados, os frutos revestidos fécula de mandioca e cera de carnaúba apresentaram processo de amadurecimento semelhante aos frutos do tratamento controle, sendo o grande diferencial as temperaturas utilizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Amadurecimento, refrigeração, armazenamento, coberturas comestíveis, vida de prateleira.

ABSTRACT

Banana is characterized by being a tasty and nutritious fruit, being an excellent source of carbohydrates, fibers, potassium and vitamins. But post-harvest losses in the production and marketing of fruits and vegetables vary from 25% to 40%, depending on the product and the technology applied. Fruits and vegetables continue to metabolize their own reserves after harvest, thus it is difficult to achieve improvements in the quality of a Product, at most it is possible to maintain its quality for some period of time. Refrigeration is the main technology used to preserve the quality of fruits and vegetables, because prolongs the period of conservation of fruits. In Brazil many methods are used for banana conservation after harvest. One of these methods are edible films, they are defined as a thin layer of edible material, formed directly as a coating, or as preformed and placed coating on the food and the function to be performed by it depends on the food product and mainly the type of deterioration. Since the banana has a short post-harvest life, the objective of the present work was the application of edible coatings based on polysaccharides (cassava starch) and lipids (carnauba wax), being evaluated at different temperatures. Then the following treatments were then applied: control; 1% cassava starch, 0.5% glycerol and 0.01% tween; 3% cassava starch, 0.5% glycerol and 0.01% tween; 5% cassava starch, 0.5% glycerol and 0.01% tween; 5% carnauba wax, 0.5% glycerol and 0.01% tween; 7.5% carnauba wax, 0.5% glycerol and 0.01% tween. Then they were stored at room temperature (32 ± 2 °C) and BOD without humidity control (10 ± 2 °C and 16 ± 2 °C). The coloring evaluation of the bark (color), fresh weight loss, firmness, titratable acidity, pH, soluble solids, total sugars and reducers were performed at days 0, 2, 4, 6, 8 and 10 for storage at room temperature And days 0, 4, 8, 12, 16 and 20 for refrigerated storage. According to the results, the fruits coated with cassava starch and carnauba wax presented similar ripening process to the control fruits of the treatment, being the great differential the temperatures used.

KEY WORDS: Ripening, refrigeration, storage, edible toppings, shelf life.

1. INTRODUÇÃO

A banana (*Musa ssp.*) é uma excelente fonte de minerais e vitaminas, apresentado assim uma enorme importância social por ser uma fonte de energia e suas características de baixa acidez e textura macia a indicam para o consumo de todas as idades (SARMENTO *et al.*, 2012).

A banana é um alimento constante na dieta dos brasileiros, devido às suas características sensoriais e nutricionais (RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009). É uma fruta de elevado valor nutricional, ótima fonte energética, além de apresentar vitaminas A e do complexo B, fibras, proteínas, água, carboidratos, cinzas, lipídeos, potássio, fósforo, magnésio, sódio (MATSUURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004).

Por ser uma fruta de padrão respiratório climatérico, a banana sofre intensas transformações bioquímicas após a colheita e a respiração é altamente influenciada por fatores externos como os danos mecânicos e a temperatura, diminuindo a vida útil dos frutos (VIVIANI & LEAL, 2007).

Os produtos hortícolas frescos são perecíveis, com vida pós-colheita curta, possuindo tecidos vivos, que estão sujeitos a mudanças contínuas, que não podem ser interrompidas, mas podem ser desaceleradas dentro de certos limites (KADER, 2002).

Os revestimentos comestíveis, também chamados de coberturas comestíveis, pode ser uma alternativa para aumentar a vida pós-colheita, pois atuam principalmente como barreira a gases e vapor de água, modificando a atmosfera interna dos frutos, diminuindo a degradação e aumentando a vida de prateleira dos mesmos, além de atuarem também como carreadores de compostos antimicrobianos, antioxidantes, entre outros (MAIA *et al.*, 2000).

Nos alimentos, os revestimentos comestíveis não devem interferir na aparência natural da fruta, devem possuir boa aderência a fim de evitar sua remoção facilmente no manuseio e não podem promover alterações no gosto ou odor original (ASSIS *et al.*, 2009).

Os compostos mais utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis são as proteínas, os polissacarídeos, os lipídios ou a combinação destes compostos, o que permite utilizar vantajosamente as distintas características funcionais de cada classe (JUNIOR *et al.*, 2010).

Na composição dos revestimentos, geralmente, são utilizados plastificantes, compostos que melhoram as propriedades físicas ou mecânicas, como flexibilidade,

força e resistência do revestimento e os mais utilizados são o glicerol e o sorbitol (VILLADIEGO *et al.*, 2005).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não descreve uma legislação específica para revestimentos comestíveis. Assim, estes revestimentos devem ser considerados ingredientes, quando melhoram a qualidade nutricional do produto, ou aditivos, quando não incrementam o seu valor nutricional.

Assim deve-se levar em consideração, o Decreto 55.871, de 26 de março de 1965; à Portaria nº 540 – SVS/MS, de 27 de outubro de 1997 e à Resolução CNS/MS nº 04, de 24 de novembro de 1998, referentes ao regulamento sobre aditivos e coadjuvantes de tecnologia e também às considerações do *Codex Alimentarius*, do *Food and Drugs Administration* (FDA) e todas suas atualizações pertinentes.

Para se avaliar a qualidade pós-colheita da banana, pode ser utilizados índices químicos como o pH, acidez titulável, sólidos solúveis, relação sólidos solúveis/acidez, açúcares redutores, açúcares não redutores, açúcares totais, substâncias pécnicas e teor de amido (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Então já que a banana possui uma vida pós-colheita curta, objetivou-se no presente trabalho a aplicação de revestimentos comestíveis a base de polissacarídeos e lipídeos, sendo avaliados em diferentes temperaturas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito do uso de soluções filmogênicas a base de fécula de mandioca e cera de carnaúba e adição de glicerol e Tween, como revestimento em frutos de banana “pacovan” em diferentes temperaturas, visando aumentar o período de conservação pós-colheita.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a conservação pós-colheita de frutos de banana ‘Pacovan’ recobertos com a fécula de mandioca, glicerol e tween em diferentes concentrações;
- Avaliar a conservação pós-colheita de frutos de banana ‘Pacovan’ recobertos com cera de carnaúba, glicerol e tween em diferentes concentrações;
- Avaliar o armazenamento, das bananas recobertas, com realização de análises físico-químicas, a cada dois dias, por um período de dez dias em temperatura ambiente.
- Avaliar o armazenamento, das bananas recobertas, com realização de análises físico-químicas, a cada quatro dias, por um período de vinte dias nas temperaturas de refrigeração de 10°C e 16°C.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Banana

Segundo a sistemática botânica de classificação, as bananeiras produtoras de frutos comestíveis são plantas da classe das Monocotiledôneas, ordem Scitaminales, família Musaceae, da qual fazem parte as subfamílias Heliconioideae, Strelizioideae e Musoideae. A seção *Musa* é a mais importante, uma vez que, além de ser formada pelo maior número de espécies do gênero, apresenta ampla distribuição geográfica e abrange as espécies de bananas comestíveis. A maioria dos cultivares de bananeira originou-se no Continente Asiático, tendo evoluído a partir das espécies diplóides selvagens *Musa acuminata* Colla e *Musa balbisiana* Colla (VIVIANI & LEAL, 2007).

Conforme Rodrigues (2009), o termo "banana" refere-se às frutas de polpa macia e doce que podem ser consumidas cruas. Contudo, existem variedades de cultivo, de polpa mais rígida e de casca mais firme e verde, geralmente designadas por plátanos, em língua espanhola, banana-pão ou banana-da-terra, em português, ou plantains, em inglês, que são consumidas cozinhadas (assadas, cozidas ou fritas), constituindo o alimento base de muitas populações de regiões tropicais. A maioria das bananas para exportação é do primeiro tipo, ainda que apenas 10 a 15 por cento da produção mundial sejam para exportação, sendo os Estados Unidos e a União Europeia as principais potências importadoras.

Assim a banana é caracterizada como um fruto saboroso e nutritivo, sendo uma excelente fonte de hidratos de carbono, fibras, potássio e vitaminas (ENGLBERGER *et al.*, 2003).

O fruto da bananeira é produzido em 135 países, ocupando 10,2 milhões de hectares plantados, atingindo uma produção de mais de 125 milhões de toneladas (FAO, 2013). A banana é a segunda fruta mais consumida no Brasil, com 11,4 kg/hab/ano, perdendo apenas para a laranja, com 12,2 kg/hab/ano. O continente americano é o maior consumidor, com 15,2 kg/habitantes/ano, destacando-se a América do Sul, com 20 kg/habitantes/ano e a América Central, com 13,9 kg/habitantes/ano (FAO, 2013).

A banana destaca-se na primeira posição no ranking mundial das frutas, com uma produção de 139,1 milhões de toneladas. O Brasil produziu 6,9 milhões toneladas, na safra de 2014 (SEAB, 2015). Na safra de 2016, o Brasil produziu 6,7 milhões toneladas, tendo prevista para a safra de 2017, a produção de 7 milhões de toneladas (IBGE/LSPA, 2017).

A região Sudeste é a maior produtora de bananas, com cerca de 2,305 milhões de toneladas, seguida na região Nordeste com cerca de 2,291 milhões de toneladas (IBGE/LSPA, 2017).

Os maiores produtores de banana no país, são Bahia com cerca de 1,125 milhões de toneladas e São Paulo com cerca de 1,124 milhões de toneladas. A produção da Paraíba em 2016 foi de 133.524 toneladas (IBGE/LSPA, 2017).

A bananeira é cultivada de Norte a Sul do País, aproximadamente 99% da fruta produzida é comercializada no mercado interno. A maioria dos bananicultores é pequeno produtor, que usa a banana como fonte de renda adicional. A importância estende-se à fixação do homem no campo, sendo inclusive uma fonte contínua de alimento e de renda, pois é produzida durante todo o ano (PEREIRA, 2008).

Existem muitas variedades de banana no Brasil (Nanica, Nanicão, Grande Naine, Prata-anã, Pacovan, Maçã, Terra, etc.), no entanto, considerando-se a preferência dos consumidores, produtividade, tolerância às pragas e doenças, resistência à seca e ao frio, restam poucos cultivares com potencial agrônômico (MATSUURA; COSTA; FOLEGATTI, 2004). As cultivares de banana mais difundidas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata-Anã, Maçã e Terra. Destas, as cultivares Prata, Prata-Anã e Pacovan são responsáveis por, aproximadamente, 60% da área cultivada com banana no Brasil (SILVA & MELLO, 2013).

3.2. Fisiologia do Amadurecimento

O amadurecimento é o resultado de mudanças complexas que ocorrem no fruto. As principais mudanças que podem ser observadas são: aumento de taxa respiratória, aumento na produção de etileno, aumento na concentração de açúcares, solubilização das substâncias pécnicas, degradação de pigmentos, aumento na concentração de fenólicos e ácidos, produção de voláteis, variações nos teores de enzimas, vitaminas, minerais e mudanças na permeabilidade dos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Outras características de transformações que ocorrem durante o amadurecimento da banana são:

Relação polpa/casca – Durante a maturação da banana, a massa da polpa aumenta continuamente devido à absorção da água da casca. Com isso, a casca perde massa. A relação polpa/casca pode ser considerada como índice de maturação da banana, também conhecido como coeficiente de maturação (BLEINROTH *et al.*, 1995).

Coloração – A casca da banana apresenta coloração que vai do verde ao amarelo na fase de maturação devido à presença de clorofila, xantofila e caroteno.

A cor da casca é um bom indicativo do grau de amadurecimento da banana, então, Von Loesecke (1950) classificou o amadurecimento da banana em sete pontos de escala de maturação de acordo com a cor da casca (Figura 1).



Figura 1. Escala de maturação de Von Loesecke.

Textura – A polpa de banana é composta por um grande número de pequenas células. Na banana verde, cada uma dessas células possui uma rígida membrana composta principalmente de substâncias insolúveis, conhecidas como protopectina, em cujo interior encontram-se numerosos grânulos sólidos de amido. O amaciamento verificado ao longo do amadurecimento da fruta é um reflexo da degradação coordenada de amido e compostos da parede celular, notadamente substâncias pécticas e hemiceluloses e do aumento de umidade da polpa em razão de trocas osmóticas com a casca (VILAS BOAS *et al.*, 2001).

Sólidos totais e solúveis – Os sólidos totais da banana apresentam uma pequena redução à medida que a fruta amadurece o que é atribuído à absorção de água pela polpa. No entanto, os sólidos solúveis aumentam rapidamente com a maturação da fruta, em decorrência da degradação do amido (BLEINROTH *et al.*, 1995).

Acidez – A banana caracteriza-se por apresentar uma baixa acidez quando verde que aumenta com o amadurecimento até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para em seguida decrescer. Considera-se que na banana verde o ácido oxálico predomina sobre os ácidos málico e cítrico, porém, este ácido diminui com o amadurecimento, dando lugar ao ácido málico, como o mais importante (BLEINROTH *et al.*, 1995).

pH - Na fruta verde varia de 5,0 a 5,6 e na banana madura de 4,2 a 4,7. Dentro desses limites podem ocorrer variações nas diferentes variedades de banana (BLEINROTH *et al.*, 1995).

Após serem colhidas, a maioria das frutas, especialmente no ambiente tropical, apresentam aceleração da maturação e deterioração em consequência das mudanças bioquímicas e fisiológicas bem como de procedimentos de acondicionamento e práticas de manuseio inadequadas.

3.3. Conservação pós-colheita

As perdas pós-colheita na produção e comercialização de frutos e hortaliças variam de 25% a 40%, dependendo do produto e da tecnologia aplicada (CASTAÑEDA, 2013). Segundo Assis *et al.* (2009) essa situação é consequência de uma série de fatores conjugados, como a ausência de uma política específica no setor, a falta de conhecimento dos manipuladores e, igualmente, a deficiência de aplicação de tecnologias adequadas para o transporte e conservação da qualidade do alimento.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), frutos e hortaliças continuam a metabolizar suas próprias reservas depois da colheita, sendo assim dificilmente conseguir melhorias na qualidade de um produto colhido, no máximo é possível manter sua qualidade por algum período de tempo.

Segundo Castañeda (2013), a qualidade dos produtos na pós-colheita vai depender da tecnologia utilizada na cadeia de comercialização. Os procedimentos pré-colheita também têm uma enorme ação no que tange à qualidade do produto que chega ao consumidor final. A seleção das tecnologias a serem empregadas nos produtos está

de certa forma, relacionada ao destino do produto, seja para consumo *in natura* seja para a indústria.

A refrigeração é a principal tecnologia utilizada para a preservação da qualidade de frutos e hortaliças, pois prolonga o período de conservação dos frutos. Entretanto, em alguns casos apenas a temperatura baixa não é suficiente para retardar as mudanças na qualidade de um produto e a associação com outras tecnologias pode trazer resultados satisfatórios (JERÔNIMO & KANESHIRO, 2000).

A conservação pós-colheita usualmente empregada está, em quase sua totalidade, centrada na cadeia de frio e em boas práticas de armazenamento. Entretanto, a tecnologia de aplicação de revestimentos comestíveis tem se destacado por elevar o tempo de conservação permitindo uma maior flexibilidade de manuseio e comercialização (Fonseca & Rodrigues, 2009; Assis, 2008; Vargas *et al.*, 2008).

3.4. Tratamentos pós-colheita

Muitos são os métodos utilizados no Brasil e no mundo para conservação da banana após colheita. Alguns desses métodos serão evidenciados objetivamente nesse tópico, considerados nos subitens a seguir.

3.4.1. Armazenamento Atmosfera

A respiração pode ser reduzida, e, portanto, o tempo de vida de armazenamento aumenta, através da modificação da composição atmosférica dentro da área de armazenamento. No entanto, este método pode ser caro e, portanto, é menos utilizado.

A composição atmosférica normal é aproximadamente 21% de oxigênio, 78% de azoto e 0,03% de dióxido de carbono. Reduzindo a proporção de oxigênio e aumentando o dióxido de carbono, a taxa de respiração é reduzida e a maturação da bananeira é adiada. Por exemplo, as bananas armazenadas em 5% de dióxido de carbono e 3% de oxigênio a 20°C foram armazenadas por mais de 6 meses (ROCHA, 2004).

O controle da composição atmosférica requer um ambiente vedado. Os locais de armazenamento selados, onde os níveis de gases atmosféricos podem ser monitorados e ajustados, são caros, uma alternativa mais barata é uma barraca de plástico.

3.4.2. Sacos de Polietileno

Um método simples e mais barato é selar frutas em sacos de polietileno. Os plátanos selados em sacos de polietileno permanecem verdes por um período mais

longo do que os frutos armazenados em sacos de polietileno perfurados, sacos de papel ou *coir* molhado. Como as frutas respiram, a atmosfera dentro do saco diminui em oxigênio e aumenta em dióxido de carbono. A respiração é então inibida devido ao oxigênio reduzido (ROCHA, 2004).

Quando várias bananas são armazenadas juntas em um saco, o primeiro fruto que amadurece produz etileno, e isso faz com que outros frutos também amadureçam. Embora os sacos de polietileno possam prolongar a vida de armazenamento, há uma série de problemas associados à sua utilização.

Em um estudo, realizado por Sgarbieri & Figueiredo (1971), destaca que o armazenamento de bananas em sacos de polietileno a 20°C atrasou a maturação em até 6 dias. Além disso, a perda de peso foi reduzida e houve menos danos mecânicos. Alta umidade se desenvolve em sacos de polietileno. Isso reduz a perda de água da fruta e também tem um efeito lubrificante, que protege a fruta de danos físicos.

Sacos de polietileno são agora amplamente utilizados na Austrália para prolongar a vida de armazenamento de frutas. Estudos realizados no Sudão e no Gana confirmaram a vantagem da utilização de sacos de polietileno para prolongar a vida de armazenamento, mas a tecnologia não foi adotada nesses países. Razões podem ser faltas de informação ou indisponibilidade de materiais. No entanto, é mais provável que os sacos de polietileno não fossem adequados ao sistema atual de manuseio, ou que o investimento extra em materiais e tempo não fosse recompensado por maiores lucros no mercado. Para evitar custos elevados, materiais baratos e facilmente disponíveis, tais como sacos de juta húmidos, também podem ser usados (ROCHA, 2004).

3.4.3. Efeito do etileno

A redução dos níveis de etileno atrasa a maturação. Usando absorvedores químicos de etileno ou oxidantes, para reduzir o etileno dentro de sacos de polietileno, é um método viável para prolongar a vida de armazenamento. O etileno pode ser absorvido pelo carvão ativado, ou oxidado pelo permanganato de potássio, ozônio, luz ultravioleta ou o uso de catalisadores (ROCHA, 2004).

O absorvedor de etileno mais simples consiste em um veículo inerte, tal como *vermiculita* ou *hulm* de arroz e cinzas, impregnado com permanganato de potássio. O permanganato de potássio absorve etileno livre. Recentemente, pesquisadores japoneses fizeram sacos de plástico revestidos com zeólitos, que absorvem oxigênio e etileno. O uso de zeólito está numa fase inicial, mas pode eventualmente resultar em uma

tecnologia apropriada para estender a vida de armazenamento da banana (ROCHA, 2004).

3.4.4. Revestimento químico de frutas

Os pesquisadores Paiva *et al.* (2013), investigaram alguns tratamentos químicos e físicos da fruta, como uma forma mais barata de prolongar a vida útil do armazenamento. Os principais métodos investigados foram: Revestimento químico de frutas; Tratamento com ácido giberélico e radiação.

Existe um interesse comercial na utilização de revestimentos químicos de frutos, tais como *Prolong* e *Semperfresh*, para atrasar a maturação. Estas formulações são baseadas em ésteres de sacarose e carboximetilcelulose, e são dispersáveis em água. Eles fornecem um revestimento de microfilme na superfície do fruto. Este filme não tem qualquer efeito sobre o movimento da água, mas pode restringir a taxa de movimento de gás através da pele do fruto, retardando a respiração. Estudos têm demonstrado que *Prolong* e *Semperfresh* podem atrasar o amadurecimento por 8-10 dias a 30°C e baixa umidade (PAIVA *et al.*, 2013).

Assim, revestimentos químicos têm potencial de uso onde a temperatura e a umidade não pode ser controlada. No entanto, o revestimento de frutas não foi aceito no comércio de bananas, principalmente por causa dos altos custos. Além disso, a maturação subsequente do fruto revestido é imprevisível e desigual.

O tratamento com ácido giberélico para imersão de fruta em ácido giberélico foi mostrado para retardar a maturação de bananas em umidade elevada, mas não a baixa de umidade. Este método não foi adotado comercialmente.

3.4.5. Radiação

Estudos nos EUA e na Índia relataram que a vida de armazenamento pode ser estendida por irradiação bananas após a colheita. As doses de 200-400 Gy aumentaram a vida útil de 4-8 dias a 24-28°C. No entanto, alguns tipos de banana podem ser danificadas por estas doses. Além disso, a tecnologia não é amplamente disponível, e é cara; E apesar da aceitação pelo Conselho de Alimentação dos EUA, a radiação ainda é inaceitável para os consumidores em muitos países por causa de associações negativas (PAIVA *et al.*, 2013).

No Brasil Revestimento Químicos e Radiação, não são utilizados, e nunca foram testados.

3.4.6. Ozonização

Na pós-colheita de banana, um dos principais problemas encontrados está relacionado ao ataque fúngico, o que deprecia a qualidade do fruto, tornando-o inadequado para comercialização no nível internacional.

Na maioria das vezes são utilizados tratamentos químicos com fungicidas contra esta doença com o objetivo de reduzir a quantidade de inoculados no campo. No entanto, a presença de resíduos químicos em produtos agrícolas e sua acumulação no meio ambiente têm atraído o interesse do público e das autoridades e estimulou pesquisas para métodos alternativos de controle pós-colheita, incluindo o uso de ozônio.

A ozonização tem sido sugerida como um desinfetante antimicrobiano efetivo para superfícies e equipamentos de processamento de água, alimentos e alimentos (NOVAK & YUAN, 2007).

Na literatura há vários relatos que descrevem o efeito do ozônio sobre os microrganismos, entre os quais, fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Myrothecium*, para além de vírus, protozoários e bactérias (AGUAYO *et al.*, 2006). A utilização de ozônio foi eficaz na conservação pós-colheita, como uva, caqui, e banana (CAYUELA, 2009).

3.5. Revestimentos comestíveis

De acordo com Sarantópoulos & Fernandes (2009), as embalagens desenvolvidas para frutas e hortaliças visam retardar a respiração, amadurecimento, senescência e as diversas modificações indesejáveis resultantes dos processos fisiológicos.

Muitos outros métodos têm sido desenvolvidos para aumentar a vida útil de frutas frescas, um dos quais é o uso de revestimentos comestíveis que podem apresentar vantagens, como reduzir a perda de água e o murchamento da fruta, retardar o amadurecimento, reduzir os danos causados pelo frio no armazenamento refrigerado, reduzir os danos mecânicos causados pelo manuseio e transporte, reduzir a deterioração, proporcionar brilho ou polimento aos frutos e ainda pode servir de veículo para ingredientes úteis, como compostos antimicrobianos, antioxidantes, absorvedores de etileno, corantes e aromatizantes (TOGRUL & ARSLAN, 2003).

Segundo Maia *et al.* (2000), os filmes comestíveis são definidos como uma fina camada de material comestível, formado diretamente como revestimento, ou como

revestimento pré formado e colocado sobre o alimento e a sua função a ser desempenhada depende do produto alimentício e principalmente do tipo de deterioração a que este produto está submetido. Podendo ter variadas espessuras constituídas por diferentes substâncias naturais e/ou sintéticas que se polimerizam e isolam o alimento, sem riscos à saúde do consumidor, uma vez que não são metabolizados pelo organismo e sua passagem pelo trato gastrointestinal se faz de maneira inócua.

As coberturas ditas ‘comestíveis’ são aplicadas ou formadas diretamente sobre a superfície das frutas, configurando membranas delgadas, imperceptíveis a olho nu e com diversas características estruturais, que são dependentes da formulação da solução filmogênica precursora. Como estas coberturas passam a fazer parte do alimento a ser consumido, os materiais empregados em sua formação devem ser considerados atóxicos e seguros para o uso em alimentos (FDA, 2013).

A aplicação de revestimento em frutas pode ser feito por meio de imersão rápida do fruto em uma solução filmogênica (depois, o alimento é deixado em repouso até que a água evapore e a película se forme sobre a fruta) ou por meio de aspersão, cujo processo é semelhante, porém a solução é aspergida sobre o alimento (JUNIOR *et al.*, 2010).

O estudo de revestimentos comestíveis em frutas possui grande potencial para ser explorado, principalmente relacionado ao aumento da vida de prateleira pós-colheita. É comprovado que o uso de revestimentos contribui consideravelmente na manutenção da coloração natural das frutas, na redução da taxa respiratória e perda de massa, além de perdas de compostos com valor nutricional e funcional (LUVIELMO & LAMAS, 2013).

Os revestimentos podem ser a base de polissacarídeos, lipídios e proteínas, estas são as classes de materiais mais empregados, e a escolha, depende fundamentalmente das características do produto a ser revestido e do objetivo que se espera com o revestimento aplicado (ASSIS & BRITTO, 2014).

A utilização de revestimentos comestíveis em alguns alimentos não é recente e, ultimamente, vem despertando o interesse dos produtores, comerciantes e consumidores, pois se trata de uma alternativa para a conservação dos alimentos com apelo ecológico e natural (CARVALHO FILHO *et al.*, 2006).

3.6. Temperatura de Armazenamento

A temperatura é um dos fatores de maior influência na respiração, havendo um valor ideal para a manutenção de cada tipo de produto vegetal, para que esse alcance um máximo de qualidade comestível. A atividade respiratória é reduzida pelo uso de baixas temperaturas. Em frutos climatéricos, o abaixamento da temperatura retarda o pico climatérico e reduz sua intensidade, podendo esse pico ser totalmente suprimido na temperatura próximo ao limite fisiológico de tolerância (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A temperatura de armazenamento é um fator diretamente relacionado à manutenção das características iniciais da banana, uma vez que os processos fisiológicos e patológicos são função direta dela (RIBEIRO, 2006).

A forma adequada de armazenamento de bananas é de suma importância, pois a qualidade destas frutas sofre influência da temperatura, a variação de temperatura pode aumentar a velocidade de maturação, assim como interfere no estágio da cor de casca (SILVA & MELLO, 2013).

A refrigeração é o método mais econômico para armazenamento prolongado de frutas e hortaliças frescas. Sem esse cuidado, as deteriorizações são mais rápidas devido à produção do calor vital e a liberação de CO² decorrentes da respiração. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também, por controlar a senescência, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados. Havendo redução na respiração, há, em consequência, redução nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade dos produtos. Entretanto, a taxa metabólica deve ser mantida em nível mínimo, suficiente para manter as células vivas, mas de forma a preservar a qualidade durante todo o período de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Existe uma temperatura mínima de segurança (TMS), abaixo da qual ocorrerão distúrbios fisiológicos em frutos tropicais. A temperatura mínima tolerada pela banana varia conforme a cultivar, as condições climáticas de cultivo e a umidade da câmara. Assim, dependendo da cultivar, a TMS situa entre 10°C e 15°C (RIBEIRO, 2006; COELHO, 2007).

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), alguns dos principais objetivos do armazenamento refrigerado é a redução da atividade biológica do produto, a redução do

crescimento de micro-organismos e a redução da perda d'água, mas mantendo a temperatura em níveis que não sejam prejudiciais as frutas.

3.7. Fécula de Mandioca

Polissacarídeos são materiais naturalmente hidrofílicos cuja afinidade por água está associada à predominância de grupos altamente polares como hidroxila. Alguns, quando aplicados na forma de gel, podem retardar a perda de umidade de alguns alimentos (CEREDA *et al.*, 1992).

A película formada pelo revestimento a base de polissacarídeos apresenta baixa permeabilidade a gases reduzindo, principalmente, a taxa de escurecimento enzimático, que ocorre devido a ação das polifenoloxidasas. Além disso, a utilização de revestimentos de polissacarídeos em frutos pode contribuir para uma melhoria no aspecto visual conferindo brilho e transparência (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Como os filmes confeccionados exclusivamente por amido são pouco flexíveis e quebradiços, a introdução de aditivos às matrizes poliméricas é necessária. A questão da rigidez pode ser resolvida através da adição de plastificantes, que melhoram as propriedades dos filmes (GONTARD; GUILBERT; CUQ, 1993).

Os plastificantes devem ser compatíveis com o biopolímero e, os mais estudados em combinação com os filmes de amido são os polióis, como o glicerol e o sorbitol, materiais que interagem com as cadeias de amido, aumentando a mobilidade molecular e, conseqüentemente, a flexibilidade dos seus filmes.

O amido encontrado na mandioca apresenta características desejáveis para ser utilizado como revestimento, pois é comestível, de baixo custo e de fácil manipulação (LIMA, 2010). Dessa forma, é também considerada a matéria prima mais adequada para produção de biofilme, pois torna as hortaliças e frutos mais atrativos para comercialização (LUVIELMO & LAMAS, 2013).

O revestimento de fécula de mandioca representa uma alternativa potencial à elaboração de biofilmes a serem usados na conservação de frutas, haja vista ser o polissacarídeo mais importante usado na formulação de películas biodegradáveis e revestimentos comestíveis (FLORES *et al.*, 2007), amplamente utilizado em alimentos e outras matérias-primas industriais por ter propriedades superiores aos amidos de cereais, tais como amidos de milho e de trigo (KIM *et al.*, 2014). Com isso, proporciona inúmeras vantagens em relação à embalagem polimérico convencional (DEL-VALLE *et al.*, 2005) e o uso de películas com esse propósito constitui vantagem econômica,

evitando a necessidade de estocagem em atmosfera controlada que implicaria em custos operacionais e de equipamento (SARMENTO *et al.*, 2015).

A fécula de mandioca é um dos agentes mais estudados para formação de revestimentos comestíveis devido a suas características: boa transparência e boa resistência às trocas gasosas. Alguns autores a consideram como matéria-prima de grande potencial na elaboração de revestimentos comestíveis por ser uma matéria-prima de baixo custo e por formar películas resistentes e transparentes que proporcionam eficientes barreiras a gases (CASTAÑEDA, 2013).

O Nordeste é responsável por 49% da mandioca produzida no Brasil (MAPA, 2003). O revestimento de fécula de mandioca é facilmente obtido a partir da gelatinização do amido em dispersão aquosa aquecida a 58-70°C (SILVA *et al.*, 2011) e posterior retrogradação sobre a superfície do fruto.

3.8. Cera de carnaúba

Nos séculos XII e XIII revestimentos comestíveis a base de lipídios eram aplicados pelos chineses de forma empírica, como revestimentos de cera para laranjas e limões. Pesquisas comprovam que esses revestimentos abrandam as trocas respiratórias das frutas, prolongando a vida de prateleira das mesmas (PARK, 1999).

Os revestimentos a base de lipídios são utilizados, principalmente, para limitar o transporte de umidade, em função de sua baixa polaridade. Coberturas à base de lipídios em fruta, contudo, podem ter outras funções como diminuir a abrasividade durante o manuseio e a incidência de queimaduras na casca (KESTER & FENNEMA, 1986).

Entre as substâncias lipídicas geralmente aplicadas como revestimentos podem-se citar as ceras naturais e os monoglicerídeos acetilados.

As ceras são classificadas como o revestimento lipídico mais eficiente para as frutas, não só por reduzir a perda de água, a taxa respiratória e a atividade metabólica, mas por retardar o enrugamento e proporcionar brilho.

A cera de carnaúba tem sido usada como revestimento em frutas e hortaliças como uma opção de revestimento lipídico, conferindo brilho e evitando as perdas por transpiração (HAGENMAIER & BAKER, 1994). Também atua como uma barreira efetiva na prevenção de perda d'água, O², CO² e etileno (MOTA *et al.*, 2003).

3.9. Estado da arte

São poucos os estudos realizados no decorrer dos anos sobre o uso de soluções filmogênicas, aplicadas a conservação de bananas.

Segundo Assis & Britto (2014), o emprego de coberturas comestíveis na conservação de frutas na condição pós-colheita, sejam intactas ou minimamente processadas, tem sido preconizado como uma tecnologia emergente e de grande potencial, principalmente para aplicações sobre frutas de origem tropical.

Assim, considerando, cabe apresentar as conclusões obtidas pelos recentes estudos realizados sobre o assunto em comento, abordados cronologicamente.

Assis *et al.* (2008), realizou um estudo sobre o uso de soluções filmogênicas na pós colheita de inúmeras frutas e verificou que ela tem sido indicadas, principalmente, para produtos com alta taxa de respiração.

Rodrigue & Notteboom (2009), destacam em seus estudos, que as soluções filmogênicas não tem o objetivo de substituir o uso dos materiais convencionais de embalagens ou mesmo eliminar definitivamente o emprego do frio.

Zaritzky (2011), destacou em sua pesquisa que existe a tendência de classificar os materiais empregados nos revestimentos em duas amplas categorias: hidrofóbicos e hidrofílicos. E também destacou que as coberturas hidrofóbicas, são indicadas para o revestimento de frutas com alta taxa de transpiração, nas quais a degradação ocorre essencialmente por perda de água, levando a desidratação e alteração do aspecto superficial.

Turhan (2011), destacou que as coberturas hidrofílicas são mais indicadas para superfícies fatiadas, frutas com aspectos brilhantes que apresentem alta molhabilidade ou presença de cargas superficiais.

No entanto, pesquisas como de Costa & Clemente (2012), demonstram que o uso de soluções filmogênicas, tornam-se adequadas na conservação de Bananas, uma vez que eliminam a necessidade completa de refrigeração, ocasionando danos a fruta.

Andrade *et al.* (2012), destaca em sua pesquisa que a técnica mais comum, por imersão, é a que tem se mostrado mais eficiente na formação de coberturas comestíveis.

Rodríguez *et al.* (2013), destaca que o objetivo principal das soluções filmogênicas é uma atuação funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água.

Synowiec *et al.* (2014), demonstraram que a imersão garante que toda a superfície entre em contato com a solução filmogênicas e uma leve agitação permite o desprendimento de bolhas, possibilitando uma deposição mais homogênea.

Park (2015), observou em sua pesquisa, que soluções filmogênicas elevam o efeito das coberturas similares aos conseguidos pelas embalagens com atmosfera modificada.

Para Scramin *et al.* (2015), as moléculas do plastificante reduzem as forças intermoleculares facilitando o movimento relativo das cadeias. E utilização de compostos protéicos plastificados com ácido oléico têm sido empregados com sucesso na formação de coberturas comestíveis.

Já Colzato *et al.* (2015), destaca que elevadas adições de plastificantes devem ser evitadas, as quais, muitas vezes, inviabilizam o uso da formulação como formadora de cobertura protetora.

Assis *et al.* (2016), consideraram em seu estudo mais recente que a qualidade de um produto natural depende de vários fatores, principalmente das propriedades organolépticas e nutricionais, além das condições de higiene, muitas dessas relacionadas com o armazenamento e a comercialização. Eles também consideraram que as soluções filmogênicas tem apresentado, nas últimas décadas, resultados bastante significativos, como uma prática auxiliar na conservação de produtos perecíveis.

4. MATERIAL E MÉTODOS

As bananas da cultivar “Pacovan” foram obtidas no município de Bananeiras-PB, localizada na Microrregião do Brejo Paraibano, situado a 6° 45” (S) e 35° 37” (W). O estágio de maturação para a colheita foi o totalmente verde. Os frutos foram selecionados quanto ao tamanho e ausência de danos e divididos em buquês de 3 frutos, onde realizou-se uma pré-sanitização com solução de hipoclorito de sódio, posteriormente acondicionados em caixas plásticas sanitizadas e transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-colheita.

No laboratório, as bananas foram lavadas com detergente neutro e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 200 ppm durante 10 minutos e enxaguados em água destilada.

Realizou-se a aplicação dos tratamentos, cujos tratamentos foram: controle; fécula de mandioca 1%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; fécula de mandioca 3%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; fécula de mandioca 5%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; cera de carnaúba 5%, glicerol 0,5% e tween 0,01%; cera de carnaúba 7,5%, glicerol 0,5% e tween 0,01%.

As bananas foram imersas por um minuto e colocadas para secar naturalmente, em seguida, foram acondicionadas em bandejas de polipropileno e distribuídas ao acaso nos locais de armazenamento em temperatura ambiente (32 ± 2 °C) e BOD sem controle de umidade (10 ± 2 °C e 16 ± 2 °C).

As avaliações foram realizadas aos dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10 para armazenamento em temperatura ambiente e aos dias 0, 4, 8, 12, 16 e 20 para o armazenamento refrigerado.

As análises quanto a determinações físicas: Coloração da casca (cor), perda de massa fresca, firmeza. As avaliações físico-químicas serão realizadas com a polpa da banana quanto à: Acidez titulável, pH, sólidos solúveis (°Brix), Açúcares totais e redutores.

4.1. Revestimento de Fécula de Mandioca e Cera de Carnaúba

4.1.1. Soluções Filmogênicas a base de fécula de mandioca

Os géis de fécula de mandioca foram preparados misturando-se 30, 90, 150g de em 1000g de água e se aquecendo a mistura até ela se transformar em gel, o que ocorre entre 68 e 70°C. Depois de preparados os géis foram deixados em repouso para resfriarem naturalmente até a temperatura ambiente, após foram adicionados 15 ml de glicerol e 1 ml de tween e depois de homogeneizados.

As bananas foram imersas na forma de buquês, com 3 frutas, por 1 minuto, de maneira a garantir total revestimento e então assim deixadas em condição ambiente para secagem natural do gel. Posteriormente, colocadas em bandejas de polipropileno e armazenadas para avaliação.

4.1.2. Soluções Filmogênicas a base de cera de carnaúba

A preparação dos revestimentos de cera de carnaúba, foi realizada de acordo com o fabricante, onde a emulsão já vem pronta para o uso, onde só foi realizada a diluição em 5% e 7,5% com a adição de 15 ml de glicerol e 1 ml de tween e depois de homogeneizados.

Após as bananas foram imersas na forma de buquês, com 3 frutas, por 1 minuto, de maneira a garantir total revestimento e então assim deixadas em condição ambiente para secagem natural. Posteriormente, colocadas em bandejas de polipropileno e armazenadas para avaliação.



Figura 2. Bananas revestidas com as soluções filmogênicas.



Figura 3. Armazenamento em BOD das bananas revestidas com as soluções filmogênicas.

4.2. Perda de massa

A pesagem dos frutos foi realizada em balança analítica, sendo a percentagem de perda de massa (PM) dos frutos calculada por meio da expressão $PM = [(P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}}) / P_{\text{inicial}}] \times 100$ e os resultados expressos em percentagem (OLIVEIRA, 2010).

4.3. Firmeza

Será determinada com penetrômetro manual com ponteira de 8 mm de diâmetro, tomando-se três leituras, uma por fruta.



Figura 4. Penetrômetro manual

4.4. Acidez Titulável

Determinada através da titulação de 10 g da polpa, em 50 mL de água destilada, adicionado o indicador fenolftaleína e realizada a titulação com NaOH 0,1N, com resultados expressos em g de ácido málico/100 g de polpa (BRASIL, 2008).



Figura 5. Titulação com NaOH 0,1N

4.5. pH

Para a determinação do pH, foi utilizado uma amostra de 10 g de polpa, em 50 mL de água destilada, até obtenção de uma mistura homogênea, realizando em seguida, a leitura direta do pH, utilizando-se um pHmetro digital, devidamente calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).



Figura 6. pHmetro Digital

4.6. Sólidos Solúveis (°Brix)

O teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura em refratômetro digital (escala de 0 a 85%) com correção automática de temperatura, resultados expressos em °Brix (AOAC, 2002).

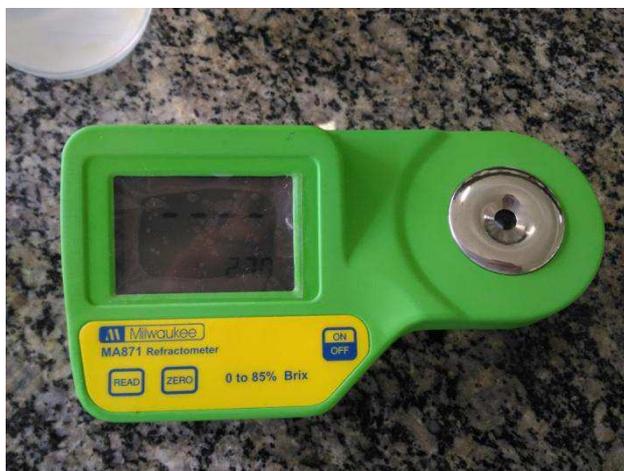


Figura 7. Refratômetro Digital

4.7. Açúcares redutores e totais

A determinação de açúcares redutores e totais foi feita por método de titulometria, segundo a metodologia de Lane e Eynon conforme as normas analíticas do instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008), que consiste na redução do cobre presente na solução de Fehling.

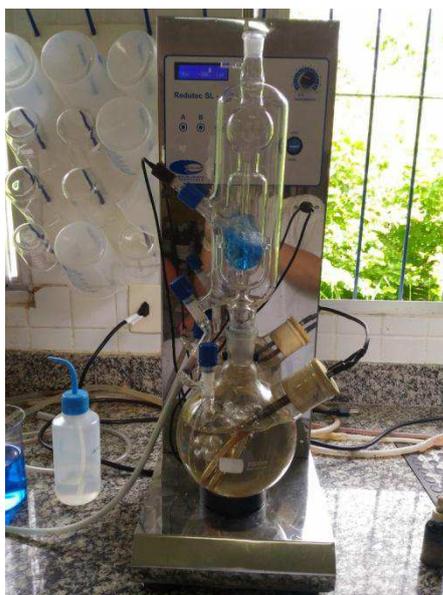


Figura 8. Redutec-SL 40 utilizado para titulação de açúcares.

4.8. Coloração da casca (cor)

A análise de cor foi realizada por meio da escala de maturação de Von Loesecke (1950) como mostra na Figura 1.

4.9. Análises estatísticas

Os resultados das características físico-químicas serão submetidos à análise de variância (ANOVA), e comparação de médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade através de um programa estatístico Past Statistics e do Microsoft Excel.

5. RESULTADOS E DISCURSSÃO

5.1. Perda de Massa

A perda de massa em frutos ocorre devido à transpiração dos mesmos, perdendo sua massa proporcionalmente à perda de água. As perdas de massa podem afetar a comercialização da banana, que se da por meio da sua massa e aspecto visual (OLIVEIRA, 2010). Segundo Chitarra & Chitarra (2005), o teor de água na maioria das frutas e hortaliças é variável entre 80 e 95%, parte da qual é perdida através da evapotranspiração.

5.1.1. In Natura

Tabela 1. Valores médios de perda de massa, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos*	Tempos					
	0	2	4	6	8	10
Controle	118,8 ^a	108,3 ^a	113,5 ^a	113,5 ^a	111,83 ^a	113,0 ^a
T1	100,6 ^a	91,94 ^a	96,2 ^a	96,2 ^a	94,8 ^a	95,8 ^a
T2	125,0 ^a	113,7 ^a	119,3 ^a	119,3 ^a	117,4 ^a	118,7 ^a
T3	104,8 ^a	94,3 ^a	99,6 ^a	99,6 ^a	97,8 ^a	99,0 ^a
T4	112,6 ^a	105,1 ^a	108,9 ^a	108,9 ^a	107,6 ^a	108,5 ^a
T5	106,7 ^a	98,57 ^a	102,6 ^a	102,6 ^a	101,3 ^a	102,2 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. A banana perdeu massa durante todo o armazenamento para todos os tratamentos. Mas tratamento T2 apresentou maior média de perda de massa de 118,96, e o tratamento T1 menor média 95,97.

Na figura 9, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

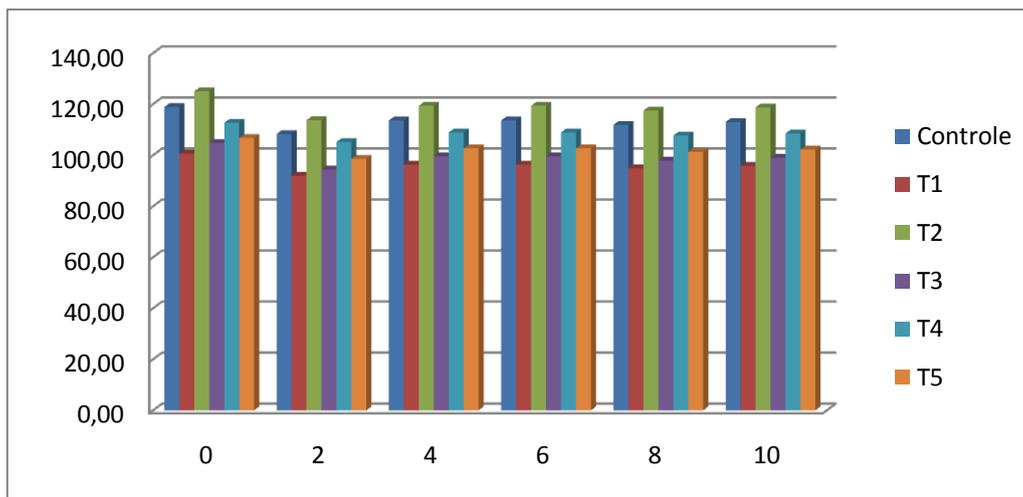


Figura 9. Perda de massa (%) de bananas cv 'Pacovan' in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.1.2. Refrigerado a 10°C

Tabela 2. Valores médios de perda de massa, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	96,2 ^a	90,8 ^a	86,5 ^a	82,1 ^a	77,9 ^a	72,8 ^b
T1	108,2 ^a	102,2 ^a	97,2 ^a	92,3 ^a	87,5 ^a	81,8 ^a
T2	129,2 ^a	123,2 ^a	118,6 ^a	114,4 ^a	110,1 ^a	105,1 ^a
T3	116,4 ^a	110,4 ^a	105,9 ^a	101,7 ^a	97,4 ^a	92,8 ^a
T4	132,1 ^a	125,5 ^a	120,0 ^a	114,6 ^a	109,3 ^a	103,5 ^a
T5	110,6 ^a	103,8 ^a	98,5 ^a	93,5 ^a	89,0 ^a	83,8 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. A banana perdeu massa durante todo o armazenamento para todos os tratamentos. Mas tratamento T4 apresentou maior média de perda de massa de 117,25, e o tratamento controle a menor média 84,42.

Expõe Silva et. al., (2009), a perda de massa é um sintoma inicial de perda de água e pode ser atribuída, principalmente, à perda de umidade e de material de reserva,

pela transpiração e respiração, respectivamente, sendo um dos principais fatores limitantes da vida útil pós-colheita dos frutos.

Na figura 10, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

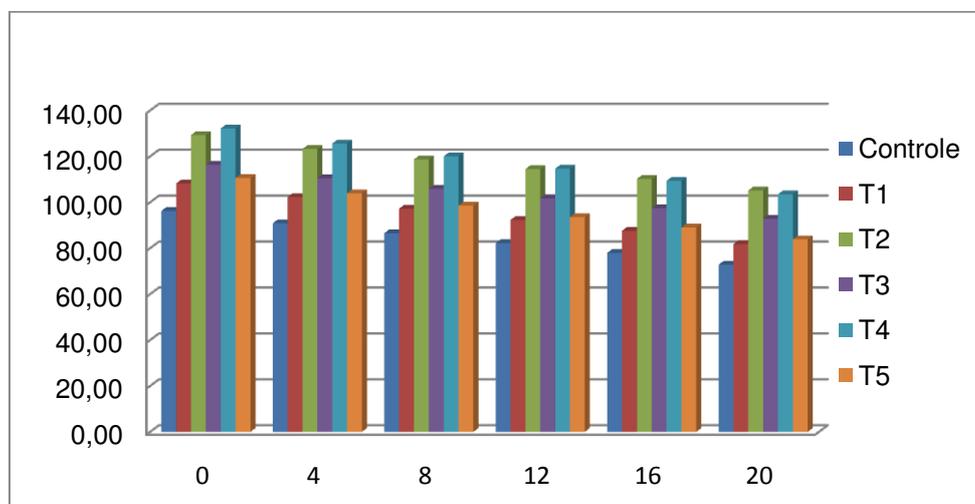


Figura 10. Perda de massa (%) de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.1.3. Refrigerado a 16°C

Tabela 3. Valores médios de perda de massa, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	119,9 ^a	110,4 ^b	115,2 ^a	115,2 ^a	113,6 ^b	114,6 ^a
T1	115,8 ^a	101,4 ^a	108,6 ^a	108,6 ^a	106,2 ^a	107,8 ^a
T2	111,9 ^a	107,0 ^a	109,5 ^a	109,5 ^a	108,7 ^a	109,2 ^a
T3	116,3 ^a	105,8 ^a	111,0 ^a	110,5 ^a	109,3 ^a	110,5 ^a
T4	110,6 ^a	102,6 ^a	106,6 ^a	106,2 ^a	105,3 ^a	106,2 ^a
T5	112,8 ^a	106,2 ^a	109,5 ^a	109,5 ^a	108,4 ^a	109,1 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. A banana perdeu massa durante todo o

armazenamento para todos os tratamentos. Mas tratamento controle apresentou maior média de perda de massa de 114,86, e o tratamento T4 a menor média 106,35.

Na figura 11, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

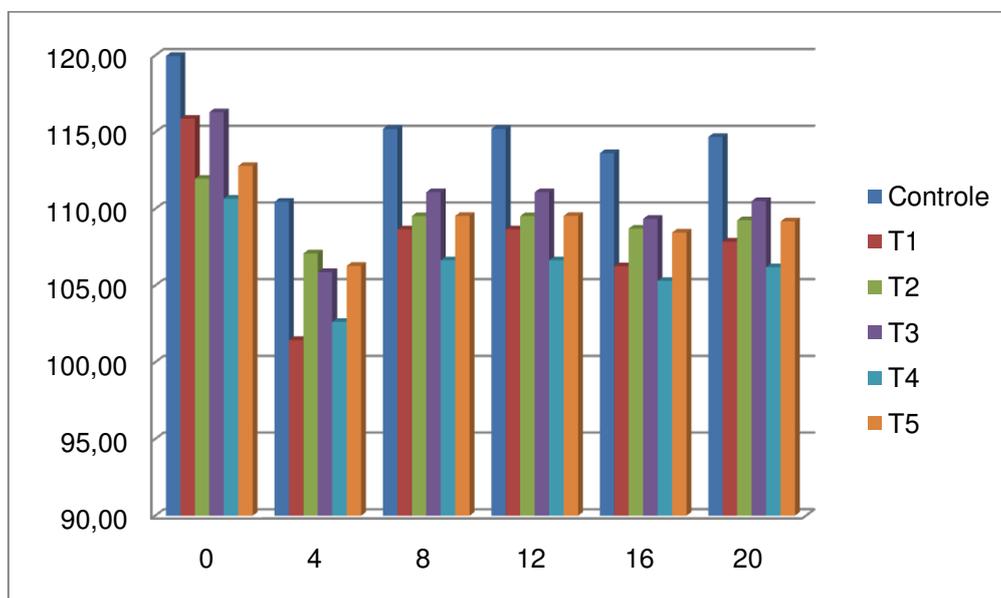


Figura 11. Perda de massa (%) de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.2. Firmeza

A diminuição da firmeza da polpa durante amadurecimento do fruto ocorre, principalmente, devido à perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas poliméricas constituintes da parede celular, como celulose, hemicelulose e, principalmente, a pectina, resultam em perda de aderência entre as células e alterações na parede celular, que modificam a textura da polpa. Outros processos também podem contribuir com a perda de textura da polpa dos frutos, como a degradação do amido e a perda de turgor celular (CAVALINI, 2004).

5.2.1. In Natura

Tabela 4. Valores médios de firmeza apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos*	Tempos					
	0	2	4	6	8	10
Controle	17,83 ^a	5,00 ^b	2,58 ^b	0 ^b	0 ^b	3,75 ^b
T1	15,91 ^a	14,25 ^a	3,16 ^b	1,91 ^b	0,66 ^b	3,91 ^b
T2	19,25 ^a	15,50 ^a	3,66 ^a	1,25 ^a	0,08 ^a	3,16 ^a
T3	19,58 ^a	8,16 ^a	5,66 ^a	2,33 ^a	1,16 ^a	4,83 ^a
T4	20,25 ^a	14,08 ^a	2,41 ^a	0,58 ^a	0,75 ^a	4,33 ^a
T5	21,08 ^a	3,75 ^a	2,33 ^a	0 ^a	0,75 ^a	2,50 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em Lb (Libra). *Valores médios calculados em triplicata.

Scanavaca Junior *et. al.* (2007), informou que com a maturação do fruto, ocorre a degradação do amido que acaba sendo convertido em açúcares solúveis, fazendo com que a firmeza do fruto fique menor e menos resistente.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. A firmeza da banana declinou com o avanço do armazenamento para todos os tratamentos. Mas os tratamentos controle e T1 foram os que apresentaram diferença em relação aos demais tratamentos, sendo eles os que menos perderam firmeza. E T5 foi o que mais apresentou amaciamento do fruto.

Na figura 12, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

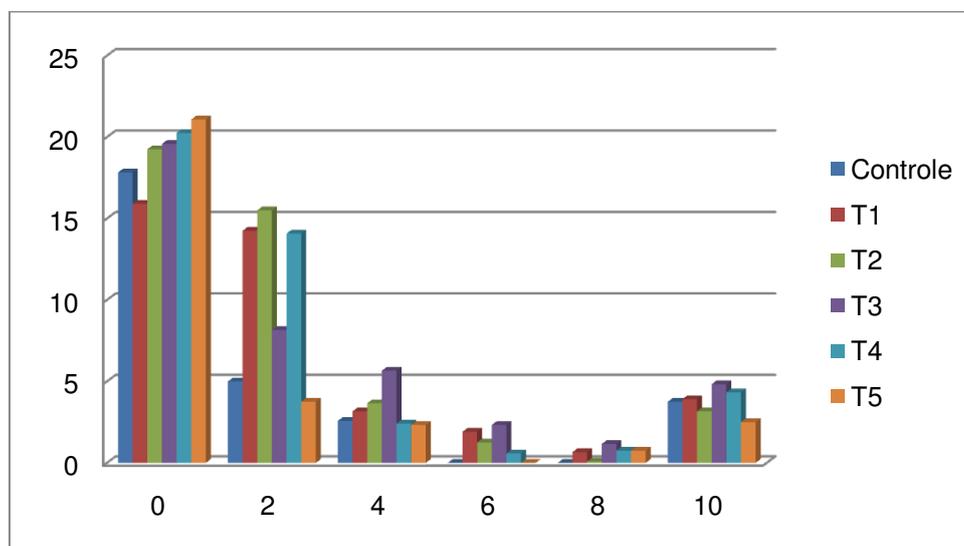


Figura 12. Firmeza (Lb) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.2.2. Refrigerado a 10°C

Tabela 5. Valores médios de firmeza apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	20,41 ^a	16,00 ^a	21,00 ^a	9,41 ^a	18,75 ^a	16,75 ^a
T1	21,41 ^a	19,75 ^a	17,08 ^a	20,08 ^a	15,08 ^a	22,08 ^a
T2	21,5 ^a	24,00 ^a	17,58 ^a	9,16 ^a	11,08 ^a	23,83 ^a
T3	20,5 ^a	17,83 ^a	18,91 ^a	21,25 ^a	14,75 ^a	23,25 ^a
T4	21,35 ^a	20,00 ^a	19,41 ^a	17,33 ^a	18,33 ^a	20,25 ^a
T5	19,25 ^a	23,08 ^a	22,08 ^a	21,83 ^a	19,91 ^a	21,83 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em Lb (Libra). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Mas podemos observar que a temperatura de 10°C manteve a firmeza o período de armazenamento e os tratamentos T1, T2, T3 e T5 apresentaram no dia 10 firmeza maior do que no dia 0.

Na figura 13, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

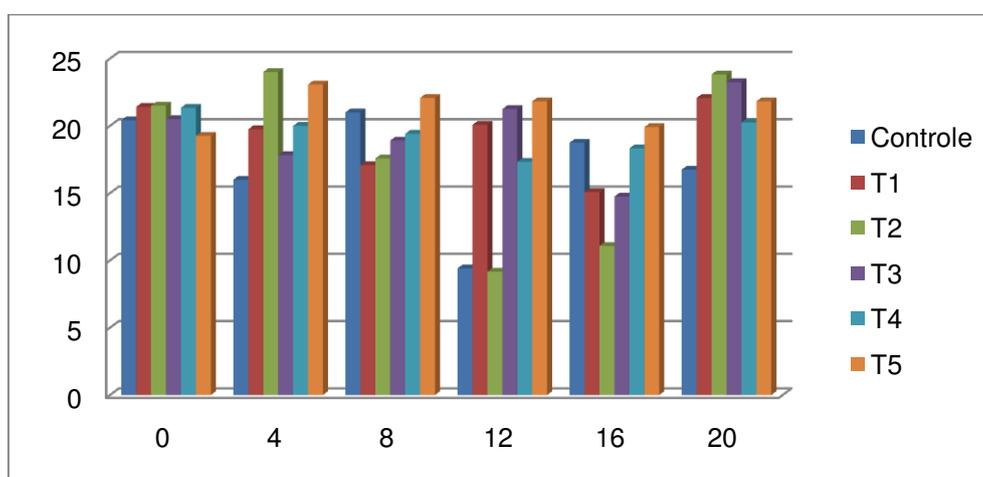


Figura 13. Firmeza (Lb) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerada a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.2.3. Refrigerado a 16°C

Tabela 6. Valores médios de firmeza apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	20,66 ^a	20,33 ^a	8,16 ^a	4,36 ^a	7,08 ^a	4,66 ^a
T1	17,58 ^a	13,83 ^a	7,58 ^a	4,54 ^a	5,66 ^a	3,00 ^a
T2	17,58 ^a	21,08 ^a	4,83 ^a	4,37 ^a	4,91 ^a	4,75 ^a
T3	15,66 ^a	18,83 ^a	8,75 ^a	4,50 ^a	3,41 ^a	5,25 ^a
T4	19,08 ^a	20,16 ^a	7,25 ^a	4,49 ^a	8,00 ^a	2,58 ^a
T5	15,83 ^a	13,66 ^a	5,91 ^a	4,73 ^a	4,91 ^a	2,25 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em Lb (Libra). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. A firmeza da banana declinou com o avanço do armazenamento para todos os tratamentos. Mas os tratamentos T2 e T3 foram os que apresentaram menor declínio nos valores em relação aos demais tratamentos, sendo assim os que menos perderam firmeza.

Na figura 14, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

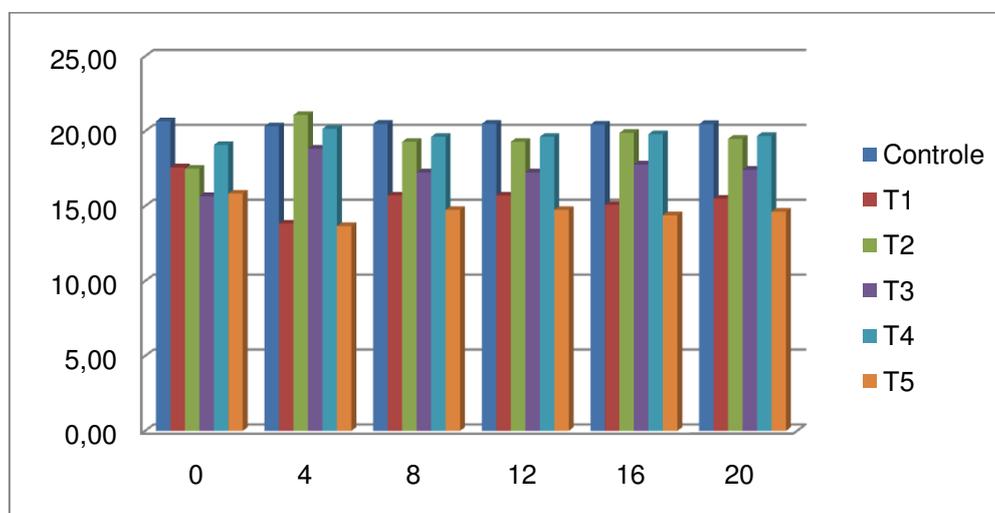


Figura 14. Firmeza (Lb) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerada a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.3. Acidez Titulável

Após a colheita e durante o armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos usualmente declina em decorrência da utilização destes compostos como substrato na respiração, entretanto, essa alteração varia com o fruto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

De acordo Nascimento Jr. *et al.* (2008), a banana no estágio verde caracteriza-se por apresentar baixa acidez, aumentando com o decorrer do amadurecimento, até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para posteriormente decrescer.

Coelho (2007), afirmam que, ao contrário de outras frutas, a banana apresenta baixa acidez no início do amadurecimento, que vai aumentando lentamente, mas a medida que a fruta vai amadurecendo, este teor tende a decrescer.

5.3.1. In Natura

Tabela 7. Valores médios de acidez titulável, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos*	Tempos					
	0	2	4	6	8	10
Controle	3,95 ^a	2,64 ^a	3,4 ^a	4,65 ^b	2,97 ^a	1,37 ^b
T1	2,88 ^a	2,44 ^a	3,69 ^a	4,73 ^b	2,86 ^a	1,26 ^b
T2	2,56 ^a	2,42 ^a	3,22 ^a	3,94 ^b	3,29 ^a	1,3 ^b
T3	2,46 ^a	2,92 ^a	3,32 ^a	5,38 ^a	2,72 ^b	1,32 ^b
T4	2,99 ^a	2,82 ^a	3,58 ^a	5,2 ^a	3,80 ^a	1,39 ^b
T5	2,14 ^a	3,8 ^a	4,01 ^a	4,51 ^a	3,67 ^a	1,57 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (% de ácido málico). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Verificou-se que durante o armazenamento todos os tratamentos apresentaram aumento no teor de ácido málico até o 6º dia, sendo o maior valor (5,38% ácido málico) que foi para o T3. A partir do 8º dia,

todos os tratamentos apresentaram um declínio no valor de acidez titulável. Mas tratamento T4 apresentou maior média de acidez titulável de 3,30, e o tratamento T2 a menor média 2,79.

Na figura 15, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue

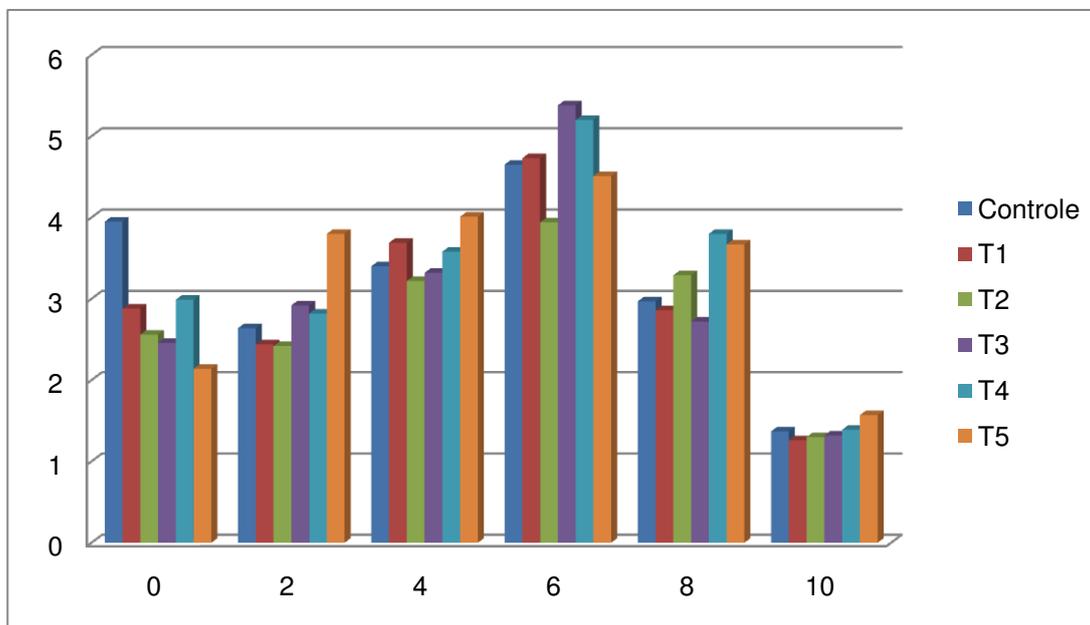


Figura 15. Acidez Titulável (% ácido málico) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.3.2. Refrigerado a 10°C

Tabela 8. Valores médios de acidez titulável, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	1,53 ^a	3,11 ^b	2,13 ^a	2,81 ^a	1,56 ^a	2,53 ^a
T1	2,66 ^a	3,32 ^a	3,92 ^a	2,39 ^b	1,59 ^b	2,57 ^a
T2	1,37 ^a	2,58 ^a	2,34 ^a	2,88 ^a	2,89 ^a	3,69 ^a
T3	2,76 ^a	3,32 ^a	1,83 ^a	1,93 ^a	2,30 ^a	2,78 ^a
T4	1,97 ^a	4,74 ^a	1,79 ^a	1,43 ^a	1,52 ^a	3,95 ^b
T5	2,76 ^a	3,42 ^a	2,77 ^a	1,61 ^a	1,50 ^a	3,40 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (% de ácido málico). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Verificaram-se no 4º dia do armazenamento todos os tratamentos apresentaram aumento no teor de ácido málico, sendo o maior valor (4,74% ácido málico) que foi para o T4. A partir do 8º dia, todos os tratamentos apresentaram um declínio no valor de acidez titulável, sendo que 20º dia todos os apresentaram aumento, sendo o T4 o de maior valor. Mas tratamento T1 apresentou maior média de acidez titulável de 2,75, e o tratamento controle a menor média 2,28.

Na figura 16, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue

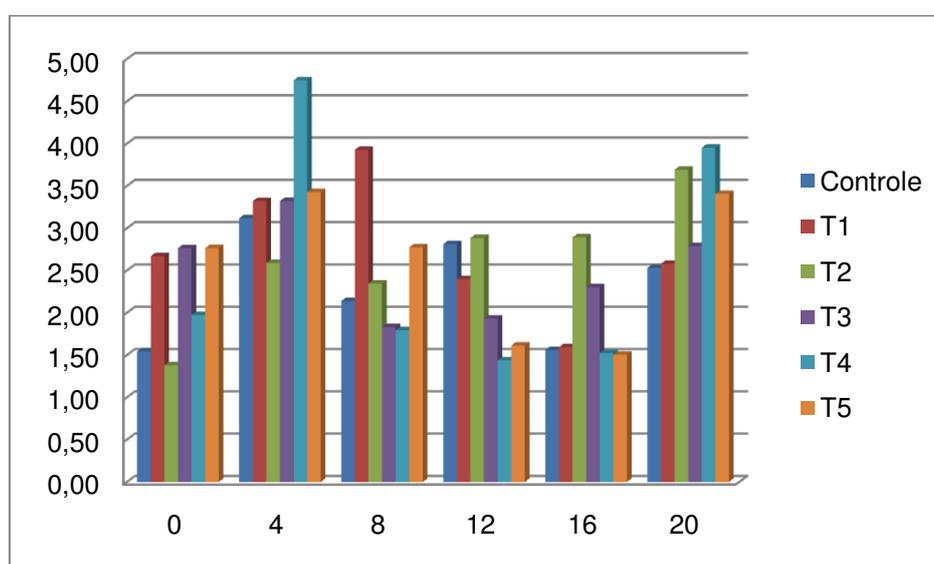


Figura 16. Acidez Titulável (% ácido málico) de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.3.3. Refrigerado a 16°C

Tabela 9. Valores médios de acidez titulável, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	3,69 ^a	1,89 ^a	6,53 ^b	3,69 ^a	3,26 ^a	3,55 ^a
T1	2,67 ^a	3,73 ^a	5,25 ^a	2,95 ^a	2,95 ^a	2,62 ^a
T2	2,38 ^a	2,97 ^a	5,10 ^a	1,91 ^b	2,64 ^b	1,84 ^b
T3	2,28 ^a	1,89 ^a	5,29 ^a	2,39 ^a	3,09 ^a	2,36 ^a
T4	2,77 ^a	3,38 ^a	5,14 ^a	1,92 ^a	2,62 ^a	2,03 ^a
T5	1,99 ^a	3,31 ^a	4,95 ^a	1,40 ^a	2,39 ^a	2,17 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (% de ácido málico). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Verificaram-se no 8º dia do armazenamento todos os tratamentos apresentaram aumento no teor de ácido málico, sendo o maior valor (6,53% ácido málico) que foi para o tratamento controle. A partir do 12º dia, todos os tratamentos apresentaram um declínio no valor de acidez titulável. Mas tratamento controle apresentou maior média de acidez titulável de 3,77, e o tratamento T5 a menor média 2,71.

Na figura 17, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue

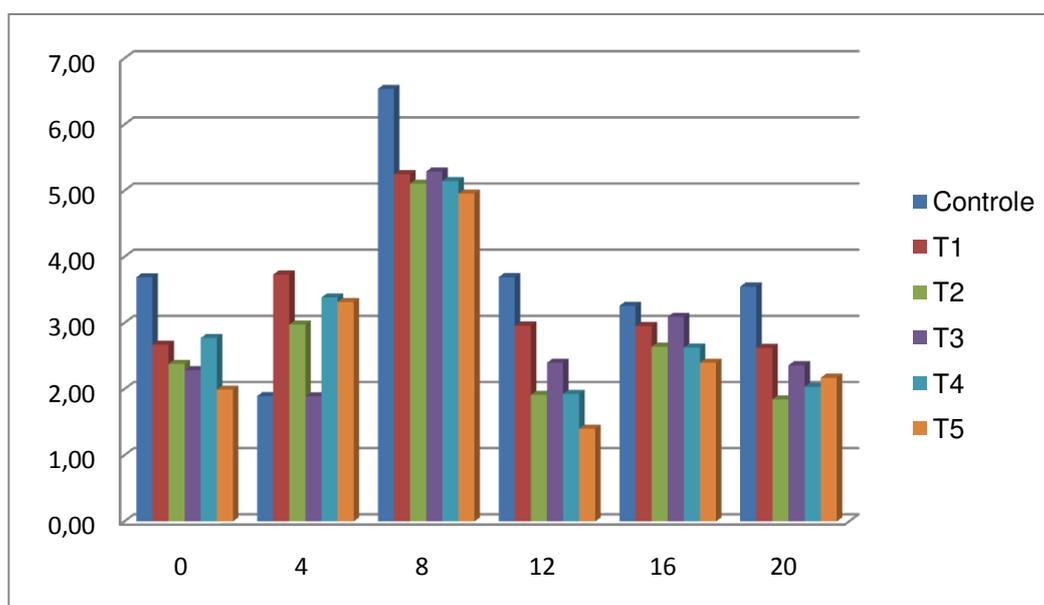


Figura 17. Acidez Titulável (% ácido málico) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.4. pH

O pH é uma ferramenta utilizada para analisar a acidez dos frutos, quanto menor os valores de pH, mais ácido será o fruto. Desta forma, há uma relação direta entre o pH e a acidez titulável dos frutos, pois quanto maior os valores da acidez titulável, mais ácido será o fruto, e conseqüentemente, o mesmo apresentará valores menores de pH. (SARMENTO, 2012).

O decréscimo do pH ao longo do amadurecimento e esperado por estar associado ao acúmulo de açúcar e de constituintes ácidos durante o amadurecimento dos frutos. Como os açúcares solúveis são precursores dos ácidos orgânicos, com predominância, na banana, do ácido málico, o seu acúmulo acarreta diminuição do pH ao longo do amadurecimento (NASCIMENTO JR. *et al.*, 2008).

5.4.1. In Natura

Tabela 10. Valores médios de pH, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos*	Tempos					
	0	2	4	6	8	10
Controle	5,12 ^a	4,60 ^b	4,39 ^b	4,53 ^b	5,26 ^a	4,73 ^a
T1	5,21 ^a	4,98 ^a	4,36 ^a	4,50 ^a	5,16 ^b	5,46 ^b
T2	6,07 ^a	4,57 ^a	4,29 ^a	4,60 ^a	5,13 ^b	5,47 ^b
T3	5,79 ^a	4,55 ^a	4,16 ^a	4,83 ^a	5,18 ^b	5,40 ^b
T4	5,18 ^a	4,54 ^a	4,26 ^a	4,65 ^a	4,93 ^a	5,21 ^a
T5	5,31 ^a	4,42 ^a	4,38 ^a	4,53 ^a	4,93 ^a	5,25 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que após o 2º dia de armazenamento ocorreu redução de pH em todos os tratamentos, a partir do 8º dia

ocorreu um aumento no pH. Mas tratamento T2 apresentou maior média de pH de 5,02, e os tratamentos T4 e T5 com as menores média 4,80.

Na figura 18, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue

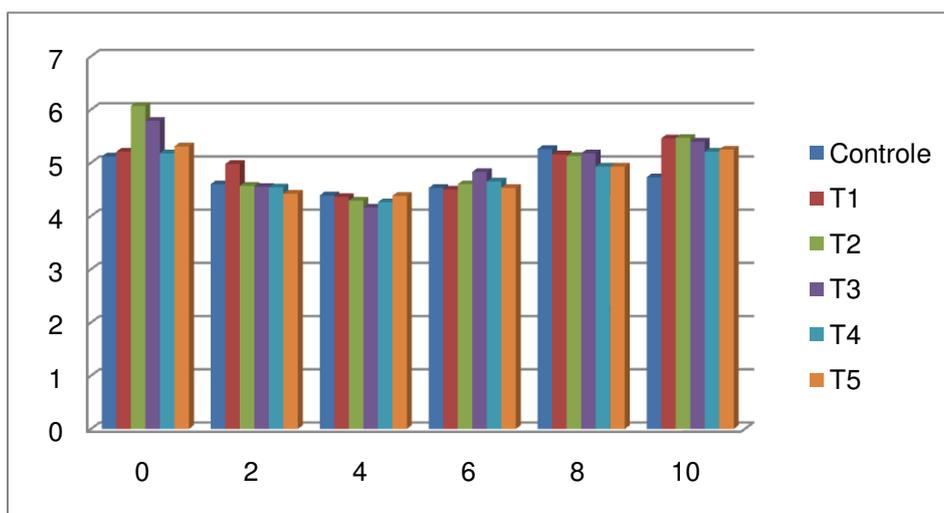


Figura 18. pH de bananas cv 'Pacovan' in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.4.2. Refrigerado a 10°C

Tabela 11. Valores médios de pH, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	5,46 ^a	5,52 ^a	5,09 ^a	4,15 ^a	5,68 ^a	5,26 ^a
T1	4,69 ^a	5,32 ^a	4,49 ^a	4,76 ^a	4,69 ^a	5,47 ^a
T2	5,34 ^a	5,37 ^a	5,04 ^a	4,18 ^a	4,21 ^a	5,33 ^a
T3	4,65 ^a	5,35 ^a	5,52 ^a	5,77 ^a	4,60 ^a	5,22 ^a
T4	5,07 ^a	4,80 ^a	5,39 ^a	5,56 ^a	5,49 ^a	4,78 ^a
T5	4,79 ^a	5,4 ^a	5,30 ^a	4,89 ^a	4,96 ^a	5,05 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que em todos os dias de armazenamento ocorre um baixa redução de pH em todos os tratamentos, no 12º dia o

pH dos tratamentos controle, T1 e T2 reduz mas, a partir do 16º dia ocorre novamente o aumento no pH. Mas tratamento controle apresentou maior média de pH de 5,50, e o tratamento T4 com a menor média 4,93.

Na figura 19, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

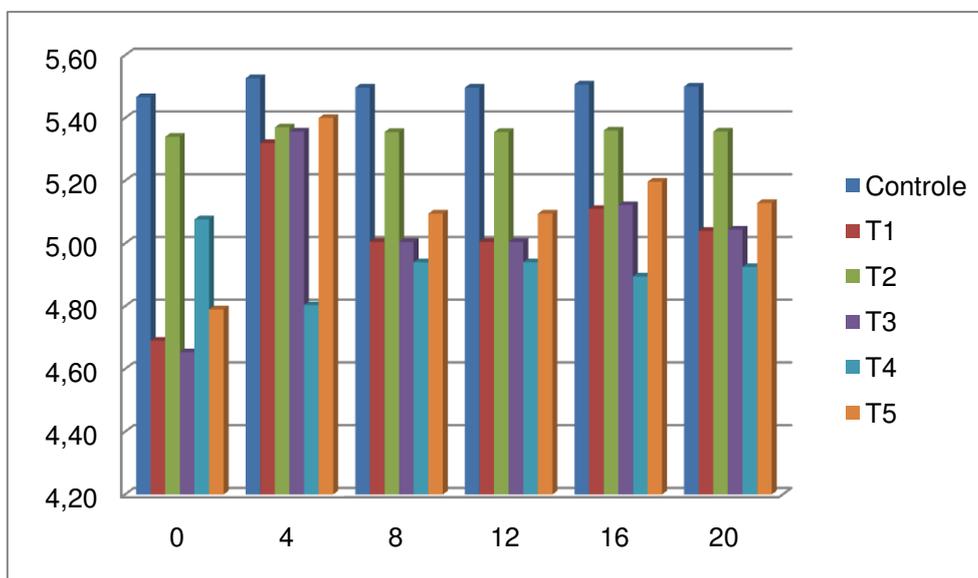


Figura 19. pH de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.4.3. Refrigerado a 16°C

Tabela 12. Valores médios de pH, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	5,12 ^a	5,01 ^b	4,37 ^b	4,36 ^b	4,44 ^b	4,32 ^b
T1	5,21 ^a	4,39 ^a	4,33 ^a	4,54 ^a	4,64 ^a	4,72 ^a
T2	6,07 ^a	4,89 ^a	4,39 ^a	4,37 ^a	4,59 ^a	4,54 ^a
T3	5,79 ^a	5,32 ^a	4,49 ^a	4,50 ^a	4,45 ^a	4,66 ^a
T4	5,85 ^a	4,59 ^a	4,27 ^a	4,49 ^a	4,48 ^a	4,64 ^a
T5	5,31 ^a	4,36 ^a	4,41 ^a	4,73 ^a	4,46 ^a	4,64 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que após o 4º dia de armazenamento ocorreu redução de pH em todos os tratamentos. Mas tratamento T3 apresentou maior média de pH de 4,87, e o tratamento controle com a menor média 4,61.

Na figura 20, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue

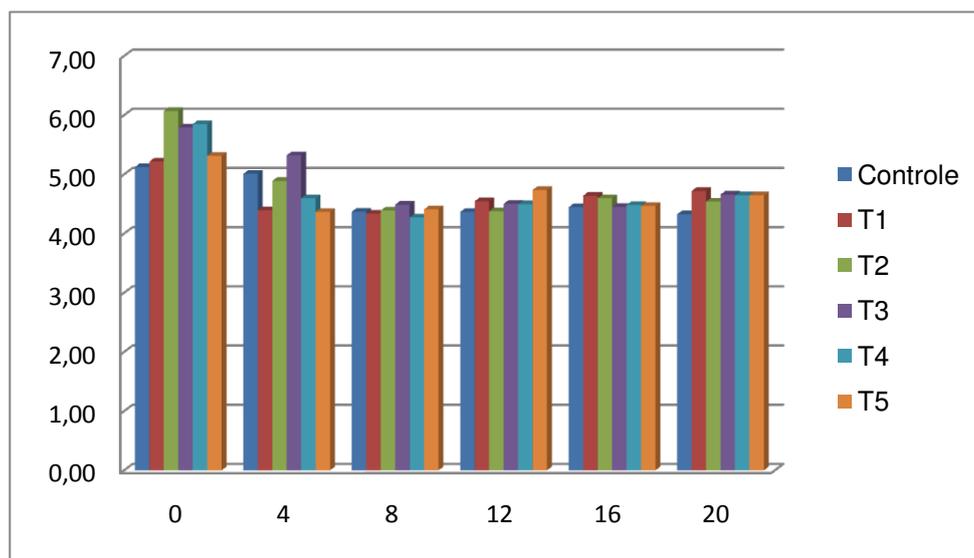


Figura 20. pH de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.5. Sólidos Solúveis (°Brix)

O teor de SS é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, apesar de estarem incluídas nesta medida outras substâncias que se encontram dissolvidas no suco celular (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, etc.) (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Normalmente, os teores de açúcares aumentam com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos, quando há conversão de amido em açúcares solúveis. Outro fator que contribui para o aumento no teor dos SS ao longo do amadurecimento é a perda de massa fresca, o que faz com que os sólidos fiquem mais concentrados no suco. O teor de SS na polpa do fruto pode diminuir após um período prolongado de armazenamento, caso o consumo de açúcares como substrato no processo respiratório seja superior aos processos de degradação de polissacarídeos (SIQUEIRA, 2012).

Os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa das frutas, sendo constituídos principalmente por açúcares, variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima, com valores médios entre 8 e 14% (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com Vilas Boas et al. (2004) os sólidos solúveis são usados como indicadores de maturidade e também determinam a qualidade da fruta, exercendo importante papel no sabor. Segundo Almeida et al., (2006) o amadurecimento da banana é caracterizado pela conversão de amido em açúcares.

5.5.1. In Natura

Tabela 13. Valores médios de sólidos solúveis, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos*	Tempos					
	0	2	4	6	8	10
Controle	4,03 ^a	26,76 ^b	26,23 ^b	21,53 ^b	24,93 ^b	27,03 ^b
T1	6,83 ^a	22,33 ^a	26,93 ^b	24,5 ^a	26,06 ^a	29,86 ^b
T2	5,33 ^a	13,23 ^a	27,66 ^a	24,06 ^a	25,46 ^a	26,23 ^a
T3	8,73 ^a	24,2 ^a	28,03 ^a	23,4 ^a	26,63 ^a	27,00 ^a
T4	4,56 ^a	10,8 ^a	27,4 ^a	24,8 ^a	25,3 ^a	26,03 ^a
T5	5,00 ^a	26,2 ^a	27,00 ^a	23,3 ^a	25,4 ^a	27,73 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (°Brix). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que após 2º dia ocorreu um aumento do °brix em todos os tratamentos, no 6º dia houve uma diminuição no °brix, mas no 8º dia voltou a aumentar. Mas tratamento T3 apresentou maior média de sólidos solúveis de 23,00, e o tratamento T4 com a menor média 19,82.

Na figura 21, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

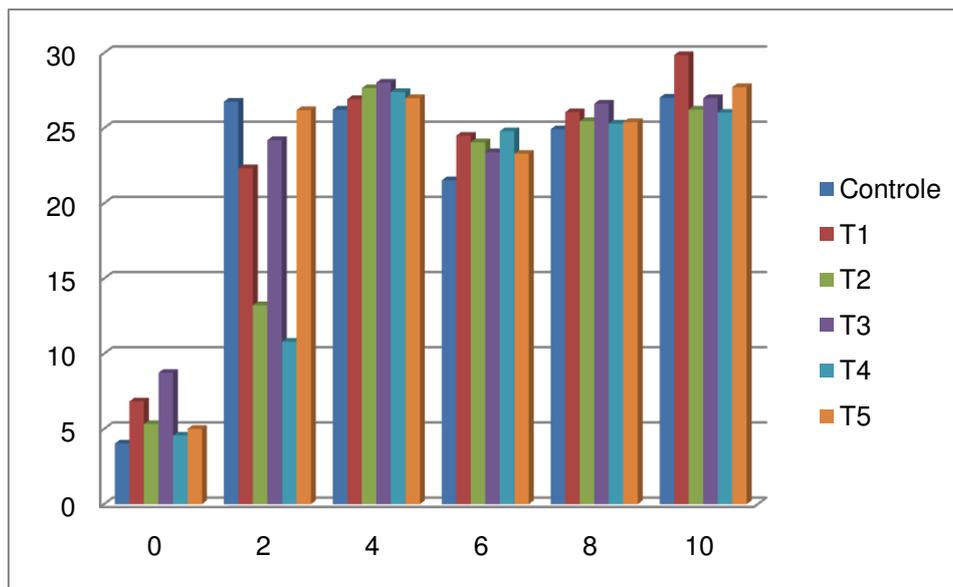


Figura 21. Sólidos Solúveis (°Brix) de bananas cv 'Pacovan' in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.5.2. Refrigerado a 10°C

Tabela 14. Valores médios de sólidos solúveis, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	4,9 ^a	5,6 ^a	7,86 ^a	9,4 ^a	8,6 ^a	13,00 ^a
T1	8,4 ^a	7,5 ^a	17,2 ^a	8,33 ^a	15,4 ^a	11,5 ^a
T2	8,7 ^a	5,23 ^a	7,83 ^a	12,06 ^a	18,36 ^a	11,46 ^a
T3	13,8 ^a	11,36 ^a	6,43 ^a	5,23 ^a	7,73 ^a	10,96 ^a
T4	8,06 ^a	6,4 ^a	6,16 ^a	6,33 ^a	7,53 ^a	10,9 ^a
T5	16,66 ^a	7,5 ^a	6,33 ^a	7,23 ^a	8,36 ^a	11,13 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (°Brix). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que durante o armazenamento ocorre aumento e diminuição constante dos valores. No 20º dia, todos os tratamentos com exceção do T5, teve aumento de °brix. Mas tratamento T3

apresentou maior média de sólidos solúveis de 11,53, e o tratamento controle com a menor média 6,01.

Na figura 22, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

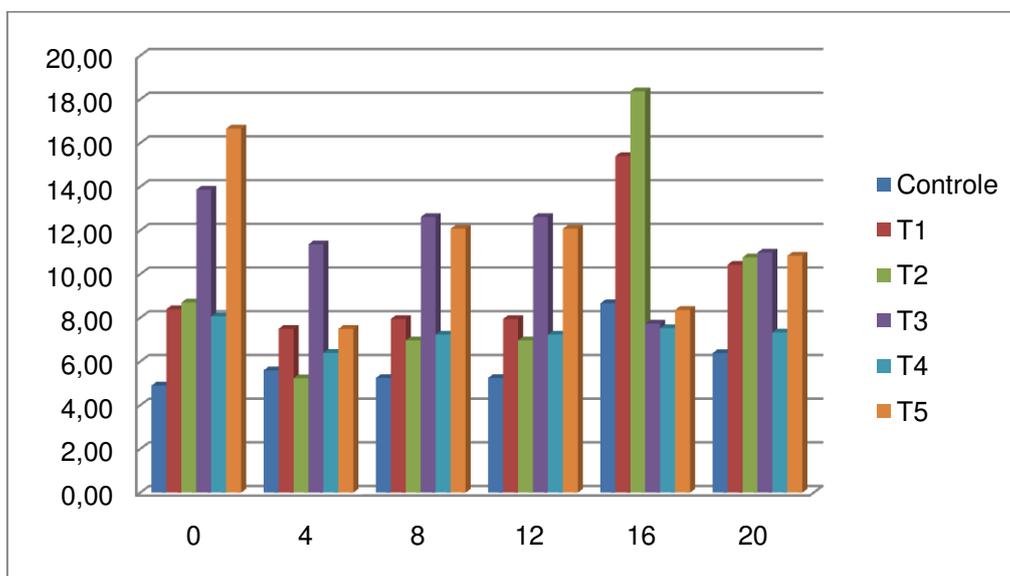


Figura 22. Sólidos Solúveis (°Brix) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.5.3. Refrigerado a 16°C

Tabela 15. Valores médios de sólidos solúveis, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.

Tratamentos*	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	4,03 ^a	8,00 ^b	15,46 ^b	22,63 ^b	23,86 ^b	25,16 ^b
T1	6,83 ^a	17,13 ^a	20,66 ^b	22,1 ^b	23,36 ^b	24,73 ^b
T2	5,33 ^a	10,4 ^a	21,00 ^a	22,83 ^a	24,63 ^b	25,8 ^b
T3	8,73 ^a	7,96 ^a	15,66 ^a	20,43 ^a	22,76 ^a	24,8 ^b
T4	4,56 ^a	11,16 ^a	20,4 ^a	21,56 ^a	23,6 ^a	25,33 ^a
T5	5,00 ^a	18,53 ^a	21,43 ^a	23,6 ^a	24,66 ^a	26,00 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (°Brix). *Valores médios calculados em triplicata.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que o aumento do °brix a partir do 4º dia, com exceção do T3, mas a partir do 8º dia todos apresentaram aumento até o final do armazenamento. Mas tratamento T5 apresentou maior média de sólidos solúveis de 19,87, e o tratamento controle com a menor média 16,53.

Na figura 23, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

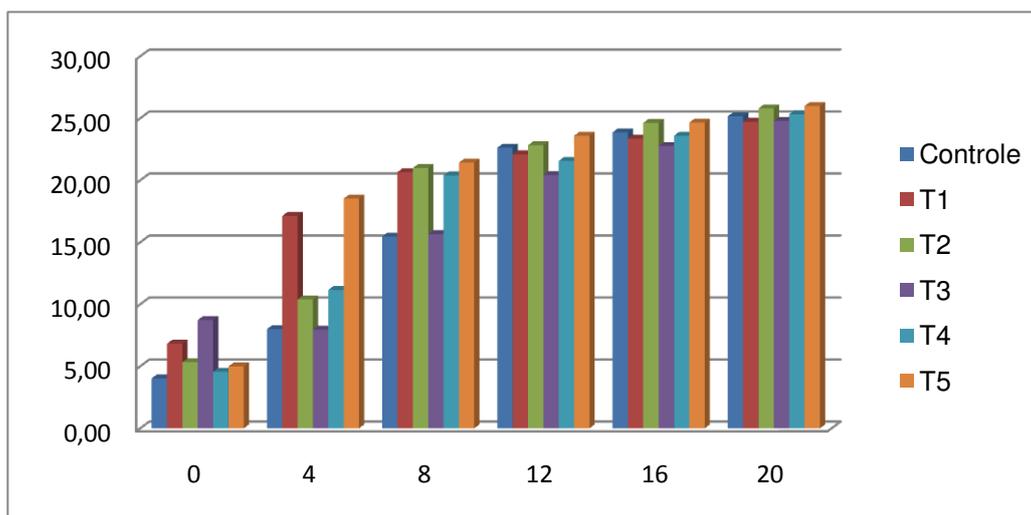


Figura 23. Sólidos Solúveis (°Brix) de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.6. Açúcares redutores

Conforme Coelho (2007), o acúmulo de açúcares solúveis, principalmente glicose, frutose e sacarose, se dá em decorrência da hidrólise do amido. Tais açúcares são oxidados e servem como substratos básicos no processo respiratório da fruta.

A hidrólise do amido e o acúmulo de açúcares (sacarose, glicose, e frutose) são as mudanças químicas mais impressionantes que ocorrem durante o amadurecimento pós-colheita das bananas, e são responsáveis pela intensificação do sabor doce da fruta (DADZIE e ORCHARD, 1997).

De acordo com Mota *et al.* (1997), os açúcares, normalmente 1-2% do peso fresco da polpa de frutos verdes, aumentam para 15-20% nos frutos maduros, podendo haver variações nos teores conforme a cultivar.

5.6.1. In Natura

Tabela 16. Valores médios de açúcares redutores, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos*	Tempos					
	0	2	4	6	8	10
Controle	**	15,65 ^b	14,63 ^b	14,46 ^b	13,11 ^b	10,73 ^b
T1	1,51 ^a	13,51 ^a	17,44 ^a	10,81 ^a	24,58 ^b	9,61 ^a
T2	**	4,45 ^a	15,23 ^a	14,21 ^a	15,74 ^a	12,78 ^a
T3	2,22 ^a	10,36 ^a	11,56 ^a	12,54 ^a	19,69 ^a	14,12 ^a
T4	**	3,13 ^a	17,88 ^a	11,27 ^a	18,66 ^a	13,13 ^a
T5	**	9,01 ^a	14,58 ^a	14,42 ^a	14,74 ^a	12,09 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata. **Valores não encontrados nas análises.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que o aumento de açúcares redutores a partir do 2º dia, mas a partir do 6º dia todos apresentaram diminuição no valores de açúcares com exceção do T3, a partir do 8º dia os valores aumentaram com exceção do controle e no 10º dia os valores diminuíram. Mas tratamento controle apresentou maior média de açúcares redutores de 13,72, e o tratamento T3 com a menor média 11,75.

Na figura 24, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

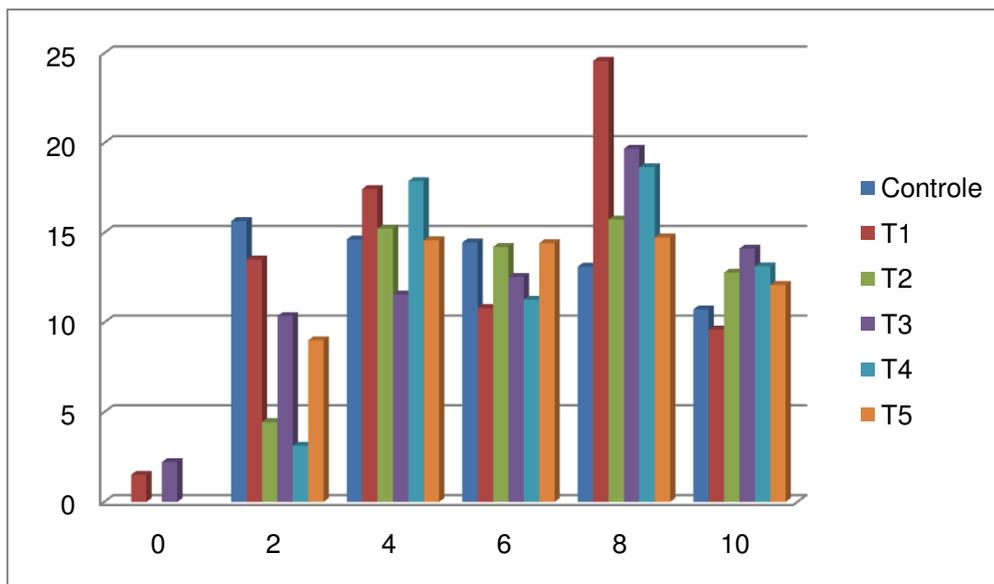


Figura 24. Açúcares redutores (%) de bananas cv ‘Pacovan’ in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.6.2. Refrigerado a 10°C

Tabela 17. Valores médios de açúcares redutores, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.

Tratamentos	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,54 ^a	0,44 ^a	0,53 ^a	2,81 ^a	0,88 ^a	1,41 ^a
T1	1,23 ^a	0,71 ^a	3,00 ^a	1,04 ^a	2,92 ^a	1,39 ^a
T2	0,79 ^a	0,50 ^a	0,81 ^a	4,03 ^a	2,94 ^a	1,13 ^a
T3	1,75 ^a	1,11 ^a	0,53 ^a	**	2,77 ^a	1,18 ^a
T4	1,05 ^a	**	0,49 ^a	**	0,62 ^a	1,13 ^a
T5	2,75 ^a	**	**	0,55 ^a	0,74 ^a	1,12 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata. **Valores não encontrados nas análises.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que os valores açúcares redutores foram bem baixos. Mas tratamento T2 apresentou maior média de açúcares redutores de 4,70 e o tratamento T4 com a menor média 1,58.

Na figura 25, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

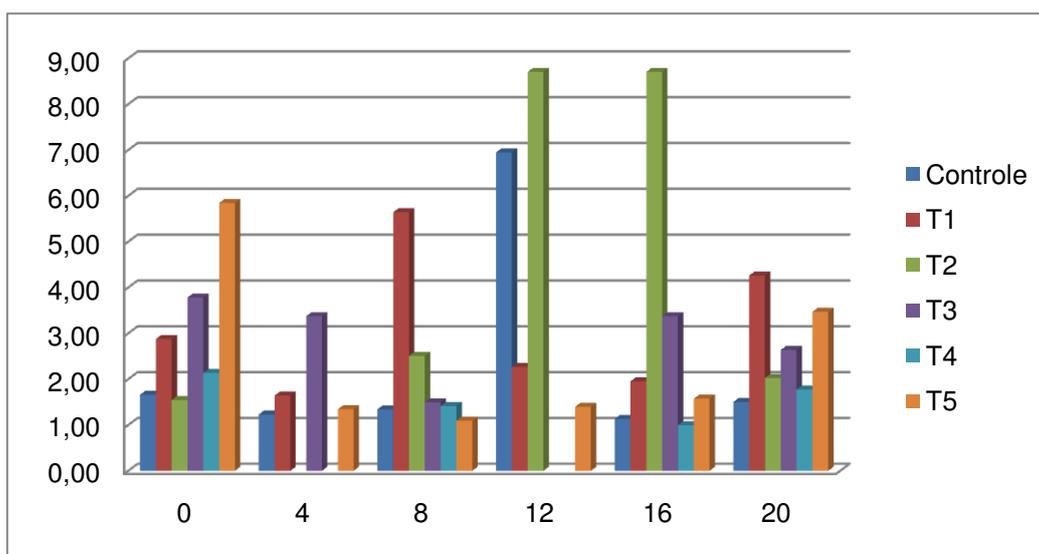


Figura 25. Açúcares redutores (%) de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.6.3. Refrigerado a 16°C

Tabela 18. Valores médios de açúcares redutores, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.

Tratamentos	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	**	4,66 ^b	6,26 ^b	9,62 ^b	9,92 ^b	9,97 ^b
T1	1,51 ^a	4,48 ^a	5,95 ^b	9,99 ^b	11,19 ^b	8,04 ^b
T2	**	3,51 ^a	8,71 ^a	10,56 ^b	11,61 ^b	8,40 ^a
T3	2,22 ^a	2,88 ^a	6,50 ^a	9,24 ^a	11,10 ^a	9,85 ^a
T4	**	4,21 ^a	8,79 ^a	11,5 ^a	12,00 ^a	9,78 ^b
T5	**	**	8,07 ^a	9,80 ^a	12,14 ^a	8,87 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata. **Valores não encontrados nas análises.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que os valores de açúcares

reduzidores foram aumentando até o 16º dia, onde a partir houve diminuição nos valores com exceção do tratamento controle. Mas tratamento T5 apresentou maior média de açúcares reduzidores de 9,72 e o tratamento T1 com a menor média 6,86.

Na figura 26, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

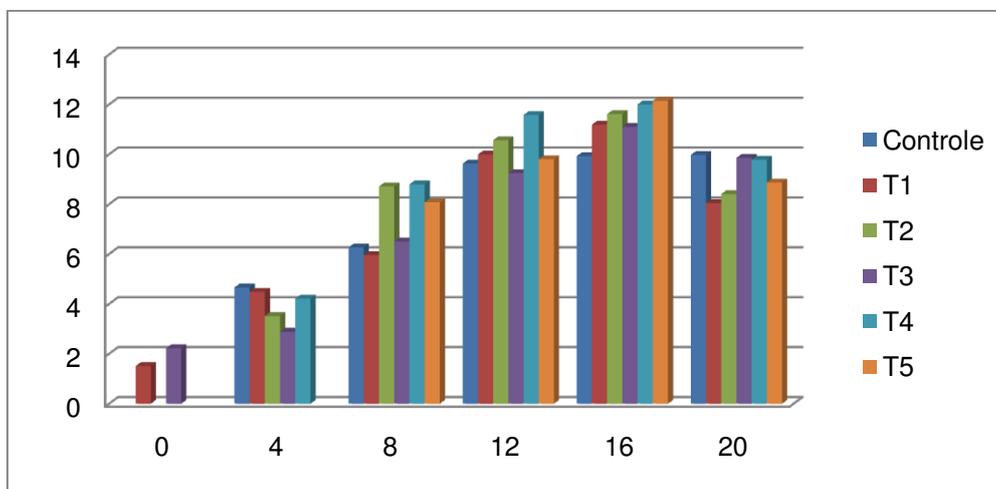


Figura 26. Açúcares reduzidores (%) de bananas cv ‘Pacovan’ refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.7. Açúcares Totais

5.7.1. In Natura

Tabela 19. Valores médios de açúcares totais, apresentadas durante 10 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

Tratamentos	Tempos					
	0	2	4	6	8	10
Controle	**	7,45 ^b	7,02 ^b	6,34 ^b	8,21 ^b	5,36 ^b
T1	0,52 ^a	6,62 ^a	7,43 ^a	6,76 ^a	6,77 ^a	5,16 ^a
T2	**	2,14 ^a	5,96 ^a	6,33 ^a	8,24 ^a	7,22 ^a
T3	1,09 ^a	4,84 ^a	6,34 ^a	5,98 ^a	6,41 ^a	5,23 ^a
T4	**	1,47 ^a	6,17 ^a	5,15 ^a	5,95 ^a	5,04 ^a
T5	**	4,01 ^a	5,56 ^a	6,00 ^a	6,17 ^a	3,96 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata. **Valores não encontrados nas análises.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que os valores de açúcares totais foram aumentando 4º dia, a partir do 6º dia os tratamentos T2 e T5 continuaram a aumentar, no 8º dia todos os tratamentos tiveram aumento nos valores e no 10º dia todos os valores diminuíram. Mas tratamento controle apresentou maior média de açúcares totais de 6,88 e o tratamento T4 com a menor média 4,76

Na figura 27, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

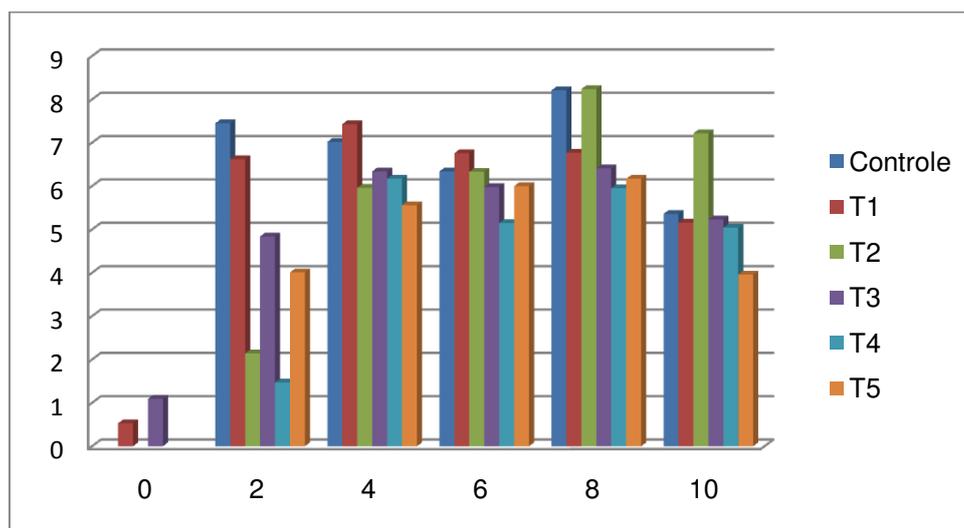


Figura 27. Açúcares totais (%) de bananas cv 'Pacovan' in natura, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a 5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.7.2. Refrigerado a 10°C

Tabela 20. Valores médios de açúcares totais, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 10°C.

Tratamentos	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	0,54 ^a	0,44 ^a	0,53 ^a	2,81 ^a	0,88 ^a	1,41 ^a
T1	1,23 ^a	0,71 ^a	3,00 ^a	1,04 ^a	2,92 ^a	1,39 ^a
T2	0,79 ^a	0,50 ^a	0,81 ^a	4,03 ^a	2,94 ^a	1,13 ^a
T3	1,75 ^a	1,11 ^a	0,53 ^a	**	2,77 ^a	1,18 ^a
T4	1,05 ^a	**	0,49 ^a	**	0,62 ^a	1,13 ^a
T5	2,75 ^a	**	**	0,55 ^a	0,74 ^a	1,12 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata. **Valores não encontrados nas análises.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey não foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que os valores açúcares totais foram bem baixos. Mas tratamento T2 apresentou maior média de açúcares redutores de 1,72 e o tratamento T4 com a menor média 0,83.

Na figura 28, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

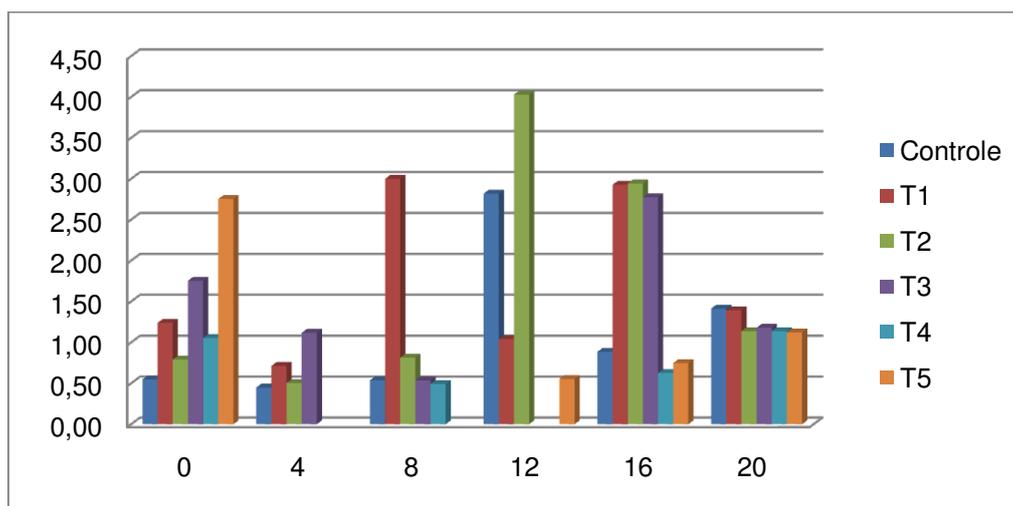


Figura 28. Açúcares totais (%) de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 10°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a

5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

5.7.3. Refrigerado a 16°C

Tabela 21. Valores médios de açúcares totais, apresentadas durante 20 dias de armazenamento à temperatura de refrigeração de 16°C.

Tratamentos	Tempos					
	0	4	8	12	16	20
Controle	**	0,774 ^b	2,79 ^b	4,05 ^b	4,32 ^b	4,32 ^b
T1	0,52 ^a	2,00 ^a	3,25 ^b	5,45 ^b	5,80 ^b	5,13 ^b
T2	**	1,34 ^a	3,21 ^a	4,71 ^b	5,86 ^b	4,52 ^b
T3	1,09 ^a	1,76 ^a	2,33 ^a	4,41 ^a	5,42 ^a	5,54 ^a
T4	**	1,49 ^a	3,45 ^a	4,98 ^a	5,19 ^a	4,66 ^a
T5	**	2,75 ^a	3,21 ^a	4,54 ^a	5,56 ^a	4,82 ^a

Nota: Valores seguidos de letras distintas, nas colunas, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (0,05). Valores expressos em (%). *Valores médios calculados em triplicata. **Valores não encontrados nas análises.

Ao comparar os resultados a partir do teste de Tukey foram identificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Observou-se que os valores de açúcares totais foram aumentando até o 20º dia, onde houve diminuição nos valores no 20º dia nos tratamento T2, T4 e T5. Mas tratamento T5 apresentou maior média de açúcares totais de 4,18 e o tratamento controle com a menor média 3,25.

Na figura 29, podemos ver as médias analisadas graficamente, conforme segue.

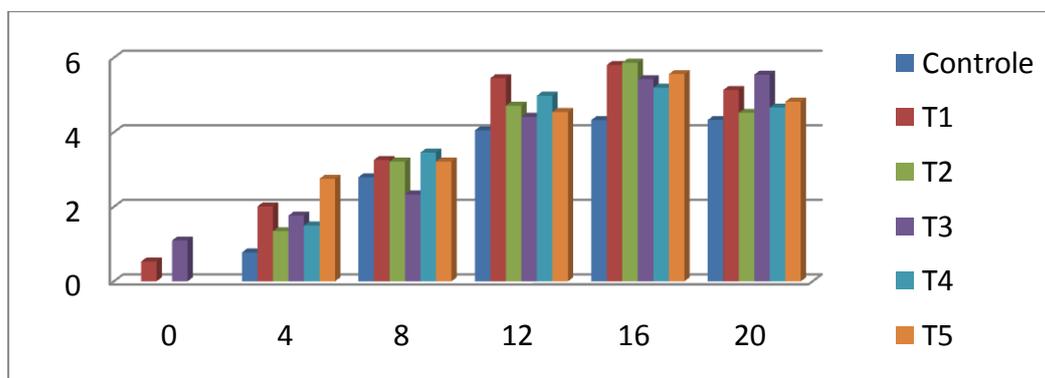


Figura 29. Açúcares totais (%) de bananas cv 'Pacovan' refrigerado a 16°C, submetidas aos tratamentos, controle, T1 (fécula a 1%), T2 (fécula a 3%), T3 (fécula a

5%), T4 (cera de carnaúba 5%) e T5 (cera de carnaúba 7,5%) em função do tempo de armazenamento.

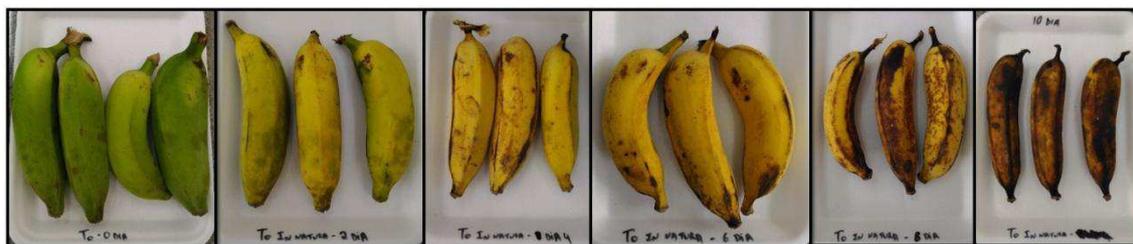
5.8. Coloração da casca (Cor)

Chitarra & Chitarra (2005), a banana sofre desordem pelo frio sob temperaturas inferiores a aproximadamente 11°C.

Frutos de banana são altamente susceptíveis a lesões de refrigeração durante o armazenamento a baixa temperatura. As peles de frutos armazenadas a 3 e 8°C escureceram gradualmente à medida que aumentava o tempo de armazenamento. Este efeito de arrefecimento refletiu-se no aumento da permeabilidade da membrana como mostrado pelo aumento da fuga relativa de eletrólitos a partir do tecido da pele (MEDINA, 2010).

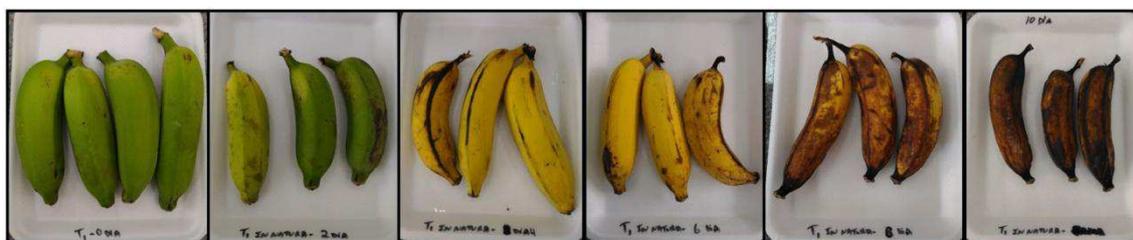
5.8.1. In Natura

Figura 30. A análise de cor para o tratamento controle durante o armazenamento in natura.



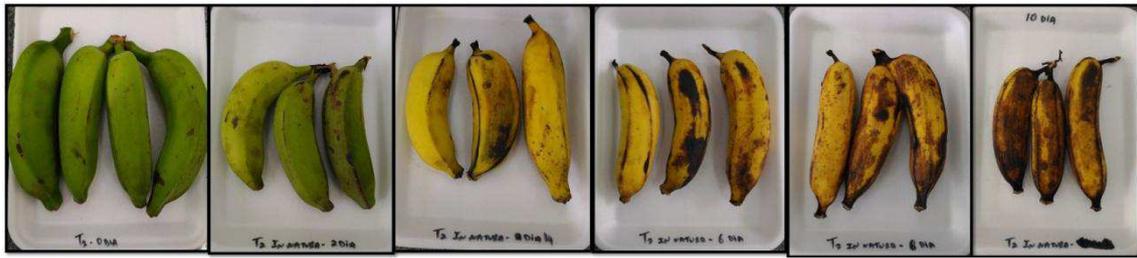
As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke (Figura 1), no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 2º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, e a partir do 4º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 31. A análise de cor para o tratamento T1 durante o armazenamento in natura.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 2º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, e a partir do 4º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 32. A análise de cor para o tratamento T2 durante o armazenamento in natura.



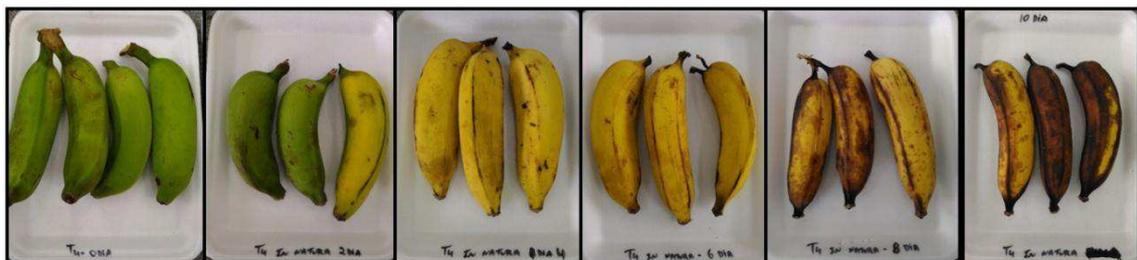
As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 2º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, e a partir do 6º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 33. A análise de cor para o tratamento T3 durante o armazenamento in natura.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 2º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, no 4º dia a escala 4 mais amarelo do que verde, e a partir do 6º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

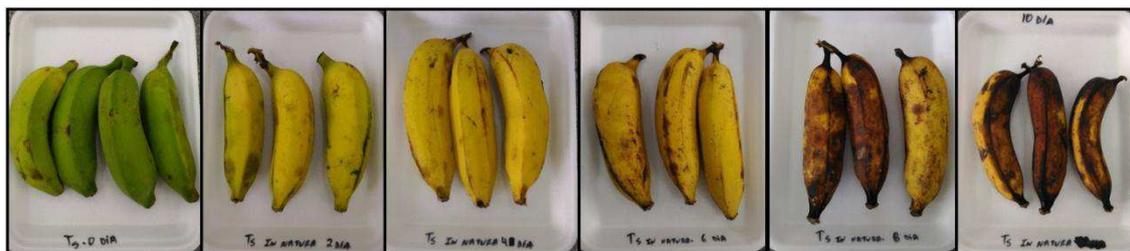
Figura 34. A análise de cor para o tratamento T4 durante o armazenamento in natura.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 2º dia a escala é 2 verde

com traços amarelos, no 4º dia a escala 6 amarelo, e a partir do 6º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 35. A análise de cor para o tratamento T5 durante o armazenamento in natura.

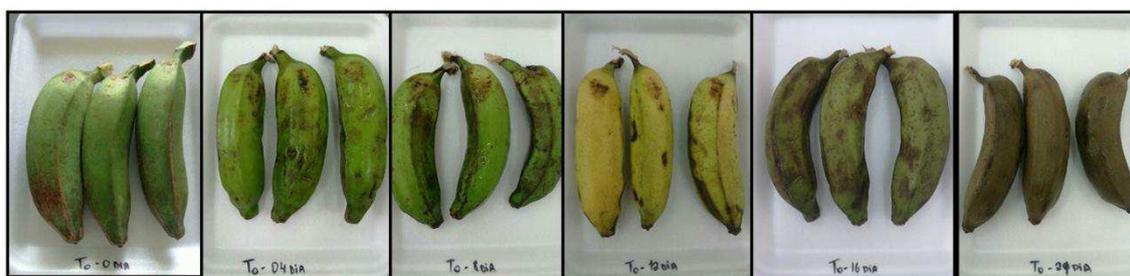


As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 2º dia a escala é 4 mais amarelo do que verde, no 4º dia a escala 6 amarelo, e a partir do 6º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Visualmente, considerando a escala de maturação verificação que o T5 apresentou amadurecimento mais rápido iniciando no 2º dia, enquanto o T3 passou mais tempo para amadurecer no 4º dia ainda apresenta traços de verde.

5.8.2. Refrigerado a 10°C

Figura 36. A análise de cor para o tratamento controle durante o armazenamento refrigerado a 10°C.



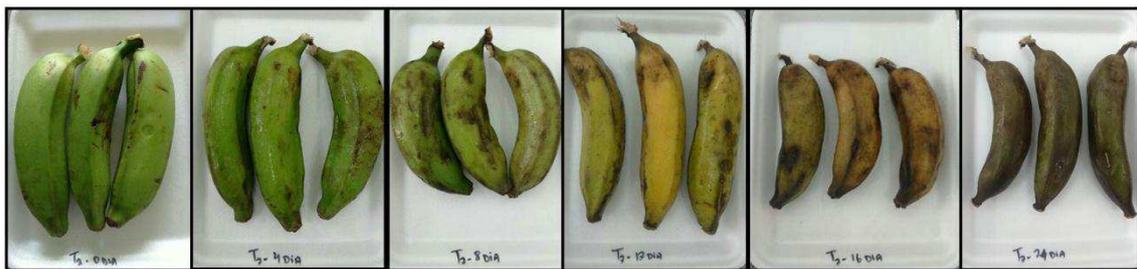
As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0, 4º dia e 8º dia encontra-se na escala 1 totalmente verde e apresentam traços marrons, no 12º dia a escala é 4 mais amarelo do que verde, a partir do 16º dia não entra na escala, mais ficam marrons pelos danos caudados pelo frio.

Figura 37. A análise de cor para o tratamento T1 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0, 4º dia e 8º dia encontra-se na escala 1 totalmente verde, a partir do 12º dia não entra na escala, mais ficam marrons.

Figura 38. A análise de cor para o tratamento T2 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0, 4º dia e 8º dia encontra-se na escala 1 totalmente verde e apresentam traços marrons, no 12º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, a partir do 16º dia não entra na escala, mais ficam marrons.

Figura 39. A análise de cor para o tratamento T3 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0, 4º dia, 8º dia e 12º dia, encontra-se na escala 1 totalmente verde e apresentam traços marrons, a partir do 16º dia não entra na escala, mais ficam marrons.

Figura 40. A análise de cor para o tratamento T4 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0, 4º dia, 8º dia e 12º dia, encontra-se na escala 1 totalmente verde e apresentam traços marrons, a partir do 16º dia não entra na escala, mais ficam marrons.

Figura 41. A análise de cor para o tratamento T5 durante o armazenamento refrigerado a 10°C.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, onde todos os dias do armazenamento, encontra-se na escala 1 totalmente verde e apresentam traços marrons.

Como é possível verificar a partir das imagens apresentadas, essas bananas não apresentaram o processo de maturação, apresentaram-se pretas sem terem apresentado coloração amarela. As bananas do tratamento T5 foram as que apresentaram os melhores resultados.

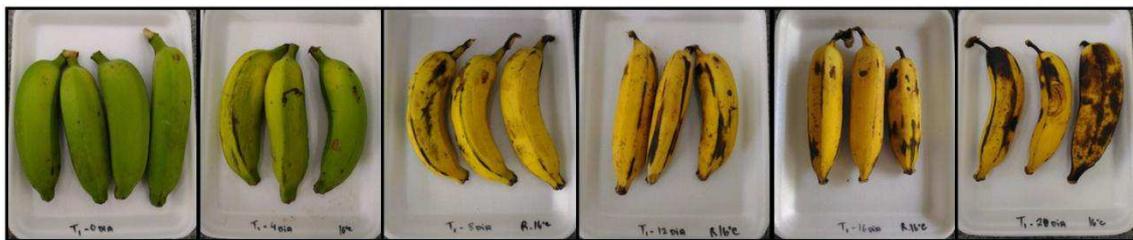
5.8.3. Refrigerado a 16°C

Figura 42. A análise de cor para o tratamento controle durante o armazenamento refrigerado a 16°C.



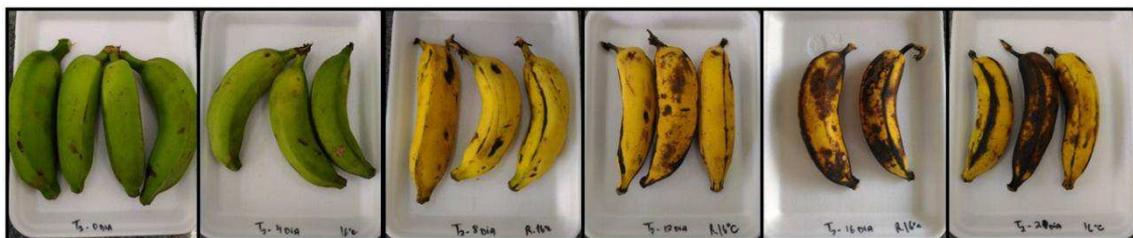
As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 e 4º dia, encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 8º dia a escala é 5 amarelo com ponta verde, e a partir do 12º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 43. A análise de cor para o tratamento T1 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.



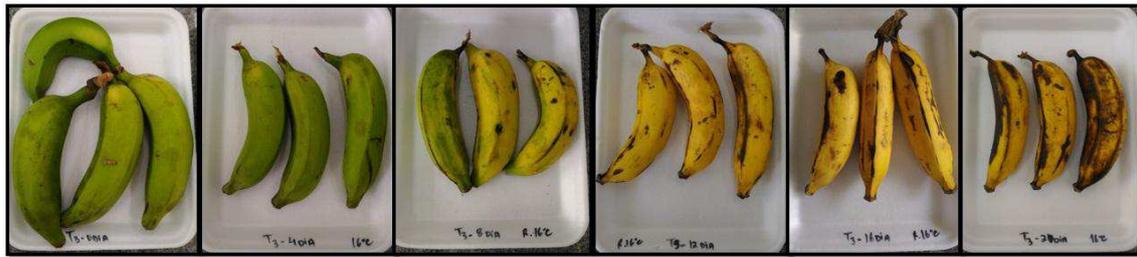
As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 4º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, a partir do 8º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 44. A análise de cor para o tratamento T2 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.



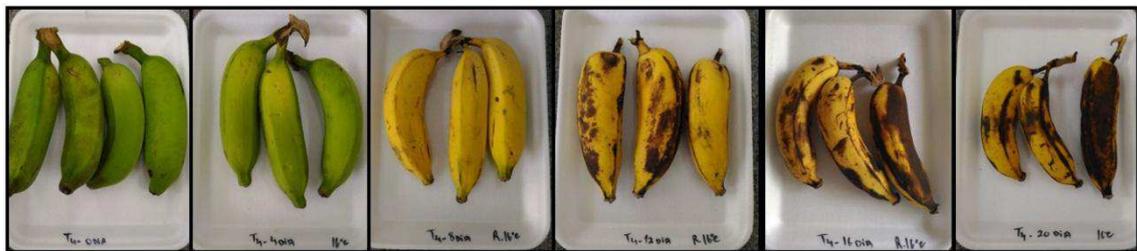
As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 4º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, a partir do 8º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 45. A análise de cor para o tratamento T3 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.



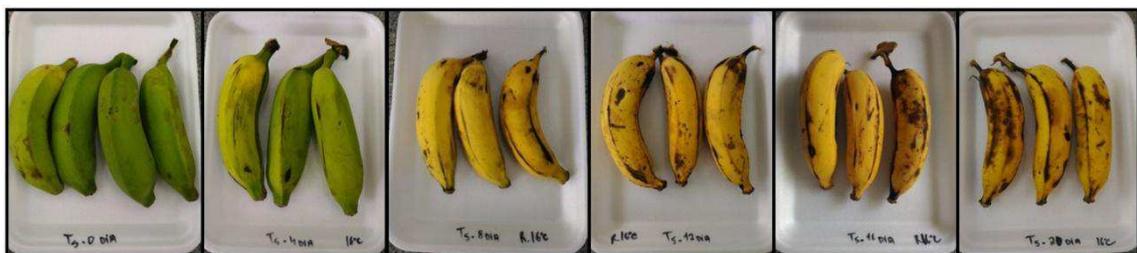
As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 e 4º dia, encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 8º dia a escala é 4 mais amarelo do que verde, a partir do 12º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 46. A análise de cor para o tratamento T4 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 4º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, no 8º dia a escala é 5 amarelo com ponta verde, a partir do 12º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

Figura 47. A análise de cor para o tratamento T5 durante o armazenamento refrigerado a 16°C.



As amostras foram analisadas por meio da escala de maturação de Von Loesecke, no dia 0 encontra-se na escala 1 totalmente verde, no 4º dia a escala é 2 verde com traços amarelos, no 8º dia a escala é 5 amarelo com ponta verde, a partir do 12º dia a escala 7 amarelo com áreas marrons.

As bananas refrigeradas a 16°C demoraram mais para amadurecer, aumentando assim a vida de prateleira das bananas, verificou-se que o tratamento T1 apresentou o processo de maturação mais rápido e no tratamento T3 processo de maturação foi mais demorado.

6. CONCLUSÃO

Dos resultados obtidos no presente trabalho pôde ser concluído que:

- Na temperatura ambiente, os melhores tratamentos foram o T1 (fécula de mandioca 1%, glicerol 0,5% e tween 0,01%) que reduziu a perda de massa e manteve a firmeza e o T2 (fécula de mandioca 3%, glicerol 0,5% e tween 0,01%), que melhorou os valores de acidez e pH;

- Na temperatura de 10°C, a baixa temperatura causou injúrias por conta do frio, distúrbio fisiológico e perda de suas características organolépticas, já que a temperatura exerce influência direta sobre a taxa de respiração, no qual é responsável por gerar energia necessária para os processos metabólicos do amadurecimento.

- Na temperatura de 16°C, o melhor tratamento foi T5 (cera de carnaúba 7,5%, glicerol 0,5% e tween 0,01%), onde apresentou os melhores valores de acidez, sólidos solúveis e açúcares redutores e totais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUAYO, E.; ESCALONA, V.H.; ARTES, F. Efeito da exposição cíclica ao ozônio sobre a qualidade físicoquímica, sensorial e microbiana de tomates inteiros e fatiados. *Biologia pós-colheita e Tecnologia*, v. 39, p. 169-177, 2006.

ALMEIDA, G.C.; VILAS BOAS, E.V. de B.; RODRIGUES, L.J.; DE PAULA, N.R. Atraso do amadurecimento de banana 'maçã' pelo 1-MCP, aplicado previamente à refrigeração. *Rev. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP*, v. 28, n. 2, p. 319-321, 2006.

ANDRADE, R. D.; SKURTYS, O.; OSORIO, F. A. Atomizing spray systems for application of edible coatings. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Chicago, v. 11, n. 3, p. 323-337, 2012.

ASSIS, O. B. G. Características físico-químicas de coberturas comestíveis sobre frutas e hortaliças. In: *JORNADAS INTERNACIONAIS SOBRE AVANÇO DA TECNOLOGIA DE FILMES E COBERTURAS FUNCIONAIS EM ALIMENTOS*, 3.; *JORNADA DA AGROBIO ENVASES*, 3., Campinas. Anais... Campinas: UNICAMP, p. 20-21, 2008.

ASSIS, O.B.G.; BRITO, D.; FORATO, L.A. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23 p., 2009.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. *Braz. J. Food Technol*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 87-97, abr./jun. 2014.

ASSIS, O. B. G.; SILVA, V. L. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 223-228, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 17. ed. Washington: AOAC, 2002. 1115 p.

BLEINROTH, E.W.; MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; DE MARTIN, Z.J.; TRAVAGLINI, D.A.; OKADA, M.; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; BICUDO NETO, L.C.; ALMEIDA, L.A.S.B.; RENESTO, O. V. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 2, p. 133 – 196, 1995.

BRASIL (INSTITUTO ADOLFO LUTZ). Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4ª ed. 1ª ed. Digital, 1020p., São Paulo, 2008.

CARVALHO FILHO, C. D.; HONÓRIO, S. L.; GIL, J. M. Qualidade pós-colheita de cerejas cv. Ambrunés utilizando coberturas comestíveis. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 180-184, ago. 2006.

CASTAÑEDA, L.M.F. Avaliação da quitosana e da fécula de mandioca aplicada em pós-colheita no reconhecimento de maçãs. 2013. 130f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CAVALINI, F.C. Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Piracicaba – S , Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP/ESALQ, 2004.

CAYUELA, J.A. Controle de Decadência pós-colheita de uvas de mesa por tratamento com ozônio e indução de resveratrol. Ciência e Tecnologia de Alimentos Internacional, v. 15, p. 495-502, 2009.

CEREDA, M.P.; BERTOLINI, A.C.; EVANGELISTA, R.M. 1992. Uso de amido em substituição às ceras na elaboração de ‘películas’ na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7, Recife, 1992. Anais... Recife, p. 107.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COELHO, A. F. S. Avaliação da Qualidade Após a Colheita da Banana “Prata Anã” Submetida a Tratamentos Químicos e Armazenada sob Refrigeração. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)–Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

COELHO, A. F. S. Avaliação da qualidade após a colheita da banana “Prata Anã” submetida a tratamentos químicos e armazenada sob refrigeração. 2007. 117 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

COLZATO, M.; SCRAMIN, J. A.; FORATO, L. A.; COLNAGO, L. A.; ASSIS, O. B. G. H NMR Investigation of oil oxidation in macadamia nuts coated with zein-based films. *Journal of Food Processing and Preservation*, Westport, v. 35, n. 6, p. 790-796, 2015.

COSTA, J. M. C. da; CLEMENTE, E. Refrigeration and cold chain effect on fruit shelf life. In: RODRIGUES, S.; FERNANDES, F. A. N. (Ed.). *Advances in fruit processing technologies*. Boca Taton: CRC Press, 2012. p. 287-330.

DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y metodos.. *Guias tecnicas Inibap*, 2. 63 p Roma: IPGRI, 1997.

DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M.J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananas-sa*) shelf-life. *Food Chemistry*, London, v. 91, n. 4, p. 751-756, 2005.

ENGLBERGER, L.; SCHIERLEB, J.; MARKSA, J.C.; FITZGERALDC, M.H. Outras análises sobre banana micronésia, taro, fruta-pão e outros alimentos para provitamina A

carotenóides e minerais. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 16, p. 219-236, 2003.

FAO, Banana Market and Banana Statistics 2012-2013. <<http://www.fao.org/docrep/019/i3627e/i3627e.pdf>>. Acesso em: junho/2016.

FLORES, S.; FAMA, L.; ROJAS, A.M.; GOYANES, S.; GERSCHENSON, L. Physical properties of tapioca-starch edible films: influence of filmmaking and potassium sorbate. *Food Research International, Ontario*, v. 40, n. 10, p. 257-265, 2007.

FONSECA, S.F.; RODRIGUES, R.S. 2009. Utilização de embalagens comestíveis na indústria de alimentos. Pelotas, RS. Trabalho Acadêmico. Universidade Federal de Pelotas, 34 p.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION - FDA. Generally recognized as safe (GRAS). Silver Spring. 2013. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/>>. Acesso em: agosto/2016.

GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science, Chicago*, v.58, n.1, p.206-211, 1993.

HAGENMAIER, R.D.; BAKER, R.A. 1994. Internal gases, ethanol content and gloss of citrus fruit coated with polyethylene wax, carnauba wax, shellac or resin at different application levels. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 107:261-265.

HOJO, E.T.D.; CARDOSO, A.D.; HOJO, R.H.; VILAS BOAS, E.V. de B.; ALVARENGA, M.A.R. 2007. Uso de películas de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de pimentão. *Ciência e Agrotecnologia*, 31:184-190.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. v.30, n.6, p.1-83, junho de 2017.

JERÔNIMO, E. M.; KANESHIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas ‘Palmer’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.22, n.2, p.237-243, 2000.

JUNIOR, E.B.; MONARIM, M.M.S.; CAMARGO, M.; MAHL, C.E.A.; SIMÕES, M.R.; SILVA, C.F. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (Carica papaya L) minimamente processado. *Revista Varia Scientia Agrárias*, 1(1):131-142, 2010.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis of effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, Alexandria, v. 40, n. 5, p. 99-104, 2002.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. 1986. Edible films and coatings: a review. *Food Technology*, 40(12):47-59.

KIM, J.-Y.; CHOI, Y.-G.; KIM, S.R.B.; LIM, S.-T. Humidity stability of tapioca starch-pullulan composite films. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 41, p. 140-145, 2014.

KROTCHA J.M.; MULDER, J. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*, Baltimore, v.51, n.02, p.60-74, 1997.

LIMA, O.L.B. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de revestimento naturais. 53f. 2010. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Programa de pós-graduação em Agronomia da Universidade do Acre.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 8(1):8-15, 2013.

MAIA, L.H.; PORTE, A.; SOUZA, V.F. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 18(1):105-128, 2000.

MALI, S., GROSSMANN, M. V. E., GARCÍA, M. A., MARTINO, M. M.; ZARITZKY, N. E. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. *Carbohydrate Polymers*, Barking, v.56, p.129-135, 2004.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. www.agricultura.gov.br. 2003.

MATSUURA, F. C. A. U; COSTA, J. I. P; FOLEGATTI, M. I. S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, São Paulo, v. 26, n. 1, abril/2004.

MEDINA, V.M.; PEREIRA, M.E.C.; BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. Pós-colheita. O cultivo da bananeira. Embrapa, Cruz das Almas, cap.12, p.219, 2004.

MEDINA,V.M. Climatização da banana. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 43-53,abr., 2010.

MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Composicao de carboidratos de algumas cultivares de banana (*Musa spp.*) durante o amadurecimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 17, n. 2, p. 94-97, maio/ago. 1997.

MOTA, W.F.; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P.R.; FINGER, F.L. Waxes and plastic film in relation to the shelf life of yellow passion fruit. *Scientia Agricola*, v.60, p.51-57, 2003.

NASCIMENTO JUNIOR, B. B.; OZORIO, L.P.; REZENDE, C.M.; SOARES, A.G.; FONSECA. M.J.O. Diferencas entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: características fisico-quimicas e compostos volateis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 3, set. 2008.

NOVAK, J.S.; YUAN, T.C. O conceito de ozonização: Vantagens do tratamento de ozônio e desenvolvimentos comerciais. Em: TEWARI, G.; Juneja, VK avanços na conservação de alimentos térmico e não-térmico Ames: Blackwell Publishing, 2007. p.185-193.

OLIVEIRA, C.S.; GRDEN, L.; RIBEIRO, M.C.O. Utilização de filmes comestíveis em alimentos. Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: Desenvolvimentos em Tecnologia de Alimentos, 1:52-57, 2007.

OLIVEIRA, E.B.L. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com uso de revestimentos naturais. 2010. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Acre.

PAIVA, M. C.; CARVALHO, R. I. N. de; FIORAVANÇO, J. C.; MANICA, I. Características da banana-‘Nanicão’ comercializada em Porto Alegre de outubro/91 a julho/92. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.20, n.3, p. 275-278, 2013.

PARK, H. J. Edible coatings for fruits. In: JONGEN, W. W. F. (Ed.). Fruit and vegetable processing: improving quality. Boca Raton: CRC Press, 2015. p. 331-345.

PARK, H.J. 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. Food Science & Technology, 10:254-260.

PEREIRA, L. V. Formas de comercialização da banana visando melhoria da qualidade e redução de perdas. Circular Técnica, n. 38, ago. 2008.

RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. Alim. Nutr., Araraquara, v.20, n.3, p. 479-483, jul./set. 2009.

RIBEIRO, D. M. Evolução das Propriedades Físicas Reológicas e Químicas Durante o Amadurecimento da Banana ‘Prata-Anã. 2006. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 2006.

ROCHA, J. L. V. da. Fisiologia pós-colheita de banana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1.,1984. Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2004.

RODRIGUE, J-P.; NOTTEBOOM, T. The cold chain and its logistic. In: RODRIGUE, J-P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. The geography of transport systems. 2nd ed. New York: Routledge, 2009.

RODRÍGUEZ, F. J.; CARMONA, A. J.; MARTIN-BELLOSO, O. Alginate and gellanbased edible coatings as carriers of antibrowning agents applied on fresh-cut Fuji apples. Food Hydrocolloids. Amsterdam, v. 21, n. 1, p. 118-127, 2013.

SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; FERNANDES, T. Embalagens ativas e inteligentes para frutas e hortaliças. Campinas: Instituto de tecnologia de alimentos, 2009. 7p. (Boletim informativo, 21). Disponível em <http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/v21n1_artigo1_000g9ctpcj002wx5ok0u5nfmnwcr5gg.pdf>. Acesso em: outubro/2016.

SARMENTO, J. D. A.; MORAIS, P. L. D. de.; ALMEIDA, M. L. B.; SILVA, G. G. da; SARMENTO, D. H. A.; BATALHA, S. de A.. Qualidade pós-colheita de banana submetida ao cultivo orgânico e convencional. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.14, n.1, p.85-93, 2012.

SARMENTO. D. H. A.; SOUZA. P. A.; SARMENTO. J. D. A.; FREITAS. R. V. S.; FILHO. M. S. Armazenamento de banana ‘prata catarina’ sob temperatura ambiente recobertas com fécula de mandioca e PVC. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 235 – 241, abr. – jun., 2015.

SCANAVACA JÚNIOR, L. et al. USO DE FÉCULA DE MANDIOCA NA PÓS-COLHEITA DE MANGA ‘SURPRESA. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 29, n. 1, p. 067-071, Abril 2007.

SCRAMIN, J. A.; BRITTO, D.; FORATO, L. A.; BERNARDESFILHO, R.; COLNAGO, L. A.; ASSIS, O. B. G. Characterisation of zein oleic acid films and applications in fruit coating. International Journal of Food Science & Technology, Oxford, v. 46, n. 10, p. 2145-2152, 2015.

SEAB- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Fruticultura. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2014_15.pdf>. Acesso em: Agosto, 2017.

SGARBIERI, V. C.; FIGUEIREDO, I. B. Transformações bioquímicas da banana durante o amadurecimento. Revista Brasileira de Tecnologia, São Paulo, v.2, p.85-94, 1971.

SILVA, A.P.P.; MELLO, B. Colheita e pós-colheita da banana. Universidade Federal de Uberlândia. 2013. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pos_colheita.html>. Acesso em: janeiro/2017.

SILVA, C. S., LIMA L. C., SANTOS, H. S., CAMILI, E. C., VIEIRA, C. R. Y. I., 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, D.F.P.; SALOMAO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; CECON, P.R.; ROCHA, A. Potassium permanganate effects in postharvest conservation of the papaya cultivar 'Sunrise Golden'. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 7, p. 669-675, 2009.

SILVA. A. A. L.; BONOMO. R. C. F.; CHAVES. M. A. REBOUÇAS. K. H.; SANTOS. T. D. R.; OLIVEIRA. A. A. C. L. Efeitos de revestimentos de amido gelatinizado no armazenamento refrigerado de banana prata (musa aab). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.3, p.235-240, 2011.

SIQUEIRA, Ana Paula de Oliveira. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, setembro de 2012. Uso de coberturas comestíveis na conservação pós-colheita de goiaba e maracujá-azedo. Orientador: Jurandi Gonçalves de Oliveira.

SYNOWIEC. A.; GNIEWOSZ. M.; KRAŚNIEWSKA. K.; CHLEBOWSKA-ŚMIGIEL. A.; PRZYBYŁ. J.L.; BĄCZEK. K.; WĘGLARZ. Z. Effect of Meadowsweet

Flower Extract-Pullulan Coatings on Rhizopus Rot Development and Postharvest Quality of Cold-Stored Red Peppers. *Molecules*, v.19, p. 12925-12939, 2014.

TOGRUL, H.; ARSLAN, N. Extending shelf-life of peach and pear by using CMC from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in emulsions. *Food Hydrocolloids*. (www.elsevier.com/locate/foodhyd.2003).

TURHAN, K. N. Is edible coating an alternative to MAP for fresh and minimally processed fruits? *Acta Horticulturae*, Leuven, v. 876, n. 1, p. 299-305, 2011.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; MCCLEMENTS, D.J.; GONZÁLEZMARTÍNEZ, C. 2008. Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(6):496-511.

VILAS BOAS, E. V. B. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. (Eds.). *Banana: pós-colheita*. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília p. 15-19, 2001.

VILAS BOAS, E. V. B. et al. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. *Banana: pós-colheita*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 15 p.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. *Revista Ceres*, LII(300):221-244, 2005.

VIVIANI, L.; LEAL, M. P. Qualidade pós-colheita de banana prata armazenada sob diferentes condições. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29, n.23, p.1-6, 2007.

VIVIANI, L.; LEAL, M.P. Qualidade pós-colheita de banana prata armazenada sob diferentes condições. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29, n.23, p.1-6, 2007.

VON LOESECKE, H. W. Bananas. 2nd ed. Interscience Publisher. New York, p.52-66
1950.

WURZBURG, O. B. Cross-linking starches. In: WURZBURG, O. B. Modified
Starches: properties and uses. Boca Raton: CRC Press, 1986. p.41-53.

YOUNG, H. Fractionation of starch. In: WHISTLER, R. L.; BeMILLER, J. N.;
PASCHALL, E. F. (Ed). Starch chemistry and technology. 2.ed. Orlando: Academic
Press, 1984. p.249-283.

ZARITZKY, N. Edible coating to improve food quality and safety. In: AGUILERA, J.
M.; SIMPSON, R.; WELTI-CHANES, J.; BERMUDEZ AGUIRRE, D.; BARBOSA-
CÁNOVAS, G. (Ed.). Food engineering interfaces. New York: Springer, 2011. p. 631-
660.