

Cinética de degradação de cores de frutas frescas refrigeradas

Edilania Barbosa de Oliveira¹, Flávio Farias Gurjão², Deyzi Santos Gouveia³, Ana Paula Trindade Rocha³, Ernane Nogueira Nunes⁴

*1*Graduanda em Engenharia de Alimentos, Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: edilaniaboliveira@gmail.com

*2*Doutorando em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: flavioggurjao@hotmail.com

*3*Prof. Adjunto, Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: deyzi.gouveia@ufcg.edu.br; ana.trindade@ufcg.edu.br

*4*Doutorando em Engenharia Agrícola, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: ernanenn@gmail.com

Resumo

A aparência é o fator de qualidade mais importante, sendo avaliada por diferentes atributos, tais como, tamanho, forma e cor. A cor é o fator que, em primeiro lugar, atinge o olhar do comprador. Portanto, é para ela que devem se dirigir os primeiros cuidados. Objetivando o estudo da cinética de degradação de cor de frutas frescas, utilizou-se manga, banana, goiaba e mamão, no início do estágio de maturação. Estas frutas foram armazenadas sob refrigeração a temperatura de 8°C, para acompanhamento da mudança de coloração em decorrência do tempo de armazenamento. A partir dos dados obtidos calculou-se os modelos cinéticos das variações dos parâmetros luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*). As alterações dos parâmetros analisados foram condicionadas ao tipo de fruta e a presença, ou não de plástico filme e ao tempo de armazenamento.

Palavras-chave: *degradação de cor, calorimetria Hunter, plástico filme.*

Abstract

Color degradation kinetics of fresh fruit refrigerated. The appearance is the most important quality factor, being judged by different attributes such as size, shape and color. The color is a factor which first reaches the eyes of the buyer. Therefore, it is her that should address primary care. Order to study the kinetics of color degradation was used mango, banana, guava and papaya, in the early stage of maturation, such fruits were stored under refrigeration at 8 ° C, to monitor the color change as a result of storage time . From the data obtained we calculated the kinetic models of variations of the parameters lightness (L *), red (a *) and yellow (b *). The changes in the parameters considered were conditioned to the type of fruit and the presence or absence of plastic film and the storage time.

Keywords: *color degradation, calorimetry Hunter, plastic film.*

Introdução

Mesmo sendo o terceiro maior produtor de frutas do mundo, o hábito de consumir frutas no Brasil é pequeno. Entretanto esse consumo tem aumentado proporcionalmente a busca por melhorias na qualidade alimentar da população.

Dentre os fatores que influenciam no consumo de frutas estão o baixo poder aquisitivo, a falta de vínculo a refeições, a falta de hábito de ingestão de frutas durante a

infância e o hábito de fazer refeições fora de casa.

As frutas frescas em geral, apresentam *shelf-life* relativamente curta, devido a vários fatores como sensibilidade a temperatura, baixa resistência a choques mecânicos e alta atividade de água. A vida-de-prateleira de um alimento é definida como o tempo em que o produto, conservado em determinadas condições de temperatura, apresenta alterações que são, até certo ponto, consideradas

aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente (Moura et al. 2007).

Diversas técnicas têm sido aplicadas para prolongar a vida pós-colheita de frutas, em geral, a redução da temperatura tem sido bastante utilizada para promover a conservação, incluem-se também, entre os métodos mais importantes, o acondicionamento das frutas em filmes plásticos ou recobertas com ceras especiais. A embalagem de frutos em filmes plásticos diminui as taxas de respiração, transpiração, crescimento microbiano e outras reações metabólicas que ocorrem no produto, através da criação de uma micro atmosfera ótima (Vieites et al. 2011).

Dentre as alterações que podem ocorrer, os principais fatores que afetam a qualidade comercial das frutas estão mais relacionados com a aparência, ausência de injúrias, manchas e queimaduras, do que com a qualidade interna dos frutos. A aparência é o fator de qualidade mais importante, sendo avaliada por diferentes atributos, tais como, tamanho, forma e cor. A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, pois é associada com a maturação, frescor e também ao sabor (Trevisan et al. 2006). A cor é o elemento que, em primeiro lugar, atinge o olhar do comprador. Portanto, é para ela que devem se dirigir os primeiros cuidados.

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi verificar a cinética de degradação de cor de frutas submetidas à refrigeração e a influência da utilização de PVC sobre esse processo.

Material e Métodos

As frutas utilizadas foram adquiridas em uma feira livre, localizada no município de Campina Grande. Utilizou-se manga, banana, goiaba e mamão, no início do estágio de maturação. Essas frutas foram sanitizadas, por meio de imersão em água adicionada de cloro, na proporção de 15 ppm, seguida de enxágue em água corrente.

Para cada tipo de fruta foram utilizadas duas amostras, que foram avaliadas quanto à embalagem, uma amostra de cada tipo foi envolta por folha de filme PVC, como amostra controle foram utilizadas as frutas sem embalagem. Ambas foram armazenadas sob refrigeração a temperatura de 8°C, para

acompanhamento da mudança de coloração em decorrência do tempo de armazenamento.

A avaliação da cor da casca foi realizada aos 0, 3, 5, 8, 10, 13 e 15 dias e em triplicata, através de um colorímetro Color Flex 45/(2200) com leitura direta de refletância das coordenadas L* (luminosidade), a* (tonalidade vermelha ou verde) e b* (tonalidade amarela ou azul), do sistema Lab Hunter Universal. A partir das coordenadas foi possível determinar a diferença total de cor de acordo com a seguinte equação:

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

Onde: ΔE representa diferença entre cada coordenada de cor da amostra no tempo zero e da amostra armazenada. Para acompanhar a degradação da coloração e a efetividade do tratamento aplicado, os resultados obtidos foram submetidos análise estatística por meio do Assisstat.

Foram calculados os modelos cinéticos das variações dos parâmetros luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*).

Resultados e Discussão

A tendência natural das frutas é a degradação e conseqüente declínio de qualidade, as médias e os resultados da determinação de cor (L, a, b e ΔE) são apresentados nas Tabelas 1 a 4.

Conforme observado na Tabela 1, durante todo o período de avaliação os tratamentos sem e com plástico filme, os parâmetros estudados como: a Intensidade de luminosidade, a intensidade de vermelho, a intensidade de amarelo e para a diferença total de cor (ΔE), foi observado que todas as médias diferiram entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade do início ao final do armazenamento da manga. Uma importante característica de qualidade e que exerce considerável papel na aceitabilidade do consumidor, é a cor da casca dos frutos. Para Pfeaffenbach et al. (2003), onde observaram a interferência significativa das embalagens na cor da casca de mangas armazenadas em diferentes tipos de filmes. Durante a maturação, observam-se alterações na coloração da casca de muitos frutos, sendo frequentemente o critério mais utilizado para julgar a maturidade (Pfaffenbach, 2003).

Tabela 1. Médias dos parâmetros de cor L*, a*, b*, ΔE da manga acondicionadas com e sem plástico filme armazenadas à 15 dias em temperatura ambiente.

Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)						
	0	3	5	8	10	13	15
Intensidade de Luminosidade (L*)							
Sem Filme	58,99aA	58,72 aA	58,68 aA	56,65aB	58,45 aA	56,44aB	51,10aC
Com Filme	40,83bD	41,02 bD	42,78bC	43,74bB	42,44bC	44,27bB	45,84bA
Intensidade de vermelho (a*)							
Sem Filme	14,90 bA	13,14bB	13,31bB	11,06bC	10,65bC	10,79bC	9,58bD
Com Filme	25,66aA	23,26aB	22,84aB	21,26aC	16,04aE	17,79aD	12,04aF
Intensidade de amarelo (b*)							
Sem Filme	44,46 aA	44,57bA	41,65bC	43,03bB	41,70bC	41,13 bC	39,46bD
Com Filme	42,99bC	46,14 aA	46,25aC	46,88 aA	44,88aB	45,10 aB	44,42aB
ΔE							
Sem Filme	-	1,78bF	3,24bE	4,71bD	5,10bC	5,87bB	10,74bA
Com Filme	-	3,96aF	4,73aE	6,50aD	9,93aB	8,84aC	14,58aA

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 2, durante todo o período de avaliação os tratamentos sem e com plástico filme, os parâmetros estudados como: a Intensidade de luminosidade, a intensidade de vermelho, a intensidade de amarelo e para a diferença total de cor (ΔE), apesar das oscilações dos valores, em os tratamentos é possível perceber queda das médias de

luminosidade comparando-se o 1° dia de armazenamento com 15° dia, indicando desta forma o escurecimento dos frutos. Silva et al. (2009) em estudo de conservação de atemóias sob refrigeração e diferentes tipos de embalagens, também observaram decréscimo na luminosidade durante o armazenamento dos frutos.

Tabela 2. Médias dos parâmetros de cor L*, a*, b*, ΔE da goiaba acondicionadas com e sem plástico filme armazenadas à 15 dias em temperatura ambiente.

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)						
	0	3	5	8	10	13	15
Intensidade de Luminosidade (L*)							
Sem Filme	56,30bA	55,61bB	55,91bAB	54,90bC	52,83bD	51,79bE	50,50bF
Com Filme	61,67aA	61,19aA	61,00aA	59,74aB	58,08aC	58,77aC	58,05aC
Intensidade de vermelho (a*)							
Sem Filme	-0,90aF	-0,003bG	1,60aE	1,77aD	3,70aA	2,52bC	3,34bB
Com Filme	0,67bF	1,39aE	1,59aD	1,35bE	2,91bB	2,80aC	3,45aA
Intensidade de amarelo (b*)							
Sem Filme	43,03aA	39,46bC	41,65bB	41,13bB	36,77bF	37,28bE	37,81bD
Com Filme	42,99aE	44,88aC	44,42aD	45,10aC	46,25aB	46,14aB	46,88aA
ΔE							
Sem Filme	-	3,73aD	1,57bF	3,53aE	8,46aB	8,01aC	8,82aA
Com Filme	-	2,08bE	1,83aF	2,94bD	5,34bB	4,78bC	6,0bA

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observado na Tabela 3 que houve interferência dos tratamentos sem e com filme plástico e para os dias de armazenamento onde os parâmetros estudados como: a intensidade de luminosidade, a intensidade de vermelho, a intensidade de amarelo e para a diferença total de cor (ΔE), que apresentaram diferenças

estatísticas significativas. DIAS et al. (2011) o armazenamento de mamão Formosa sob refrigeração, associado a atmosfera modificada com filme de PVC, foi mais eficiente na conservação pós-colheita e manutenção da qualidade dos frutos, proporcionando maior vida de prateleira.

Tabela 3. Médias dos parâmetros de cor L*, a*, b*, ΔE do mamão acondicionadas com e sem plástico filme armazenados à 15 dias em temperatura ambiente.

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)						
	0	3	5	8	10	13	15
	Intensidade de Luminosidade (L*)						
Sem Filme	72,37bB	72,13aA	70,37bB	70,25 bB	69,76bC	68,02bE	68,44bD
Com Filme	73,82aA	72,13aB	71,67aC	70,83aD	70,27aE	70,17aE	70,63aD
	Intensidade de vermelho (a*)						
Sem Filme	16,51aE	18,18aB	19,51bA	19,50bA	17,35aC	16,90aD	9,12bF
Com Filme	15,98bD	13,88bF	21,34aB	25,66aA	15,77bD	16,52bC	14,71aE
	Intensidade de amarelo (b*)						
Sem Filme	48,31bF	57,75bE	62,01bD	62,53bC	65,71aA	62,37aCD	64,83aB
Com Filme	61,93aD	64,05aC	67,17aB	68,17aA	63,96bC	58,48bE	54,69bF
	ΔE						
Sem Filme	-	9,60aF	14,10aE	14,60aC	17,49aB	14,22aD	18,21aA
Com Filme	-	3,82bE	6,91bC	10,87bA	3,48bF	4,37bD	7,91bB

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 4, durante o período de avaliação os tratamentos sem e com plástico filme para os parâmetros estudados como: a Intensidade de luminosidade, a intensidade de vermelho, a intensidade de amarelo e para a diferença total de cor (ΔE), foi observado que todas as médias diferiram entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade do início ao final do armazenamento da banana. Podemos perceber que a degradação da cor ocorreu independente do modo de armazenamento, foi perceptível que além da coloração outros parâmetros também sofreram alterações significativas no período analisado, como é o caso da

consistência. As bananas foram descartadas após o décimo dia de armazenamento, devido ao escurecimento quase total, o que tornou o acompanhamento posterior a esse período desnecessário. A seleção de filme com permeabilidade compatível à taxa de respiração do produto e ao controle da temperatura são requisitos importantes para o armazenamento em atmosfera modificada. O filme plástico deve apresentar permeabilidade seletiva adequada à entrada de O_2 e saída de CO_2 , de modo que o produto não entre em anaerobiose ou processo de fermentação (Chitarra & Chitarra 2005).

Tabela 4. Médias dos parâmetros de cor L*, a*, b*, ΔE da banana acondicionadas com e sem plástico filme armazenados à 15 dias em temperatura ambiente.

Tratamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
	0	3	5	8	10
	Intensidade de Luminosidade (L*)				
Sem Filme	58,06bA	50,21bB	43,43bC	41,71aD	35,57aE
Com Filme	66,58aA	57,04aB	45,20aC	31,61bE	33,22bD
	Intensidade de vermelho (a*)				
Sem Filme	2,40bE	7,47bC	7,26bD	9,29bB	11,38bA
Com Filme	3,61aE	9,99aD	11,52aB	11,22aC	11,89aA
	Intensidade de amarelo (b*)				
Sem Filme	47,01bA	43,84bB	32,92bC	32,34aD	26,24aE
Com Filme	52,44aA	48,99aB	35,76aC	22,53bD	22,68bD
	ΔE				
Sem Filme	-	9,87bD	20,89bC	23,01bB	31,90bA
Com Filme	-	11,98aD	24,62aC	36,26aA	34,80aB

Obs: As médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação à luminosidade, todas as frutas analisadas apresentaram uma tendência linear decrescente, ou seja, redução nos valores medidos em relação ao tempo. A exceção foi a manga embalada em plástico filme, que

apresentou comportamento oposto, caracterizado pelo aumento de 12,27%, considerando as luminosidades final e inicial (Figura 1). Entretanto Serpa et al. (2014), ao avaliar a conservação de manga com uso de

fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela reportaram redução da luminosidade durante o armazenamento, o que

indica que a polpa das mangas tornou-se mais escura.

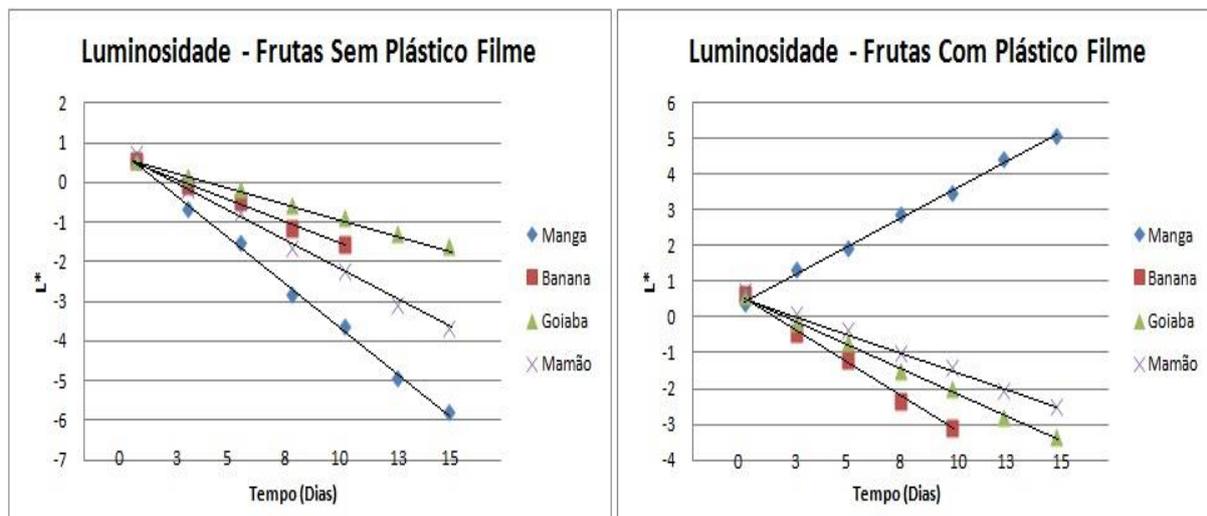


Figura 1. Gráfico para o parâmetro L* (luminosidade).

Analisando a Figura 2, temos que em bananas e goiabas os valores do parâmetro a*, apresentaram tendência a crescimento, com aumento superior a 200% para as bananas e 400% para goiabas. Nas mangas o comportamento foi decrescente, onde as

maiores variações ocorreram na manga em plástico filme, e foram da ordem de 41,39%. Nos mamões foi observado aumento de a* até o oitavo dia de armazenamento, seguindo, após esse período, o declínio dos valores medidos.

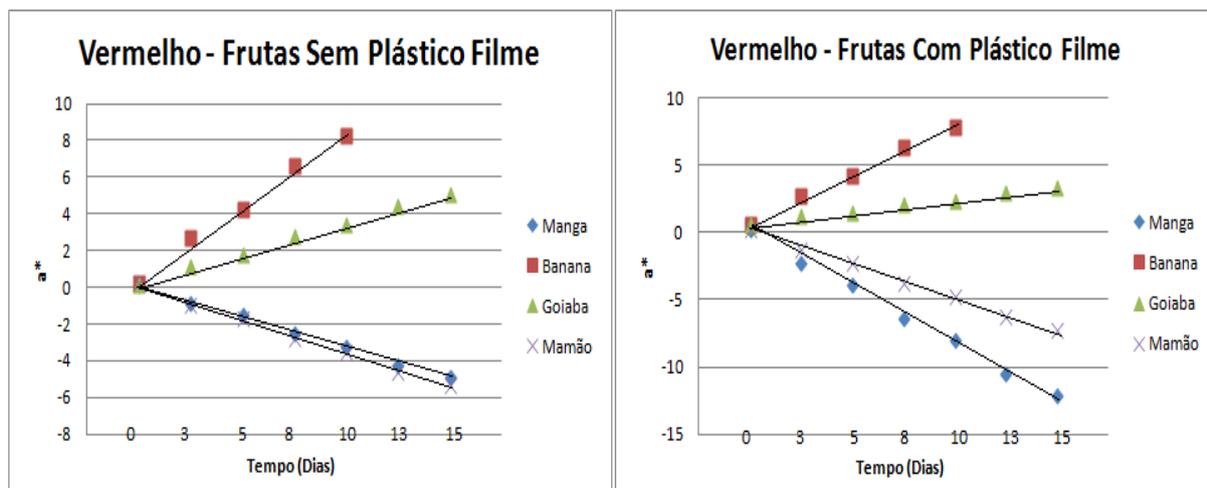


Figura 2. Gráfico para o parâmetro a* (vermelho).

Os valores de b* não se mostram homogêneos em resultados, conforme apresentado na Figura 3. As amostras controle de manga e goiaba seguiram tendência decrescente, enquanto no mamão houve elevação dos valores medidos em decorrência do tempo. Já nas amostras embaladas, comportamento contrario foi observado, tendo o mamão apresentado redução gradual dos valores medidos e mangas e goiabas mostrado

crescimento. Ambas as amostras de banana seguiram propensão reductiva para os valores de amarelo ao longo do tempo, sendo essa redução melhor observada devido ao alto grau de escurecimento. Concenço et al. (2014), avaliando as propriedades físico-químicas da polpa, casca e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*), verificaram que a coloração não se altera significativamente com o passar dos dias.

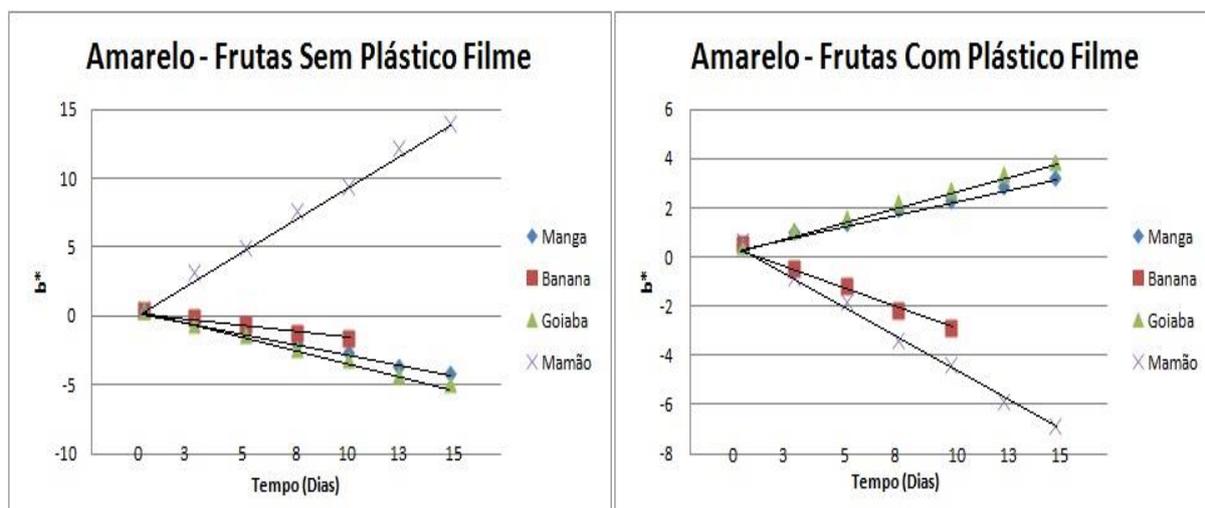


Figura 3. Gráfico para o parâmetro b^* (amarelo).

A diferença de cor (ΔE) teve comportamento semelhante em todas as amostras analisadas, como pode ser observado na Figura 4, onde detecta-se o aumento nos valores medidos, representando que ocorreram perdas significativas da cor das amostras em relação os valores obtidos no tempo zero. Martelli et al. (2014), verificaram que polpas

de frutas embaladas em filmes tiveram uma tendência natural da manutenção da coloração da polpa sem a necessidade da adição de corantes, o que é muito importante para a indústria de alimentos que busca alternativas para diminuir o uso destes tipos de produtos químicos.

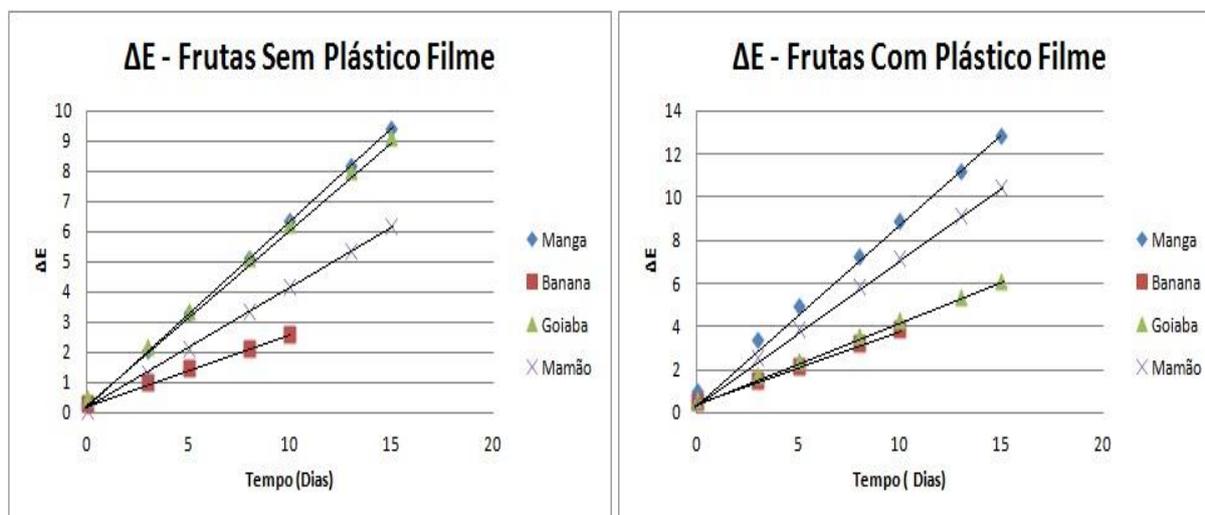


Figura 4. Gráfico para o parâmetro ΔE (diferença de cor).

Conclusão

Os parâmetros analisados sofreram variações condicionadas ao tipo de fruta, a presença, ou não de embalagem e ao tempo de armazenamento. As reações de degradação, praticamente dobraram a velocidade a partir do oitavo dia de armazenamento.

A baixa temperatura auxiliou a redução do metabolismo das frutas, retardando o processo de senescência.

As mangas e mamões após 15 dias, ainda apresentavam características desejáveis, as amostras embaladas foram mais efetivas na conservação, sendo a diferença, entre estas e as amostras controle, relacionada à consistência, pois o plástico filme além de retardar o processo de degradação de cor, favoreceu a manutenção da forma e consistência.

Nas bananas a estrutura física permaneceu, praticamente, inalterada, entretanto ocorreram variações significativas da coloração, resultando em escurecimento, a utilização do plástico filme favoreceu o escurecimento se comparando com a amostra não embalada. Nas goiabas o processo foi semelhante, porém a o escurecimento foi menor na amostra de controle.

Referências

- BATISTA, P.F., SANTOS, A. E. O., PIRES, M. M., et al. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4. 2007.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL; FAEPE, 2005. 293 p.
- CONCENÇO, F. I. G. da R.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; OLIVEIRA I. H. T. de; LEONE, R. de S. Caracterização e avaliação das propriedades físico-químicas da polpa, casca e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 1, p.1177-1187, 2014.
- DIAS, T. C.; MOTA, W. F.; OTONI, B. S.; MIZOBUTSI, G. P.; SANTOS, M. G. P. Conservação pós-colheita de mamão formosa com filme de pvc e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 2, p. 666-670, 2011.
- LACERDA DANTAS, M. A., LACERDA, R. D., ASSIS, P. C. O. A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 1- 1, 2004.
- MARTELLI, M. dos R.; BARROS, T. T. de; ASSIS, O. B. G. Filmes de Polpa de Banana Produzidos por Batelada: Propriedades Mecânicas e Coloração. **Polímeros**, v. 24, n. 1, p.137-142, nov. 2014.
- MATSUURA, F. C. A., COSTA, J. P., FOLEGATTI, M. I. S. *Marketing* de banana: Preferência do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 48-52, 2004.
- MOURA, S. C. S. R., BERBARI, S. A., GERMER, S. P. M., et al. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 141-148, 2007.
- PFÄFFENBACH, L. B. **Uso de embalagens plásticas na conservação pós-colheita e qualidade de mangas ‘Haden 2H’, ‘Palmer’ e ‘Tommy Atkins’**. 2003. 85 p. Tese (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo, Campinas, 2003.
- PFÄFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 410-413, 2003.
- SERPA, M. F. P.; CASTRICINI, A.; MITSUBUZI, G. P.; MARTINS, R. N.; BATISTA, M. F.; ALMEIDA, T. H. de. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 6, p.975-982, nov. 2014.
- SILVA, A. V. C.; ANDRADE, G. D.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, 2009.
- TREVISAN, R., TREPTOW, R. O., GONÇALVES, E. D., et al. Atributos de qualidade considerados pelo consumidor de Pelotas/RS, na compra de pêssego *in natura*. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 371-374, 2006.
- VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R.; MORAES, M.R.; NEVES, L.C.; CARVALHO, L.R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v.33 n.2, 2011.