

Estabilidade físico-química e microbiológica de banana passa orgânica

Stability physical-chemical and microbiological of organic dehydrated banana

Daniele de Vasconcellos Santos Batista^I Ricardo Luis Cardoso^{II}
Rossana Catie Bueno de Godoy^{III} Norma Suely Evangelista-Barreto^{II}

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a estabilidade física, físico-química e microbiológica da banana passa orgânica das variedades Caipira, Pacovan Ken e Prata Anã, durante 180 dias de armazenamento, bem como ajustar as curvas de secagem. As bananas foram desidratadas em estufa de circulação de ar forçada a 65°C, até umidade final entre 20-25% (b.u.). A variedade Pacovan Ken atingiu a umidade final após 37h de desidratação. O valor da atividade de água, para as três variedades, manteve-se estável aos 180 dias e caracteriza o produto como de umidade intermediária. Não se observou, em nenhum tratamento, variação significativa dos parâmetros físico-químicos pela análise de variância. Houve escurecimento do produto nas três variedades, com perda significativa do brilho (L*) e da intensidade da cor amarela (b*) e aumento da intensidade da cor vermelha (a*) durante o armazenamento. Houve estabilidade microbiológica do produto, com baixa contagem de bolores e leveduras e ausência de *Salmonella* e coliformes totais a 35°C em todas as variedades, conforme Legislação vigente. A banana passa orgânica apresentou estabilidade comercial nos meses de estudo.

Palavras-chave: fruta desidratada, atividade de água, curva de secagem, armazenamento.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physical, physico-chemical and microbiological stability of dried organic banana varieties Caipira, Pacovan Ken and Prata Anã, 180 days of storage, as well as adjust the drying curves. The bananas were dried in an oven with forced air circulation at 65 °C until final humidity of 20-25 % (wb). The variety Pacovan Ken reached the final moisture after 37h of dehydration. The value of water activity for the three varieties, remained stable at 180 days and features the product as intermediate moisture. Not observed in any treatment, significant variation of physico-chemical analysis

of variance parameters. There darkening of the product in all three varieties, with a significant loss of brightness (L*) and the intensity of the yellow color (b*) and increased intensity of red color (a*) during storage. There was microbiological stability of the product, with low count of yeasts and molds and *Salmonella* and coliforms at 35°C in all varieties, according to current legislation. The dried organic banana trade showed stability in the months of study.

Key words: dried fruit, water activity, drying curve storage.

INTRODUÇÃO

O consumo de produtos orgânicos está relacionado à preocupação dos consumidores com um estilo de vida mais saudável e a necessidade de preservação do meio ambiente (MACORIS et al., 2011). No sistema orgânico, as variedades resistentes às principais pragas e doenças são o grande diferencial, pois mantêm a produção satisfatória e com qualidade.

A banana é perecível e sua industrialização é uma das principais formas de aproveitamento e redução de perdas (SOUSA et al., 2003). A desidratação agrega valor ao produto, dá estabilidade e favorece a distribuição (SANTOS et al., 2009; EBRAHIMI et al., 2012), além de inibir o crescimento microbiano e a atividade enzimática.

No Brasil, o consumo de banana passa é crescente, com possibilidade de expansão. A secagem, além de aumentar a concentração de nutrientes em virtude da perda de umidade provoca algumas

^IUniversidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: danielleagr@yahoo.com.br. Autor para correspondência.

^{II}Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológica, UFRB, Cruz das Almas, BA, Brasil.

^{III}Embrapa Florestas, Colombo, PR, Brasil.

alterações visuais como a redução do volume do fruto (KATEKAWA & SILVA, 2007; ZOTARELLI et al., 2011). Otimizar a secagem é fundamental para melhorar a eficiência sem comprometer a qualidade do produto (DEFRAEYE et al., 2012). As curvas de secagem estipulam o tempo ideal de desidratação. Além disso, o processo de secagem é influenciado pela variedade e pelos equipamentos utilizados (VILELA & ARTUR, 2008).

Este estudo teve por objetivo investigar a estabilidade física, físico-química e microbiológica de bananas passas orgânicas obtidas de três diferentes variedades durante 180 dias de armazenamento, incluindo as condições ideais de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Bananas das variedades Caipira, Pacovan Ken e Prata Anã foram obtidas na Unidade de Pesquisa de Produção Orgânica da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas-BA). Os cachos foram colhidos com a casca verde e traços amarelos, armazenados à temperatura de 14°C até atingirem a coloração da casca amarela com pintas marrons (Tabela de Von Loeseck), quando foram processados.

As bananas foram lavadas, sanitizadas (50 ppm cloro), descascadas e dispostas em bandejas no secador marca Pardal, modelo PE14 Junior, ano 2007, em temperatura fixa de 65°C e velocidade do ar de 1,6m s⁻¹. As bananas foram distribuídas em camada única à razão de 10 a 14kg m⁻² de superfície, conforme TAVAGLINI et al. (2002). A secagem foi finalizada quando os produtos atingiram umidade entre 20 e 25% em base úmida (b.u.), conforme CANO-CHAUCA et al. (2004), usando a seguinte equação 1:

$$Pf = Pi (100 - Ui) / (100 - Uf), \text{ sendo:}$$

Pi = peso (kg) inicial de bananas de uma bandeja; Ui = umidade inicial dos frutos;

Uf = umidade final desejada para o produto; Pf = peso (kg) final da banana seca.

Os tratamentos foram realizados em triplicata, onde cada cacho de banana representou uma repetição, amostra média de nove quilogramas.

Para a obtenção das curvas de secagem os frutos foram dispostos em bandejas previamente taradas e pesadas em intervalos de 20 minutos, na primeira hora de desidratação e depois em intervalos de 2 horas até atingir a umidade desejada. O ajuste dos dados experimentais foi realizado utilizando a Equação exponencial $2U_0^{-1} = \exp(-kt)$, mediante a análise de regressão não linear, calculado pelo programa estatístico R (THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, 2013), versão 3.0.1, sendo:

U = Umidade expressa no tempo t (base úmida); U₀ = Umidade inicial (base úmida); k = Constante de secagem; t = Tempo de secagem (horas).

Os produtos foram embalados em folhas de celofane transparentes e armazenados em vasilhas plásticas, em local seco e arejado.

As análises físico químicas foram realizadas utilizando amostras homogeneizadas em Quickmixer, marca FAET, modelo 380, ano 2010. A umidade foi realizada em estufa (modelo DeLeo, ano 2009), sólidos solúveis (refratômetro Biobrix, ano 2009), pH (pHmetro digital Phtek, modelo PHS-3B, ano 2010), acidez total (% ácido málico), relação sólidos solúveis/acidez total, açúcares redutores, não redutores e totais, cinzas (mufla modelo N1100, ano 2011), atividade de água (AquaLab, modelo LITE da DECAGON, ano 2009) segundo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2004). A análise de cor foi feita em colorímetro Konica Minolta CR-400, ano 2009, no sistema CIE Lab, sendo coordenada L* (luminosidade), a* (intensidade vermelho/verde), b* (intensidade amarelo/azul), utilizando-se o iluminante D65. As leituras foram realizadas em dois pontos opostos na superfície da banana passa.

A estabilidade microbiológica foi avaliada usando os bioindicadores para bolores e leveduras (UFC g⁻¹), coliformes a 35°C ou totais (NMP g⁻¹), coliformes a 45°C (NMP g⁻¹), presença de *Salmonella* sp., segundo SILVA et al. (2010). Os resultados foram comparados aos padrões microbiológicos para frutas desidratadas, ANVISA, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

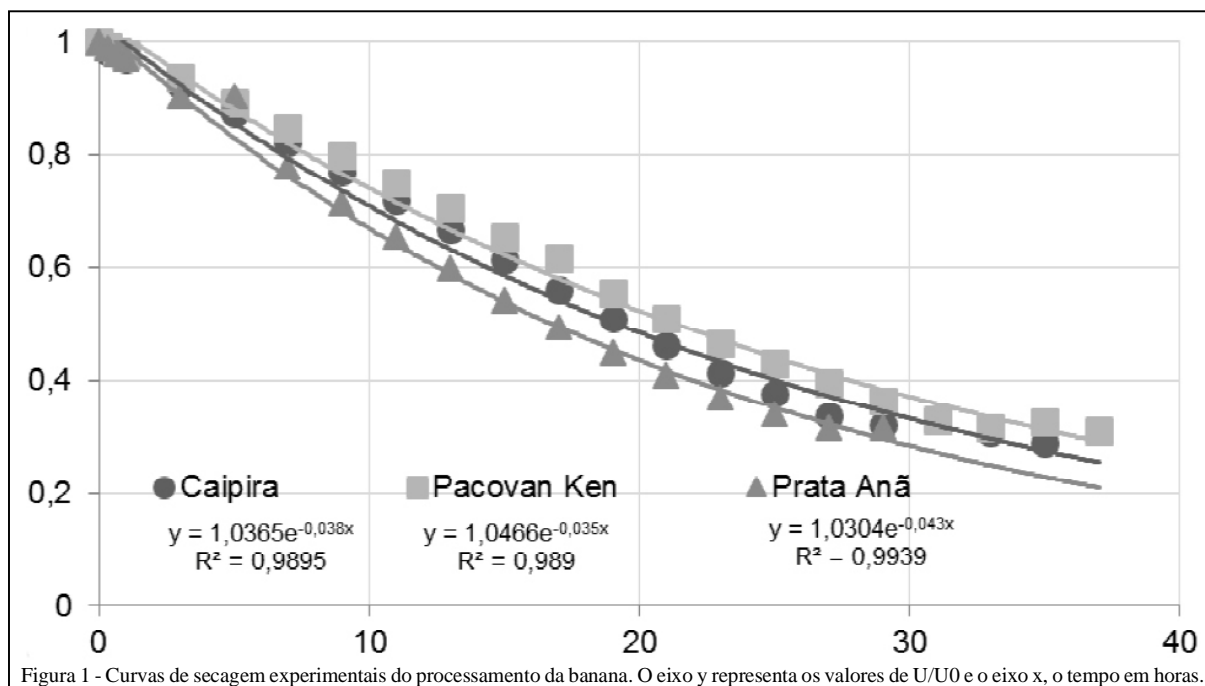
As análises colorimétricas e físico-químicas foram realizadas nos tempos 0, 60, 120, 150 e 180 dias. Os padrões microbiológicos nos tempos 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado com três tratamentos (variedades) e cinco tempos de avaliação, programa estatístico R (THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, 2013), versão 3.0.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Curva de secagem

Foram necessárias 29h, 35h e 37h de desidratação para as variedades Prata Anã, Caipira e Pacovan Ken, respectivamente (Figura 1). Essa variação pode estar associada ao teor de umidade e diâmetro da polpa dos frutos. Frutos da variedade Prata Anã apresentam diâmetro de 2,89cm; da variedade Caipira de 3,17cm e da Pacovan de 3,57cm (JESUS et al., 2004).

A perda de umidade foi rápida nas primeiras horas já que no início a evaporação ocorre próxima à



superfície da banana (THUWAPANICHAYANAN et al., 2011). Ao final do processo a água removida está ligada às moléculas do fruto, provocando resistência interna de transferência de massa (CANO-CHAUCA et al., 2004), resultando em menor coeficiente de difusão (BORGES et al., 2008) e velocidade lenta de secagem.

O modelo exponencial ajustado indica que a Prata Anã obteve maior constante de secagem k (0,043), com menor tempo de desidratação. BORGES et al. (2010) secaram banana Prata e Banana D'água, verificando que os tratamentos com menor tempo de desidratação apresentaram maior constante k. Pesquisas realizadas por CANO-CHAUCA et al.

(2004) apontam tempo de desidratação da banana Nanica a 60°C e a 70°C de 36 e 30h, respectivamente.

Estabilidade físico-química

As variedades não apresentaram diferenças estatísticas significativas ao nível de 95% durante o armazenamento, sugerindo estabilidade do produto (Tabela 1). A umidade permaneceu entre 20% e 25%. A atividade de água das amostras caracteriza o produto como de atividade de água intermediária, com certa estabilidade microbiológica (CANO-CHAUCA et al., 2004).

O teor de sólidos solúveis e o pH foram estáveis durante o estudo. A acidez foi próxima a

Tabela 1. Características físico-químicas das bananas passas orgânicas no tempo inicial (T0) e final (T180 dias).

Variedade	Caipira									
	U (%)*	Aa*	C (%)*	pH*	SS*	AcT*	SS/AcT*	AR*	AT*	ANR*
T0	22,60a	0,66a	3,49a	5,31a	72,42a	1,05a	68,97a	39,51a	53,29a	13,78a
T180	22,95a	0,68a	3,60a	5,13a	72,93a	1,08a	67,52a	41,28a	54,95a	13,67a
Variedade	Pacovan Ken									
	U (%)*	Aa*	C (%)*	pH*	SS*	AcT*	SS/AcT*	AR*	AT*	ANR*
T0	20,37a	0,65a	3,22a	4,75a	62,42a	1,56 ^a	40,01a	42,75a	48,31a	5,56a
T180	22,53a	0,70a	3,33a	4,66a	69,07a	1,48 ^a	46,67a	43,07a	48,81a	5,74a
Variedade	Prata Anã									
	U (%)*	Aa*	C (%)*	pH*	SS*	AcT*	SS/AcT*	AR*	AT*	ANR*
T0	20,54a	0,72a	2,63a	4,55a	57,66a	1,61a	35,81a	37,25a	43,90a	6,65a
T180	20,76a	0,70a	2,61a	4,48a	65,76a	1,54a	42,68a	36,49a	42,69a	6,20a

Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. U: Umidade; Aa: Atividade de água; C: Cinzas; SS: Sólidos Solúveis; AcT: Acidez Total; AR: Açúcar Redutor; AT: Açúcar Total; ANR: Açúcar não redutor.

observada por MOTA (2005) em banana passa da cultivar Nanica (1,37% de ácido málico). Não houve diferenças significativas na relação SS/AT no período de estocagem.

A variação dos açúcares ao longo do tempo, não foi significativa o que pode ser atribuído as características do produto e condições de armazenamento.

De forma geral houve estabilidade físico-química do produto no período avaliado em decorrência da umidade reduzida e atividade de água intermediária que dificultam as alterações enzimáticas (AZEREDO, 2004).

Análise colorimétrica

Houve diferença significativa nas coordenadas L*, a* e b* durante o armazenamento. Os valores de luminosidade apresentaram declínio do tempo zero para o tempo 60, sugerindo perda de brilho e escurecimento (Figura 2). Segundo TRAVAGLINI et al. (2002), as frutas secas tornam-se mais escuras com a estocagem devido ao escurecimento não enzimático.

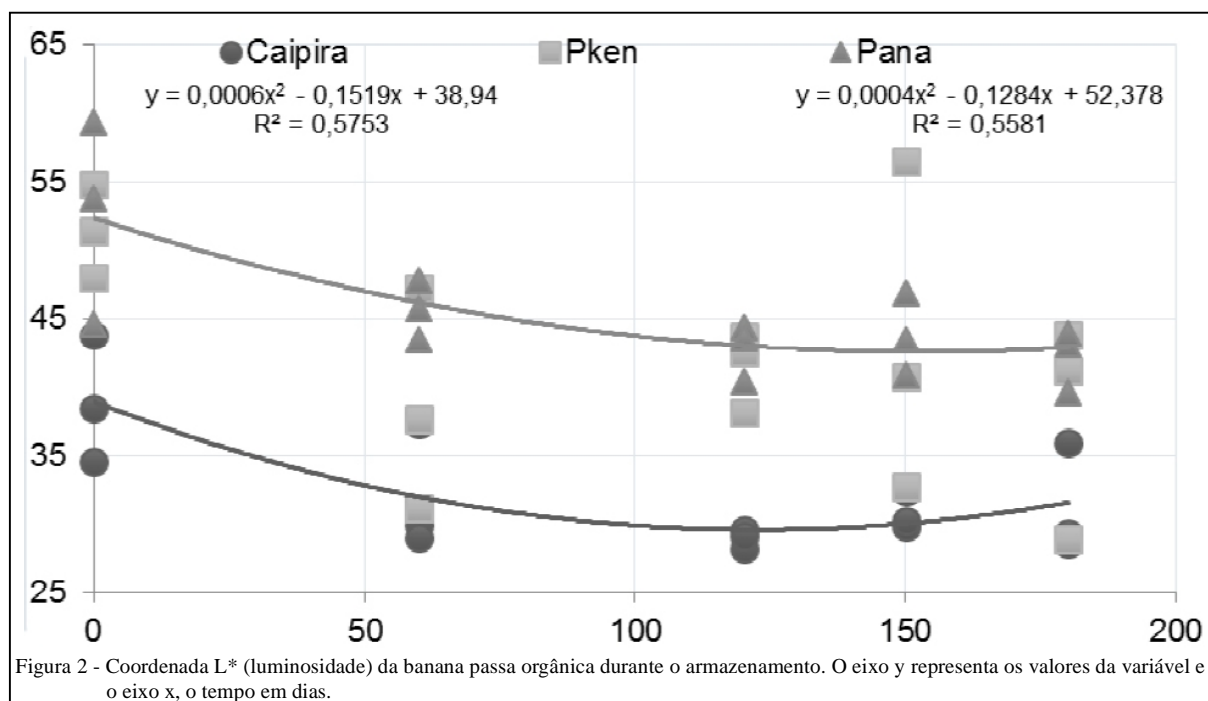
As bananas passas das variedades Prata Anã tiveram maior coloração avermelhada em relação às demais. O aumento nos valores de a* (Figura 3) indica intensificação da cor vermelha, em virtude da formação de compostos de coloração marrom (REIS et al., 2006). Segundo AZEREDO (2004), a reação de Maillard pode ocorrer durante a estocagem, sendo mais significativa em alimentos de

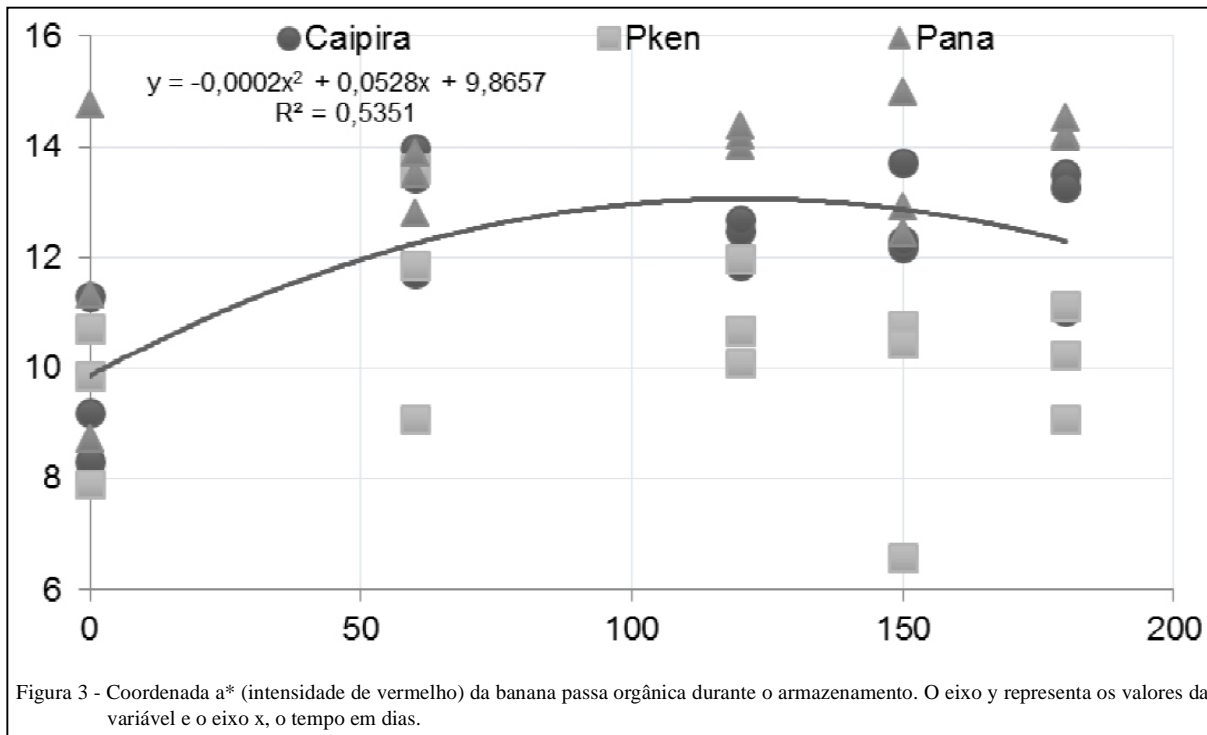
umidade intermediária entre 0,5 a 0,8. Com relação ao parâmetro b* (cor amarela), verificou-se a redução significativa apenas nos primeiros 60 dias (Figura 4). Ressalta-se que alguns mercados consumidores consideram a coloração escura da banana passa como atributo de qualidade.

Estabilidade microbiológica

Todas as variedades apresentaram carga microbiana aceitável para o consumo (Tabela 2). As bananas passas apresentaram contagem de bolores e leveduras inferior a 10 UFC g⁻¹, com exceção da variedade Prata Anã, nos dois últimos meses de avaliação, apesar dessas quantidades serem consideradas baixas e não comprometerem a estabilidade do produto. YUYAMA et al. (2008), ao avaliarem tucumãs desidratados armazenados por 150 dias, obtiveram valores máximos para bolores e leveduras de 2,0x10² UFC g⁻¹.

Não houve o crescimento de coliformes a 45°C, nem a presença de *Salmonella* sp. no período de 180 dias. No que diz respeito aos produtos orgânicos, a preservação da isenção microbiológica durante o armazenamento é um ponto positivo, pois os alimentos oriundos da agricultura orgânica são mais susceptíveis à contaminação microbiológica por utilizarem, em grande escala, dejetos de animais na adubação, que podem estar contaminados por





bactérias do grupo dos coliformes de origem fecal, como a *Escherichia coli* e *Salmonella* (BRASIL, 2007).

CONCLUSÃO

O processamento da banana passa orgânica a partir das variedades estudadas originou produtos

com umidade entre 20 e 25%, no tempo máximo de 37 horas, características físico-químicas estáveis, coloração apropriada e condições microbiológicas condizentes com a Legislação Federal vigente, durante os seis meses de armazenamento, estando aptas à produção de bananas passas orgânicas.

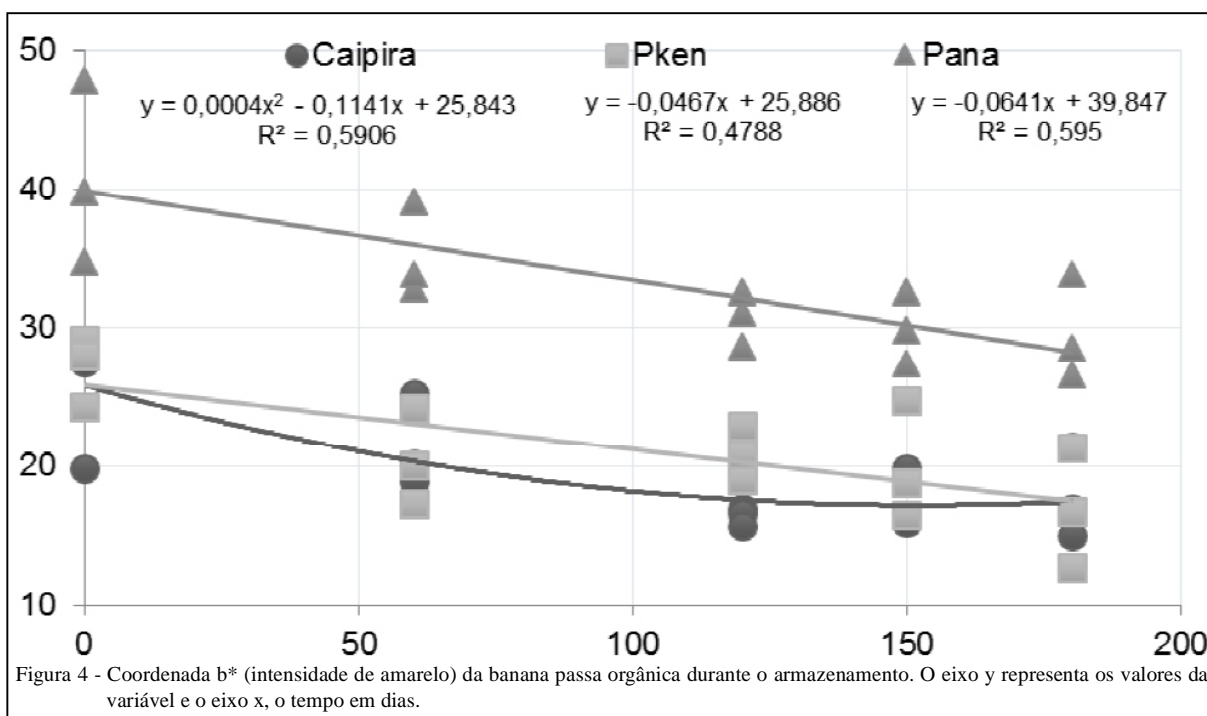


Tabela 2 - Avaliação microbiológica em bananas passas orgânicas durante 180 dias de armazenamento.

Características microbiológicas	Tempo (dias)						
	0	30	60	90	120	150	180
----- Capira -----							
Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Coliformes totais (NMP g ⁻¹)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
<i>Salmonella</i>	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	Ausência
----- Pacovan Ken -----							
Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Coliformes totais (NMP g ⁻¹)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
<i>Salmonella</i>	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência
----- Prata Anã -----							
Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	25	35
Coliformes totais (NMP g ⁻¹)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
<i>Salmonella</i>	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, H.M.C. de. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195p.
- BORGES, S.V. et al. Secagem de fatias de abóboras (*Cucurbita moschata*, L.) por convecção natural e forçada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.245-251, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28s0/37.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2014.
- BORGES, S.V. et al. Secagem de bananas prata e d'água por convecção forçada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.3, p.605-612, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v30n3/v30n3a06.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. **Série agronegócios: cadeia produtiva de produtos orgânicos**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. V.5, 108p.
- BRASIL. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. **Dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2001.
- CANO-CHAUCA, M. et al. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.22, p.121-132, 2004. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/alimentos/article/view/1184/985>. Acesso em: 06 jun. 2013.
- DEFRAEYE, T. et al. Convective heat and mass transfer modelling at air-porous material interfaces: overview of existing methods and relevance. **Chemical Engineering Science**, v.74, p.49-58, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ces.2012.02.032>. Acesso em: 25 abr. 2014. doi: 10.1016/j.ces.2012.02.032.
- EBRAHIMI, M.A. et al. Investigation of banana slices shrinkage using image processing technique. **Australian Journal of Crop Science**, v.6, n.5, p.938-945, 2012. Disponível em: <http://www.cropj.com/ebrahimi_6_5_2012_938_945.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2013.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto: Adolfo Lutz, 2004.
- JESUS, S.C. de. et al. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, v.63, n.3, p.315-323, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052004000300001>. Acesso em: 25 abr. 2014. doi: 10.1590/S0006-87052004000300001.
- KATEKAWA, M.E.; SILVA, M.A. On the influence of glass transition on shrinkage in convective drying of fruits: a case study of banana drying. **Drying Technology**, v.25, p.1659-1666, 2007. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07373930701590863#U1po7fdWhs>. Acesso em: 11 abr. 2014. doi: 10.1080/07373930701590863.
- MACORIS, M.S. et al. Volatile compounds from organic and conventional passion fruit (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.430-435, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000200023>. Acesso em: 11 abr. 2014. doi: 10.1590/S0101-20612011000200023.
- MOTA, R.V. da. Avaliação da qualidade de banana passa elaborada a partir de seis cultivares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, p.560-563, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n3/27027.pdf>. Acesso em: 22 abr.2014.
- REIS, R.C. et al. Almacenamiento de mango secado: análisis fisicoquímico, microbiológico, color y sensorial. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, v.5, n.3, p.214-225, 2006. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11358120609487694#U1pqdvdWhs>. Acesso em: 12 abr. 2014. doi: 10.1080/11358120609487694.
- SANTOS, I.P. dos et al. Determinação de propriedades físicas em frutas tropicais desidratadas. In: FÓRUM DE ENSINO: GESTÃO / PESQUISA / EXTENSÃO, 32009, Unimontes. **Anais...** Montes Claros: UNIMONTES, 2009. p. 1-3.
- SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4.ed. São Paulo: Varela, 2010. 632p.
- SOUSA, P.H.M. de et al. Influência da concentração e da proporção de xarope na desidratação osmótica de processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, supl, p.126-130, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612003000400024>. Acesso em: 25 abr. 2014. doi: 10.1590/S0101-20612003000400024.

THE R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. **The R Foudantion for Statistical Computing**, 2013. R version 2.15.3 (2013-03-01). Disponível em: <<http://cran-r.c3sl.ufpr.br/>>. Acesso em: 14 abr, 2014.

THUWAPANICHAYANAN, R. et al. Determination of effective moisture diffusivity and assessment of quality attributes of banana slices during drying. **LWT - Food Science and Technology**, v.44, p.1502-1510, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.003>>. Acesso em: 25 abr. 2014. doi: 10.1016/j.lwt.2011.01.003.

TRAVAGLINI, D.A. et al. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2002. 39 p.

VILELA, C.A.A.; ARTUR, P.O. Secagem do açafraão (*Curuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. **Ciência e Tecnologia**

de Alimentos, v.28, n.2, p.387-394, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000200018>>. Acesso em: 23 abr. 2014. doi: 10.1590/S0101-20612008000200018.

YUYAMA, L.K.O. et al. Processamento e avaliação da vida-de-prateleira do tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer) desidratado e pulverizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p.408-412, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000200021>>. Acesso em: 22 ago. 2013. doi: 10.1590/S0101-20612008000200021.

ZOTARELLI, M.F. et al. Convective multiflash drying process for producing dehydrated crispy fruits. **Journal of Food Engineering**, v.108, p.523-531, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.09.014>>. Acesso em: 22 abr. 2014. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.09.014.