



## Estimates and causes of fresh fruit post-harvest losses in the Chapadinha Microregion, Maranhão, Brazil

### *Estimativa e causas de perdas pós-colheita de frutas frescas na Microrregião de Chapadinha, Maranhão, Brasil*

Luana Ribeiro Silva<sup>1</sup>; Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>2\*</sup>; Lusiane de Sousa Ferreira<sup>3</sup>; Kessia Tenório Figueirinha<sup>3</sup>; Antônio Gabriel da Costa Ferreira<sup>3</sup>; Washington da Silva Sousa<sup>2</sup>

**Abstract:** Fruit growing contributes to Brazilian socioeconomic growth, both as a source of food for the population and in the generation of employment and income. However, the production chain incurs significant negative impacts, mainly due to post-harvest losses. The objective of the current study was to estimate the post-harvest losses of fruits, occurring in the retail markets of Anapurus, Belágua, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto and Urbano Santos (Maranhão State). The study was carried out with visits to 45 commercial establishments, and the deployment of a questionnaire regarding post-harvest losses of 12 fruits. It is concluded that, in decreasing order, losses were: avocado ( $11.76 \pm 0.09\%$ ) > papaya ( $11.65\% \pm 0.02$ ) > banana ( $10.82 \pm 1.75\%$ ) > grape ( $10.08 \pm 0.06\%$ ) > passion fruit ( $9.28 \pm 0.04\%$ ) > pineapple ( $8.62 \pm 0.04\%$ ) > watermelon ( $8.48 \pm 0.05\%$ ) > mango ( $8.00 \pm 0.18\%$ ) > orange ( $7.12 \pm 0.10\%$ ) > apple ( $6.68 \pm 0.07\%$ ) > pear ( $6.52 \pm 0.03\%$ ) > melon ( $4.32 \pm 0.01\%$ ). Physiological disorders were the main cause of losses, with estimated losses being up to 10.62%. It is suggested that losses could be reduced with: better hygiene in commercial environments, effective planning of the quantities offered, and the adoption of low cost technologies for the conservation and refrigeration of temperate fruits. Some public initiatives, such as the increase in availability of training courses, improvement of roads in the rural areas of the Chapadinha Microregion, and encouragement of the expansion of fruit growing in Maranhão, may lead to improvements, with direct benefits to society in general.

**Key words:** Training. Fruit growing. Hortifruits. Planning. Losses.

**Resumo:** A fruticultura contribui para o crescimento socioeconômico brasileiro, pois constitui importante fonte de alimento para a população e geração de emprego e renda. Apesar de relevante, sua cadeia produtiva sofre importantes impactos negativos pelas perdas pós-colheita. Desse modo, objetivou-se, com o presente trabalho, estimar e identificar as principais causas de perdas pós-colheita de frutas nos mercados varejistas de Anapurus, Belágua, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos (MA). O estudo foi realizado mediante visitação de 45 estabelecimentos comerciais, com aplicação de um questionário composto por perguntas sobre as perdas pós-colheita das principais frutas comercializadas na região. Conclui-se que a ordem decrescente de perdas é: abacate ( $11,76 \pm 0,09\%$ ) > mamão ( $11,65\% \pm 0,02$ ) > banana ( $10,82 \pm 1,75\%$ ) > uva ( $10,08 \pm 0,06\%$ ) > maracujá ( $9,28 \pm 0,04\%$ ) > abacaxi ( $8,62 \pm 0,04\%$ ) > melancia ( $8,48 \pm 0,05\%$ ) > manga ( $8,00 \pm 0,18\%$ ) > laranja ( $7,12 \pm 0,10\%$ ) > maçã ( $6,68 \pm 0,07\%$ ) > pera ( $6,52 \pm 0,03\%$ ) > melão ( $4,32 \pm 0,01\%$ ). Com valores estimados entre 4,32 e 10,62%, as desordens fisiológicas foram a principal causa de perdas. Essas e outras perdas podem ser superadas, sobretudo, pela capacitação dos empreendedores quanto às boas práticas pós-colheita e gerenciamento comercial.

**Palavras-chave:** Fruticultura. Hortifrúteis. Capacitação. Planejamento. Prejuízos.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 21/09/2018 and approved 03/12/2018

<sup>1</sup>Masters student, Post-graduate course in Agronomy (PPGAG), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, Paraná; CCAA/UFMA, BR 222, km 04, s/n, Bairro Boa Vista, CEP 65.500-000, Chapadinha, Maranhão, Brasil; luannaccb1992@hotmail.com

<sup>2</sup>Adjunct Professor, Agronomy Course, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus IV, Chapadinha, Maranhão, edmilson\_i@hotmail.com; wssousa@gmail.com

<sup>3</sup>Undergraduate Student, Agronomy Course, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Campus IV, Chapadinha, Maranhão, kessia\_ad@hotmail.com; lusianesf@hotmail.com; agcf09@gmail.com

## INTRODUCTION

Fruit cultivation is important for agriculture expansion in many parts of the world. According to the IBGE (2016), Brazil produced an estimated 44 million tons of fruit in 2017. Of this total, the northeast region was responsible for 27% of the fruits harvested in the country (VIDAL; XIMENES, 2016).

Despite its importance, the fruit production chain suffers negative impacts, mainly due to post-harvest losses, which average 30% of total production (BENÍTEZ, 2016). In Brazil, losses start in the field, continue in the packaging, transport and central supply marketing stages and continue at the level of secondary wholesalers, and finally, occur in the retail network, so impacting intermediate and final consumers (GUERRA *et al.*, 2014). At all these stages, the intensity and types of post-harvest damage accelerates the rate of dehydration, respiratory activity and decrease of overall product freshness, with resulting increased susceptibility to phytopathological deterioration (HENZ *et al.*, 2017).

Thus, understanding the channels by which fruit are marketed is an important tool for quality control and generating information that can be used to provide measures that mitigate for post-harvest losses (COSTA *et al.*, 2015). However, studies on fruit losses are almost always restricted to large urban centers, such as the supply centers of São Paulo and Campinas (SP), where Martins *et al.* (2006) and Parisi and Sinigaglia (2012) estimated post-harvest losses exceeding 40%, during wholesale peach and strawberry marketing, respectively.

For Maranhão State, there is little information on the origin and volume of fruits sold, and few estimates of post-harvest losses in the retail market. Tomm *et al.* (2018) noted that in the city of Chapadinha (MA), 89% of the traded vegetables come from other states. This increases the possibility of some post-harvest loss, due to the long distance between the producing center and the consumer.

The objective of the current study, therefore, was to estimate and identify the main causes of post-harvest losses of fruit in the retail markets of Anapurus, Belágua, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto and Urbano Santos municipalities, in the state of Maranhão, north-eastern Brazil.

## MATERIALS AND METHODS

The research was carried out between April and August 2016, and used interviews with 45 supermarket owners, merchants, greengrocers and open fair fruit-sellers, located in Anapurus (15,499 inhabitants), Belágua (7,350 inhabitants), Mata Roma (16,567 inhabitants), São Benedito (18,319 inhabitants) and Urbano Santos (32,639 inhabitants). These municipalities are inserted in the Chapadinha microregion, composed of nine municipalities, whose combined coverage is 10,030.543 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016).

## INTRODUÇÃO

A fruticultura apresenta notável relevância para a expansão da agricultura em diversas regiões do mundo e segundo dados o IBGE (2016), o Brasil apresentou uma produção estimada em 44 milhões de toneladas de frutas no ano de 2017. Deste total, a região Nordeste apresentou 27% das frutas colhidas no país (VIDAL; XIMENES, 2016).

Apesar da sua importância, a cadeia produtiva de frutas sofre impactos negativos, principalmente devido às perdas pós-colheita, que em média alcançam 30% do total produzido (BENÍTEZ, 2016). No Brasil, as perdas começam no campo, prosseguem na embalagem, transporte e comercialização nas centrais de abastecimento e em outros atacadistas, e finalmente ocorrem na rede varejista e em consumidores intermediários e finais (GUERRA *et al.*, 2014). Durante estas etapas, a intensidade e tipo dos danos pós-colheita, aceleram a taxa de desidratação, atividade respiratória e diminuição da matéria fresca dos produtos, com aumento na susceptibilidade a deterioração fitopatológica (HENZ *et al.*, 2017).

Deste modo, a compreensão dos canais de comercialização de frutas constitui ferramenta importante para o controle de qualidade e geração de informações que servirão como medidas mitigadoras de perdas pós-colheita. (COSTA *et al.*, 2015). No entanto, estudos sobre perdas de frutas, quase sempre ficam restritos a grandes centros urbanos, como as centrais de abastecimento de São Paulo e Campinas (SP), onde Martins *et al.* (2006) e Parisi e Sinigaglia (2012) estimaram déficits pós-colheita maiores que 40%, durante a comercialização por atacado de pêssego e morango, respectivamente.

No Maranhão, há escassas informações sobre a procedência, volume de frutas comercializadas e estimativa de perdas pós-colheita no mercado varejista. Tomm *et al.* (2018) apontaram que na cidade de Chapadinha (MA), 89% dos hortifrúteis comercializados são provenientes de outros estados. Isso aumenta a possibilidade de alguma desordem pós-colheita, devido ao longo percurso realizado entre o centro produtor e o consumidor.

Assim, objetivou-se realizar um levantamento para estimar e identificar as principais causas de perdas pós-colheita de frutas nos mercados varejistas de Anapurus, Belágua, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos (MA).

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de abril e agosto de 2016, com entrevistas a 45 proprietários de supermercados, mercadinhos, verdurões e feiras livres, localizados em Anapurus (15.499 habitantes), Belágua (7.350 hab.), Mata Roma (16.567 hab.), São Benedito (18.319 hab.) e Urbano Santos (32.639 hab.). Esses municípios estão inseridos na microrregião de Chapadinha, a qual é composta por nove municípios e tem área total de 10.030,543 km<sup>2</sup> (IBGE, 2016).

For this purpose, a survey of the main commercial establishments in each municipality was conducted, with a focus on representativeness (importance, size and popularity), which was determined via consultations with municipal registries and permitting agencies, and which covered an average of 45 % of all establishments in each locality.

Data was obtained with a questionnaire that was based on Almeida *et al.* (2012a), and consisted of questions covering socio-economic aspects (professional activity, attained schooling level, monthly income, technical knowledge and training) and handling (workforce qualifications), outflow (fruit origin, road conditions and packaging type and product standardization), storage (use of refrigeration or modified atmosphere technologies, and storage duration), and commercialization (volume supplied, establishment and countertop hygiene, product on-shelf standardization, prices and commercial seasonality) of the fruits most locally commercialized: avocado, pineapple, banana, apple, papaya, passion fruit, grape, watermelon, mango, melon, pear and orange. To facilitate the interviewees' understanding of the topics covered and to increase the accuracy of the answers, the objective questions were multiple choice.

The monthly income from selling fruits was based on the minimum wage (R\$ 937.00). Causal loss factors were classified as mechanical damage, physiological disorders, phytopathological injuries.

Trader responses to the objective questions indicated the main causes of injury for each fruit type. When quantifying results, the mean percentage of these causal agents was calculated for each fruit, with a subsequent calculation of the relative percentage of each within the total estimated percentage of post-harvest losses.

Results were analyzed by descriptive statistics, and losses were expressed as percentages (%), presented in tables, where the average loss of each fruit was linked to the relative percentage of causal factor impact. Post-harvest loss categories were termed physiological, mechanical, phytopathological and biological.

To define experimental precision, average error of the mean and coefficient of variation were estimated for each fruit type. Volume of fruit offered was estimated as the sum of the quantity of each fruit offered for sale in kilograms per week in the 45 analyzed establishments.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 shows the percentage of weekly loss and the damage classifications for the most commonly commercialized fruits in the municipalities of the Chapadinha Microregion, Maranhão State, Northeastern Brazil.

Para isso, realizou-se o levantamento dos principais estabelecimentos comerciais, com uso de alguns critérios, como a representatividade (importância, porte e popularidade), cuja identificação ocorreu com o auxílio de consultas aos cadastros e alvarás municipais, abordando-se em média 45% do total de estabelecimentos em cada localidade.

O questionário foi baseado em Almeida *et al.* (2012a) e constituído por perguntas que abrangeram aspectos socioeconômicos (atividade profissional, escolaridade, renda mensal, conhecimento técnico e capacitação) e de manuseio (qualificação da mão de obra), escoamento (origem das frutas, condições das estradas e tipo de transporte utilizado), acondicionamento (tipos de embalagem e padronização organizacional de produtos), armazenamento (uso de tecnologias de refrigeração ou atmosfera modificada, e tempo de exposição) e comercialização (volume ofertado, higiene do estabelecimento e bancadas, padronização dos produtos nas prateleiras, preços adotados e sazonalidade comercial) das frutas mais comercializadas: abacate, abacaxi, banana, maçã, mamão, maracujá, uva, melancia, manga, melão, pêra e laranja. As perguntas objetivas foram de múltipla escolha, de modo a facilitar a compreensão dos entrevistados em relação aos temas abordados e aumentar a precisão nas respostas.

A renda mensal com a comercialização de frutas foi baseada em termos de salários mínimos (R\$ 937,00). Os fatores causais foram classificados em danos mecânicos, desordens fisiológicas, injúrias fitopatológicas.

Os comerciantes apontaram por meio de perguntas objetivas, as principais causas de injúria, para cada fruta. Na quantificação dos resultados, obteve-se, para cada fruta, a porcentagem média de atuação desses agentes causais, com posterior cálculo da porcentagem relativa de interferência sobre a porcentagem total estimada de perdas pós-colheita.

Os resultados foram analisados por estatística descritiva, e as perdas foram expressas em porcentagem (%), apresentadas em tabelas, nas quais se associou a perda média de cada fruta à porcentagem relativa de atuação do fator causal. Assim, as perdas pós-colheita receberam a denominação de perdas fisiológicas, mecânicas, fitopatológicas e biológicas.

Sobre a porcentagem média de perdas, de cada fruta, estimou-se o erro padrão da média e coeficiente de variação, com vista à definição da precisão experimental. O volume ofertado de frutas foi estimado como o somatório da quantidade ofertada, em quilogramas por semana, de cada fruta, disponível para comercialização nos 45 estabelecimentos analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As perdas pós-colheita foram estimadas para abacate, abacaxi, banana, laranja, maçã, mamão, manga, maracujá, melancia, melão amarelo, pera e uva, e encontram-se registradas na Tabela 1.

**Table 1** - Weekly losses and classification of damage classes for fruit sold in retail markets within the municipalities of the Chapadina microregion. Chapadina, MA, 2017**Tabela 1** - Perdas semanais e classificação dos danos em frutas comercializadas nos mercados varejistas dos municípios da Microrregião de Chapadina. Chapadina, MA, 2017

Fruits	TVA	TL± e	Causes of Loss (%)				
			C.V.	PL	ML	PyL	BL
Avocado	697	11.76 ± 0.09	16.75	8.23	2.35	1.17	---
Papaya	532	11.64 ± 0.02	6.14	10.62	1.02	---	---
Banana	4.121	10.81 ± 1.75	19.67	8.06	2.75	---	---
Grape	476	10.08 ± 0.06	18.51	10.08	---	---	---
Passion-fruit	517	9.26 ± 0.04	14.70	8.08	0.59	0.59	---
Pineapple	394	8.61 ± 0.04	13.29	6.89	---	1.72	---
Watermelon	3.129	8.48 ± 0.05	14.10	7.24	0.62	0.62	---
Mango	400	8.00 ± 0.18	8.83	8.00	---	---	---
Orange	1.445	7.11 ± 0.10	15.65	5.93	1.18	---	---
Apple	733	6.67 ± 0.07	16.00	6.09	0.58	---	---
Pear	138	6.52 ± 0.03	12.53	6.52	---	---	---
Melon	670	4.32 ± 0.01	8.97	4.32	---	---	---

TVA - Total Volume Available (kg per week); TL - Total Loss (%); e - standard error (%); C.V. - Coefficient of Variation (%); PL - Physiological Loss (%); ML - Mechanical Loss; PyL - Phytopathological Loss; BL - Biological Loss.

VTO - Volume Total Ofertado (kg por semana); PT - Perda Total (%); e - erro padrão da média (%); C.V. - Coeficiente de Variação (%); PF - Perda Fisiológica (%); PM - Perda Mecânica; PFT - Perda Fitopatológica; PB - Perda Biológica.

In decreasing order, estimated post-harvest losses were: avocado ( $11.76 \pm 0.09\%$ ) > papaya ( $11.65\% \pm 0.02$ ) > banana ( $10.82 \pm 1.75\%$ ) > grape ( $10.8 \pm 0.06\%$ ) > passion-fruit ( $9.28 \pm 0.04\%$ ) > pineapple ( $8.62 \pm 0.04\%$ ) > watermelon ( $8.48 \pm 0.05\%$ ) > mango ( $8.00 \pm 18\%$ ) > orange ( $7.12 \pm 0.10\%$ ) > apple ( $6.68 \pm 0.07\%$ ) > pear ( $6.52 \pm 0.03\%$ ) > melon ( $4.32 \pm 0.01\%$ ).

For each fruit, weekly losses varied between  $4.32 \pm 0.01\%$  and  $11.76 \pm 0.09\%$  of the total volume available. Use of transport and storage lacking refrigeration or atmospheric modification were the main causes of fruit losses and the percentage loss to physiological disturbances had values very close to those for total losses, with values between 4.32 and 10.62% (Table 1).

A study conducted by Foschaches *et al.* (2012) showed that loss rates upwards of 5.6%, are considered high values, for 80% of the fruit-selling localities interviewed in six municipalities of Mato Grosso do Sul. If a similar value is adopted here then estimated loss rates can be considered for the majority of fruits analyzed in this study.

A ordem decrescente de perdas pós-colheita foi: abacate ( $11,76 \pm 0,09\%$ ) > mamão ( $11,65\% \pm 0,02$ ) > banana ( $10,82 \pm 1,75\%$ ) > uva ( $10,08 \pm 0,06\%$ ) > maracujá ( $9,28 \pm 0,04\%$ ) > abacaxi ( $8,62 \pm 0,04\%$ ) > melancia ( $8,48 \pm 0,05\%$ ) > manga ( $8,00 \pm 0,18\%$ ) > laranja ( $7,12 \pm 0,10\%$ ) > maçã ( $6,68 \pm 0,07\%$ ) > pera ( $6,52 \pm 0,03\%$ ) > melão ( $4,32 \pm 0,01\%$ ).

As perdas variaram entre  $4,32 \pm 0,01\%$  e  $11,76 \pm 0,09\%$  do volume total ofertado, semanalmente, para cada fruta. Provavelmente, o transporte e armazenamento realizado sem refrigeração ou atmosfera modificada foi a principal causa de depreciação das frutas, tendo em vista que a porcentagem de distúrbios fisiológicos apresentou índices muito próximos dos verificados para as perdas totais, com valores entre 4,32 e 10,62% (Tabela 1).

Estudo conduzido por Foschaches *et al.* (2012) demonstrou que taxas de perdas, a partir 5,6%, são valores considerados altos, para 80% dos hortifrúteis entrevistados em seis municípios do Mato Grosso do Sul. Nesse aspecto, para a maioria das frutas analisadas, nesse trabalho, as estimativas podem ser consideradas elevadas.

Another probable explanation for losses of fruits like bananas, watermelons and oranges is the poor planning of volumes offered, which reached 4,121; 3,129 and 1,445 kg per week, respectively (Table 1). Few of those involved in point-of-sale selling said they are aware of market seasonality and stated that they generally purchase larger volumes with a view to bargaining for more attractive prices from the middlemen. This however end up being counter-productive, as losses then increased due to the greater susceptibility of large volumes to the various loss categories listed above.

Losses for oranges were estimated at  $7.12 \pm 0.10\%$  of losses, which can be considered low in proportion to the amount offered (Table 1). According to Fischer *et al.* (2009), lower values for citrus are not uncommon and occur because such fruit are more resistant to perishing and excessive handling. However for banana, avocado, papaya and mango, are vulnerable and show high loss rates because they are climacteric fruits, which, according to Asmar *et al.* (2010) show rapid changes after harvest triggered by the production of ethylene and increased respiratory rate. This makes them vulnerable to factors enhancing perishability.

According to Martins *et al.* (2012), the acceptable storage temperature for perishable fruits such as avocado, papaya, mango and pineapple ranges from 5 to 10°C. This can reduce the speed of ripening, which affects fruit firmness. According to Vieites *et al.* (2012), this is an important aspect of quality since it can decrease both resilience during transport and shelf life, as well as favoring microorganismal attack.

On the other hand, grapes despite the low marketed volume (476 kg per week) had losses reaching  $10.08 \pm 0.06\%$  (Table 1). Foscaches *et al.* (2012) stated that wholesalers generally avoid working with grapes because they can go off quickly if not stored in cold chambers. Carrer and Alves (2011) added that grapes are usually sold at high prices, especially at sale-points far from producing areas.

This may have the knock-on effect of increasing the volume that remain on shelves and the extent of physiological losses. It studied municipalities it was found that, although refrigeration has been used and a consequent reduction in commercialized volume achieved, the strategy has been inefficient, possibly due to the storage conditions used in other parts of the chain and the high prices of grapes in the Chapadina microregion.

Although high, the estimated grape loss rate was lower than that recorded by Carrer and Alves (2011) for Londrina (20.34%), Cascavel (16.55%) and Foz do Iguaçu (13.57%). However, it was similar to that reported for Maringá (10.14%) and Chapadina (10.71%). The latter is obtained by Tomm *et al.* (2016). Such results give cause for concern, since they are from urban centers with population sizes and demands far higher than those in the Maranhão municipalities from Chapadina Microregion analysed here.

Outra provável explicação para o desperdício de frutas como a banana, melancia e laranja, deve-se ao mal planejamento do volume ofertado, que chegou a 4.121; 3.129 e 1.445 kg por semana, respectivamente (Tabela 1). Poucos comerciantes afirmaram atentar a sazonalidade da comercialização e geralmente, adquirem maiores volumes, com vista a barganhar preços mais atraentes, junto aos atravessadores. Isso culmina num contraponto, pois os prejuízos são aumentados pela maior susceptibilidade dos grandes volumes às perdas pós-colheita.

Para laranja registrou-se  $7,12 \pm 0,10\%$  de perdas, a qual pode ser considerada baixa, proporcionalmente à quantidade ofertada (Tabela 1). Isto é explicado por Fischer *et al.* (2009), o qual menciona que as frutas cítricas apresentam menor perecibilidade e resistência ao excessivo manuseio. No entanto, para banana, abacate, mamão e manga, o comportamento foi contrário, pois tratam-se de frutas climatéricas, que de acordo com Asmar *et al.* (2010), apresentam rápidas transformações após a colheita, desencadeadas pela produção do etileno e aumento da taxa respiratória, o que as torna bastante perecíveis.

De acordo com Martins *et al.* (2012), para produtos perecíveis como o abacate, mamão, manga e abacaxi, a temperatura de conservação varia de 5 a 10 °C. Esta medida visa reduzir a velocidade de amadurecimento, que afeta a firmeza dos frutos. Segundo Vieites *et al.* (2012), este é um importante atributo de qualidade que pode diminuir a resistência ao transporte e o tempo de prateleira, assim como favorecer o ataque de microrganismos.

Por outro lado, percebe-se que a uva apesar do baixo volume comercializado (476 kg por semana), obteve  $10,08 \pm 0,06\%$  de perdas (Tabela 1). Foscaches *et al.* (2012) afirmaram que atacadistas evitam trabalhar com estoques de uva, pois ela apresenta diferenças repentinas nos atributos sensoriais, quando não armazenados em câmaras frias. Carrer e Alves (2011) acrescentaram que a uva, normalmente é comercializada a preços mais elevados, especialmente em centros afastados das áreas produtoras.

Consequentemente, isso pode contribuir para o aumento do volume de sobras nas prateleiras e incremento nas perdas fisiológicas. Observou-se que nos municípios estudados, embora haja uso refrigeração e redução do volume comercializado, a estratégia tem sido ineficiente, possivelmente pelas condições de armazenamento utilizadas e os altos preços praticados na Microrregião de Chapadina, cuja distância para centros produtores é grande.

Embora elevada, a estimativa de perdas para uva foi inferior à obtida por Carrer e Alves (2011), para Londrina (20,34%), Cascavel (16,55%) e Foz do Iguaçu (13,57%). No entanto, foi semelhante à estimada para Maringá (10,14%) e Chapadina (10,71%). Sendo esta última obtida por Tomm *et al.* (2016). Esses resultados expõem índices alarmantes, pois se tratam de centros urbanos com porte populacional e demanda superiores aos municípios maranhenses analisados na Microrregião de Chapadina.

Additionally, it is important to emphasize that it is common practice in the microregion, to include fruit of very inferior quality, among marketed batches. This can, clearly, compromise overall fruit quality, so contributing to an increase in post-harvest losses.

The weekly marketed volume for avocado was 697 kg, with total average losses estimated at  $11.76 \pm 0.09\%$ . Physiological disorders (8.23%), mechanical damage (2.35%) and phytopathological injuries (1.17%) were identified as the main causes of loss (Table 1). These results are lower than those obtained by Nascimento *et al.* (2016), 16.60% for Chapadina (MA). However, it is important to note that, in both studies, the physiological disorders were the leading cause of losses (9.20% estimated by Nascimento *et al.*, 2016).

Estimated losses for papaya were  $11.64 \pm 0.02\%$  for a marketed volume of 532 kg per week (Table 1). Of this, 10.62% was due to physiological disorders and so was similar to the rates reported by Nascimento *et al.* (2016), in the municipality of Chapadina (MA) and Tofanelli *et al.* (2007) in Mineiros (MG), where values were close to 11%.

According to Almeida *et al.* (2011), climacteric fruit, such as papaya, should be harvested at their physiological maturity point, as this increases post-harvest shelf life. Almeida *et al.* (2012b) found that the use of wax was an effective means of protecting 'Golden' papaya. Defining the appropriate point of harvest clearly and a use of modified atmosphere can help conserve papaya and other climacteric fruit marketed in the Chapadina (MA) microregion, at no significant cost.

Of the fruits studied, banana had the highest total marketed volume (4.121 kg per week). It ranked third for estimated losses, with an average value of  $10.81 \pm 1.75\%$  (Table 1). This was lower than the 17% reported by Ferrão *et al.* (2016) for Chapadina (MA). This can be explained by the lower levels of commercialization and sampling carried out in this study.

Among the analyzed fruits, the banana had the highest percentage of losses resulting from mechanical causes (34.12% of the total average). According to Prill *et al.* (2012), bananas are particularly susceptible to mechanical damage and this can easily compromise fruit quality. This is especially true when transport conditions include inadequate packing. This was commonly witnessed in the studied microregion, with fruits being loaded in bulk in trucks covered by canvas. Such treatment predisposes them to mechanical damage, physiological disorders and contamination. Physical and physiological responses to mechanical damage, such as changes in color and taste, accelerated ripening, increase in weight loss and increased enzymatic activity are all mentioned by Maia *et al.* (2011), in their study of banana storage methods.

Também, é importante destacar que a frequência na comercialização de frutas com qualidade inferior, também chamados "refugos", na microrregião analisada, pode comprometer a durabilidade e desta forma colaborar no incremento das perdas pós-colheita.

O volume de comercialização semanal do abacate foi de 697 kg, com perdas médias totais estimadas em  $11,76 \pm 0,09\%$ . As desordens fisiológicas (8,23%), danos mecânicos (2,35%) e injúrias fitopatológicas (1,17%) foram apontados como as principais causas (Tabela 1). Estes resultados são inferiores aos obtidos por Nascimento *et al.* (2016) (16,60%), para Chapadina (MA). Porém é importante salientar que em ambos os estudos, as desordens fisiológicas obtiveram maior magnitude, com estimativa de 9,20% no referido município.

Para o mamão, as perdas foram estimadas em  $11,64 \pm 0,02\%$  para um volume comercializado de 532 kg por semana (Tabela 1). Destas, 10,62% foram resultantes de desordens fisiológicas e se assemelharam aos índices estimados por Nascimento *et al.* (2016) no município de Chapadina (MA) e Tofanelli *et al.* (2007) em Mineiros (MG), cujos valores foram próximos a 11%.

Conforme Almeida *et al.* (2011), os frutos climatéricos, como o mamão, devem ser colhidos no seu ponto de maturação fisiológica, pois assim há aumento na vida útil pós-colheita. Almeida *et al.* (2012b) constataram que o uso de cera foi eficaz na conservação de mamão 'Golden'. Nesse aspecto, a definição do ponto adequado de colheita e uso de atmosfera modificada podem auxiliar na conservação do mamão e outras frutas climatéricas comercializadas na microrregião de Chapadina (MA), sem custos expressivos.

A banana apresentou o maior volume comercializado total dentre as frutas estudadas (4.121 kg por semana). As perdas atingiram a terceira posição no ranking estimado, cujo valor médio foi de  $10,81 \pm 1,75\%$  (Tabela 1). O valor foi inferior aos 17% estimados por Ferrão *et al.* (2016), em Chapadina (MA). Isso pode ser explicado pelos menores volumes de comercialização e amostragens realizadas nesse estudo.

Dentre as frutas analisadas, a banana apresentou a maior porcentagem de perdas por causas mecânicas, representando 34,12% da quantidade média total. De acordo com Prill *et al.* (2012), a banana é uma fruta suscetível a danos mecânicos que podem comprometer negativamente sua qualidade. Especialmente quando transportada em condições inadequadas de acondicionamento, como as presenciadas na microrregião estudada, onde as frutas são carregadas a granel em caminhões cobertos por lona, com predisposição a danos mecânicos, desordens fisiológicas e contaminação. Respostas físicas e fisiológicas ao dano mecânico, tais como alterações na cor e sabor, aceleração do amadurecimento, aumento na perda de peso e maior atividade enzimática são mencionadas por Maia *et al.* (2011), ao estudar o armazenamento de banana.

An estimated 517 kg of passion fruit, was offered weekly, with total average losses of  $9.26 \pm 0.04\%$ . Physiological disorders (8.08%), mechanical damage (0.59%) and phytopathological injuries (0.59%) were identified as the main loss-causing agents (Table 1). Physiological disorders basically resulted from rapid maturation and loss of fresh mass, culminating in a senescence-linked wrinkling of the skin and an imperfect appearance. In such cases, even though the pulp is in perfect condition the fruit can be visually unappealing to consumers (SANTOS *et al.*, 2008). According to Venâncio *et al.* (2013), symptoms of senescence in passion fruit begin between three and seven days after harvest, underscoring the need for rapid commercialization. In this respect, poor marketing conditions may have reduced passion fruit quality and, therefore, their point-of-sale acceptance.

For pineapple, the weekly volume offered averaged 394 kg. with total mean losses of  $8.61 \pm 0.04\%$ . Physiological disorders and phytopathological injuries were responsible for 6.89% and 1.72% of these, respectively (Table 1). These occurrences may have resulted from inadequate storage, transport and handling conditions, all of which restricted the useful life of the fruit. Another important factor may have been the harvesting stage, since fruits harvested at an inappropriate maturation stage are rarely purchased by consumers and/or show rapid senescence. In addition, phytopathological problems may be associated with both inadequate transport and handling, as well as field-based diseases, such as peduncular fungi and fusariosis.

The main causes of pineapple loss comes from phytopathogenic attack, especially from *Fusarium subglutinans*, which often causes 30-40% losses and which may reach 100% of field production (RIBEIRO *et al.*, 2011).

For watermelon, some 3,129 kg was offered weekly, with a total of  $8.48 \pm 0.05\%$  estimated as being lost. Physiological disorders (7.24%), mechanical damage (0.62%) and phytopathological injuries (0.62%) were the main causes (Table 1). According to Jie *et al.* (2013), watermelon's high water content and soft pulp mean that, even under optimum storage conditions, the fruit has a relatively short post-harvest shelf life, which demands rapid consumption. The losses by the current study, may have been enhanced by the custom of marketing split watermelon, a practice which puts the pulp in direct contact with adverse environmental conditions and so reduces individual fruit longevity.

Para o maracujá, o volume ofertado semanalmente foi de 517 kg, com perdas médias totais de  $9,26 \pm 0,04\%$ . As desordens fisiológicas (8,08%), danos mecânicos (0,59%) e as injúrias fitopatológicas (0,59%) foram apontados como os principais agentes causais (Tabela 1). As desordens fisiológicas ocorreram basicamente pelo rápido amadurecimento e perda de massa fresca, culminando no enrugamento da casca. O maracujá apresenta enrugamento da casca devido ao processo de senescência e embora sua polpa esteja em perfeito estado, a fruta pode ser desvalorizada visualmente pelos consumidores (SANTOS *et al.*, 2008). De acordo com Venâncio *et al.* (2013), os sintomas de senescência no maracujá iniciam entre três e sete dias após sua colheita, retratando a necessidade de sua rápida comercialização. Nesse aspecto, as más condições de comercialização podem ter reduzido a qualidade do maracujá e, por conseguinte a sua aceitação comercial.

Para o abacaxi, o volume ofertado foi de 394 kg por semana, com perdas médias totais de  $8,61 \pm 0,04\%$ . As desordens fisiológicas e injúrias fitopatológicas foram responsáveis por 6,89% e 1,72% destas perdas, respectivamente (Tabela 1). Tais fenômenos podem ter sido influenciados pelas condições de armazenamento, transporte e manuseio inadequados que restringiram a vida útil do fruto. Outro fator preponderante pode ter sido o ponto de colheita, pois, frutos colhidos em estágio de maturação inadequado são depreciados pelo consumidor e/ou podem ter rápida senescência. Já, os problemas fitopatológicos podem estar associados tanto ao transporte e manuseio inadequado, quanto às doenças no campo, dentre elas, o fungo peduncular e a fusariose.

As principais causas das perdas sofridas pelo abacaxi são resultantes do ataque de fitopatógenos, particularmente o *Fusarium subglutinans*, propiciando entre 30 a 40% de perdas, podendo chegar a 100% da produção no campo (RIBEIRO *et al.*, 2011).

Com relação à melancia, o volume ofertado foi de 3.129 kg por semana. Estimaram-se  $8,48 \pm 0,05\%$  de perdas, cujas desordens fisiológicas (7,24%), danos mecânicos (0,62%) e injúrias fitopatológicas (0,62%) foram as principais causas apontadas (Tabela 1). De acordo com Jie *et al.* (2013), a melancia apresenta elevado teor de água, polpa macia e mesmo sob condições ótimas de armazenamento, a fruta possui vida útil pós-colheita relativamente curta, o que demanda o consumo rápido. No presente estudo, as perdas podem ter sido potencializadas pelo costume de comercializar-se a melancia partida, o que coloca a polpa em contato direto com as condições ambientais adversas.

During transport and handling, watermelon is also susceptible to physical shock, which can lead to losses due to mechanical damage, accompanied by phytopathological injuries. Durigan and Mattiuz (2007) report that such injuries can compromise the appearance, firmness, flavor and useful life of watermelons and, in addition, facilitate the occurrence of rot. Watermelons are usually transported in bulk from the production area to the commercial center and travel long distances, sometimes on poor roads, especially in Maranhão. This favors the kinds of mechanical damage and physiological disturbances that negative effect fruit quality and enhance pathogen susceptibility. Thus, it is important to stimulate local production at sites closer commercial centers, and this could usefully be focussed in the irrigated fruit production area in Magalhães de Almeida municipality (MA).

The volume of mango offered weekly was 400 kg, with  $8.00 \pm 0.18\%$  losses, all due to physiological disorders (Table 1). According to Perosa *et al.* (2009), mango is a highly perishable fruit if environmental conditions are inadequate, which gives it a limited useful life due to excessive pulp softening.

Weekly 1,445 kg of oranges were commercialized, with total mean losses estimated at  $7.11 \pm 0.10\%$ . This being mainly due to physiological disorders (5.93%) and mechanical damage (1.18%) (Table 1). Physiological disorders mostly caused a loss of fruit firmness, which may be related to increases in transpiration. According to Agostini *et al.* (2014), moisture loss is one of the main causes of citrus fruit deterioration and causes both quantitative and qualitative losses.

Mechanically-based losses for oranges, mainly were caused by cuts and excessive compression. Such injuries can arise from inadequate transport and reduce product quality. Damage-related lesions not only reduce visual appeal, but can trigger biochemical reactions that compromise pulp taste and color. According to Fischer *et al.* (2009), mechanical damage to citrus can rupture the epidermal oil glands, resulting in the appearance of oleocellose spots. These lesions diminish citrus fruit quality, altering appearance and reducing shelf life.

For apples, 733 kg per was offered weekly. Mean total losses were  $6.67 \pm 0.07\%$  and resulted from physiological disorders (6.09%), and mechanical damages (0.58%) (Table 1). This overall value was similar to the 5.77% obtained by Tomm *et al.* (2016) in Chapadinha (MA), which may be associated with the fact that the study site had similar cultivation and transport practices as the current study.

Durante o transporte e manuseio, a melancia também é suscetível a impactos, que podem ocasionar perdas por danos mecânicos, concomitantemente às injúrias fitopatológicas. Durigan e Mattiuz (2007) relatam que a ocorrência de fermentos pode comprometer a aparência, firmeza, sabor e vida útil da melancia e, além disso, podem facilitar a ocorrência de podridões. Geralmente, a melancia é transportada a granel, em caminhões, do centro de produção ao de comercialização, e percorre longas distâncias, algumas vezes em estradas com condições precárias, especialmente no Maranhão. Isto favorece a danos mecânicos e distúrbios fisiológicos que culminam em efeitos negativos na qualidade do fruto e susceptibilidade a patógenos. Assim, é importante estimular a produção local e à aquisição em cidades vizinhas ao centro comercial, com destaque ao polo de fruticultura irrigada presente em Magalhães de Almeida (MA).

O volume ofertado de manga foi de 400 kg por semana, com  $8,00 \pm 0,18\%$  de perdas, as quais foram decorrentes de desordens fisiológicas, em sua totalidade (Tabela 1). Segundo Perosa *et al.* (2009), a manga é uma fruta que apresenta alta perecibilidade sob condições ambientais inadequadas, o que lhe confere uma vida útil limitada em razão do amaciamento excessivo da polpa.

O volume de comercialização da laranja foi de 1.445 kg, com perdas médias totais estimadas em  $7,11 \pm 0,10\%$ , das quais, os principais fatores causais relacionaram-se às desordens fisiológicas (5,93%) e danos mecânicos (1,18%) (Tabela 1). As desordens fisiológicas deram-se principalmente pela perda de firmeza dos frutos, o que pode estar relacionada ao aumento da transpiração. Segundo Agostini *et al.* (2014), a perda de umidade é apontada como uma das principais causas de deterioração nas frutas cítricas e resulta em perdas quantitativas e qualitativas.

No que concerne às perdas mecânicas estimadas para laranja, constatou-se que os danos foram, sobretudo, cortes e amassamentos. Estas lesões podem ser oriundas do transporte inadequado e culminam na redução da qualidade do produto. Assim, além da depreciação visual, os mesmos podem desencadear reações bioquímicas que comprometem o sabor e a coloração da polpa. Conforme Fischer *et al.* (2009), os danos mecânicos provocam o rompimento das glândulas de óleo da epiderme, onde podem aparecer manchas denominadas de oleocelose. Estas lesões prejudicam a qualidade de frutas cítricas, com alteração da aparência e redução do tempo de prateleira.

Em relação à maçã, o volume ofertado foi de 733 kg por semana. As perdas médias totais abrangeram  $6,67 \pm 0,07\%$  e resultaram de desordens fisiológicas (6,09%) e danos mecânicos (0,58%) (Tabela 1). O resultado foi semelhante aos 5,77% obtidos por Tomm *et al.* (2016), em Chapadinha (MA), o que pode estar associado à procedência e as práticas semelhantes adotadas na microrregião, que apresenta Chapadinha (MA) como a sua cidade polo.



Refrigeration is one of the options that can reduce physiological losses for apples. According to Brackmann (2008), refrigerated storage of apples can beneficially reduce respiratory rate and the production of ethylene, so favoring conservation of desirable physicochemical characteristics and inhibiting some physiological disorders.

According to traders, apples are marketed under ambient conditions, which enhances decline in quality and post-harvest losses. In addition, the high prices operating in the Chapadinha Microregion can increase the time needed to sell the fruits and, consequently, their susceptibility to post-harvest losses, especially physiological ones, which were estimated to be the cause of post-harvest loss in 91.31% of cases.

An estimated 138 kg of pears were offered per week, with total mean losses of  $6.52 \pm 0.03\%$ , all of which originated from physiological disorders (Table 1). Values for post-harvest losses of pears reported by Tomm *et al.* (2016) from the municipality of Chapadinha, were higher than those reported here (9.11%).

According to Mahajan *et al.* (2010), physiological disorders in pears are characterized by the softening and darkening of the pulp, which reduces fruit quality. The post-harvest life of pears can be prolonged by refrigeration (PREDIERI; GATTI. 2009). However, the seller must assess the economic viability of this technology or adjust the volume of product on offer.

The volume of melons offered was 679 kg per week, with a mean total loss of  $4.32 \pm 0.01\%$ , all of which resulted from physiological disorders (Table 1). Such results agree with those of Morgado *et al.* (2015), who noted that the melon is a climacteric fruit that such disorders increase both metabolic activity and respiration rate, so reducing post-harvest shelf life.

According to Tomm *et al.* (2018), in the Chapadinha Microregion there is a lack of training in good post-harvest practices and commercial management, combined with a monthly income of up to two minimum wages from the sale of fruit and vegetables. Most fruit comes from other states, which indicates scarcity of investment in the fruit production sector in Maranhão.

In general, it was found that the evaluated commercial establishments do not have suitable conditions for packaging, storage and presentation of the fruits on sale. In addition, the existing transport system often delivers a significant percentage of fruits in a partly-damaged state. Overcoming these problems and avoiding such losses involves training the personnel involved in good post-harvest practices, provision of capital for investments in post-harvest technologies and adequate transport for the fruit to be purchased. Although for some fruits, estimated loss-rates appear to be small, the rates are alarming for the size of the municipalities studied and the volume sold. With cumulative loss for each type of fruit marketed.

Uma das alternativas que podem ser adotadas para redução das perdas fisiológicas em maçã é o uso da refrigeração. Segundo Brackmann (2008), o armazenamento refrigerado da maçã pode contribuir benéficamente para redução da taxa respiratória e da produção de etileno, com favorecimento na conservação das características físico-químicas e inibição da ocorrência de alguns distúrbios fisiológicos.

Pelos relatos dos comerciantes, a maçã é comercializada sob condições ambiente, o que auxilia na sua depreciação e perda pós-colheita. Somado a isso, os altos preços praticados na Microrregião de Chapadinha, podem aumentar o tempo de comercialização e consequentemente a susceptibilidade a perdas pós-colheita, especialmente as fisiológicas, que foram estimadas em 91,31% das causas de perdas apontadas para maçã.

O volume ofertado da pera foi de 138 kg por semana, com perdas médias totais de  $6,52 \pm 0,03\%$ , as quais em sua totalidade foram oriundas de desordens fisiológicas (Tabela 1). Tomm *et al.* (2016) estimaram perdas de 9,11% para a comercialização desta fruta no município de Chapadinha, com resultados superiores aos verificados nesse trabalho.

De acordo com Mahajan *et al.* (2010), as desordens fisiológicas em peras são caracterizadas pelo amolecimento e escurecimento da polpa, e são responsáveis pela redução da qualidade da fruta. O uso de refrigeração pode prolongar a vida útil pós-colheita da pera (PREDIERI; GATTI. 2009). No entanto, o comerciante deve verificar a viabilidade econômica dessa tecnologia ou adequar a oferta do produto.

O volume ofertado de melão foi de 679 kg por semana, com perdas médias totais de  $4,32 \pm 0,01\%$ , que em sua totalidade deram-se em virtude de desordens fisiológicas (Tabela 1). Os resultados corroboram com Morgado *et al.* (2015), os quais afirmaram que o melão é um fruto climaterico que apresenta aumento na atividade metabólica, paralelamente ao aumento na taxa respiratória, o que reduz, consequentemente, a sua vida útil pós-colheita.

Segundo Tomm *et al.* (2018), na Microrregião de Chapadinha há predominância de baixo nível de capacitação em boas práticas pós-colheita e gerenciamento comercial, aliado a uma renda mensal de até dois salários mínimos, com a venda de hortifrúteis. Os hortifrúteis, em sua maioria, são oriundos de outros estados, o que denota escassez em investimentos no setor produtivo de frutas no Maranhão.

De modo geral, constatou-se que os estabelecimentos comerciais avaliados não dispõem de condições adequadas para acondicionamento, armazenamento e apresentação das frutas para venda, somado a isso tem-se o transporte que entrega esse produto com algum tipo de avaria. Assim, a superação dessas perdas passa pela capacitação em boas práticas pós-colheita do pessoal envolvido, disponibilidade de capital para o mínimo de investimentos em tecnologias pós-colheita e aquisição de frutas em transportes adequados. Embora para algumas frutas, as estimativas pareçam pequenas, os índices são alarmantes para o porte dos municípios estudados e o volume comercializado. Com prejuízo cumulativo para cada tipo de fruta comercializada.

## CONCLUSIONS

Losses varied between 4.32 and 11.76%, with values, in decreasing order being: avocado ( $11.76 \pm 0.09\%$ ) > papaya ( $11.65\% \pm 0.02$ ) > banana ( $10.82 \pm 1.75\%$ ) > grape ( $10.08 \pm 0.06\%$ ) > passion fruit ( $9.28 \pm 0.04\%$ ) > pineapple ( $8.62 \pm 0.04\%$ ) > watermelon ( $8.48 \pm 0.05\%$ ) > mango ( $8.00 \pm 0.18\%$ ) > orange ( $7.12 \pm 0.10\%$ ) > apple ( $6.68 \pm 0.07\%$ ) > pear ( $6.52 \pm 0.03\%$ ) > melon ( $4.32 \pm 0.01\%$ );

With estimated values between 4.32 and 10.62%, physiological disorders were the main cause of loss;

These and other losses can be overcome, above all, by training of entrepreneurs in good post-harvest practices and commercial management.

## CONCLUSÕES

As perdas variaram entre 4,32 e 11,76%, cuja ordem decrescente foi: abacate ( $11,76 \pm 0,09\%$ ) > mamão ( $11,65\% \pm 0,02$ ) > banana ( $10,82 \pm 1,75\%$ ) > uva ( $10,08 \pm 0,06\%$ ) > maracujá ( $9,28 \pm 0,04\%$ ) > abacaxi ( $8,62 \pm 0,04\%$ ) > melancia ( $8,48 \pm 0,05\%$ ) > manga ( $8,00 \pm 0,18\%$ ) > laranja ( $7,12 \pm 0,10\%$ ) > maçã ( $6,68 \pm 0,07\%$ ) > pera ( $6,52 \pm 0,03\%$ ) > melão ( $4,32 \pm 0,01\%$ ).

Com valores estimados entre 4,32 e 10,62%, as desordens fisiológicas foram a principal causa de perdas.

Essas e outras perdas podem ser superadas, sobretudo, pela capacitação dos empreendedores quanto às boas práticas pós-colheita e gerenciamento comercial.

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

ALMEIDA, E. I. B.; RIBEIRO, W. S.; COSTA, L. C. LUCENA, H. H.; BARBOSA, J. A. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Areia (PB). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, p. 53-60, 2012.

ALMEIDA, E. I. B.; COSTA, L. C.; LUCENA, H. H.; RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A. Influência da aplicação de fungicidas e ceras na manutenção da qualidade do mamão 'Golden'. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, p. 39-43, 2012.

ALMEIDA, E. I. B.; COSTA, L. C.; RIBEIRO, W. S.; CARNEIRO, G. G.; BARBOSA, J. A. Maturação fisiológica de frutos de cajazeiras do Brejo Paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, p. 5-10, 2011.

ASMAR, S. A.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Firmeza de mamão tratado com 1-MCP em diferentes tempos de exposição. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 34, p. 440-444, 2010.

BASAVARAJA, H., MAHAJANASHETTI, S. B.; UDAGATTI, N. C. Economic analysis of post-harvest losses in food grains in India: A case study of Karnataka. **Agricultural Economics Research Review**, v. 20, p. 117-126, 2007.

BENÍTEZ, R. O. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. 2016. <http://www.fao.org> <Acesso em 15 mar. 2018>.

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; PINTO, J. A. V.; NEUWALDI, D. A.; STEFFENS, C. A. Manutenção da qualidade pós-colheita de maçãs 'Royal Gala' e 'Galaxy' sob armazenamento em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2478-2484, 2008.

CARRER, M. J., ALVES, A. F. Estudo das perdas na comercialização de uvas finas de mesa com semente nas principais cidades do interior do Paraná - Londrina, Maringá, Cascavel e Foz do Iguaçu. **Informações Econômicas**, v. 41, p. 53-63, 2011.

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; BURNQUIST, H. L. Impactos socioeconômicos de reduções nas perdas pós-colheita de produtos agrícolas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 395-408, 2015.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de melancias armazenadas em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 296-300.

FERRÃO, G. E.; SILVA, L. R.; SOUSA, R. M.; PIRES, I. C. G.; ALMEIDA, E. I. B.; SOUZA, J. N. C. Comercialização da banana no município de Chapadinha (MA). In: Farias, M. F. *et al.* (Org.). **Tópicos em produção agrícola no Leste Maranhense**. 1 ed. São Luís: EDUFMA, 2016, p. 225-231.

FISCHER, I. H.; FERREIRA, M. D.; SPÓSITO, M. B.; AMORIM, L. Citrus postharvest diseases and injuries related to impact on packing lines. **Scientia Agricola**, v. 66, p. 210-217, 2009.

- FOSCACHES, C. A. L., S. R. L. QUEVEDO-SILVA, F., LIMA-FILHO, D. O. Logística de frutas, legumes e verduras (FLV): um estudo sobre embalagem, armazenamento e transporte em pequenas cidades brasileiras. **Informações Econômicas**, v. 42, p. 37-46, 2012.
- GUERRA, A. M. N. M., FERREIRA, J. B. A., COSTA, A. C. M., TAVARES, P. R. F., MARACAJÁ, P. B., COELHO, D. C., ANDRADE, M. E. L. Perdas pós-colheita em tomate, pimentão e cebola no mercado varejista de Santarém-PA. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, p. 08-17, 2014.
- HENZ, G. P. Postharvest losses of perishables in Brazil: what do we know so far. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 006-013, 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. <http://sidra.ibge.gov.br>. < Acesso em 30 abr. 2018 >.
- JIE, D.; XIE, L.; FU, X.; RAO, X.; YING, Y. Variable selection for partial least squares analysis of soluble solids content in watermelon using near-infrared diffuse transmission technique. **Journal of Food Engineering**, v. 118, p. 387-392, 2013.
- MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; PUSCHMAN, R.; FILHO, V. J. G. M.; CECON, P. R. Physical and metabolic alterations in “Prata Anã” banana induced by mechanical damage at room temperature. **Scientia Agricola**, v. 68, p. 31-36, 2011.
- MAHAJAN, B. V. C.; SINGH, K.; DHILLON, W. S. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits. **Journal Food Science**, v. 47, p. 351-354, 2010.
- MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; SILVA, A. P.; CUNHA, G. A. P.; MENDONÇA, R. M. N.; VILAR, L. C.; MASCENA, J.; LACERDA, J. T. Conservação pós-colheita de abacaxi ‘Pérola’ produzido em sistemas convencional e integrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 695-703, 2012.
- MORGADO, C. M. A.; MATTIUZ, C. F. M.; MUNIZ, A. C.; CHARLES, F.; MATTIUZ, B. Qualidade de melões ‘Louis’ armazenados em quatro temperaturas. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1953-1958, 2015.
- NASCIMENTO, S. S.; MENDES, M. S.; SOUSA, A. N. S.; TOMM, T. F. R.; ALMEIDA, E. I. B.; GONDIM, M. M. S. Levantamento de perdas pós-colheita de frutas tropicais em Chapadinha (MA). In: Farias, M. F. et al. (Org.). **Tópicos em produção agrícola no Leste Maranhense**. 1 ed. São Luís: EDUFMA, 2016, p. 216-224.
- PEROSA, J. M. Y.; SILVA, C. S.; PEROSA, J. M. Y. Avaliação das perdas de manga no mercado varejista da cidade de Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 732-738, 2009.
- PARISI, M. C. M.; SINIGAGLIA, C. Caracterização e quantificação de injúrias pós-colheita em morangos em dois mercados atacadistas de São Paulo. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, p. 1-8, 2012.
- PREDIERI, S. E.; GATTI, E. Effects of cold storage and shelf life on sensory quality and consumer acceptance of ‘Abate Fetel’ pears. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, p. 342-348, 2009.
- PRILL, M. A. S.; NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, A. J.; SILVA, S.; CHAGAS, E. A. ARAÚJO, W. F. Aplicações de tecnologias pós-colheita para bananas ‘Prata-Anã’ produzidas em Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 1237-1242, 2012.
- RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A.; CARNEIRO, G. G.; LUCENA, H. H.; ALMEIDA, E. I. B. Controle do fungo penducular do abacaxi Pérola. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, p. 1-6, 2011.
- SANTOS, C. E. M.; LINHALES, H.; LUÍSA P. L. M.; CARRARO, D. C. S.; SILVA, J. O. C.; BRUCKNER, C. H. Perda de massa fresca dos frutos em progênies de Maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 219-222, 2008.
- TOFANELLI, M. B. D.; FERNANDES, M. S.; FILHO, O. B. M.; CARRIJO, N. S. Perdas de frutas frescas no comércio varejista de Mineiros-GO: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p. 513-517, 2007.
- TOMM, T. F. R.; ALMEIDA, E. I. B.; FIGUEIRINHA, K. T.; FERREIRA, L. S.; AMORIM, D. J.; GONDIM, M. M. S. Procedência e perdas pós-colheita de hortaliças na microrregião de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 12, p. 200-212, 2018.
- TOMM, T. F. R.; SOUSA, A. N. S.; NASCIMENTO, S. S.; MENDES, M. S.; ALMEIDA, E. I. B.; GONDIM, M. M. S. Cenário da comercialização e estimativa de perdas pós-colheita de frutas temperadas em Chapadinha (MA). In: Farias, M. F. et al. (Org.). **Tópicos em produção agrícola no Leste Maranhense**. 1 ed. São Luís: EDUFMA, 2016, p. 232-240.

VENÂNCIO, J. B.; SILVEIRA, M. V.; FEHLAUER, T. V.; PEGORARE, A. B.; RODRIGUES, E. T.; ARAÚJO, W. F. Tratamento hidrotérmico e cloreto de cálcio na pós-colheita de Maracujá-amarelo. **Revista Científica**, v. 41, p. 122–129, 2013.

VIDAL, M. F.; XIMENES, L. J. F. 2016. **Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização**. Caderno Setorial Etene. <<https://www.bnb.gov.br>>. Acesso em 23 mar. 2018.

VIEITES, R. L., DAIUTO, E. R., FUMES, J. G. F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate ‘Fuerte’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 336-348, 2012.