

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

**AVALIAÇÃO DE DANOS MECÂNICOS NAS ETAPAS DE TRANSPORTE,
BENEFICIAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DE PERAS**

JOSIANE PASINI
Tecnóloga em Alimentos – IFRS/ *Campus* BG

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Abril de 2012

CIP - Catalogação na Publicação

Pasini, Josiane
AVALIAÇÃO DE DANOS MECÂNICOS NAS ETAPAS DE
TRANSPORTE, BENEFICIAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DE
PERAS / Josiane Pasini. -- 2012.
112 f.

Orientador: Renar João Bender.
Coorientadora: Lucimara Rogéria Antonioli.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2012.

1. *Pyrus communis*. 2. pós-colheita. 3. impacto. 4.
atrito. 5. varejo. I. Bender, Renar João, orient.
II. Antonioli, Lucimara Rogéria, coorient. III.
Título.

JOSIANE PASINI
Tecnóloga em Alimentos - IFRS/Campus BG

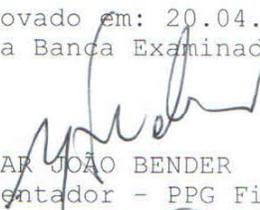
DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

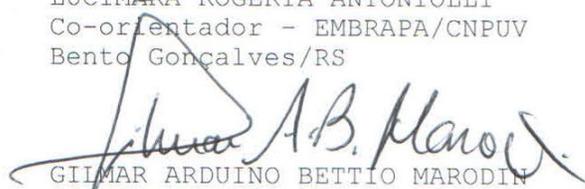
MESTRE EM FITOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

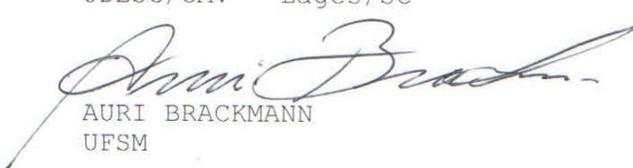
Aprovado em: 20.04.2012
Pela Banca Examinadora


RENAN JOÃO BENDER
Orientador - PPG Fitotecnia

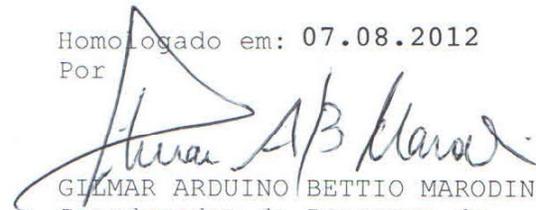

LUCIMARA ROGÉRIA ANTONIOLLI
Co-orientador - EMBRAPA/CNPV
Bento Gonçalves/RS


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
PPG Fitotecnia


CASSANDRO VIDAL TALAMINI DO AMARANTE
UDESC/CAV - Lages/SC


AURI BRACKMANN
UFSM

Homologado em: 07.08.2012
Por


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

*Aos meus pais Avelino e Marinez,
Meus irmãos Marcisete, Miriam, Leandro e Juliane,
Sobrinhos Nathana, João Pedro, Milena e Isadora,
Mateus.
Por serem parte dessa realização, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao Universo, por tudo o que eu tenho.

Aos meus pais, pela educação e ensinamentos que recebi, pelo exemplo de caráter e humildade, que vou levar pelo resto da vida.

Aos meus irmãos, incríveis, que tornam tudo mais leve e tranquilo. Pelo amor e carinho que sempre tivemos. São vocês que estarão para sempre ao meu lado.

Aos meus sobrinhos, lindos, que eu amo mais que tudo, pelas imensuráveis alegrias, por serem essa luz que não tem fim.

Ao Mateus, meu companheiro para todas as horas, meu amigo, meu amor. Fostes tu que estiveste ao meu lado em todos os momentos. Obrigada pelo teu carinho, compreensão, paciência, pela ajuda na mudança, pelas caronas. Obrigada por ser essa pessoa que eu sei que posso contar em qualquer momento.

As minhas queridas amigas do 415, Bruna (meu docinho querido) e Fran pela acolhida, ajuda, conversas, comidinhas gordinhas, caminhadas. Obrigada por terem sido minha família em Porto Alegre.

Aos “meus dois braços” Letícia e Camila, pela amizade incondicional e apoio.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao PPG Fitotecnia e ao Departamento de Horticultura e Silvicultura pelo acolhimento e realização desse curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Bender por ter me recebido no mestrado, pela confiança, amizade e ensinamentos, meu eterno agradecimento.

Aos colegas do laboratório de Pós-colheita da UFRGS, Letícia, Fernanda's, Liege, Cris, Aline, Thais, Stefan, Bruno e Leo pela amizade, conversas e almoços. Agradeço em especial a Cândi, de quem além da amizade, o auxílio foi indispensável para a realização de algumas análises.

Aos colegas do PPG Fitotecnia, em especial aos queridos colegas da “salinha”, pelas conversas, troca de experiências, chimarrões e pelo auxílio nos “assuntos agrônômicos”.

Agradeço em especial ao colega Mateus Gonzatto pela ajuda na análise estatística.

A Micheli e Carla, do laboratório de Análises de Solos, pelas análises de taxa respiratória.

A Marisa, secretária do PPG, pela ajuda e constantes “salvamentos”.

A minha querida co-orientadora, Dra. Lucimara! Na verdade qualquer palavra seria insuficiente para expressar minha gratidão diante da tua disponibilidade e amizade. Tu és o exemplo que sempre vou seguir.

Aos colegas do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita da Embrapa Uva e Vinho: Paula, Moisés, Wanderson, Norma, Tati, Renata, Carol, Caline, Mari e Débora, pela ajuda, amizade, pelas dicas indispensáveis. Vocês foram imprescindíveis para realização do meu trabalho. E aos demais colegas da Embrapa, pela amizade. Agradeço em especial a Tais, pelas águas esterilizadas e aos colegas do laboratório de Fisiologia Vegetal Carol e Diogo, pela ajuda nos gráficos.

Ao Sr. Ilto Machado e à Família Sonda, por terem aberto as portas de suas propriedades para que pudéssemos coletar os frutos e permitido realizar a pesquisa com seus clientes na Ceasa/RS.

Ao Sr. Gervásio Silvestrin, por ter permitido as avaliações de impacto na casa de embalagem.

Ao Sr. Valtair, da Emater-RS, por ter possibilitado as visitas à Ceasa/RS, tão importantes para esse trabalho.

Ao Sr. Cleyton, da Ceasa/RS Porto Alegre, pelas informações do processo de comercialização de peras.

Aos responsáveis pelos mercados e aos feirantes que participaram da pesquisa de comercialização de peras e tão prontamente me atenderam.

A todos que de uma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Meu sincero agradecimento!

AVALIAÇÃO DE DANOS MECÂNICOS NAS ETAPAS DE TRANSPORTE, BENEFICIAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DE PERAS¹

Autor: Josiane Pasini
Orientador: Renar João Bender
Coorientador: Lucimara Rogéria Antonioli

RESUMO

Danos mecânicos podem ocorrer em qualquer etapa da cadeia de produção e comercialização. A pera é um fruto muito sensível às lesões geradas após a colheita, resultando em frutos com baixa qualidade visual. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de danos mecânicos causados por atrito e impacto no transporte e beneficiamento de peras e avaliar seus efeitos sobre a qualidade, bem como acompanhar a comercialização e o manuseio dos frutos nos mercados atacadista e varejista. Para identificação do melhor evidenciador de lesões, peras 'Packham's Triumph' sofreram diferentes intensidades de dano mecânico por atrito e, em seguida, foram submetidas aos métodos evidenciadores: saco de polietileno de baixa densidade, cloreto de 2,3,5-trifenil-tetrazólio (0,1 %) e dióxido de enxofre (3 mL L⁻¹). Para avaliação do dano mecânico por atrito, peras da mesma cultivar foram acondicionadas em caixas plásticas e transportadas em caminhão, por um percurso de 7,3 km em estrada não pavimentada e avaliadas de acordo com sua aparência. Danos mecânicos por impacto foram realizados submetendo peras a alturas de queda verificadas em casa de embalagem comercial, sobre superfícies emborrachada e rígida. Impactos cumulativos foram realizados submetendo peras a uma, duas ou três quedas de uma altura de 6,5 cm sobre superfície rígida. Os frutos foram armazenados e avaliados por até 120 dias, seguidos de cinco dias em condição ambiente, quanto aos principais atributos de qualidade. Para diagnósticos de volume de comercialização e qualidade de peras nacionais ofertadas no atacado e varejo realizaram-se visitas a Ceasa/RS e entrevistas a varejistas e feirantes nas cidades de Porto Alegre e Bento Gonçalves.

A solução de tetrazólio 0,1 % é o evidenciador mais eficaz de lesões ocasionadas por atrito. O transporte causou lesões por atrito leves a moderadas. Na casa de embalagem, foram verificadas alturas de queda nos pontos de transferência entre 4 e 15 cm e a maior aceleração constatada foi de 174,96 G m s⁻¹, equivalente a queda de 6,5 cm sobre o metal. De maneira geral, não houve efeito dos impactos, seja sobre superfície rígida ou emborrachada, sobre a maioria dos atributos de qualidade avaliados. O volume de peras importadas comercializadas na Ceasa/RS, desde 1998, é superior ao volume nacional. No atacado, a maior causa de dano mecânico acontece devido à falta de padronização das embalagens de comercialização e ao transporte em veículos inadequados. No varejo, a comercialização de peras nacionais é marcada pela falta de qualidade visual, com frutos apresentando lesões mecânicas por impacto e atrito e sintomas de podridão.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (112 p.) Abril, 2012.

EVALUATION OF MECHANICAL DAMAGE IN THE STEPS OF TRANSPORTATION, PROCESSING AND MARKETING OF PEARS¹

Author: Josiane Pasini
Adviser: Renar João Bender
Co-adviser: Lucimara Rogéria Antonioli

ABSTRACT

Mechanical damage can occur at any stage of the production and marketing. Pear is a fruit very sensitive to damages generated after harvest, what results in fruits with low visual quality. The objective of this work was to evaluate the occurrence of mechanical damage due to friction and impact on transport and processing of pears, evaluate its effects, and monitor the marketing and handling of fruit in wholesale and retail markets. For identification of the best disclosing injury, 'Packham's Triumph' pears suffered different intensities of mechanical damage due to friction, and then were submitted to the bag low density polyethylene, solution of chloride of 2,3,5-triphenyl-tetrazolium (0.1 %) and sulfur dioxide (3 mL L⁻¹). In order to evaluate mechanical damage due to friction, pears of the same cultivar were placed in plastic boxes and transported by truck throughout a distance of 7.3 km of unpaved road and evaluated according to their appearance. Mechanical damage due to impact were accomplished by submitting the pears to drops observed in the packinghouse of rubber and hard surface. Cumulative impacts was also performed, in which pears were submitted to one, two or three falls from a height of 6.5 cm on hard surface. The fruits were stored and evaluated for up to 120 days, followed by five days at environmental condition for the main attributes of quality. Diagnoses of trading volume and quality of pears offered in national wholesale and retail were performed by visits to Ceasa / RS, and to retailers and merchants in the cities of Porto Alegre and Bento Gonçalves.

The tetrazolium solution 0.1% is the more effective disclosing of injuries caused due to friction. The transportation caused injuries due to friction from low to moderate. In the packinghouse, drop heights were observed at points of transfer between 4 and 15 cm, and greater acceleration detected was 174.96 G m s⁻¹ equivalent down 6.5 cm above the metal. Overall, there was no effect of impacts, whether on hard or rubber surface on most quality attributes evaluated. The volume of imported pears marketed in Ceasa/RS, since 1998, is higher than the national volume. Wholesale indicated that the major cause of mechanical damage is due to lack of standardization of marketing packaging and transport in inadequate vehicles. In retail, the national marketing of pears is marked by the lack of visual quality, with fruit presenting mechanical damage by impact and friction, and rot symptoms.

¹ Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (112 p.) April, 2012.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Importância econômica.....	3
2.2 Aspectos botânicos	4
2.3 Cadeia de produção e distribuição de frutos	5
2.3.1 Colheita.....	5
2.3.2 Beneficiamento e classificação	7
2.3.3 Distribuição.....	9
2.4 Danos mecânicos.....	11
2.4.1 Danos mecânicos por impacto	11
2.4.2 Danos mecânicos por atrito	12
2.4.3 Perda de qualidade de frutos em decorrência do dano mecânico	13
2.5 Determinação das forças envolvidas nos danos causados por impacto e vibração	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Avaliação de métodos para determinação de danos mecânicos por atrito em peras ‘Packham’s Triumph’	20
3.2 Incidência de danos mecânicos gerados por vibração em peras ‘Packham’s Triumph’ durante o transporte em estrada não pavimentada	23
3.3 Avaliação de pontos críticos de ocorrência e magnitude de impactos em linha comercial de beneficiamento e classificação.....	24
3.4 Efeitos dos danos mecânicos por impacto sobre a qualidade de peras ‘Packham’s Triumph’.....	25
3.5 Dados econômicos de peras nacionais e importadas comercializadas na Central de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul (Ceasa/RS), em Porto Alegre.....	30
3.6 Diagnóstico do manuseio e de armazenamento de peras no atacado e varejo	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Avaliação de métodos para determinação de danos mecânicos de atrito em peras ‘Packham’s Triumph’	31
4.2 Incidência de danos mecânicos gerados por vibração em peras ‘Packham’s Triumph’ durante o transporte em estrada não pavimentada	38
4.3 Avaliação de pontos críticos de ocorrência e magnitude de impactos em linha comercial de beneficiamento e classificação.....	41
4.4 Efeitos dos danos mecânicos por impacto sobre a qualidade de peras ‘Packham’s Triumph’.....	45

	Página
4.5 Efeitos dos danos mecânicos cumulativos por impacto sobre a qualidade de peras ‘Pacham’s Triumph’	61
4.6 Distribuição de peras nas cidades de Porto Alegre e Bento Gonçalves: um estudo de caso	70
4.6.1 Dados econômicos de peras nacionais e importadas comercializadas na Central de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul (Ceasa/RS), em Porto Alegre.....	70
4.6.2 Distribuição atacadista na Ceasa/RS	72
4.6.3 Comercialização de peras no varejo.....	83
5 CONCLUSÕES GERAIS	96
6 PERSPECTIVAS	98
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
8 APÊNDICES	109
9 ANEXOS.....	111

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Pontos de transferência observados na linha comercial de beneficiamento e classificação com seus respectivos diferenciais de altura e material de superfície. Bento Gonçalves, 2011.....	42
2. Aceleração máxima (G) verificada nos pontos de transferência de linha comercial de beneficiamento e classificação. Bento Gonçalves, 2011.....	42
3. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) obtidos para a acidez titulável de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias e mantidas sob condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C).	53

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Etapas de beneficiamento e classificação de frutos realizados em casas de embalagem comerciais. Porto Alegre, 2011.....	7
2. Peras 'Packham's Triumph' acondicionadas em bandejas de papelão recobertas com poliuretano, em caixa plástica modelo CN-60, igualmente revestidas. Bento Gonçalves, 2011.	20
3. Caixa de acrílico conectada à uma bomba de vácuo e provida de ventiladores, contendo as peras 'Packham's Triumph' dispostas sobre estrado modular. Bento Gonçalves, 2011.	22
4. Identificação realizada nos frutos da primeira camada, na base da caixa (a) e acondicionamento de peras 'Packham's Triumph' após identificação (b). Bento Gonçalves, 2011.	23
5. Peras 'Packham's Triumph' embaladas individualmente em sacos de PEBD de espessura de 8 micras com fechamento zip (Embalebem). Bento Gonçalves, 2011.....	24
6. Equipamento composto por bomba a vácuo e succionador que mantém o fruto na altura desejada. Na base, superfície emborrachada com pó de giz para marcação do local do impacto no fruto. Bento Gonçalves, 2011.....	26
7. Escala crescente de evidência de dano mecânico causado por vibração. Saco de PEBD (a); TCT 0,1% (b) e SO ₂ 3 mL L ⁻¹ (c). Bento Gonçalves, 2011.	31
8. Frequência de notas atribuídas a peras 'Packham's Triumph' após serem submetidas às intensidades de vibração de 0 (Controle), 70, 140 e 210 rpm, durante 20 minutos e aos métodos evidenciadores de danos mecânicos saco de polietileno, TCT 0,1% e SO ₂ 3 mL L ⁻¹ . Bento Gonçalves, 2011.....	33
9. Pera 'Packham's Triumph' submetida a rotação de 210 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com saco de PEBD, apresentando sinais de corte na epiderme. A seta indica o local da lesão. Bento Gonçalves, 2011.	34

10. Peras 'Packham's Triumph' submetida a rotação de 210 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com saco de PEBD fechado durante 24 horas em condição de temperatura ambiente simulada (30 ± 2 °C), apresentando dano de atrito na epiderme (a) e ausência de lesão no mesocarpo (b). Bento Gonçalves, 2011. 35
11. Pera 'Packham's Triumph' submetida à rotação de 140 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com TCT 0,1% (p/v) durante 20 horas, em condição de temperatura ambiente simulada (30 ± 2 °C) e ausência de luz, apresentando halo vermelho intenso na região lesionada e coloração marrom clara no interior da mancha. Bento Gonçalves, 2011..... 36
12. Pera 'Packham's Triumph' submetida à rotação de 140 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com SO_2 3 mL L⁻¹ durante duas horas, apresentando necrose na região lesionada, circundada por halo marrom e bege. Bento Gonçalves, 2011. 37
13. Dano mecânico por atrito em peras 'Packham's Triumph' submetidas a duas condições de acondicionamento em caixa plástica tipo CN-60, com capacidade para 18 kg, durante o transporte em estrada não pavimentada. Bento Gonçalves, 2011..... 38
14. Sintoma de dano mecânico por atrito na epiderme de pera 'Packham's Triumph' submetida ao contato com outros frutos durante transporte em estrada não pavimentada. As setas indicam o local do dano mecânico por atrito. Bento Gonçalves, 2011. 41
15. Rampa emborrachada com sinais de desgaste no ponto de transferência entre a esteira rolante e o elevador de roletes, em linha de beneficiamento de peras de uma casa de embalagem comercial. Bento Gonçalves, 2011. 44
16. Peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). A área marcada nos frutos mostra o local da lesão..... 46
17. Visualização de lesões na polpa de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Bento Gonçalves, 2011. 47
18. Taxa respiratória de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e mantidas durante 24 horas sob temperatura de 20 ± 2 °C. As barras verticais representam o desvio padrão (n=4). Porto Alegre, 2011..... 48

19. Firmeza de polpa (N) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.	50
20. Teor de sólidos solúveis de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.	52
21. Acidez titulável de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.	53
22. Relação SS/ AT peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.	54
23. Condutividade elétrica no tempo zero (a) e percentual de vazamento de eletrólitos (b) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Porto Alegre, 2011.	56
24. Luminosidade do tecido sadio (a e c) e lesionado (b e d) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.	58
25. Área lesionada da polpa apresentando esbranquiçamento do tecido. Bento Gonçalves, 2011.	58
26. Cromaticidade do tecido sadio (a e c) e lesionado (b e d) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.	60
27. Ângulo Hue do tecido sadio (a e c) e lesionado (b e d) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, , seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.	61

28. Firmeza de polpa (a), acidez titulável (b), teor de sólidos solúveis (c), relação SS/AT (d) e perda de massa (f) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a danos mecânicos cumulativos por impacto a partir da queda de 6,5 cm sobre superfície metálica e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 90 dias, seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). As barras verticais representam o desvio padrão (n=4). 66
29. Luminosidade (a), cromaticidade (b) e ângulo Hue (c) da epiderme de peras 'Packham's Triumph' submetidas a danos mecânicos cumulativos por impacto a partir da queda de 6,5 cm sobre superfície rígida e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 90 dias, seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). As barras verticais representam o desvio padrão (n=4). Bento Gonçalves, 2011..... 69
30. Pera 'Packham's Triumph' submetida a duas quedas livres da altura de 6,5 cm sobre superfície rígida e armazenada sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR após 90 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011. 70
31. Quantidade de peras nacionais e importadas comercializadas na CEASA/RS no período entre 1998 e 2010. Porto Alegre, 2011..... 71
32. Peras cv. William's de origem argentina comercializadas na Ceasa/RS. Porto Alegre, 2011. 73
33. Caixas de peras nacionais observadas na Ceasa/RS e acondicionadas em caixas de madeira (a, b, c e e), caixa plástica (d) e caixa de papelão ondulado (f e g). Porto Alegre, 2011. 74
34. Transferência de peras européias da caixa do produtor para a caixa do varejista. Porto Alegre, 2011..... 75
35. Transporte de frutos na Ceasa/RS em caixas empilhadas sobre carrinhos de mão. Porto Alegre, 2011..... 76
36. Pavimentação mal conservada nas vias internas da CEASA/RS. Porto Alegre, 2011..... 78
37. Veículo utilizado para o transporte de peras da CEASA/RS até o varejo. Porto Alegre, 2011. 78
38. Veículos utilizados para o transporte de peras da CEASA/RS para o varejo (a a g) e local de estacionamento coberto (h). Porto Alegre, 2011. 80
39. Número de citações dos entrevistados a respeito da distância percorrida pelos compradores da CEASA/RS até o local de venda. Porto Alegre, 2011..... 81

40. Armazenamento de peras adquiridas na CEASA/RS até a disponibilização nas gôndolas de exposição. Porto Alegre, 2011.....	82
41. Quantidade de pera nacional (em caixas) adquirida na CEASA/RS. Porto Alegre, 2011.....	83
42. Frequência de compra de peras na CEASA/RS. Porto Alegre, 2011.....	83
43. Peras nacionais comercializadas nas cidades de Porto Alegre, RS (a, b, c e d) e Bento Gonçalves, RS (e e f).....	85
44. Peras importadas comercializadas nas cidades de Porto Alegre, RS (a e b) e Bento Gonçalves, RS (c) e comparação entre a apresentação na gôndola de peras nacionais e importadas (d).....	87
45. Local de compra das peras importadas e nacionais comercializadas nos mercados varejistas de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS. Porto Alegre, 2011.....	89
46. Caixas de comercialização de peras nacionais no mercado varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS. Porto Alegre, 2011.	90
47. Caixas de peras nacionais utilizadas para transporte e comercialização no atacado (a) e os mesmos frutos sendo comercializados no mercado varejista em caixa plástica (b).....	90
48. Local destinado ao armazenamento de peras nacionais até o momento da colocação na gôndola no comércio varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.	91
49. Temperatura utilizada para o armazenamento de peras nacionais no comércio varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.....	91
50. Forma de armazenamento de frutas na câmara fria no comércio varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.	92
51. Câmara fria de supermercado localizado no município de Bento Gonçalves, RS acondicionando frutas, hortaliças e derivados lácteos e carnes. Bento Gonçalves, 2011.....	92
52. Forma de colocação na gôndola de peras nacionais no mercado varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.	93
53. Período em que as peras nacionais permanecem na gôndola do mercado varejista até o momento da venda para o consumidor em Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.	94

54. Destino de peras nacionais submetidas a excesso de manuseio ou que não foram comercializadas em determinado período no mercado varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.....	94
---	----

RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
1. Questionário da entrevista realizada com varejistas e distribuidores da CEASA/RS	109
2. Questionário da entrevista realizada com varejistas	110

1 INTRODUÇÃO

A pera (*Pyrus communis*) é a fruta fresca importada em maior quantidade pelo Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Frutas (Ibraf, 2011), em 2010 foram importadas 189,8 mil toneladas de peras. Apesar do alto consumo, a pereira não se destaca entre as frutíferas de maior expressão no país. Em 2009, foram produzidas apenas 14.856 toneladas (Ibraf, 2011). A baixa produção pode ser justificada pela pouca informação disponível sobre o manejo da cultura, alternância da produção e pela competição com outras frutíferas de retorno econômico mais rápido.

Outro fator limitante da pera nacional é a baixa qualidade dos frutos disponíveis nas gôndolas dos supermercados. O consumidor brasileiro está habituado à qualidade da pera importada e, quando é oferecido o mesmo fruto, porém com qualidade inferior, ocorre uma rejeição ou os frutos são comercializados com valor abaixo do preço de mercado. As peras produzidas no Brasil, principalmente as européias, são colhidas no estágio de maturação inadequado e após a colheita não são submetidas, ou são submetidas inadequadamente, aos tratamentos para indução do amadurecimento, além de serem manuseadas excessivamente desde a colheita até a comercialização, o que prejudica a qualidade visual. Em situações específicas, como dos produtos orgânicos ou ecológicos, os frutos de menor qualidade visual são bem aceitos, entretanto, trata-se de nichos de mercado. No varejo tradicional, a qualidade visual ainda é um fator decisivo para a compra.

Estima-se que 30 % dos produtos de origem vegetal colhidos são perdidos durante o período de pós-colheita. Essas perdas ocorrem devido aos danos mecânicos, distúrbios fisiológicos e danos provocados por patógenos. Os danos mecânicos podem ser classificados em danos causados por impacto, compressão, atrito e corte. Esses danos têm efeito cumulativo nas etapas da cadeia, verificando-se maior incidência no beneficiamento, transporte e comercialização.

A quantificação dos danos mecânicos, bem como a avaliação de seus efeitos sobre a qualidade dos frutos na cadeia de produção e um diagnóstico da cadeia de comercialização permitem identificar os pontos em que o manuseio é inadequado e, dessa forma, estabelecer as medidas de proteção adequadas.

Tendo em vista o potencial de consumo de peras no Brasil, o potencial de produção e a baixa qualidade dos frutos disponíveis no mercado, o objetivo geral desse trabalho foi avaliar a ocorrência de danos mecânicos no transporte, no manejo pós-colheita e na cadeia de comercialização de peras. Nesse sentido, foram realizados sete ensaios com o objetivo de definir o melhor método para detecção das lesões geradas pela aplicação de diferentes intensidades de atrito nos frutos, de avaliar a incidência de danos mecânicos gerados por atrito e impacto nas etapas de transporte e beneficiamento, e ainda de diagnosticar a qualidade das peras nacionais disponíveis nos mercados atacadista e varejista, nas cidades de Bento Gonçalves e Porto Alegre.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância econômica

A pereira é cultivada em muitos países, sendo que a China, os Estados Unidos, a Itália e a Argentina foram os principais produtores no ano de 2009 (Fao, 2011). Nesse mesmo ano, a produção mundial ficou concentrada em vinte países, e esses foram responsáveis por 21.061.244 toneladas de peras (Fao, 2011). No Brasil, a pereira não se destaca entre as frutíferas de maior expressão, apesar do potencial de consumo dos frutos (Fioravanço, 2007). Como a demanda desse fruto é bastante alta no país, quase que a totalidade dos frutos consumidos é importada. De acordo com Junqueira & Peetz (2003), cerca de 90 % das peras disponíveis no mercado interno são provenientes de importação. Os autores citam ainda o Brasil como o segundo maior importador de peras do mundo, em termos de volume internalizado, e o quinto em dispêndio financeiro. No ano de 2010, a pera foi o fruto fresco com maior volume de importação, totalizando 189,8 mil toneladas, o que correspondeu a 162 milhões de dólares (FOB), de acordo com dados do Ibrap (2011). Em 2009, o país produziu 14.856 toneladas (Ibge, 2011), ou seja, apenas 8% do volume consumido. No ano de 2010, o estado do Rio Grande do Sul ocupou o primeiro lugar em produção, com 8.203 t., seguido pelo Paraná, com 3.730 t e Santa Catarina, com 3.516 t. (Ibge, 2011). No país, a área plantada não ultrapassa 1.700 ha (Ayub & Gioppo, 2010). Segundo esses autores, embora a cultura da pereira seja bastante antiga no sul do Brasil, sua produção não obteve bons resultados, tendo sido

praticamente abandonada em virtude da pouca pesquisa e dos pouquíssimos investimentos.

Campo-Dall'Orto (1996), ao analisar a situação da cultura de pereira no estado de São Paulo, citou que os principais entraves para a cultura são a competição com outras frutíferas de retorno econômico mais rápido, como o pessegueiro, a ameixeira, a videira, o caquizeiro e a figueira, bem como, de maneira geral, a baixa qualidade das peras nacionais em comparação com as peras importadas. Como a remuneração para as peras nacionais é menor ocorre, naturalmente, o desestímulo e os produtores diminuem ou deixam de realizar os tratamentos fitossanitários adequados e, dessa forma, são produzidos menos frutos e de pior qualidade.

2.2 Aspectos botânicos

A pereira pertence à Rosaceae, gênero *Pyrus*, que compreende mais de vinte espécies. No Brasil, as espécies mais importantes são a *Pyrus communis* L., a *Pyrus pyrifolia* (Burm) Nak. e a híbrida, resultado de cruzamentos entre as anteriores. A espécie *Pyrus communis*, conhecida como pera européia, é considerada um dos frutos mais apreciados, com textura cremosa e succulenta, além de aroma e sabor bastante agradáveis. Entre as principais cultivares de pereira européia estão a Santa Maria, Packham's Triumph, Bartlett (William's Bon Chrétien), Red Bartlett, Abate Fetel, Winter Nellis e Beurré Hardy (Arruda & Camellato, 1999; Gonçalves, 2008).

A *Pyrus pyrifolia*, conhecida como pera oriental, asiática ou japonesa, apresenta textura crocante e succulenta, mas com pouco aroma em comparação com as cultivares européias. As cultivares Século XX (Nijisseiki), Kosui, Hosui, Suisei e Shinseiki são as mais importantes da espécie (Arruda & Camellato, 1999).

As peras híbridas são mais firmes, com característica entre amanteigada e crocante. São exemplos as cultivares Carrick, Garber, Le Conte, Primorosa, Seleta, Smith, Triunfo, Pera d'Água, Kieffer e Cascatense (Nakasu *et al.*, 2007; Gonçalves, 2008).

2.3 Cadeia de produção e distribuição de frutos

Desde o instante em que é colhido até o momento de ser preparado ou consumido, o produto hortícola é submetido a uma série de ações que, dependendo da sensibilidade do mesmo, poderá causar danos que comprometerão sua qualidade final (Bordin, 1998). Lewis *et al.* (2008) citam a colheita, o beneficiamento, a distribuição e o varejo como etapas determinantes para a manutenção da qualidade pós-colheita de frutos.

2.3.1 Colheita

Dois aspectos devem ser observados para a colheita de peras: o ponto ideal de maturação e a forma como os frutos são colhidos e acondicionados. Reid (2007) define fruto maduro como o que “completou seu crescimento natural e desenvolvimento”. A maturação comercial ou maturação de colheita ocorre quando os frutos atingem, ainda na planta, características que assegurem a continuidade dos processos normais de amadurecimento (Cantillano & Oteiza, 2003).

A determinação do ponto de colheita de peras está baseada em diferentes métodos, como dias após a plena floração, tamanho de frutos (Reid, 2007), firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, coloração da epiderme e teor de amido. Geralmente dois ou mais métodos são

combinados para uma determinação mais precisa do ponto de colheita adequado (Cantillano & Oteiza, 2003).

As peras européias não atingem a maturação de consumo na planta. Esse processo ocorre em etapa posterior à colheita, quando as peras desenvolvem, ao máximo, as suas características sensoriais. Quando permanecem na planta, os frutos apresentam textura pobre, falta de suco e ausência do sabor típico das cultivares. Dessa forma, as peras européias devem ser colhidas ainda firmes, quando atingirem maturação fisiológica, (Cantillano & Oteiza, 2003) e em seguida, expostas a baixas temperaturas para que produzam quantidades suficientes de etileno e concluem o processo de maturação. Esse método é conhecido como condicionamento por frio e é seguido por um número variável de dias em temperatura ambiente (geralmente 18 a 24 °C) (Sugar & Basile, 2008).

Na colheita, a pera deve ser manuseada com cuidado de forma a evitar os danos mecânicos. A colheita é manual, realizada com o auxílio de sacolas resistentes, com suportes laterais de sustentação. A colheita manual permite determinar com mais precisão a qualidade do produto e o grau de maturação, sendo possível realizar várias passadas no mesmo pomar quando a maturação não ocorre de forma uniforme (Thompson, 2007). Nessa etapa, normalmente faz-se uma pré-seleção, descartando os frutos com sinais de pragas ou doenças, muito pequenos ou mal formados.

Após o enchimento da sacola, os frutos são transferidos para bins, caixas de madeira de grandes dimensões capazes de conter entre 350 e 370 kg de fruto ou para caixas plásticas, com capacidade para 18 kg. Quando os frutos colhidos são colocados em bins, esses devem ser revestidos com plástico polibolha, para não causar danos aos frutos. Em seguida, os bins ou as caixas plásticas são transportados para a casa de embalagem (Cantillano & Oteiza, 2003).

2.3.2 Beneficiamento e classificação

Na casa de embalagem, os frutos podem ser imediatamente beneficiados ou armazenados em câmaras refrigeradas para posterior beneficiamento. Dependendo da gerência de operações de cada casa de embalagem, as peras são submetidas, antes da distribuição, a algumas etapas de beneficiamento (Figura 1).



FIGURA 1. Etapas de beneficiamento e classificação de frutos realizados em casas de embalagem comerciais. Porto Alegre, 2011.

a. *Descarregamento*: os frutos são colocados na esteira para início do beneficiamento através da viragem dos bins ou das caixas plásticas.

b. *Corpo de lavagem*: nessa etapa ocorre a remoção das sujidades oriundas do campo através do uso de escovas rotativas com cerdas de polietileno. As cerdas devem ser as mais macias quanto possível, para que não causem danos por atrito aos frutos.

c. *Mesa de seleção*: selecionar é o ato de separar os frutos de acordo com a sanidade e os defeitos. Devem ser separados e descartados os frutos imaturos, manchados, com sinais de podridões, deformados ou muito pequenos. Essa classificação pode iniciar ainda na colheita (Cantillano & Oteiza, 2003). De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Pera (Brasil, 2006), as peras devem ser classificadas de acordo com seu calibre e categoria. Qualquer que seja o calibre a que o fruto pertença, a categoria será dividida em Extra, para ausência parcial de defeitos físicos, fisiológicos e patológicos e em Categoria I, II e III, com percentuais específicos para presença de defeitos.

d. *Sincronizador e Calibrador*: após serem dispostas em linhas, as peras são classificadas por tamanho ou conforme sua massa, seguindo as normas vigentes no mercado a que se destinam (Cantillano & Oteiza, 2003). No Brasil, o Regulamento Técnico (Brasil, 2006) define o calibre como o número de frutos contidos na embalagem. Para as peras acondicionadas em unidades de consumo, a indicação do calibre poderá ser substituída pela marcação do maior e do menor diâmetro equatorial.

e. *Mesa de embalagem*: dependendo do mercado de destino, as peras podem ser acondicionadas em caixas de papelão ondulado ou plástico, com ou sem bandejas separadoras, bem como envolvidas ou não, individualmente, em papel seda. As peras de qualidade inferior geralmente são comercializadas em caixas de madeira, revestidas por sacos de polietileno.

f. *Armazenamento*: Após o beneficiamento, as caixas contendo os frutos são organizadas em paletes e armazenadas em câmara refrigerada sob temperatura de 1 °C e UR 90-95 % (Cantillano & Oteiza, 2003).

2.3.3 Distribuição

Desde a década de 1960, as transformações do setor atacadista de frutos foram caracterizadas pela presença sistemática do Estado, através de ações que visavam a solução dos problemas existentes na área de distribuição e a diferenciação nas formas de comercialização (Souza, 2005). No final da década de 1980 e começo da década de 1990, o sistema passou por um processo de estadualização/municipalização das Centrais de Abastecimento. No Rio Grande do Sul, a empresa Centrais de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul S/A (Ceasa/RS) possui sede na cidade de Porto Alegre. É uma sociedade com capital do Governo do Estado e da Prefeitura Municipal. A Ceasa/RS também possui gestão de diversos consórcios municipais, vinculados em Santa Maria, Santo Ângelo, Ijuí, Passo Fundo e Caxias do Sul. São comercializadas frutas, hortaliças e flores de diferentes espécies, produzidas no país ou importadas.

No interior do complexo da Ceasa/RS diversos agentes atuam sobre a comercialização dos produtos, sendo que os mais importantes, pelo volume de produção, são os produtores do estado, que utilizam o estabelecimento para comercializar diretamente sua produção, em um espaço chamado galpão do produtor ou “pedra”. O termo “pedra” é utilizado para designar o espaço de 5 m² demarcado por uma pintura no chão, que representa uma unidade física equivalente a um box. A comercialização também acontece em setores permanentes, chamado de pavilhão dos atacadistas, designados às empresas atacadistas e distribuídos por grupos de produto. Nessa área, estão instaladas 35 câmaras refrigeradas para armazenamento e conservação de produtos (Damboriarema, 2001).

O regulamento da Ceasa/RS define horário específico para as diversas atividades realizadas no complexo (ingresso de cargas, atividades de desdobramento e transferência de cargas, saídas de cargas, exposição de mercadorias, cotação de preços,

etc.), sendo que a abertura para a comercialização é regulada pelo horário de ingresso dos clientes (Damboriarema, 2001).

A venda para consumidor final não é permitida e os clientes da Ceasa/RS são indivíduos que têm a finalidade de adquirir produtos, atuando como compradores na Ceasa/RS e vendedores no seu estabelecimento comercial. O grupo é constituído por proprietários de atacados, depósitos e distribuidoras, proprietários de supermercados, restaurantes e comerciantes de fruteiras, feiras, bancas, ambulantes, sacolões e ônibus (Damboriarema, 2001), que fazem parte do comércio varejista.

O comércio varejista foi conceituado por Barros *et al.* (1978), em três segmentos principais:

a) Supermercado: é o principal representante dos estabelecimentos de autoserviço, caracterizado pela escolha das mercadorias pelo próprio consumidor, que transporta até a caixa registradora, onde realiza o pagamento;

b) Sacolões: Equipamento fixo de venda a varejo, especializado na distribuição de produtos hortícolas. São empresas pequenas, abastecidas de acordo com o programa do proprietário e geralmente não possuem equipamentos adequados ao armazenamento dos produtos;

c) Feira-livre: Equipamento varejista móvel, cuja característica principal é a circulação de instalações provisórias nas vias públicas. O feirante tem possibilidades de realizar compras diretas do produtor (às vezes é a mesma pessoa), permitindo-lhe vender ao consumidor a preços mais convenientes.

Os locais de venda ao consumidor final recebem mercadoria entre cinco a sete dias na semana, o que requer um tempo relativamente curto de armazenamento no varejo. No entanto, alguns produtos permanecem armazenados durante longos períodos. Igualmente à distribuição, o armazenamento de frutos e hortaliças no varejo deve ser

realizado separadamente, visto que frutos geralmente requerem temperaturas de armazenamento entre 0 e 2 °C, enquanto que as hortaliças requerem temperaturas de 7 a 10 °C. Isso também se faz necessário uma vez que algumas hortaliças verdes são sensíveis à liberação de etileno dos frutos, causando danos que podem interferir em sua comercialização (Thompson & Crisosto, 2007).

2.4 Danos mecânicos

De acordo com Mohsenin (1986), os danos mecânicos podem ser definidos como deformações plásticas, rupturas superficiais e destruição dos tecidos vegetais provocadas por forças externas. Os danos mecânicos podem ser classificados em danos por impacto, compressão, corte e atrito. Fatores como espécie, cultivar, grau de hidratação celular, estágio de maturação, tamanho e massa fresca dos frutos, bem como características da epiderme e condições ambientais influenciam na sensibilidade ao dano mecânico (Mohsenin, 1986).

2.4.1 Danos mecânicos por impacto

O dano por impacto é geralmente causado pela colisão do fruto contra superfícies rígidas ou outros frutos. A colisão pode causar danos externos, que são facilmente visualizados na superfície, com ruptura ou não da epiderme, formação de lesões aquosas translúcidas e amolecimento (Sanches *et al.*, 2008). Aliado a isso, podem ocorrer rupturas microscópicas na epiderme, tornando o fruto propenso à contaminação por patógenos (Segatori *et al.*, 2006).

O nível do dano está diretamente relacionado à energia do impacto e ao tipo de superfície. Quando um fruto impacta sobre uma determinada superfície, produz uma energia que é resultante da velocidade na qual entrou em contato com a superfície. A

velocidade é consequência da massa do fruto, da altura de queda e do material da superfície de impacto. Quanto mais rígida for a superfície (metal, madeira ou plásticos duros), maior será a energia que incidirá sobre o fruto e, conseqüentemente, os danos provocados serão maiores. Ao produzir um impacto, a energia da região elástica afetada passa para o interior do fruto até que se dissipe, seja por ruptura celular, seja pela distensão das membranas elásticas dos frutos (Segatori *et al.*, 2006).

Caso a queda ocorra em superfícies macias ocorre a desaceleração da velocidade em um tempo mais prolongado, o que reduz a força do impacto. Esses materiais também tendem a absorver parte da energia, criando maior superfície de contato e diminuindo o nível de impacto que pode causar dano ao fruto (Segatori *et al.*, 2006).

2.4.2 Danos mecânicos por atrito

Chitarra & Chitarra (2005) citam que os danos por vibrações e abrasões ou atritos são danos superficiais, exceto em produtos muito macios que escurecem rapidamente devido à oxidação enzimática. Segundo Vigneault *et al.* (2002), vibrações são movimentos oscilatórios ao redor de um ponto de referência e estão presentes em grande parte dos sistemas mecânicos, entre eles os meios de transporte e as esteiras utilizadas na movimentação local. Os autores citam ainda que todos os sistemas mecânicos possuem um parâmetro conhecido como frequência natural ou de ressonância, que se caracteriza pelo fato de pequenas amplitudes de excitação provocarem movimentos vibratórios de grande intensidade sobre o sistema. Dessa forma, uma pilha de caixas com um determinado produto é um sistema mecânico que possui uma frequência de ressonância característica. Se durante o transporte for aplicada uma frequência de vibração igual a sua frequência natural, ocorrerá o movimento intenso das caixas e dos frutos de seu interior, podendo originar esforços intensos de

compressão entre os frutos e com as paredes da embalagem, além dos efeitos de atrito. Esses danos são maiores nas camadas superiores da embalagem e estão relacionados com o tamanho e o nível de enchimento da embalagem de transporte.

Estudos realizados indicam que ocorre um número significativo de perdas qualitativas de frutos durante o transporte do pomar até a casa de embalagem. De acordo com Bryant (2004), danos por atrito geralmente possuem menor importância do que os danos por impacto ou compressão, mas podem causar perdas econômicas significativas.

2.4.3 Perda de qualidade de frutos em decorrência do dano mecânico

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) e Kader (2007), a qualidade não é um atributo único definido, mas um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto hortícola. Sigrist (1999) define as características sensoriais como os atributos que impressionam os órgãos dos sentidos, com sensações agradáveis ou desagradáveis, tornando o alimento apetecível ou não, e que dificilmente podem ser medidos por instrumentos. É o caso dos atributos frescor, firmeza e palatabilidade. O primeiro envolvendo uma apreciação da aparência visual e olfativa; o segundo, uma apreciação visual e tátil; e o terceiro, resultante de uma combinação visual, olfativa e gustativa que se manifesta a partir do processo de cozimento (se for o caso) e da mastigação do alimento. Assim, fatores como tamanho, cor, forma e firmeza são avaliados pelo consumidor no momento da compra, além do valor nutritivo e propriedades relacionadas à saúde.

O consumidor, ao selecionar um fruto, faz uma avaliação subjetiva da firmeza de polpa ao pressioná-lo com as mãos. Os que apresentarem, nesse procedimento, alguma deformação ou causarem a impressão de baixa firmeza de polpa serão rejeitados.

A mudança na firmeza se dá em consequência das modificações que ocorrem nos polissacarídeos da parede celular, principalmente na pectina e hemicelulose (Paiva, 2009). Sinobas *et al.* (1991) também citam que a firmeza do tecido é um importante fator de qualidade. Esses autores submeteram peras 'Blanquilla' a quedas de 4, 6 e 10 cm de altura e observaram diferenças significativas nos atributos analisados. Para essa cultivar, firmeza de polpa abaixo de 25 N, indica que os frutos estão mais maduros e, portanto, são mais suscetíveis à ocorrência de lesões. Já Lee *et al.* (2004) submeteram caquis da cultivar Rama Forte a quedas de uma altura de 50 cm e observaram decréscimo na firmeza de polpa ao longo do armazenamento dos frutos danificados, especialmente quando armazenados a 20 °C em comparação àqueles armazenados a 0 °C. Os autores atribuíram o resultado ao acréscimo na atividade da enzima polifenoloxidase durante o armazenamento a 20 °C. Zhou *et al.* (2007) avaliaram a firmeza de peras após transportá-las por 500 km e armazená-las em temperatura ambiente por um, nove, 18, 27 e 36 dias e constataram amolecimento dos frutos ao longo do armazenamento, especialmente aqueles transportados na parte traseira do caminhão, indicando que esse é o local que causa o maior dano no transporte.

A taxa respiratória e a síntese de etileno também são alteradas após a ocorrência de danos mecânicos (Chitarra & Chitarra, 2005). A atividade respiratória é o processo através do qual materiais orgânicos armazenados (carboidratos, proteínas e gorduras) são quebrados em moléculas simples para liberação de energia na forma de adenosina trifosfato (ATP) ou fatores de oxi-redução ($\text{NADH} + \text{H}^+$) e para a produção de compostos intermediários essenciais à vida e à qualidade do vegetal. Nesse processo, o vegetal utiliza oxigênio (O_2) e produz dióxido de carbono (CO_2). Durante o período pós-colheita é importante que haja disponibilidade de O_2 para que os tecidos possam manter os processos de oxidação dos substratos respiratórios com produção de energia

(Ferreira & Calbo, 2008). A velocidade de deterioração, geralmente, é proporcional à velocidade de respiração (Kader, 2007).

Agar & Mitcham (2000) observaram que durante o beneficiamento de peras 'Bartlett' houve um aumento considerável na taxa respiratória, indicando que as injúrias ocorrem tanto na colheita quanto em pós-colheita, durante o manuseio na casa de embalagem. Durigan *et al.* (2005) submeteram limas ácidas 'Tahiti' a danos por impacto, compressão e corte e, embora todos os danos tenham ocasionado incremento na taxa respiratória em relação aos frutos que não sofreram danos (controle), os frutos submetidos ao dano por impacto apresentaram a atividade respiratória triplicada. Mattiuz & Durigan (2001), aplicaram esses mesmos danos em goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato e, igualmente, observaram maior incremento na atividade respiratória nos frutos submetidos ao dano por impacto, indicando que essa lesão é grave, possivelmente por haver o maior rompimento de células. De maneira contrária, Steffens *et al.* (2008) não observaram diferenças significativas na taxa respiratória de maçãs 'Gala' submetidas a duas quedas de uma altura de 0,2 m em relação aos frutos que não sofreram quedas (controle), sendo que todos os tratamentos apresentaram aumento na taxa respiratória ao longo de nove dias de manutenção a 21 °C.

O aumento na taxa respiratória ocorre minutos após o dano, promovendo reações responsáveis pelas modificações da qualidade sensorial como cor, sabor, aroma e textura e nutricionais, pela diminuição de teor vitamínico (Chitarra & Chitarra, 2005; Segatori *et al.*, 2006).

Chitarra & Chitarra (1990) citam que os danos físicos alteram as características dos frutos, tais como cor e sabor. As alterações que ocorrem na epiderme em virtude do dano mecânico podem provocar o rompimento das células da epiderme e a exposição do líquido celular que, pela ação de oxidases e do contato com o oxigênio, escurecem,

depreciando o produto. O escurecimento dos tecidos danificados é resultado da ruptura das membranas que expõe os compostos fenólicos à ação da enzima polifenoloxidase (Kader, 2007). A mudança na cor, após o dano mecânico, é dependente da variedade e da estrutura do tecido, como espessura da epiderme, pigmentação, ordenamento e turgidez celular (Segatori *et al.*, 2006). Em goiabas, Mattiuz & Durigan (2001b) observaram que as áreas injuriadas sempre se apresentavam mais escuras do que as não-lesionadas. Martinez-Romero *et al.* (2002) submeteram damascos a danos por impacto e observaram mudanças de coloração nos frutos lesionados durante o armazenamento.

Moretti *et al.* (1998) estudaram as injúrias de impacto sobre a qualidade de tomates e constataram aumento no extravasamento de eletrólitos, o que está relacionado ao aumento da permeabilidade e à perda de integridade de membranas celulares em virtude de estresses (Campos *et al.*, 2003).

Trabalhos com tomates (Moretti *et al.*, 2002; Camargo & Ferreira, 2004) demonstraram que desordens fisiológicas causadas por impacto alteram significativamente a acidez titulável. Sanches *et al.* (2008), no entanto, não observaram alterações nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável de abacates após aplicar danos por impacto e compressão. Já Durigan *et al.* (2005) observaram reduções nesses atributos após a aplicação de danos mecânicos por impacto, compressão e corte em limas ácidas ‘Tahiti’, salientando que a senescência ocorreu mais rapidamente nos frutos injuriados, em virtude dos efeitos estressantes do dano.

2.5 Determinação das forças envolvidas nos danos causados por impacto e vibração

De acordo com Bollen (2006), combater as causas primárias de perdas de produtos hortícolas em pós-colheita é uma forma de diminuir o desperdício. Para isso,

têm sido desenvolvidos instrumentos portáteis capazes de detectar acelerações e quantificar compressões. De acordo com Muller (2008), as esferas providas de acelerômetros quantificam impactos incidentes em frutos durante os processos de seleção e transporte. O equipamento mais amplamente utilizado é o *Impact Recording Device* (IRD), desenvolvido pela Universidade de Michigan (Zapp, 1990). O IRD é uma esfera de plástico rígido, que contém em seu interior um sensor de impactos e um microprocessador que registram o momento de ocorrência, a intensidade e a duração dos impactos durante o percurso na linha de beneficiamento e classificação (Antoniolli & Ferreira, 2010). Para avaliar uma linha de beneficiamento e classificação, a esfera é posicionada no início da linha (recepção), seguindo o fluxo normal dos frutos até a etapa final. Os níveis de impacto são medidos na aceleração máxima (AM) e nas mudanças de velocidade (m s^{-1}) (Antoniolli & Ferreira, 2010).

As esferas instrumentadas têm sido utilizadas para quantificar as forças de aceleração que incidem sobre os frutos nas etapas de colheita, beneficiamento e transporte. Para tanto, Antoniolli *et al.* (2009), utilizando a esfera instrumentada IRD, avaliaram a magnitude e os pontos de maior incidência de danos mecânicos em diferentes linhas de classificação e embalagem de maçãs e registraram valores de até 123,3 G no ponto de transferência entre o elevador de roletes e o secador. Camargo & Ferreira (2004) utilizaram a esfera instrumentada em duas linhas de classificação de tomates, nacional e importada, avaliando o nível de aceleração nos pontos de transferência e observaram que as etapas de recebimento, saída da secagem e classificação apresentaram os maiores valores de aceleração. Da mesma forma, Ferreira *et al.* (2006), observaram que o recebimento e a transferência para o local de armazenamento apresentaram maiores níveis de impacto em linha de beneficiamento de citros. Os autores observaram ainda que a substituição de superfícies rígidas de queda

por superfícies protetoras reduz significativamente a força do impacto. Trabalhos semelhantes foram realizados com caqui (Valentini *et al.*, 2009) e batatas (Ferreira & Netto, 2007).

As vibrações podem ser quantificadas utilizando-se sensores providos de acelerômetros. De acordo com Ferreira & Calbo (2008), o acelerômetro é um equipamento mecânico que pode ter interface eletrônica para mensurar movimentação e vibração durante transporte e varia de acordo com as magnitudes e frequências da vibração a ser medida. Esse equipamento geralmente é acoplado a um computador que registra os valores obtidos.

As alterações dos tecidos podem ser induzidas por ferimentos visíveis e invisíveis. Algumas lesões com diâmetro menor que 100 μ m não podem ser detectadas visualmente, mas também podem contribuir para a aceleração da deterioração durante a pós-colheita (Amiri & Bompeix, 2004). Alguns métodos podem ser utilizados a fim de evidenciar as lesões nos tecidos, como microscopia confocal de varredura a laser (CLSM) (Veraverbeke *et al.*, 2001), microscopia eletrônica de varredura (Montero *et al.*, 2009) e espectroscopia de impedância elétrica (Jackson & Harker, 2000). Embora esses métodos sejam bastante eficazes, sua utilização é limitada pelo alto custo dos equipamentos e dificuldade no manuseio. Dessa forma, Amiri & Bompeix (2004) testaram dióxido de enxofre em maçãs e peras a fim de acelerar o escurecimento dos tecidos e avaliar a extensão dos ferimentos e verificaram a eficiência desse método até mesmo na identificação das menores lesões. Yuri *et al.* (2005) citam que a utilização de sacos de polietileno acelera o processo de oxidação dos compostos da epiderme e da polpa de maçãs, e, por conseguinte, a manifestação de danos mecânicos. Danos mecânicos em sementes de milho (Oliveira *et al.*, 1998), soja (Oliveira *et al.*, 1999; Marcondes, *et al.*, 2005; Lopes *et al.*, 2011) e abobrinha (Barros *et al.*, 2005) podem ser

visualizados através da imersão em solução de cloreto de 2,3,5- trifenil-tetrazólio (TCT). O teste de tetrazólio, aperfeiçoado por Moore em 1972, baseia-se na atividade dos tecidos vivos, refletindo a atividade das enzimas desidrogenases, envolvidas no processo de respiração. Essas enzimas catalisam reações respiratórias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. No processo de respiração ocorre a liberação de íons de hidrogênio, com os quais o sal TCT reage, formando uma substância de cor vermelha e insolúvel denominada trifenilformazam (França Neto *et al.*, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Avaliação de métodos para determinação de danos mecânicos por atrito em peras ‘Packham’s Triumph’

Peras ‘Packham’s Triumph’ foram colhidas em pomar comercial localizado no município de São Francisco de Paula, RS. Para evitar qualquer dano mecânico, os frutos foram acondicionados em bandejas de papelão recobertas com poliuretano e essas foram colocadas em caixas plásticas, modelo CN-60 (dimensões 52,0 x 32,0 x 28,0), igualmente revestidas com o mesmo material (Figura 2).



FIGURA 2. Peras ‘Packham’s Triumph’ acondicionadas em bandejas de papelão recobertas com poliuretano, em caixa plástica modelo CN-60, igualmente revestidas. Bento Gonçalves, 2011.

No laboratório, frutos de todos os calibres foram classificados e distribuídos igualmente em caixas plásticas tipo “meia caixa” (dimensões 55,0 x 18,0 x 36,0cm). Utilizando um agitador orbital (Fanem, 255B) foram realizados os tratamentos de dano mecânico de atrito: Controle (0 rpm); 70 rpm; 140 rpm e 210 rpm, aplicados durante 20 minutos.

Em seguida, os frutos foram submetidos aos seguintes métodos para detecção de danos mecânicos: saco de polietileno de baixa densidade (PEBD) de espessura de 8 micras com fechamento zip; solução 0,1 % (p/v) de cloreto de 2,3,5-trifenil-tetrazólio (TCT, Vetec) e 3 mL L⁻¹ (v/v) de dióxido de enxofre (SO₂, Veronese).

O método que fez uso de sacos de PEBD consistiu no embalagem individual das peras, sendo fechados posteriormente e mantidos durante 24 horas em condição de temperatura ambiente simulada (30 ± 2 °C), a fim de acelerar as reações bioquímicas dos frutos e, dessa forma, evidenciar as lesões geradas pela vibração.

Para a detecção com TCT, as peras foram lavadas com detergente neutro e esponja macia e submetidas à três lavagens consecutivas em água destilada esterilizada. Esse procedimento é necessário para eliminação da microbiota superficial, haja vista que esse reagente detecta também a viabilidade de células eucarióticas. Os frutos permaneceram imersos nessa solução durante 20 horas, em condição de temperatura ambiente simulada (30 ± 2 °C) e ausência de luz.

A detecção dos danos mecânicos nas peras utilizando o SO₂ 3 mL L⁻¹ seguiu a metodologia descrita por Amiri & Bompeix (2005), com adaptações. As peras foram acondicionadas em caixa retangular de acrílico (40 L de volume interno) e dispostas, lado a lado, sobre estrado modular quadrado (dimensão 2,5 x 25,0 x 25,0 cm). Para retirar o ar da caixa e para completa vedação, foi conectada uma bomba de vácuo à uma válvula localizada na tampa da caixa. No fundo da caixa foi colocado um mini-

ventilador para melhor distribuição do gás (Figura 3). O SO₂ foi injetado na caixa utilizando uma seringa de 20 mL por meio de válvula vedada com septo de silicone. O volume de gás injetado foi calculado em mL L⁻¹ de volume interno livre do recipiente. A caixa permaneceu fechada durante duas horas. Para avaliação dos frutos, manteve-se a caixa aberta por 24 horas.



FIGURA 3. Caixa de acrílico conectada a uma bomba de vácuo e provida de ventiladores, contendo as peras ‘Packham’s Triumph’ dispostas sobre estrado modular. Bento Gonçalves, 2011.

A avaliação de aparência dos danos mecânicos se deu por meio da análise visual, utilizando uma escala de notas (0= sem dano; 1= dano muito leve; 2= dano leve; 3= dano moderado; 4= dano severo; 5= dano muito severo), adaptada de Slaughter *et al.* (1993). A escala de cada método evidenciador foi obtida com frutos do ensaio, em nível crescente de evidência de lesões.

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento e unidade experimental composta por cinco frutos. As notas atribuídas aos frutos de cada tratamento foram submetidas à análise de frequência, e os resultados expressos em percentagem.

3.2 Incidência de danos mecânicos gerados por vibração em peras ‘Packham’s Triumph’ durante o transporte em estrada não pavimentada

Peras ‘Packham’s Triumph’ foram colhidas em pomar comercial do município de São Francisco de Paula, RS e acondicionadas em caixa plástica modelo CN-60 (52,0 x 32,0 x 28,0 cm). Os frutos foram colhidos e acondicionados aleatoriamente na caixa. A escolha da embalagem levou em consideração o que é usualmente utilizado para o transporte de peras européias no Brasil. A fim de determinar a posição de cada fruto na caixa, os frutos foram identificados com letras e números, de acordo com a linha e a coluna em que foram acondicionados (Figura 4). Nas camadas superiores, a sinalização dos números foi mantida, alterando-se somente as letras.

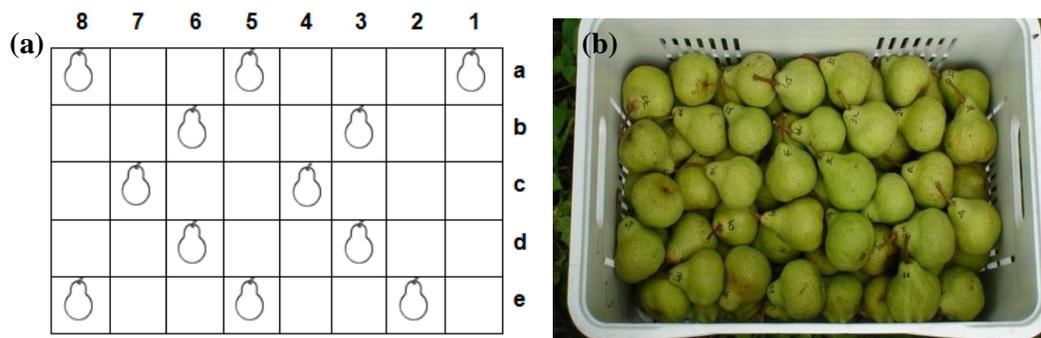


FIGURA 4. Identificação realizada nos frutos da primeira camada, na base da caixa (a) e acondicionamento de peras ‘Packham’s Triumph’ após identificação (b). Bento Gonçalves, 2011.

Em seguida, a caixa contendo 18 kg de peras foi posicionada na parte traseira da carroceria de um caminhão Mercedes Benz, modelo 1114, sem suspensão a ar, carregado com 23 bins, contendo, cada um, aproximadamente 360 kg de peras. O trajeto percorrido foi de 7,3 km em estrada não pavimentada em boas condições de manutenção a uma velocidade entre 20 e 25 km/h. Ao término do percurso, a caixa foi retirada do caminhão, posicionada no banco traseiro de um carro não refrigerado e

transportada para o Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-colheita, da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves.

As peras foram separadas de acordo com a sua localização na caixa, em dois tratamentos: frutos que tiveram contato somente com outros frutos e frutos que tiveram contato com a embalagem e com outros frutos. As peras foram embaladas individualmente em sacos de PEBD (Figura 5), com espessura de 8 micras e fechamento zip (Embalebem) e mantidas sob temperatura de 30 ± 2 °C durante 24 horas.



FIGURA 5. Peras 'Packham's Triumph' embaladas individualmente em sacos de PEBD de espessura de 8 micra com fechamento zip. Bento Gonçalves, 2011.

Os frutos de cada tratamento foram avaliados quanto à presença de danos mecânicos por atrito na epiderme. Foram considerados frutos com danos mecânicos por atrito aqueles que apresentaram escurecimento da epiderme visível a olho nu. Os resultados foram expressos em percentagem de frutos com ou sem lesões.

3.3 Avaliação de pontos críticos de ocorrência e magnitude de impactos em linha comercial de beneficiamento e classificação

A avaliação foi realizada em casa de embalagem comercial no município de Farroupilha, RS. A linha de beneficiamento e classificação é utilizada, sem

modificações estruturais, para diferentes frutos, dentre eles peras, maçãs e pêssegos. Inicialmente, foi realizada avaliação criteriosa da linha, observando seus pontos de transferência. Em seguida, determinou-se a diferença de altura entre cada ponto, utilizando uma régua de 60 cm. Também foram observados o material da superfície de queda e a presença de mecanismos desaceleradores dos frutos, como cortinas e rampas.

Para se obter os valores de aceleração máxima (G), foram observadas as diferenças de altura nos pontos de transferência e o material presente na superfície de queda, sendo utilizadas as equações definidas por Antonioli *et al.* (2009). Os autores obtiveram as equações liberando uma esfera instrumentada (Techmark, Inc. Lansing, EUA) a partir de diferentes alturas (um a 42 cm, com intervalos de três cm) sobre duas superfícies: metal e borracha (8 mm, Ingeniería Prodol S/A). Para a queda sobre o metal, a equação determinada pelos autores foi $G = -0,1909x^2 + 16,989x + 72,585$ e, para a queda sobre a borracha, a equação foi $G = 4,8391x + 7,8026$. Em ambas as equações a variável x representa a altura de queda.

3.4 Efeitos dos danos mecânicos por impacto sobre a qualidade de peras

‘Packham’s Triumph’

Peras ‘Packham’s Triumph’ foram colhidas em pomar comercial situado no município de São Francisco de Paula, RS. Na colheita, o tamanho e a coloração dos frutos foram observados de modo a obter estágio similar de maturação, tendo como referência o ponto de colheita comercial. As peras permaneceram por 15 dias em câmara refrigerada sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR, a fim de induzir e uniformizar o amadurecimento. Para aplicação dos tratamentos de danos mecânicos por impacto, os frutos foram mantidos por cerca de quatro horas em temperatura ambiente (20 ± 2 °C).

Para a realização do impacto, utilizou-se um equipamento que possibilita a queda livre dos frutos (Figura 6), conforme Magalhães *et al.* (2007), com modificações. Cada fruto foi succionado por uma bomba a vácuo e a sucção cessou somente quando o fruto foi posicionado na altura correspondente ao tratamento a ser aplicado. A altura foi ajustada para cada fruto, a fim de que todos, independente do diâmetro equatorial, caíssem exatamente da mesma altura. Pó de giz foi colocado na superfície de queda para marcar o local exato do impacto, sendo, em seguida, circundado com caneta hidrocor preta.

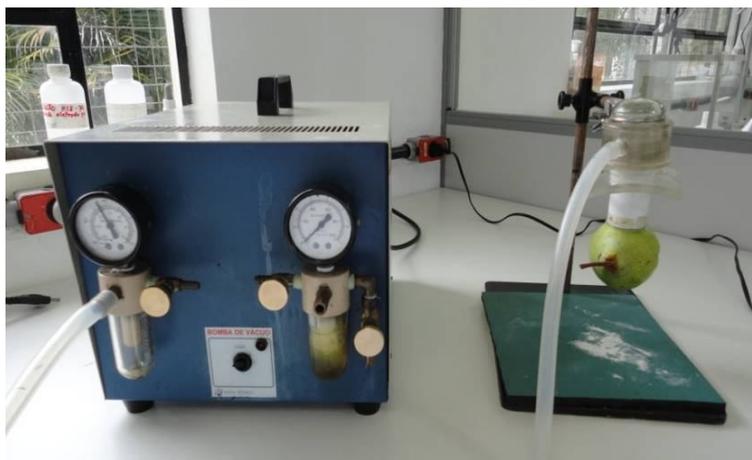


FIGURA 6. Equipamento composto por bomba a vácuo e succionador que mantém o fruto na altura desejada. Na base, superfície emborrachada com pó de giz para marcação do local do impacto no fruto. Bento Gonçalves, 2011.

As alturas e superfícies de queda utilizadas nesse experimento foram definidas a partir das acelerações geradas após observação dos pontos de transferência da linha comercial de beneficiamento e classificação avaliada preliminarmente. Foram realizados dois ensaios independentes. No primeiro ensaio, foram realizados danos mecânicos por impacto através da queda dos frutos de diferentes alturas sobre duas superfícies. Foram realizados quatro tratamentos: controle (sem dano), queda de 6,5 cm e 15 cm sobre borracha esponjosa (8 mm, Ingeniería Prodol S/A) e queda de 6,5 cm

sobre superfície metálica. No segundo ensaio, para simular o efeito cumulativo dos impactos, foram realizadas quedas livres cumulativas a partir da altura de 6,5 cm sobre superfície metálica. Foram realizados quatro tratamentos: controle (sem dano), uma, duas e três quedas.

Após os impactos, as peras foram acondicionadas em caixas plásticas modelo CN-60 (52,0 x 32,0 x 28,0 cm), sobre bandejas de papel e armazenadas em câmara refrigerada, mantida a $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR. Os frutos do primeiro ensaio foram avaliados aos 30, 60, 90 e 120 dias e os do segundo ensaio aos 30, 60 e 90 dias, seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 1 °C). Adicionalmente, os frutos do primeiro ensaio foram avaliados cinco dias após a aplicação dos tratamentos.

Ao término dos diferentes períodos de armazenamento refrigerado, foram avaliados os seguintes atributos de qualidade: perda de massa e coloração da epiderme sadia e lesionada. Após cinco dias em condição ambiente as peras foram novamente avaliadas quanto aos mesmos atributos e, ainda, quanto à firmeza de polpa, teores de sólidos solúveis e acidez titulável. No primeiro ensaio, avaliou-se também a visualização da lesão na epiderme e na polpa, a integridade de membranas e a atividade respiratória.

A perda de massa foi calculada pela diferença, em percentual, entre a massa inicial e a final de cada unidade experimental. A cor foi determinada com auxílio de espectrofotômetro Konica Minolta (CM-2500d) no sistema $L^* a^* b^*$. Foram realizadas duas leituras por fruto, na região equatorial, sobre a epiderme sadia e lesionada.

Para a análise da firmeza de polpa, removeu-se uma porção da epiderme e com auxílio de um penetrômetro analógico (Mc Cornick, FT327), equipado com ponteira de

8 mm de diâmetro (Magness-Taylor), fez-se a determinação na região equatorial dos frutos, em local intermediário às lesões, sendo o resultado expresso em Newtons (N).

O teor de sólidos solúveis foi determinado por meio de refratômetro digital (Atago, PR101 Pallet) e a leitura corrigida para 20 °C (AOAC, nº 932.12, 2002), sendo o resultado expresso em °Brix.

A determinação da acidez titulável se deu pela titulação de 10 mL de suco homogeneizado em 90 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 N até atingir pH 8,1 em potenciômetro (Marconi, PA 200) (AOAC, nº 942.15, 2002). O resultado foi expresso em percentagem de ácido málico.

A determinação da presença de lesão em resposta aos tratamentos foi feita por análise visual. Uma porção da epiderme foi retirada para visualização da ocorrência de lesão na polpa.

A integridade de membranas foi determinada conforme Felício *et al.* (2006), com adaptações. Nove discos medindo 2 mm de espessura e 9 mm de diâmetro da polpa sadia e lesionada foram lavados em água destilada e colocados em solução de manitol 0,4 M (Synth). O vazamento de eletrólitos foi determinado com auxílio de condutivímetro (Digimed, DM-32) imediatamente após o dano e após três horas sob agitação, a 30 °C. Em seguida, os tecidos foram congelados em freezer doméstico (-18 °C) e triturados com dispersor-desintegrador (Turrax), de forma a eliminar a permeabilidade seletiva das membranas e permitir o extravasamento total de eletrólitos. Em seguida, determinou-se novamente a condutividade elétrica. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}$ no tempo zero e em % de extravasamento de eletrólitos, através da fórmula: % extravasamento = (valor da leitura após 3 h/valor leitura após trituração) x 100.

Para a determinação da atividade respiratória, três frutos foram acondicionados em recipientes de vidro com capacidade de 3 L, adaptados, na tampa, com uma válvula para retirada das amostras gasosas. Os frascos foram mantidos vedados durante uma hora antes de cada determinação, em temperatura ambiente (20 ± 2 °C). Alíquotas gasosas de 10 mL foram retiradas de cada frasco com o auxílio de uma seringa hipodérmica (Hamilton). As amostras foram injetadas e analisadas em cromatógrafo gasoso (Shimadzu GC-2014, modelo “Greenhouse”), equipado com coluna empacotada (70 °C), detectores FID (250 °C) e ECD (325 °C) e N₂ como gás de arraste (26 mL min⁻¹). As determinações foram realizadas após uma, três, cinco e 24 horas da aplicação dos tratamentos de impacto. A atividade respiratória foi calculada levando em consideração a massa dos frutos, o volume livre do recipiente e o tempo que o mesmo permaneceu fechado. Os resultados foram expressos em mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹.

Os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de cinco frutos no primeiro ensaio e quatro repetições de quatro frutos no segundo ensaio. Para a determinação de vazamento de eletrólitos foram utilizadas quatro repetições de três frutos e para a determinação da taxa respiratória, três repetições de três frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância com posterior teste de regressão ou comparação de médias através do teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os dados apresentados em percentagem foram transformados através da fórmula $\arcsen \sqrt{x/100}$. Os demais dados foram avaliados quanto à normalidade e não sofreram transformações.

3.5 Dados econômicos de peras nacionais e importadas comercializadas na Central de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul (Ceasa/RS), em Porto Alegre

As informações de quantidade comercializada de peras nacionais e importadas, no período de 1998 a 2010 foram fornecidas pela Ceasa/RS. Os dados foram analisados e apresentados na forma de estudo de caso.

3.6 Diagnóstico do manuseio e de armazenamento de peras nos mercados atacadista e varejista

Foram realizadas visitas periódicas a Central de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul S/A – Ceasa/RS, na cidade de Porto Alegre, no período compreendido entre os meses de março e junho de 2011. Foi realizada entrevista com 33 compradores de peras, fazendo-se uso de questionário (Apêndice 1).

Foram, ainda, realizadas visitas a estabelecimentos de venda de frutas nos municípios de Bento Gonçalves e Porto Alegre, no período de março a maio de 2011, a fim de verificar a qualidade das peras nacionais ofertadas ao mercado consumidor. Para tanto, durante as visitas, foi realizada uma avaliação visual dos frutos, observando-se a aparência externa, e uma entrevista com os proprietários dos estabelecimentos, com utilização de questionário (Apêndice 2). Em Porto Alegre, foram visitados quatro hipermercados, três supermercados, quatro mercados de bairro e três feiras-livres. Em Bento Gonçalves, as visitas aconteceram em nove supermercados, três varejões (fruteiras) e dois distribuidores, totalizando 28 estabelecimentos nos dois municípios.

Os resultados das visitas foram apresentados em forma de estudo de caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de métodos para determinação de danos mecânicos de atrito em peras ‘Packham’s Triumph’

Com peras provenientes do experimento foi elaborada a escala de evidenciamento para cada um dos métodos utilizados (Figura 7). A nota zero representa o fruto com ausência de danos enquanto que a nota cinco representa o fruto com maior área e severidade de lesão detectadas.



FIGURA 7. Escala crescente de evidência de dano mecânico em peras ‘Packham’s Triumph’, estabelecida de acordo com o método evidenciador: Saco de PEBD (a); TCT 0,1% (b) e SO_2 3 mL L⁻¹ (c). Escala de notas: 0= sem dano; 1= dano muito leve; 2= dano leve; 3= dano moderado; 4= dano severo; 5= dano muito severo. Bento Gonçalves, 2011.

À medida que foram aplicadas as maiores rotações, as lesões se tornaram mais severas, o que gerou as notas mais elevadas na escala (Figura 8). No tratamento controle, o saco de PEBD evidenciou apenas 40 % das lesões por atrito, sendo que desses, 27 % foram danos muito leves. O SO₂ evidenciou lesões em 73 % dos frutos, distribuídos em danos muito leves (40 %), danos leves (27 %) e danos moderados (6 %). Esse evidenciador não detectou danos por atrito em 27 % dos frutos. Ao contrário desses, e mesmo com as medidas de proteção adotadas, o TCT evidenciou lesões de atrito em 100% dos frutos, os quais ficaram distribuídos em danos muito leves (60 %), danos leves (33 %) e danos moderados (7 %). O fato de nenhuma pera submetida a esse evidenciador ter apresentado total ausência de dano mecânico por atrito indica a capacidade deste em detectar até as lesões mais leves, imperceptíveis aos demais métodos. O saco de PEBD não proporcionou o aparecimento de qualquer sintoma de dano moderado, indicando a maior capacidade do TCT e do SO₂ em evidenciar os danos de atrito. As lesões, mesmo que imperceptíveis, desencadeiam reações metabólicas nos frutos capazes de acelerar o amadurecimento e a deterioração durante o período pós-colheita.

Resultado semelhante foi observado nos frutos submetidos à rotação de 70 rpm. Para o saco de PEBD e para o SO₂, não foram evidenciados sintomas de atrito em 20 % e 7 % dos frutos, respectivamente. Mais uma vez, o TCT detectou lesões na totalidade dos frutos. Esse evidenciador indicou danos leves (47 %) e moderados (33 %) para a maior parte das peras. O SO₂ evidenciou lesões distribuídas entre danos muito leves (27 %), leves (53 %) e moderados (13 %). Nesse tratamento de dano mecânico, apenas o TCT e o SO₂ detectaram danos moderados na escala, inferindo que esses evidenciadores possibilitam a visualização de lesões não evidenciadas pelo saco de PEBD. O SO₂

evidenciou lesões em todos os níveis da escala, indicando que esse método evidencia qualquer nível de dano mecânico de atrito.

Nos frutos submetidos a rotação de 140 rpm, as notas dos frutos com danos severos (nota 4) se igualaram para todos os métodos evidenciadores, indicando que nessa intensidade de atrito todos são eficientes em evidenciar as lesões. Apenas o saco de PEBD detectou danos muito leves (7 %), enquanto que os demais detectaram danos leves, moderados e severos.

Já no tratamento em que foi aplicada a rotação de 210 rpm, danos muito severos (nota 5) foram detectados por todos os evidenciadores. O saco de PEBD indicou a maior parte dos frutos com danos moderados (53 %), enquanto que o TCT e o SO₂ indicaram a maior parte dos frutos com danos severos (47 %) e muito severos (47 %), respectivamente. O saco de PEBD evidenciou menor quantidade de frutos (13 %) com danos muito severos.

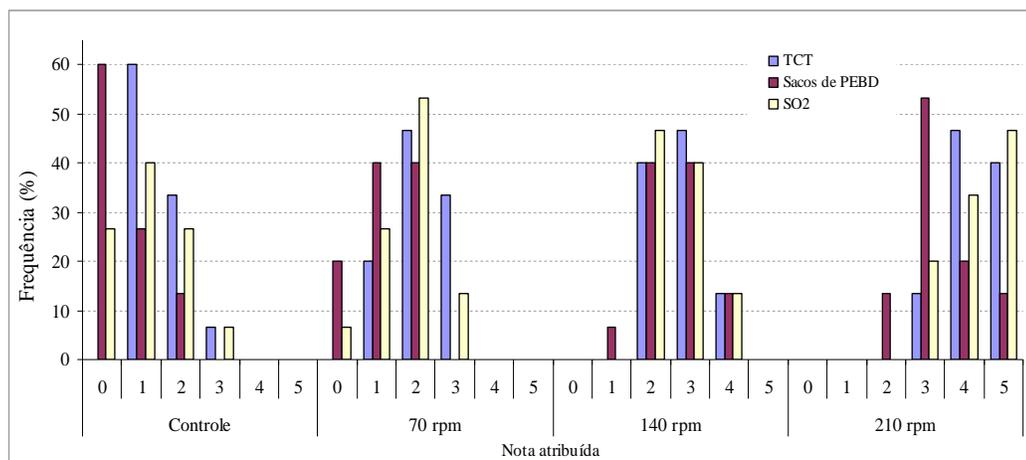


FIGURA 8. Frequência de notas atribuídas a peras 'Packham's Triumph' após serem submetidas às intensidades de vibração de 0 (Controle), 70, 140 e 210 rpm, durante 20 minutos e aos métodos evidenciadores de danos mecânicos saco de PEBD, TCT 0,1% e SO₂ 3 mL L⁻¹. Bento Gonçalves, 2011.

Os frutos acondicionados em sacos de PEBD apresentaram imediato escurecimento da epiderme. O escurecimento do tecido é o sinal mais evidente de danos mecânicos. Após a ocorrência da lesão, o local afetado escurece rapidamente devido à exposição do líquido celular e posterior oxidação enzimática. Segundo Yuri *et al.* (2005), a utilização de sacos de PEBD acelera o aparecimento dos sintomas decorrentes do dano mecânico devido ao aumento da temperatura no interior da embalagem. Também é possível que haja aumento da umidade relativa e, dessa forma, as reações ocorram mais rapidamente. O escurecimento foi mais pronunciado nos frutos submetidos às rotações de 140 e 210 rpm, sendo que no último foi possível visualizar cortes na epiderme, o que foi considerado o dano mais severo (Figura 9).

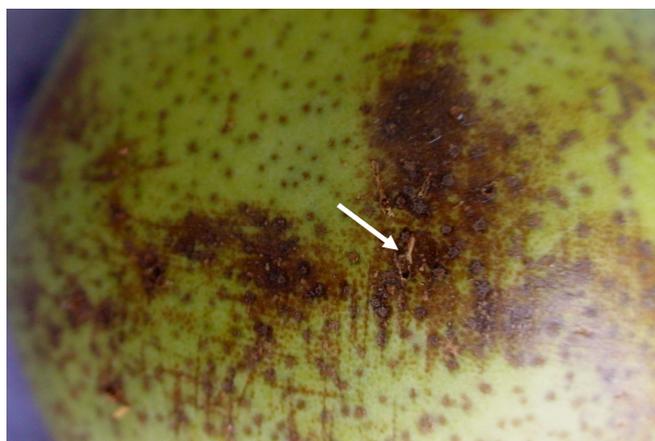


FIGURA 9. Pera 'Packham's Triumph' submetida à rotação de 210 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com saco de PEBD, apresentando sinais de corte na epiderme. A seta indica o local da lesão. Bento Gonçalves, 2011.

O escurecimento da epiderme, no entanto, não se estendeu às camadas subepidérmicas. O mesocarpo permaneceu com coloração inalterada (Figura 10). Sommer (1957) cita que após o dano por atrito a polpa não é afetada, embora a descoloração da epiderme afete seriamente a comercialização. Berardinelli *et al.* (2005)

transportaram peras em um percurso de 520 km e não observaram deterioração na polpa. O mesmo foi verificado por Barchi *et al.* (2002) transportando nêspersas em um percurso de 1200 km. Agar & Mitcham (2000), ao contrário, citam que podem ocorrer pequenas lesões na polpa após o dano por atrito, porém tal fato está relacionado à intensidade do dano.

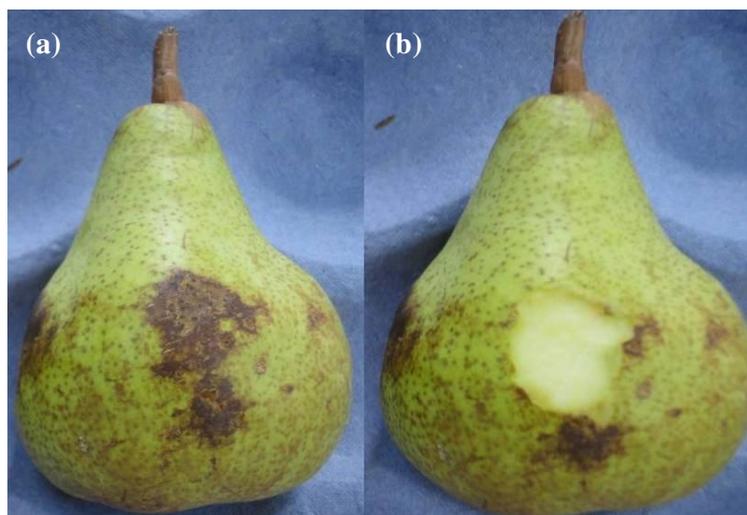


FIGURA 10. Peras 'Packham's Triumph' submetida a rotação de 210 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com saco de PEBD fechado durante 24 horas em condição de temperatura ambiente simulada (30 ± 2 °C), apresentando dano de atrito na epiderme (a) e ausência de lesão no mesocarpo (b). Bento Gonçalves, 2011.

Os frutos submetidos ao tratamento com TCT apresentaram halo vermelho intenso e no interior da mancha observa-se coloração marrom clara (Figura 11). Segundo França Neto *et al.* (1998), as enzimas desidrogenase do ácido málico reduzem o TCT no tecido vivo. Assim, quando o TCT entra em contato com os tecidos danificados, o mesmo se difunde, ocorrendo nas células vivas a reação de redução do tetrazólio que resulta na formação do 1,3,5 trifenilformazan. A formação desse composto indica que há intensa atividade respiratória nas regiões lesionadas. Diversos

autores demonstraram que após o dano mecânico há incremento na taxa respiratória em tecidos lesionados de pera (Agar & Mitcham, 2000), maçã (Montero, 2010) e abacates (Sanches *et al.*, 2008).



FIGURA 11. Pera 'Packham's Triumph' submetida à rotação de 140 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com TCT 0,1% (p/v) durante 20 horas, em condição de temperatura ambiente simulada (30 ± 2 °C) e ausência de luz, apresentando halo vermelho intenso na região lesionada e coloração marrom clara no interior da mancha. Bento Gonçalves, 2011.

A fumigação com SO_2 causa uma necrose na região da lesão, circundada por halo marrom e bege (Figura 12). A coloração mais escura se deve à oxidação e à polimerização dos compostos fenólicos, devido à ação da enzima polifenoloxidase. Trabalhos de Stratford e Rose (1986) demonstraram que o acúmulo de SO_2 no citoplasma causa a diminuição do pH e a resistência da epiderme à difusão desse gás que associado com a respiração dos tecidos mais internos pode resultar em concentração de O_2 menor do que nas células superficiais, ocasionando a necrose branqueada (Banks, 1985). Segundo Amiri e Bompeix (2005), a capacidade do SO_2 em evidenciar lesões está relacionada com o diâmetro do ferimento.



FIGURA 12. Pera 'Packham's Triumph' submetida à rotação de 140 rpm, durante 20 minutos e à detecção de dano mecânico de atrito com SO_2 3 mL L⁻¹ durante duas horas, apresentando necrose na região lesionada, circundada por halo marrom e bege. Bento Gonçalves, 2011.

O método evidenciador mais eficiente está relacionado à intensidade de atrito aplicada. O TCT e SO_2 foram os métodos que melhor evidenciaram os danos mecânicos nos tratamentos Controle e 70 rpm, que não foram visualizados através do uso do saco de PEBD e que podem ter algum efeito sobre a qualidade durante o armazenamento refrigerado. Nos tratamentos de dano mecânico por atrito de 140 e 210 rpm todos os marcadores, em maior ou menor frequência, evidenciaram as lesões de atrito. No entanto, considerando que a aparência externa é um dos principais fatores considerados na compra, é possível que o saco de PEBD evidencie as lesões que, efetivamente, aparecerão durante a comercialização e serão facilmente visualizadas pelos consumidores.

4.2 Incidência de danos mecânicos gerados por vibração em peras 'Packham's Triumph' durante o transporte em estrada não pavimentada

Foram acondicionados 126 frutos na caixa sendo que desses, 46 permaneceram em contato somente com outros frutos, e 80 tiveram contato com a embalagem e com outros frutos. Dos frutos que tiveram contato somente com outros frutos, 52 % apresentaram danos mecânicos por atrito na epiderme e 40 % dos frutos que estavam em contato com a embalagem e com outros frutos, apresentaram sintomas de danos por atrito (Figura 13).

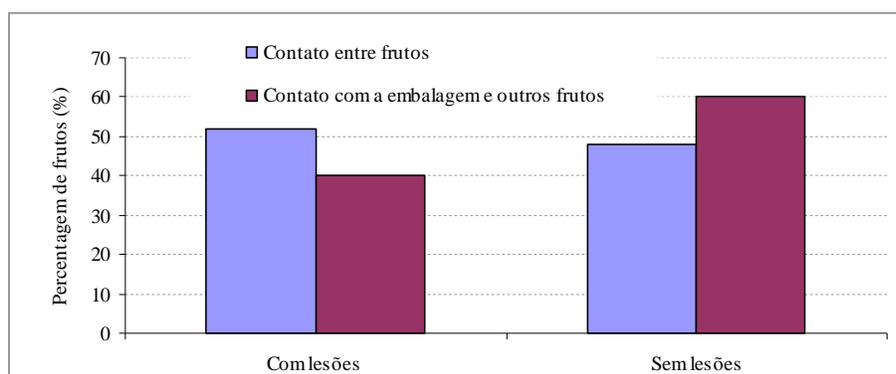


FIGURA 13. Dano mecânico por atrito em peras 'Packham's Triumph' submetidas a duas condições de acondicionamento em caixa plástica tipo CN-60, com capacidade para 18 kg, durante o transporte em estrada não pavimentada. Bento Gonçalves, 2011.

O resultado encontrado pode ser atribuído à movimentação dos frutos gerada pela vibração do transporte. No momento da retirada dos frutos da caixa, percebeu-se que os frutos das camadas superiores acomodaram-se no centro da embalagem, enquanto que os frutos da primeira e segunda camadas (base) se mantiveram na mesma posição inicial. A maior parte dos frutos que tiveram contato com a embalagem estavam localizados na primeira camada que, em virtude do peso suportado pelos frutos das camadas superiores, apresentou pouca ou nenhuma movimentação e, conseqüentemente,

menor ocorrência de dano. Versavus *et al.* (2004), trabalhando com maçãs cv. Golden Delicious, verificaram que os frutos localizados na camada superior da embalagem receberam os maiores níveis de vibração. Segundo os autores, a combinação de amplitude e frequência de vibração produzida na camada superior é suficiente para que as maçãs se movimentem livremente nessa posição, causando lesões na epiderme após colidirem umas com as outras. Essa movimentação intensa dos frutos resultou na descoloração da superfície e lesões na parede celular.

Resultados contrários foram obtidos por Acican *et al.* (2007) ao avaliar a incidência de danos mecânicos em maçãs ‘Granny Smith’ e ‘Starkpur Golden Delicious’ de acordo com sua posição na caixa. Esses autores simularam a vibração de transporte e verificaram que a camada inferior, em contato com a embalagem, apresentou os maiores níveis de vibração e maior percentagem de danos mecânicos. O mesmo resultado foi obtido por Barchi *et al.* (2002), ao simular o transporte de nêspers. Nesse trabalho, os frutos que estavam em contato com outros frutos apresentaram lesões de tamanho menor do que os frutos em contato com a embalagem e outros frutos.

As lesões decorrentes do contato entre frutos podem ser atribuídas ainda ao contato com o pedúnculo, que é mantido na colheita de peras. Yokoyama (2003) também observou maior dano por atrito em figos ‘Roxo de Valinhos’, devido a grande movimentação dos frutos na embalagem e pelo contato com o pedúnculo durante o transporte.

É possível que o resultado encontrado no presente estudo também esteja relacionado ao material da embalagem, o que está de acordo com as observações de Luengo *et al.* (1997). Os autores avaliaram os efeitos de embalagens no transporte de tomates ‘Santa Clara’ em estrada não pavimentada e superfície irregular, percorrendo

uma distância de 50 km, com velocidade média 56,2 km/h e máxima de 90 km/h. As caixas plásticas provocaram menos danos mecânicos e menor perda de qualidade. Segundo Poças & Oliveira (2001), a embalagem plástica possui superfície regular, lisa e sem arestas reduzindo os danos por atrito aos frutos.

A distância percorrida, a velocidade, o tipo de estrada e as condições da mesma influenciam na ocorrência de danos mecânicos no transporte. Versavus & Özgüven (2004) verificaram que o aumento na distância percorrida aumenta a incidência de danos mecânicos ocasionados pelo transporte. Com tangerinas, Jarimopas *et al.* (2005) observaram que o percurso de 40 km em estrada não pavimentada apresentou maiores níveis de danos mecânicos, bem como o aumento na velocidade. Velocidades abaixo de 40 km/h ocasionaram menores níveis de vibração e, conseqüentemente, menor incidência de danos. Da mesma forma, Zhou *et al.* (2007) transportaram peras ‘Huanghua’ por um percurso de 500 km em estrada pavimentada e não pavimentada. Na estrada não pavimentada, a velocidade do caminhão variou de 20-25 km h⁻¹. Os diferentes níveis de vibração observados durante o transporte nas duas estradas resultou em perda de qualidade visual dos frutos e diminuição da firmeza de polpa, destacando o efeito negativo do transporte a longas distâncias sobre a qualidade de peras

A maior intensidade de dano mecânico observada na região equatorial das peras corrobora com o encontrado por Berardinelli *et al.* (2005), onde até 100 % das lesões verificadas em peras ‘Conference’ se concentraram nessa região. As lesões observadas por esses autores foram semelhantes às desse trabalho, consistindo de polimento da epiderme e presença de pequenos hematomas escuros, sem fraturas da epiderme ou polpa.

As lesões geradas, em ambas as condições, foram superficiais (Figura 14), o que permite inferir que, possivelmente, esse defeito de qualidade não seria percebido pelo consumidor.

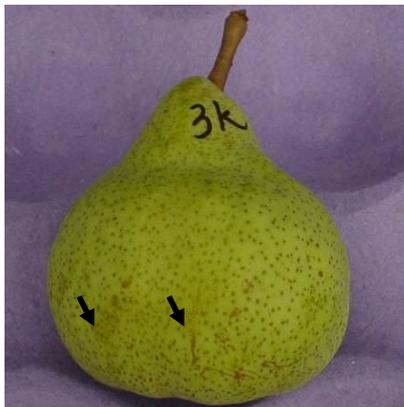


FIGURA 14. Sintoma de dano mecânico por atrito na epiderme de pera ‘Packham’s Triumph’ submetida ao contato com outros frutos durante transporte em estrada não pavimentada. As setas indicam o local do dano mecânico por atrito. Bento Gonçalves, 2011.

4.3 Avaliação de pontos críticos de ocorrência e magnitude de impactos em linha comercial de beneficiamento e classificação

Foram identificados nove pontos de transferência na linha de beneficiamento e classificação, com diferentes alturas de queda e distintos materiais de superfície (Tabela 1).

TABELA 1. Pontos de transferência observados na linha comercial de beneficiamento e classificação com seus respectivos diferenciais de altura e material de superfície. Bento Gonçalves, 2011.

Ponto n°	Ponto inicial	Ponto de transferência	Altura (cm)	Material da superfície
1	Descarregamento do bins	Esteira rolante	Variável	Lona
2	Esteira rolante	Elevador de roletes	6,5	Rampa emborrachada
3	Elevador de roletes	Corpo de lavagem com escova rotativa	5,0	Metal
4	Corpo de lavagem com escova rotativa	Mesa de seleção com roletes rotativos	4,0	Rampa emborrachada
5	Mesa de seleção com roletes rotativos	Esteira rolante	10,4	Rampa emborrachada com cortina plástica
6	Esteira rolante	Entrada singulador (sincronizador)	4,8	Rampa emborrachada
6.1	Esteira rolante	Entrada singulador (sincronizador)	6,5	Metal
7	Singulador (sincronizador)	Calibrador	6,0	Rolete (plástico rígido)
8	Calibrador	Mesa de embalagem	15,2	Rampa emborrachada

As maiores alturas de queda foram observadas do calibrador para a mesa de embalagem (15,2 cm) e da mesa de seleção com roletes rotativos para a esteira rolante (10,4 cm), enquanto que a menor altura foi do corpo de lavagem com escova rotativa para a mesa de seleção com roletes rotativos (4,0 cm). Os materiais de superfície observados foram o metal e a rampa emborrachada.

A aceleração máxima em cada ponto de transferência foi obtida a partir da altura e superfície de queda observadas na linha, utilizando-se a equação proposta por Antonioli *et al.* (2009) (Tabela 2).

TABELA 2. Aceleração máxima (G) verificada nos pontos de transferência de linha comercial de beneficiamento e classificação. Bento Gonçalves, 2011.

Ponto n°	Altura (cm)	Material de queda	Aceleração máxima (G)
2	6,5	Rampa emborrachada	39,25
3	5,0	Metal	152,75
4	4,0	Rampa emborrachada	27,16
5	10,4	Rampa emborrachada com cortina plástica	-
6	4,8	Rampa emborrachada	31,03
6.1	6,5	Metal	174,95
8	15,2	Superfície emborrachada	81,35

É possível observar que as maiores acelerações ocorreram nos pontos de transferência de superfície metálica, sendo que nas maiores altura de queda são verificados os maiores valores de aceleração. As superfícies emborrachadas apresentam os menores valores de aceleração. Os pontos 2 e 6.1 possuem a mesma altura de queda (6,5 cm), com superfícies distintas de recobrimento, podendo-se observar que a aceleração sobre o metal é quatro vezes superior à da superfície emborrachada. Magalhães *et al.* (2007) também encontraram as maiores médias de aceleração máxima sobre superfície rígida, nas alturas 10 e 30 cm. Timm & Brown (1991) relataram um decréscimo no impacto em linhas de classificação de abacate, mamão e abacaxi, quando se utilizaram protetores emborrachados. Durante o impacto, os materiais macios dissipam a energia, criando maior superfície de contato e diminuindo o nível de energia que incide sobre o fruto (Gomilla, 2007). Já as superfícies rígidas não têm a capacidade de deformar-se e a energia é absorvida pelo fruto. Muller & Wagner (1991) citam que impactos contra superfícies abrasivas, como concreto ou metais, podem ser a causa mais provável de danos em frutos. No ponto nº 2, da esteira rolante para o elevador de roletes, observou-se que o material emborrachado da rampa estava desgastado (Figura 15). De acordo com Gomilla (2007), o enrijecimento, o desgaste ou a ruptura do material reduzem a capacidade de absorção de impactos, sendo necessário o monitoramento constante e a substituição quando necessário.



FIGURA 15. Rampa emborrachada com sinais de desgaste no ponto de transferência entre a esteira rolante e o elevador de roletes, em linha de beneficiamento de peras de uma casa de embalagem comercial. Bento Gonçalves, 2011.

No ponto de transferência nº 5, não foi possível determinar a aceleração máxima, visto que o mesmo possui cortina plástica. Cortinas plásticas são consideradas elementos desaceleradores, pois reduzem a velocidade do fruto na queda (Gomilla, 2007). Nesse caso, a aceleração máxima e, portanto, o efeito benéfico da utilização da cortina, poderia ter sido mensurada com a utilização da esfera instrumentada.

A saída da esteira rolante para a entrada no singulador (ponto 6.1), com superfície metálica, apresentou a maior aceleração (174,95 G), seguida da queda de 5 cm (ponto 3) sobre o mesmo material (152,75 G). Segatori *et al.* (2006) citam que, no caso de maçãs, dependendo da sensibilidade da cultivar, valores de aceleração entre 30 e 50 G sobre superfícies rígidas podem causar danos comerciais, ou seja, com área superficial maior que 50 mm². Citam ainda que valores entre 50 e 80 G são de alto risco, enquanto que os valores inferiores a 25 G geralmente não causam danos mecânicos aos frutos. Nenhum dos pontos de transferência da linha apresentou valores inferiores a 25

G, inferindo a necessidade de adoção de medidas que atenuem a aceleração. Os valores máximos de aceleração obtidos na linha avaliada são superiores ao verificado por Franco & Ferreira (2003) na saída do classificador em linha de beneficiamento de tomates, onde a aceleração máxima foi de 125 G. Valores inferiores aos obtidos nesse trabalho também foram determinados por Valentini *et al.* (2009) nas quatro linhas de beneficiamento de caquis avaliadas. Os autores observaram valores de aceleração máxima de 87 G no ponto entre o recebimento e a entrada nas escovas. Em uma linha de beneficiamento de maçãs, Antonioli *et al.* (2009), entretanto, verificaram acelerações superiores às encontradas nesse estudo, com valor máximo de aceleração de 194,8 G, em um ponto de transferência entre esteiras rolantes, equivalente, após simulação em laboratório, à queda de 8 cm sobre superfície metálica ou de 39 cm sobre superfície emborrachada. Da mesma forma, em uma linha de beneficiamento de citros, Ferreira *et al.* (2006), verificaram que a aceleração atingiu até 226 G na etapa de recebimento, em um ponto de queda de 90 cm de altura sobre superfície de concreto. Ao colocar um colchão de espuma de cinco cm de espessura, no mesmo ponto, a aceleração de impacto diminuiu para 156 G.

A adoção de medidas de proteção como a utilização de superfícies macias, a redução ou eliminação das diferenças de altura entre os componentes da linha bem como a utilização de cortinas plásticas, podem diminuir a aceleração e a magnitude dos impactos observados na linha de beneficiamento (Antonioli *et al.*, 2009).

4.4 Efeitos dos danos mecânicos por impacto sobre a qualidade de peras

‘Packham’s Triumph’

As lesões por impacto não foram visíveis na epiderme dos frutos avaliados após o término de cada um dos períodos de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias em condição ambiente (Figura 16).

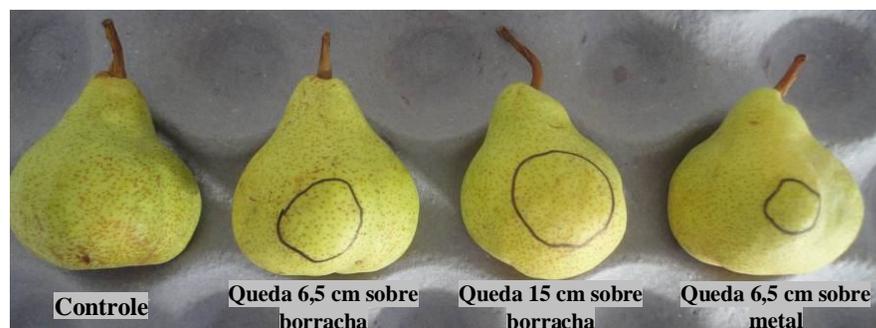


FIGURA 16. Peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). A área marcada nos frutos mostra o local da lesão.

Na polpa, as lesões não foram visíveis após cinco dias da aplicação dos tratamentos e após 30 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em condição ambiente (Figura 17). A partir de 60+5 dias, as lesões tornaram-se visíveis, principalmente, para o tratamento de queda de 6,5 cm sobre o metal. Aos 90+5 dias da aplicação dos tratamentos, 40 % dos frutos submetidos a esse tratamento apresentaram lesão visível, significativamente superior aos frutos dos demais tratamentos. Após 120+5 dias, as quedas de 6,5 cm sobre o metal e de 15 cm sobre a borracha não proporcionaram diferenças estatísticas entre si. A queda de 6,5 cm sobre a borracha apresentou o menor percentual de visualização de lesões. Magalhães *et al.* (2006) observaram, em tomate, as menores injúrias internas após queda de 10 cm e as maiores lesões após queda de 30 cm. Os mesmos autores constataram que a queda sobre a placa de borracha apresentou poucos danos físicos enquanto que a placa rígida proporcionou a ocorrência de danos moderados a severos.

O fato das lesões terem sido perceptíveis apenas após 60 dias de armazenamento refrigerado, seguido por cinco dias em condição ambiente pode ser explicado devido à cicatrização do tecido lesionado, com formação de lignina. A lignificação é um processo que envolve a atividade da enzima fenilalanina amônia-liase em resposta ao

estresse. Segundo Camargo *et al.* (2004), a ocorrência de impactos menos severos pode não causar sintomatologia externa visível, mas o efeito repercute posteriormente produzindo uma injúria interna. A quantificação de lesões internas e externas está diretamente ligada à aparência, fator decisivo na escolha do fruto pelo consumidor em compras posteriores.

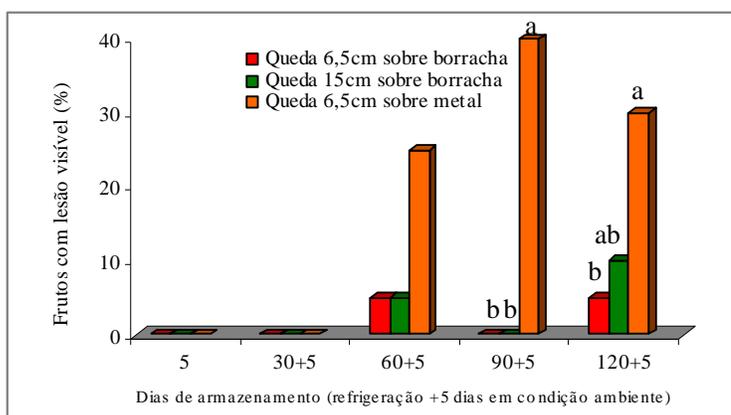


FIGURA 17. Visualização de lesões na polpa de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Bento Gonçalves, 2011.

O dano mecânico por impacto não interferiu na atividade respiratória de peras 'Packham's Triumph' (Figura 18). Após uma hora da aplicação do impacto, independente do tratamento, os frutos apresentaram taxa respiratória média de $7,5 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Após três horas, a taxa respiratória aumentou para $11,6$ e para $17,4 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ após cinco horas da aplicação do dano mecânico por impacto. Vinte e quatro horas depois da aplicação dos tratamentos esse valor declinou para $13,7 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

Possivelmente o aumento acentuado na taxa respiratória verificado até a quinta hora, independente do impacto aplicado, tenha ocorrido por causa da transferência dos

frutos para temperatura alta, antes da aplicação do dano mecânico por impacto. Coutinho & Cantillano (2007) citam que a taxa respiratória aumenta à medida que se incrementa a temperatura. De modo geral, quando a temperatura aumenta em 10 °C, a intensidade respiratória pode aumentar de duas a três vezes (Chitarra & Chitarra, 2005).

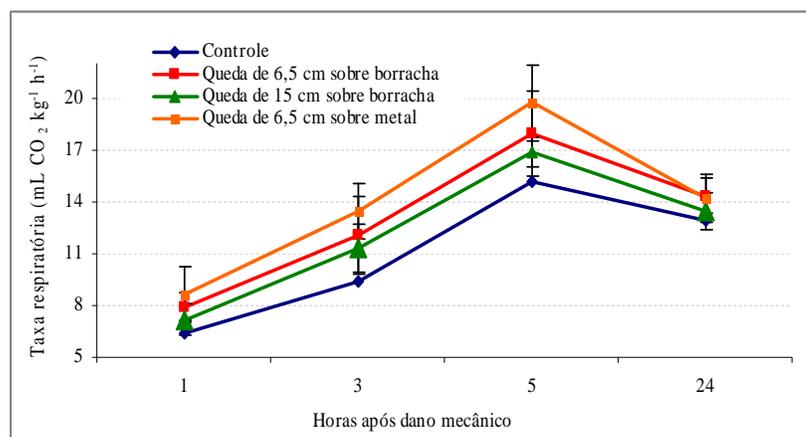


FIGURA 18. Taxa respiratória de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e mantidas durante 24 horas sob temperatura de 20 ± 2 °C. As barras verticais representam o desvio padrão (n=4). Porto Alegre, 2011.

Os resultados desse estudo são semelhantes aos encontrados por Agar & Mitcham (2000) em peras 'Bartlett' submetidas às diversas etapas do processamento, em casa de embalagem. Após 24 horas, na etapa de preenchimento da embalagem e após serem mantidos sob temperatura de 20 °C, os frutos apresentaram taxa respiratória próxima a $10 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, sem diferir das demais etapas do processamento. Steffens *et al.* (2008) também não observaram diferenças significativas em relação aos frutos controle após submeterem maçãs a quedas de 0,2 m de altura, assim como De Martino *et al.* (2006), trabalhando com danos mecânicos por impacto em damascos. De maneira contrária, taxas respiratórias superiores em frutos danificados foram verificadas em maçãs (Montero, 2010), goiabas (Mattiuz & Durigan, 2001), mamões (Santos *et al.*, 2008a), tomates (Moretti *et al.*, 1998) e limas ácidas (Durigan *et al.*, 2005). Geralmente,

é mencionado que o período de armazenamento e a atividade respiratória são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a atividade respiratória dos frutos, menor o período de armazenamento (Godoy, 2008 *apud* Lau, 1985).

Na colheita, os frutos apresentavam firmeza de polpa de 74,8 N e na data de aplicação dos tratamentos de dano mecânico por impacto, após 15 dias de armazenamento refrigerado, foi observado valor médio de 72,8 N.

Não houve interação significativa entre os tratamentos de dano mecânico por impacto aplicados e o tempo de armazenamento dos frutos, ou seja, estes apresentaram o mesmo comportamento independente do tratamento a que foram submetidos. Também não houve efeito dos diferentes impactos sobre a firmeza dos frutos (Figura 19). Após cinco dias da aplicação dos tratamentos os frutos ainda estavam firmes, com valores próximos a 70,0 N, que decresceram para cerca de 10,0 N ao final de 90 dias de armazenamento seguidos de cinco dias em condição ambiente, ou seja, observou-se uma redução de 86 % em relação à firmeza de polpa observada no início, durante a aplicação do tratamento de impacto. Independente do tratamento aplicado, o comportamento desse atributo pôde ser representado por meio de uma equação quadrática.

De acordo com Kappel *et al.* (1995), as peras atingem melhor textura e suculência quando apresentam firmeza de polpa entre 18,0 a 22,0 N, sendo, portanto, consideradas ideais para consumo. Utilizando a equação polinomial de segunda ordem, pode-se inferir que entre o 41º e 46º dias de armazenamento, os frutos atingiram a firmeza de polpa ideal para consumo.

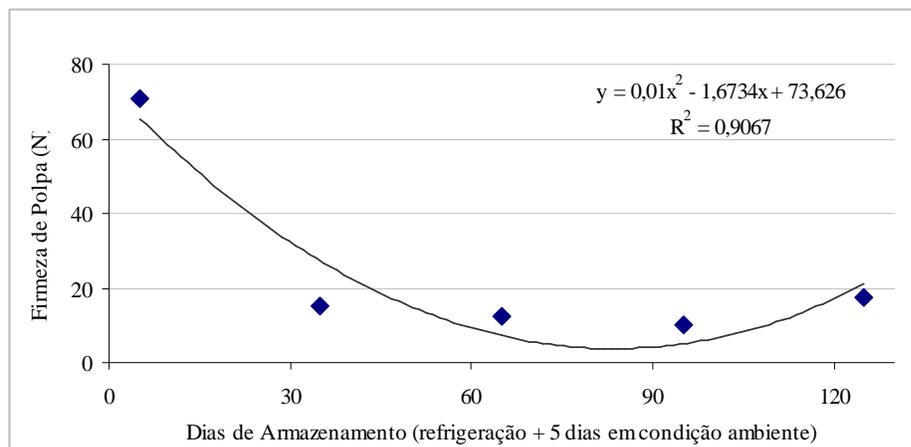


FIGURA 19. Firmeza de polpa (N) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.

Nas avaliações de 60 e 90 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em condição ambiente, a firmeza média de polpa dos frutos era de 12,4 e 10,3 N, respectivamente. Embora o valor observado estivesse abaixo da faixa recomendada, os frutos apresentavam boa aparência e apropriados para consumo.

De acordo com a equação de regressão, ocorreu uma redução na firmeza até os 86 dias de armazenamento (3,5 N). Após essa data, ocorreu aumento dessa variável e aos 120 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em condição ambiente, observou-se firmeza de polpa de 20,7 N. Esse aumento, possivelmente, ocorreu devido à diminuição da turgidez celular, decorrente da perda de água, tornando o tecido elástico.

Considerando que os frutos permaneceram armazenados durante 15 dias antes da instalação do experimento, os valores observados cinco dias após a aplicação dos tratamentos (70,0 N) corroboram os citados por Seibert *et al.* (2000), com frutos da mesma cultivar. Os mesmos autores verificaram que, após 20 dias sob armazenamento refrigerado seguidos por oito dias em temperatura ambiente, os frutos apresentaram

firmeza de polpa de aproximadamente 65,0 N, decrescendo para cerca de 10,0 N após 40 dias sob refrigeração, seguidos por 8 dias em condição ambiente.

É comum que o decréscimo da firmeza de polpa seja acelerado após o dano mecânico, entretanto alguns frutos são mais suscetíveis que outros, devido às características físicas como tamanho, massa e formato (Mattiuz & Durigan, 2001). A diminuição da firmeza observada nesse trabalho está de acordo com o observado por Santos *et al.* (2008b) em caquis ‘Taubaté’ que sofreram danos por impacto e Zhou *et al.* (2007), que submeteram peras ‘Huanghua’ à vibrações de transporte e verificaram reduções na firmeza dos frutos durante o armazenamento. A firmeza do fruto é um atributo que influencia na comercialização, sendo que frutos menos firmes apresentam menor resistência ao transporte, armazenamento e manuseio.

As peras apresentavam teor de sólidos solúveis de 9,8 °Brix na colheita e 11,3 °Brix no dia da aplicação dos tratamentos por impacto. Observou-se efeito do período de armazenamento sobre o teor de sólidos solúveis dos frutos, sem, no entanto, haver efeito dos diferentes impactos sobre essa variável (Figura 20). Aos 95 dias de armazenamento houve aumento no teor de sólidos solúveis. Após esse período, aos 120 dias de armazenamento, é possível identificar uma ligeira queda. De acordo com Vangdal (1980), os valores ótimos de SS em peras devem ser superiores a 11,3 °Brix. Relacionando esse valor a equação da regressão quadrática, observa-se que aos 12 dias de armazenamento a maior parte dos frutos apresentava teor de SS ideal para consumo. Vangdal (1982) cita que durante a maturação, o conteúdo de sólidos solúveis em peras aumenta ligeiramente e depois decresce em decorrência da senescência. Como as peras alcançam a maturação de consumo após o armazenamento refrigerado, o metabolismo de polissacarídeos da parede celular ocorre nesse período, aumentando tal atributo (Chitarra & Chitarra, 2005). A queda verificada ao final do armazenamento,

possivelmente está relacionada à utilização desses compostos como substrato respiratório.

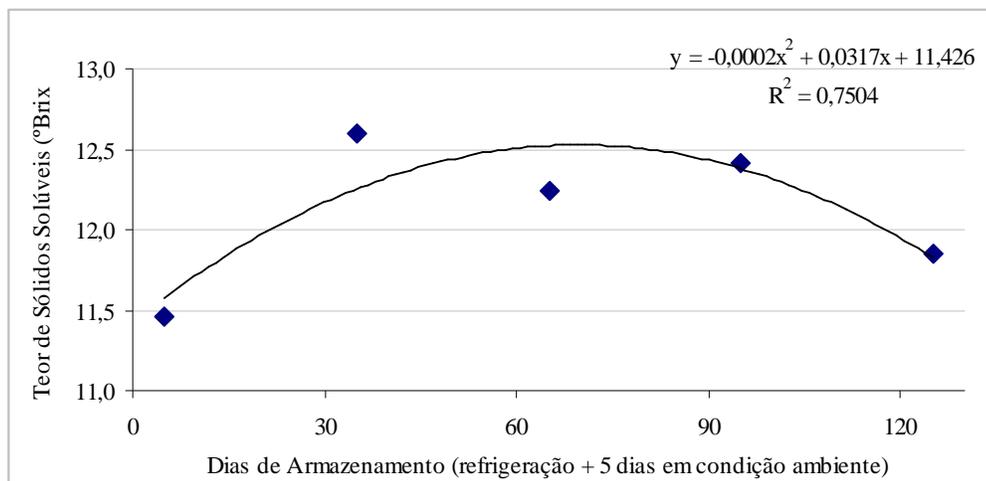


FIGURA 20. Teor de sólidos solúveis de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.

Houve interação significativa entre os diferentes tratamentos de dano mecânico por impacto e o período de armazenamento para o atributo de acidez titulável (Figura 21 e Tabela 3). Os tratamentos controle (sem lesão) e queda de 6,5 e 15 cm sobre superfície emborrachada apresentaram variação significativa em função do período de armazenamento, o que não foi verificado para os frutos que sofreram queda de 6,5 cm sobre superfície metálica.

Analisando a equação de regressão, percebeu-se redução dos valores de acidez titulável para os frutos sem lesão e aqueles submetidos a queda de 6,5 e 15 cm sobre superfície emborrachada. Reduções na acidez titulável também foram observadas em pêssegos 'Aurora 1' submetidos a corte e impacto por Kasat *et al.* (2007). Montero *et al.* (2009a), igualmente, observaram diminuições significativas de acidez em tangerinas 'Montenegrina' e 'Rainha' submetidas a impactos. Do mesmo modo, Durigan *et al.*

(2005) observaram quedas de acidez titulável em limas ácidas ‘Tahiti’ em decorrência de impactos, cortes ou compressões.

A queda sobre o metal não resultou em diferenças significativas ao longo do armazenamento. Em abacates Sanches *et al.* (2008) também não observaram diferenças nos níveis de acidez titulável após submetê-los a queda livre de uma altura de dois metros e armazená-los durante oito dias sob condição ambiente.

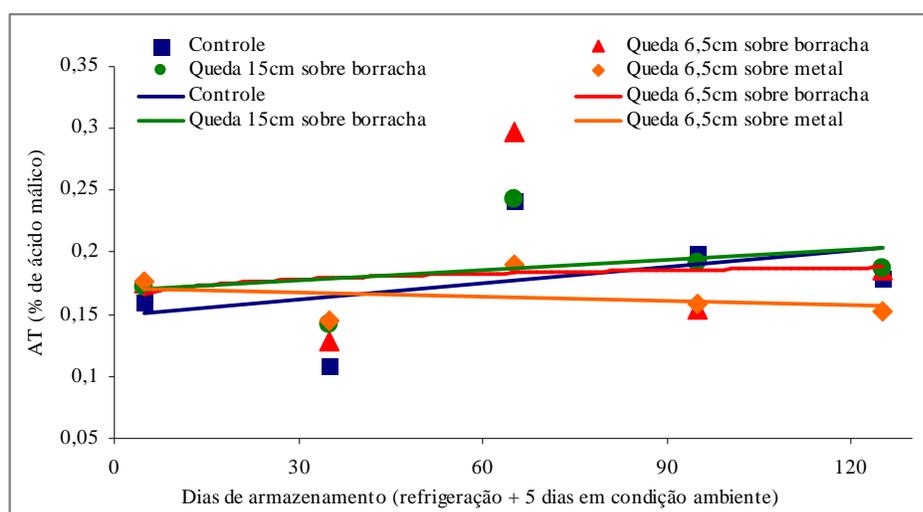


FIGURA 21. Acidez titulável de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.

TABELA 3. Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) obtidos para a acidez titulável de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias e mantidas sob condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C).

Tratamento	Equação	R^2
Controle	$y = -0,02x + 0,2425^*$	0,99
Queda de 6,5cm sobre borracha	$y = 0,001x^2 - 0,03x + 0,297^{**}$	0,99
Queda de 15cm sobre borracha	$y = -0,015x + 0,235^*$	0,99
Queda de 6,5cm sobre metal	ns	0,99

* Significativo a 1%. * Significativo a 5% ns: Não significativo

Observou-se efeito significativo do período de armazenamento sobre a relação SS/ AT de peras. Interação entre os tratamentos e o período de armazenamento ou o efeito dos diferentes impactos sobre essa variável não foram observados (Figura 22).

Observando a curva de regressão cúbica, verificou-se que aos 34 dias de armazenamento, a relação era de 86,5, decrescendo para 78,5 aos 76 dias e aumentando novamente aos 125 dias de armazenamento. Tal comportamento pode ser explicado pelo aumento do teor de sólidos solúveis e diminuição da acidez titulável verificado no primeiro período de avaliação, induzido pela maturação. Segundo Chitarra & Chitarra (1990), a tendência da relação sólidos solúveis/ acidez titulável (SS/AT) é de aumentar no decorrer do tempo, evidenciado pelo aumento dos sólidos solúveis e a diminuição da acidez titulável.

Os altos valores encontrados para a relação SS/AT possivelmente se devam à baixa acidez dos frutos, uma vez que os valores de SS são semelhantes aos observados em outros trabalhos (Seibert *et al.*, 2000; Coutinho *et al.*, 2003). A relação SS/AT é um importante indicativo do estágio de maturação, visto que o balanço entre esses constituintes indica o sabor do fruto.

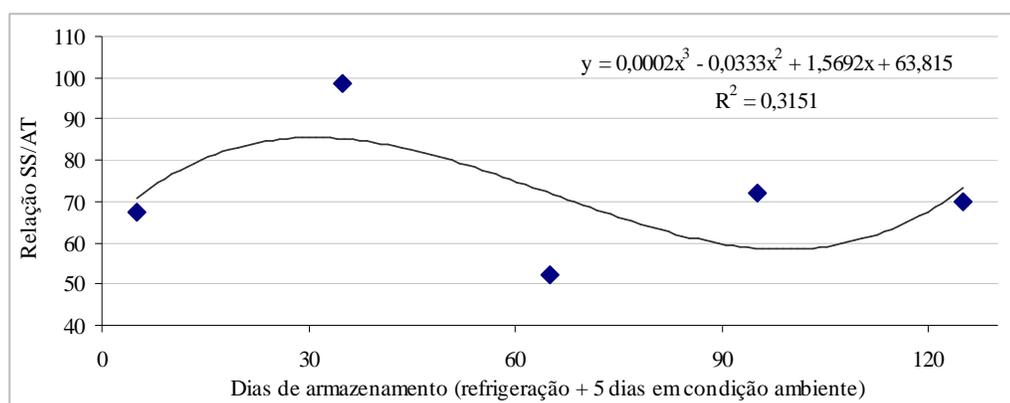


FIGURA 22. Relação SS/AT peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.

Imediatamente após o dano mecânico, a condutividade elétrica dos tratamentos submetidos às quedas de 15 cm sobre a borracha e de 6,5 cm sobre superfície metálica foram significativamente superiores a dos demais tratamentos (Figura 23a). Tal resultado indica que, nesse momento, houve maior lesão no tecido. De acordo com Kays (1991) as primeiras respostas dos frutos aos danos mecânicos são rápidas mudanças na permeabilidade da membrana e no potencial bioelétrico. Campos *et al.* (2003) citam que o aumento na fluidez de membranas afeta diretamente sua integridade e compartimentalização celular diante da condição de estresse. A integridade da membrana plasmática está relacionada com a qualidade dos frutos. Por meio da variação da condutividade elétrica relativa do tecido celular é possível quantificar danos não perceptíveis em uma avaliação externa.

A porcentagem de vazamento de eletrólitos, no entanto, não diferiu estatisticamente entre os tratamentos (Figura 23b). Yokoiama (2005) ao submeter figos 'Roxo de valinhos' a diferentes condições de transporte também não observou diferença significativa no vazamento de eletrólitos entre os tratamentos de vibração. Ao contrário de Zhou *et al.* (2005) e Mao *et al.* (1995), que observaram aumento no extravasamento de eletrólitos em peras e figos, respectivamente, após submetê-los à vibração de transporte. Em maçãs, Montero (2010) observou aumento significativo nessa variável após os frutos sofrerem diferentes níveis de impacto e compressão.

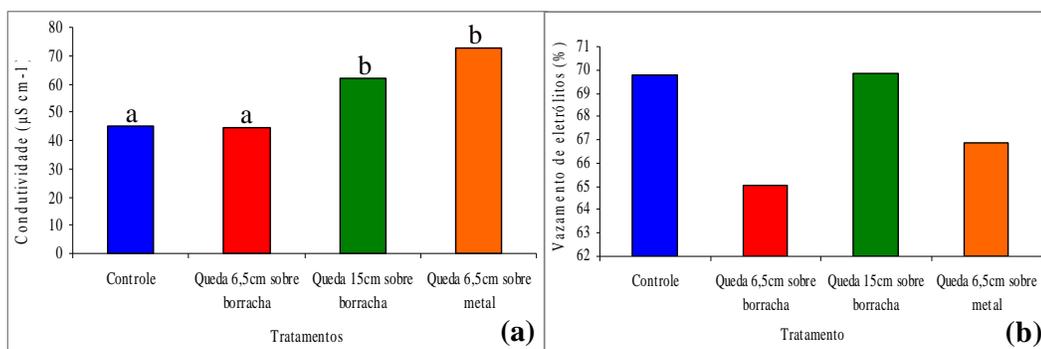


FIGURA 23. Condutividade elétrica no tempo zero (a) e percentual de vazamento de eletrólitos (b) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Porto Alegre, 2011.

Não houve interação significativa dos tratamentos de dano mecânico aplicados e do período de armazenamento e também não foi verificado efeito do dano mecânico sobre as coordenadas de cor luminosidade, cromaticidade e ângulo Hue. Os frutos de todos os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento durante o armazenamento.

Ao término de cada período de armazenamento refrigerado, observou-se aumento na luminosidade da epiderme das peras nas áreas sadias e lesionadas (Figura 24). A área sadia apresentou luminosidade final superior à da área lesionada, com valores de 64,5 e 63,8, respectivamente. Após manutenção em condição ambiente também foi verificado aumento na luminosidade, tanto para o tecido sadio quanto para o lesionado, que apresentaram valores de 59,5 e 59,0 na primeira avaliação e 65,1 e 63,9, após 120+5 dias, respectivamente. Esses resultados contrariam o observado em goiabas (Mattiuz & Durigan, 2001b), maçãs (Montero, 2010), mamões (Godoy, 2008) e abacates (Sanches *et al.*, 2008), em que todos os tratamentos com dano mecânico apresentaram diminuição significativa da luminosidade no local lesionado. O resultado obtido nesse estudo pode ser atribuído ao esbranquiçamento do tecido observado na polpa das áreas lesionadas (Figura 25). Em cenouras minimamente processadas, Lana

(2000) atribuiu o aumento da luminosidade ao esbranquiçamento dos tecidos lesionados. Em resposta à injúria, as plantas sintetizam uma série de compostos secundários, vários deles possivelmente relacionados à cicatrização ou defesa, sendo o composto específico dependente da espécie e do tecido envolvido (Brecht, 1995). Segundo Babic *et al.* (1993), há acúmulo do ácido clorogênico, um composto envolvido nos processos de lignificação e suberização e, como consequência, tem-se deposição de calose e aumento da resistência da parede celular à ação das enzimas. O mesmo foi verificado em mandioquinha-salsa (Nunes *et al.*, 2011) e beterraba minimamente processadas (Vitti *et al.*, 2003). O aumento nos valores de L* tanto no tecido sadio quanto lesionado também pode ser atribuído ao amadurecimento, conforme observado por Coutinho *et al.* (2003) em peras ‘Carrick’. Os autores armazenaram os frutos sob diferentes períodos de refrigeração seguidos de manutenção em condição ambiente e observaram que após esse período houve aumento da luminosidade.

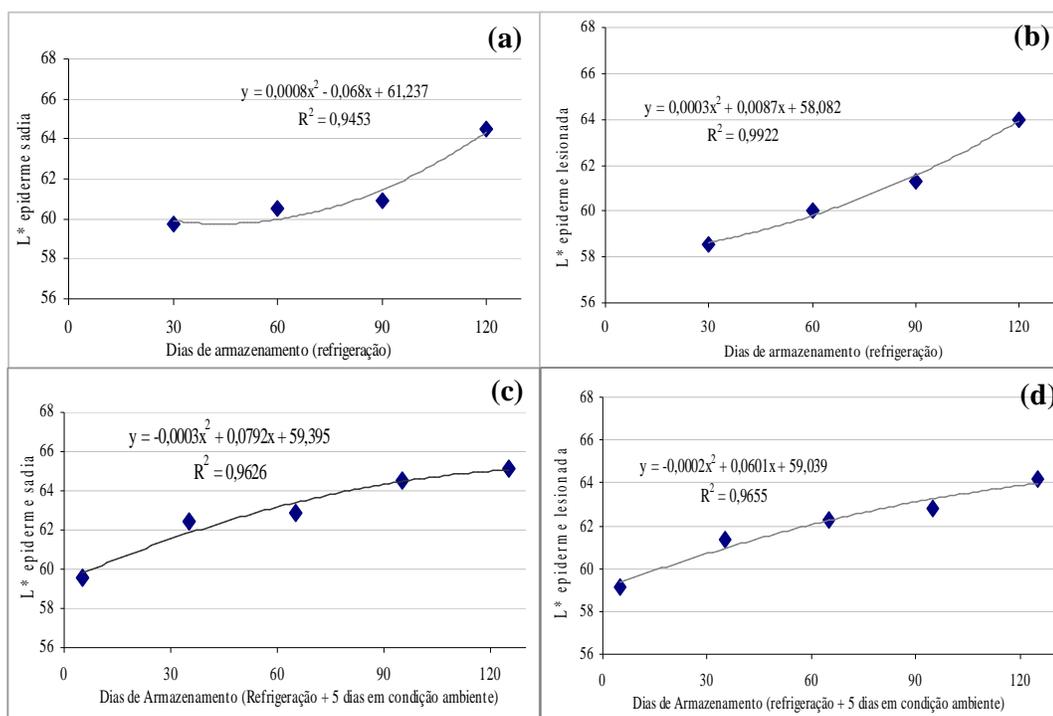


FIGURA 24. Luminosidade do tecido sadio (a e c) e lesionado (b e d) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5 \text{ \% UR}$ durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado ($24 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$). Bento Gonçalves, 2011.



FIGURA 25. Área lesionada da polpa apresentando esbranquiçamento do tecido. Bento Gonçalves, 2011.

Na saída do armazenamento refrigerado (Figuras 26a e 26b), o comportamento da cromaticidade é semelhante para o tecido sadio e lesionado, representado através de equação quadrática. O tecido sadio apresentou aos 30 dias croma de 42,0, decresceu para 40,6 no 60º dia e observou-se novo aumento até 120 dias, quando passou a ser de 44,9. Já no tecido lesionado, o valor inicial (30 dias) foi de 42,0 e aos 120 dias aumentou para 44,2. Após manutenção em temperatura ambiente (figuras 26c e 26d) a cromaticidade apresentou maior variação entre as áreas sadias e lesionadas. No tecido sadio, a coordenada atingiu o menor valor (41,3) aos 65 dias de armazenamento enquanto que o tecido lesionado isso aconteceu após 73 dias (39,5). A cromaticidade final também foi superior no tecido sadio (44,3) em comparação ao lesionado (41,8).

A cromaticidade indica a pureza ou saturação da cor, ou seja, os reduzidos valores de cromaticidade indicam uma cor menos pura ou menos intensa. Tal resultado pode indicar que na área lesionada, os efeitos da oxidação da epiderme podem ter mascarado a cor característica dos frutos. Samin & Banks (1993) submeteram maçãs ‘Granny Smith’ a danos mecânicos por impacto e observaram reduções de até 8 % na cromaticidade, sem modificações no ângulo Hue ou na luminosidade. Tal resultado também pode ser atribuído ao *russeting* presente na epiderme das peras, caracterizado por aspecto áspero e ferruginoso, de coloração parda. O *russeting* é um distúrbio fisiológico causado pelo excesso de chuvas e baixas temperaturas nos estádios iniciais de desenvolvimento dos frutos (Basso *et al.*, 2002).

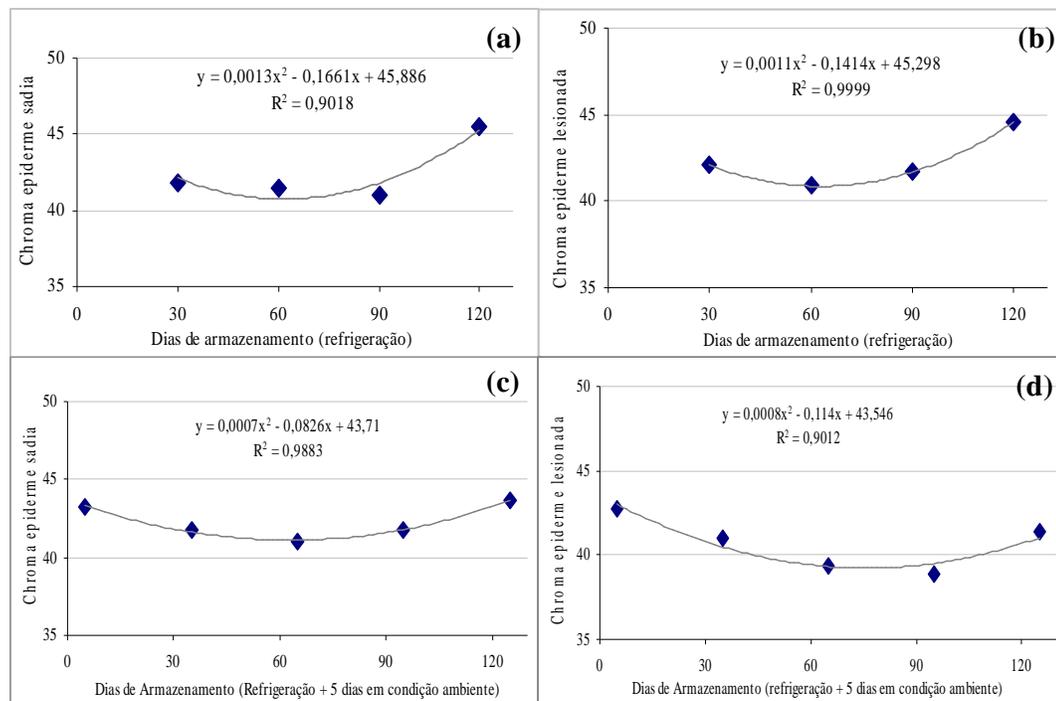


FIGURA 26. Cromaticidade do tecido sadio (a e c) e lesionado (b e d) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5 \text{ \% UR}$ durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado ($24 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$). Bento Gonçalves, 2011.

Houve redução no ângulo Hue ao longo do período de armazenamento, especialmente após a manutenção em temperatura ambiente. Ao término da refrigeração (Figuras 27a e 27b), o menor valor atingido foi de 90,24 aos 120 dias, no tecido sadio e 94,0 na epiderme lesionada. Após a manutenção em condição ambiente (Figuras 27c e 27d), os valores decresceram de 100,0 após cinco dias de armazenamento para 85,6 no tecido sadio e no tecido lesionado o valor inicial era de 98,3 e ao final do armazenamento decresceu para 86,0. Reduções dos valores de $^\circ\text{Hue}$ indicam evolução na maturação, aliados ao aumento da luminosidade, mostrando que houve perda da cor verde e aparecimento de tonalidade amarelada (Mattiuz & Durigan, 2001b). Tal resultado também foi encontrado por Coutinho *et al.* (2003), após avaliarem a maturação de peras 'Carrick' sob diferentes períodos de armazenamento. Da mesma

forma, Zhou *et al.* (2007) verificaram que todos os tratamentos apresentaram queda no $^{\circ}\text{Hue}$, após serem transportadas por longas distâncias e armazenadas a 23°C , durante 36 dias.

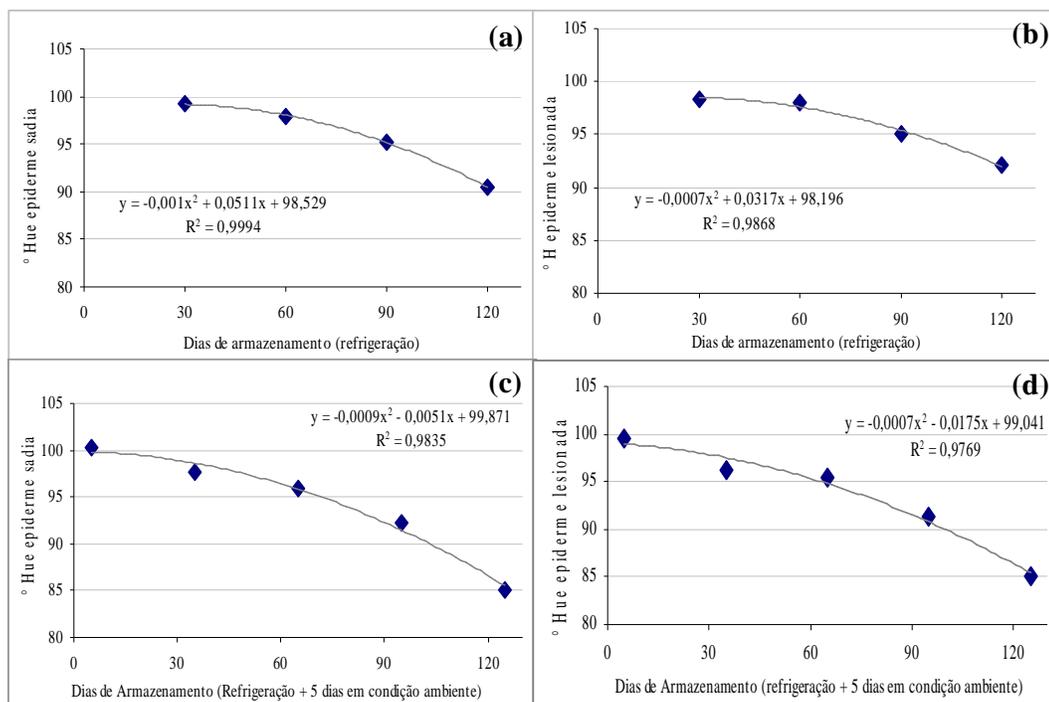


FIGURA 27. Ângulo Hue do tecido sadio (a e c) e lesionado (b e d) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a diferentes danos mecânicos por impacto e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ UR durante 120 dias, seguidos por cinco dias em condição de ambiente simulado ($24 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Bento Gonçalves, 2011.

4.5 Efeitos dos danos mecânicos cumulativos por impacto sobre a qualidade de peras 'Pacham's Triumph'

Não houve diferença entre os tratamentos de impacto sobre a firmeza de polpa dos frutos (Figura 28a). O tratamento controle apresentou os menores valores médios aos 30 (13,7 N) e 90 (9,6 N) dias de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias em condição ambiente, sem, no entanto, diferir dos demais tratamentos. De maneira geral, independente da intensidade de impacto aplicada, após 30 dias de armazenamento

refrigerado os frutos apresentavam firmeza de polpa de 15,0 N, reduzindo para 12,9 N após 60 dias e para 11,5 N após 90 dias de armazenamento refrigerado, todos seguidos de cinco dias em condição ambiente. Steffens *et al.* (2008) submetem maçãs a duas quedas de uma altura de 0,2 m e também não observaram diferenças significativas quanto à firmeza de polpa quando comparadas ao controle. Os resultados encontrados nesse estudo, todavia, contrariam as observações de Kasat *et al.* (2007). Os autores, após submeterem pêssegos a duas quedas de 1,2 m de altura, observaram que os frutos que sofreram impactos apresentaram menor firmeza de polpa quando comparados aos que não sofreram quedas. A perda na firmeza dos tecidos é causada tanto pelo dano na estrutura celular quanto pela atividade das enzimas responsáveis pela degradação da parede celular, como a poligalacturonase, a pectinametilesterase e a celulase (Chitarra & Chitarra, 2005).

Houve aumento nos valores de acidez titulável ao longo do armazenamento. Aos 30 e 90 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em condição ambiente, foram verificadas diferenças nos valores de acidez dos frutos submetidos aos diferentes tratamentos (Figura 28b). Na primeira avaliação, os frutos controle apresentaram menor teor de ácido málico, diferindo apenas daqueles submetidos a uma queda sobre superfície metálica. Aos 90+5 dias, os frutos sem lesão apresentaram valores de acidez titulável inferiores aos frutos que sofreram três quedas. Possivelmente os danos mecânicos cumulativos por impacto aceleraram a formação de ácido galacturônico, em consequência da hidrólise da pectina provocada pela atividade das enzimas pectinametilesterase e poligalacturanase, aumentando os teores de acidez. Tal processo, normalmente ocorre com o avanço do amadurecimento (Godoy, 2008). Resultados contrários foram encontrados em limas ácidas ‘Tahiti’, pêssegos ‘Aurora’ e kiwis ‘Bruno’ (Durigan *et al.*, 2005; Kasat *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2010). Nessas

espécies, os valores de acidez nos frutos injuriados foram sempre inferiores aos não injuriados. Aos 60+5 dias não foram constatadas diferenças entre os tratamentos. O mesmo foi verificado por Steffens *et al.* (2008) em maçãs 'Royal Gala' submetidas a dois impactos de uma altura de 0,20 m.

Na colheita, as peras apresentavam teor de sólidos solúveis de 9,8° Brix e na data de aplicação dos tratamentos de intensidade de impacto esse teor passou para 11,3° Brix. Após 30+5 dias de armazenamento não foram verificadas diferenças estatísticas entre o teor de açúcares dos tratamentos (Figura 28c). No entanto, o maior valor foi verificado nos frutos submetidos a três quedas (12,8° Brix) e o menor valor (12,0° Brix) nos frutos que não sofreram lesões. Já aos 60+5 dias, o teor de sólidos solúveis das peras do tratamento controle diferiu dos frutos submetidos a três quedas. Os dois tratamentos apresentaram os mesmos teores de sólidos solúveis verificados aos 30+5 dias de armazenamento, ou seja, 12,0° Brix (controle) e 12,7° Brix (três quedas). Após 90+5 dias, o tratamento controle apresentou o maior teor de sólidos solúveis observado durante o armazenamento (13,0° Brix), diferindo dos frutos submetidos à uma e duas quedas, que apresentaram 11,9 e 12,0° Brix. Após tal período de armazenamento, o tratamento controle apresentou o maior teor de sólidos solúveis (13,0° Brix).

O resultado encontrado nesse estudo aos 30+5 dias corrobora com o que foi observado por Mattiuz & Durigan (2001) e De Martino (2006). Os autores não encontraram diferenças no teor de sólidos solúveis em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato' e damascos 'Marietta' submetidos a duas quedas livres de 1,2 m e 0,3 m de altura, respectivamente. Da mesma forma, Steffens *et al.* (2008) verificaram que os teores de sólidos solúveis de maçãs submetidas a duas quedas de 0,2 m de altura foram semelhantes aos frutos controle.

A maturação de peras ocorre após período de condicionamento por frio, quando é verificado aumento no teor de sólidos solúveis, seguido de diminuição em decorrência da senescência (Vangdal, 1980). É possível que os frutos lesionados tenham amadurecido mais rapidamente que os frutos sem dano mecânico, especialmente aqueles submetidos ao tratamento de três quedas. Tal resultado possivelmente ocorreu devido ao início da senescência. Durigan *et al.* (2005) observaram menores valores de sólidos solúveis em limas ácidas 'Tahiti' submetidas ao impacto, atribuindo esse resultado ao efeito estressante do dano mecânico, que promoveu a rápida senescência.

Aos 30 e 60 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em condição ambiente, nenhum dos tratamentos afetou, significativamente, a relação SS/AT (Figura 28d). O mesmo comportamento foi observado em pêsegos por Kasat *et al.* (2007). Aos 90 de armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias em ambiente, foram observadas diferenças entre as peras controle e aquelas submetidas a duas ou três quedas, que apresentaram valores inferiores aos demais tratamentos. Tal resultado contrariou o obtido por Durigan (2003), que verificou redução nos teores de AT de mangas em decorrência da lesão. Nesse caso, foi verificado rápido amadurecimento dos frutos danificados. Uma possível explicação para os resultados obtidos no presente estudo é o aumento do teor de ácido málico verificado nos frutos injuriados.

Não houve efeito do dano mecânico cumulativo na perda de massa fresca dos frutos durante todo o período avaliado (Figura 28e). Durante o período de armazenamento refrigerado, independente do tratamento a que foram submetidos, as peras apresentaram perda de massa fresca de 1,8 % aos 30 dias, 3,0 % aos 60 dias e 5,2 % aos 90 dias. Considerando a perda de massa fresca ocorrida após a retirada do armazenamento refrigerado, durante o período de cinco dias em temperatura ambiente, os frutos apresentaram perda de 2,6 %, 2,4 % e 2,9 %. A perda de massa acumulada

(armazenamento refrigerado seguidos de cinco dias em condição ambiente) foi de aproximadamente 4,2 % aos 30+5 dias, aumentando para 5,3 % aos 60+5 dias de armazenamento. Aos 90+5 dias, esse percentual dobrou em relação à primeira avaliação e os frutos apresentaram perda de massa de 8,5 %.

Sanches *et al.* (2008) também não observaram diferenças na perda de massa em abacates submetidos a diferentes tipos de dano mecânico. Kasat *et al.* (2007), ao contrário, trabalhando com pêssegos, verificaram diferenças significativas na perda de massa de pêssegos submetidos a duas quedas de 1,2 m de altura em relação aos frutos controle. Maiores perdas de massa fresca em frutos danificados também foram observadas em maçãs (Montero, 2010), mangas (Durigan, 2003) e mamões (Braga, 2004).

Em frutos como pêssegos, a perda de massa pode chegar a 19,2 %. Foi o que observou Camillo (2009), para a cv. Eragil. O autor submeteu os frutos à queda livre de uma altura de 0,8 m e armazenou-os por sete dias em condição ambiente. Ao término desse período, os frutos apresentaram murchamento excessivo, que os tornou impróprios para a comercialização. A perda de massa é consequência dos processos transpiratório e respiratório e conduz ao murchamento e à perda de consistência do fruto, diminuindo a aceitabilidade comercial (Woods, 1990).

Chitarra & Chitarra (2005) citam que para alguns frutos perdas de massa fresca na ordem de 3 a 6 % já são suficientes para causar murchamento e declínio na qualidade. Tendo em vista o alto percentual de perda de massa verificado após 90 dias de armazenamento refrigerado é possível inferir que são necessárias tecnologias que evitem a perda de massa durante o período sob refrigeração, como uso de embalagens.

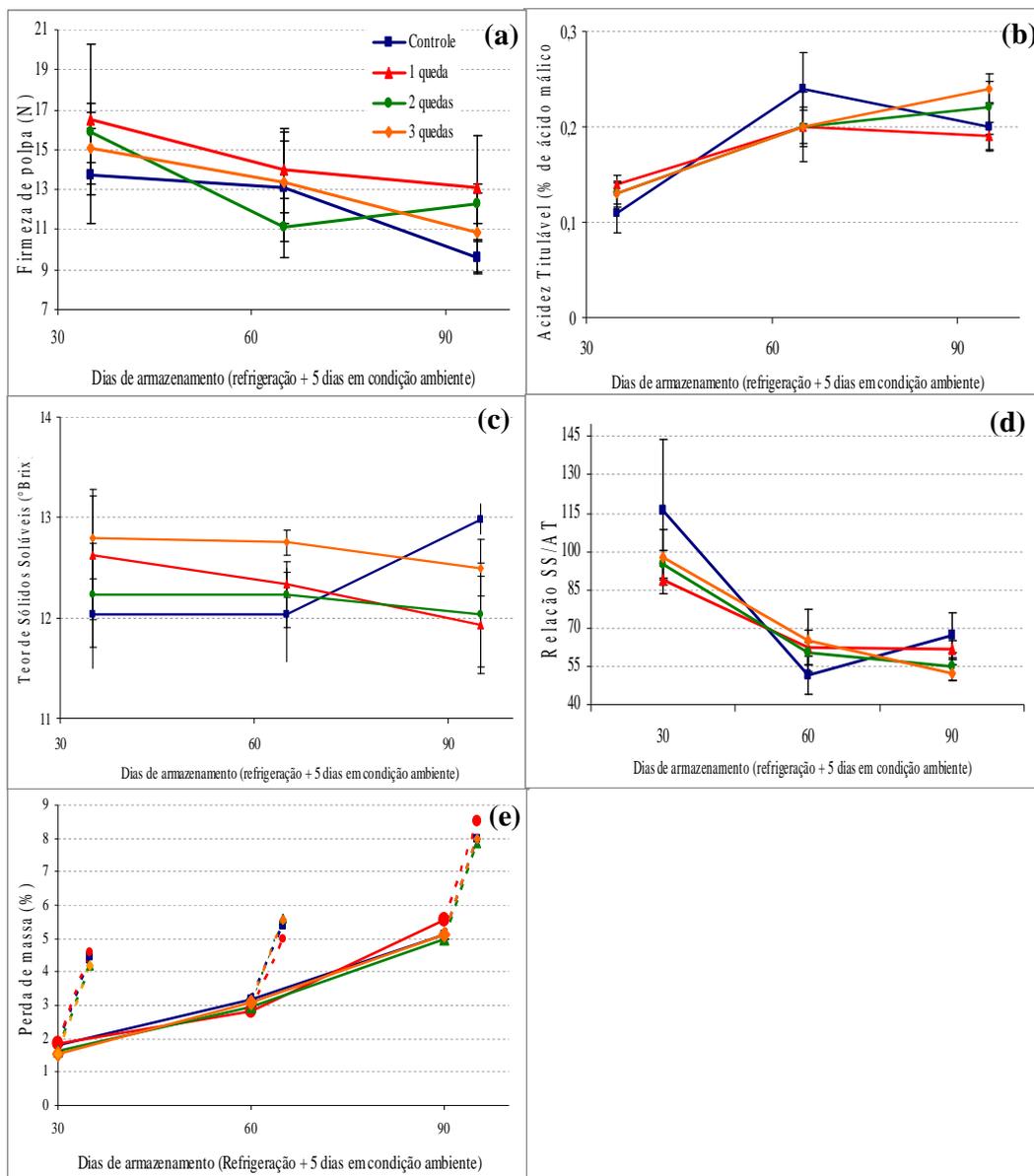


FIGURA 28. Firmeza de polpa (a), acidez titulável (b), teor de sólidos solúveis (c), relação SS/AT (d) e perda de massa (e) de peras 'Packham's Triumph' submetidas a danos mecânicos cumulativos por impacto a partir da queda de 6,5 cm sobre superfície metálica e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 90 dias, seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). As barras verticais representam o desvio padrão (n=4).

Na avaliação do tecido sadio dos frutos lesionados e dos frutos controle não foram verificadas diferenças estatísticas quanto à luminosidade, cromaticidade e ângulo Hue durante os períodos avaliados (dados não apresentados). Tal resultado já era esperado, uma vez que as determinações de cor foram realizadas nos locais sadios e as lesões causadas pelos impactos foram localizadas e não se estenderam além dos locais atingidos.

Não foram observadas diferenças significativas na luminosidade da epiderme lesionada em comparação à dos frutos controle em nenhum dos períodos avaliados, tanto após armazenamento refrigerado quanto sob condição ambiente (Figura 29a). Os valores médios de luminosidade obtidos ao término do armazenamento refrigerado, independente do tratamento, foram de 57,7, 59,7 e 60,2 aos 30, 60 e 90 dias, respectivamente. Após manutenção em condição ambiente, simulando o período comercialização, os valores avançaram para 60,3, 62,4 e 62,9, aos 30+5, 60+5 e 90+5 dias de armazenamento, respectivamente.

A cromaticidade da epiderme lesionada em comparação à sadia apresentou diferenças estatísticas aos 60+5 e 90+5 dias de armazenamento (Figura 29b). Aos 60+5 dias, o tratamento controle (41,2) diferiu do tratamento submetido a duas quedas (36,4). Após 90+5 dias, os frutos não lesionados (controle) apresentaram cromaticidade de 42,1, diferindo estatisticamente das peras submetidas a uma queda (37,0). O tratamento controle apresentou aumento nos valores de Chroma após a manutenção em condição ambiente, enquanto aqueles submetidos aos danos mecânicos por impacto apresentaram redução em todos os períodos avaliados. Possivelmente, as lesões por impacto levaram a menor saturação dos pigmentos nessa área, comprovando seu efeito prejudicial sobre a coloração.

O ângulo Hue diferiu entre os tratamentos após 30 e 60 dias de armazenamento refrigerado (Figura 29c). Aos 30 dias, os frutos não lesionados apresentaram ângulo Hue superior ao dos frutos submetidos a três quedas, com valores de 101,0 e 98,0, respectivamente. Após 60 dias, o controle e os frutos que sofreram uma queda diferiram daqueles submetidos a duas e três quedas. Os valores de Hue decresceram, em média, três unidades após a transferência dos frutos para a condição ambiente, passando de 97,0 para 93,0, para todos os tratamentos na última avaliação.

Embora certas diferenças de coloração tenham sido detectadas espectrofotometricamente, visualmente essas não puderam ser verificadas, inferindo que esse defeito de qualidade não seria percebido pelo consumidor no momento da compra (Figura 30).

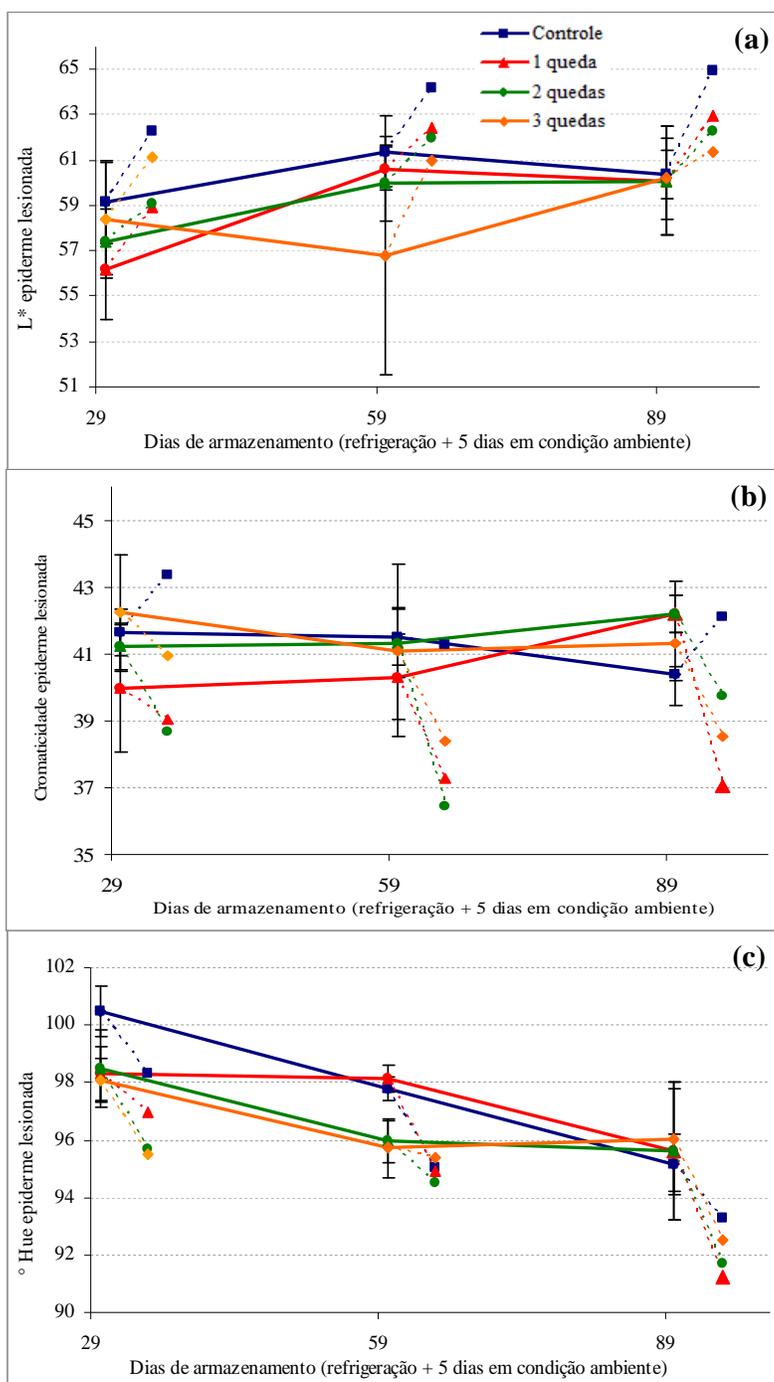


FIGURA 29. Luminosidade (a), cromaticidade (b) e ângulo Hue (c) da epiderme de peras 'Packham's Triumph' submetidas a danos mecânicos cumulativos por impacto a partir da queda de 6,5 cm sobre superfície rígida e armazenadas sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR durante 90 dias, seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). As barras verticais representam o desvio padrão (n=4). Bento Gonçalves, 2011.



FIGURA 30. Pera 'Packham's Triumph' submetida a duas quedas livres da altura de 6,5 cm sobre superfície rígida e armazenada sob condições de $0 \pm 0,5$ °C e 90 ± 5 % UR após 90 dias de armazenamento refrigerado, seguidos de cinco dias em condição de ambiente simulado (24 ± 2 °C). Bento Gonçalves, 2011.

4.6 Distribuição de peras nas cidades de Porto Alegre e Bento Gonçalves: um estudo de caso

4.6.1 Dados econômicos de peras nacionais e importadas comercializadas na Central de Abastecimento do Estado do Rio Grande do Sul (Ceasa/RS), em Porto Alegre

A Ceasa/RS é o grande centro distribuidor de hortigranjeiros do Rio Grande do Sul. Cerca de 35 % do total consumido no Estado são comercializados pelas empresas e produtores que operam nesse local. Dentre os produtos, destaca-se a oferta de frutas, hortaliças e flores. Dentre os frutos comercializados estão as peras europeias, asiáticas e híbridas, nacionais e importadas. A evolução de comercialização de peras nacionais e

importadas comercializadas desde o ano de 1998 até 2010 na Ceasa/RS apresenta um quadro de aumento de volumes (Figura 31).

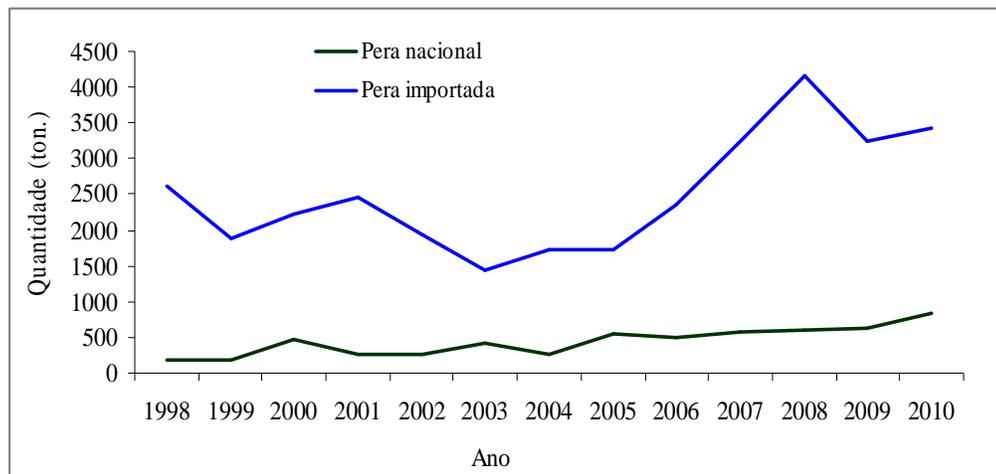


FIGURA 31. Quantidade de peras nacionais e importadas comercializadas na Ceasa/RS no período entre 1998 e 2010. Porto Alegre, 2011.

Pode-se observar que desde o ano de 1998, o volume comercializado da pera importada é superior ao da nacional. A importação ocorre principalmente de países como Chile e Argentina. É de pressupor que, mesmo antes deste período de acompanhamento, a pera importada tenha respondido por maiores quantidades comercializadas. Houve oscilações nesse período, mas a tendência é de aumento no volume de comercialização. Tal fato também é destacado por Fioravanço (2007). O autor cita que desde a década de 90 a cultura da pereira caracterizou-se por períodos alternantes de expansão e retração de áreas de plantio, sem evidenciar um crescimento sustentável. O baixo volume de comercialização é resultado da baixa produção no país. Inúmeros fatores contribuem para tal fato: baixa produtividade das plantas, principalmente as de origem européia, consideradas mais exigentes em frio do que as asiáticas, falta de cultivares de frutos de boa qualidade, indefinição de porta-enxertos, abortamento de gemas florais e, em muitos casos, o desconhecimento dos produtores

quanto às técnicas adequadas de manejo conduzem a essa condição de produção (Fioravanço, 2007; Rommel, 2009).

4.6.2 Distribuição atacadista na Ceasa/RS

4.6.2.1 Observações gerais

A comercialização de frutos e demais espécies hortícolas na Ceasa/RS, tanto no pavilhão dos atacadistas quanto no galpão do produtor, ocorre diretamente a varejistas e intermediários. Os intermediários adquirem os mais variados produtos hortícolas, em grandes quantidades, nos atacadistas e no pavilhão do produtor e as comercializam para os varejistas, entregando no local de venda.

As peras importadas são comercializadas apenas no pavilhão de atacadistas, sendo de origem argentina, chilena e europeia, incluindo diversos países. Esses frutos são comercializados em caixas de papelão ondulado e revestidas com saco de polietileno, sobre bandejas e embalados individualmente em papel de seda (Figura 32). Esse procedimento consta nas instruções da resolução Argentina nº 554/83, que estabelece as normas de qualidade de frutas frescas (Argentina, 1983). Os frutos são transportados de seu país de origem em cargas refrigeradas, o que também consta nessa mesma resolução. As peras são mantidas sob refrigeração e as expostas para venda em temperatura ambiente já apresentam algumas lesões de atrito leve, sem lesões evidentes de impacto. A venda acontece para todas as regiões do estado e para varejistas de todos os segmentos. O transporte para o varejo é realizado pelo próprio distribuidor ou pelo varejista, em caminhões com ou sem sistema de refrigeração.



FIGURA 32. Peras cv. William's de origem argentina comercializadas na Ceasa/RS. Porto Alegre, 2011.

Diferentemente da pera importada, percebe-se que não há nenhuma padronização para comercialização de peras produzidas no Brasil. Na Ceasa/RS, os frutos são vendidos no pavilhão dos produtores nas mais diversas embalagens (Figuras 33a a e). As peras nacionais comercializadas nos pavilhões dos atacadistas apresentam, normalmente, embalagem diferenciada daquelas utilizadas no pavilhão do produtor (Figuras 33f e g). O regulamento técnico de identidade e qualidade de pera (Anexo 1) define embalagem como o “recipiente, pacote ou envoltório, destinado a proteger, conservar e facilitar o transporte e o manuseio dos produtos, permitindo a devida identificação” (Brasil, 2006). Com relação ao acondicionamento das peras, o Regulamento, no seu item 6, cita que “as embalagens devem satisfazer as características de qualidade, higiene, ventilação e resistência necessárias para assegurar uma manipulação, transporte e conservação apropriada às peras” (Brasil, 2006). Assim, não há normatização específica para embalagem e transporte de peras e a legislação vigente para embalagens de frutas e hortaliças PL 04769/09 cita apenas que as caixas plásticas deverão substituir as de madeira no prazo de dois anos, devem ser empilháveis e ter tamanho específico.



FIGURA 33. Caixas de peras nacionais observadas na Ceasa/RS e acondicionadas em caixas de madeira (a, b, c e e), caixa plástica (d) e caixa de papelão ondulado (f e g). Porto Alegre, 2011.

A utilização do saco de polietileno revestindo a embalagem evita o contato dos frutos com a superfície dessa embalagem, o que diminui o dano mecânico ocasionado pelo atrito. No entanto, na Ceasa/RS, a principal função do saco de polietileno é auxiliar na transferência dos frutos da caixa do produtor para as caixas do varejista (Figura 34). Nesse procedimento uma boa embalagem de polietileno é aquela que não rompe ao ser transferida de uma caixa para outra. Quando há o rompimento, as peras são recolhidas do chão e retornam para as embalagens. As embalagens plásticas são utilizadas pela maior parte dos produtores. Essas caixas são de múltiplo uso e cada produtor e varejista tem suas próprias embalagens identificadas, o que força a transferência no momento da aquisição através do saco de polietileno para agilizar o processo.



FIGURA 34. Transferência de peras européias da caixa do produtor para a caixa do varejista. Porto Alegre, 2011.

Segundo Martins e Fernandes (s.d.), os produtores não se motivam para a implantação da classificação e padronização diante do baixo nível de exigência do consumidor e do temor de não encontrarem mercado para produtos de qualidade inferior. Melo (2006 *apud* Ferraz) cita que o sistema de comercialização não incentiva o produtor a ter melhor qualidade, pelo contrário, visto que a premissa do supermercado é

preço. Segundo ele, a saída para o fruticultor é cortar os custos, principalmente com embalagem, comprometendo a apresentação e prejudicando o produto.

Embora haja diversificação, percebe-se uma preocupação, por parte de alguns produtores, com a melhor apresentação do produto através do uso de embalagens adequadas. Dessa forma, as peras são embaladas em caixas de papelão, com bandeja separadora e envoltas ou não em papel de seda (Figuras 33f e g). Embalagens adequadas protegem o produto contra danos, são compatíveis com os sistemas de paletização de carga, são econômicas, não somente ao custo unitário, mas principalmente quanto à relação custo/benefício. Outra vantagem ainda pouco explorada é a possibilidade de exposição no varejo dentro da própria embalagem a fim de evitar seu manuseio (Souza, 2005).

O transporte pelos produtores é realizado em caminhões abertos ou fechados, com ou sem refrigeração e as operações de carga e descarga são realizadas manualmente, caixa a caixa. Essa operação é realizada por carregadores autônomos ou contratados pelo produtor. Além da carga e descarga, os carregadores realizam as entregas dentro da Ceasa/RS para os veículos dos varejistas. Para entrega, são utilizados carrinhos de mão e as caixas são empilhadas (Figura 35).



FIGURA 35. Transporte de frutos na Ceasa/RS em caixas empilhadas sobre carrinhos de mão. Porto Alegre, 2011.

Durante o acompanhamento, observou-se que os carregadores não possuem o treinamento adequado ou o conhecimento da perecibilidade dos produtos que transportam. O pagamento se dá pelo número de entregas realizadas no dia. Assim, quanto mais entregas, maior a receita do carregador. De acordo com Souza (2005), a utilização de procedimentos obsoletos na cadeia de comercialização traz dificuldades para implantar melhorias na logística de movimentação e transporte de cargas paletizadas. Os processos ultrapassados também dificultam a aplicação da automação nas transações comerciais pelo emprego de código de barras e são um empecilho para o atendimento das crescentes exigências do mercado consumidor por produtos de melhor qualidade. Ferreira (2008) também cita que a movimentação de caixas, que deveria ser efetuada, frequentemente, de maneira mecanizada, é manual, situação que induz os trabalhadores, por cansaço ou por falta de instrução, a jogarem as caixas.

Aliado à falta de cuidado na central de abastecimento, a qualidade dos frutos é prejudicada pelas más condições do pavimento das vias internas na Ceasa/RS (Figura 36). Essa é uma reclamação e reivindicação constante dos produtores e atacadistas. A baixa qualidade do pavimento causa o tombamento dos carrinhos e a queda de frutos das caixas, contribuindo para a ocorrência de danos mecânicos, diminuição da qualidade e perdas econômicas. A presença de plataformas íngremes para acesso ao pavilhão do produtor também dificulta o transporte interno.



FIGURA 36. Pavimentação mal conservada nas vias internas da Ceasa/RS. Porto Alegre, 2011.

4.6.2.2 Resultados da entrevista

Ao serem questionados sobre o veículo utilizado para o transporte de peras e demais produtos vegetais da Ceasa/RS até o ponto de venda, cinco entrevistados responderam que utilizam caminhão refrigerado e nove, não refrigerado (Figuras 37e 38a a g). Também foi citado caminhão aberto com lona, caminhonete aberta ou fechada e carro com ou sem reboque.

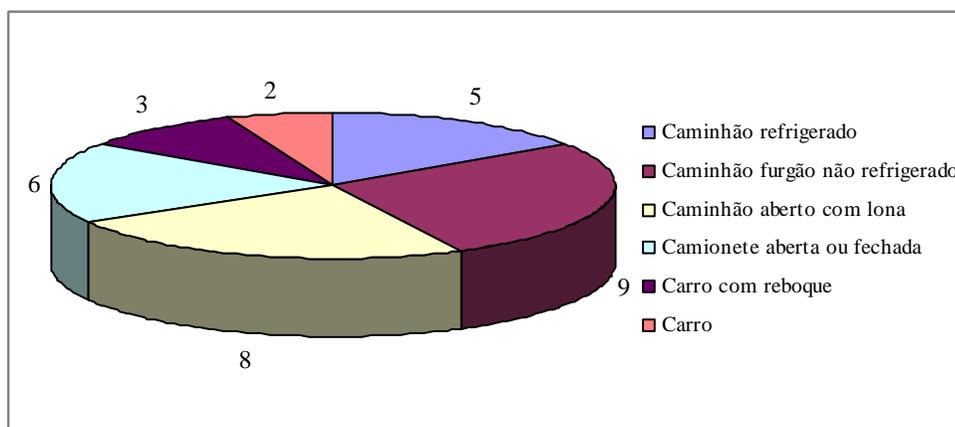


FIGURA 37. Veículo utilizado para o transporte de peras da CEASA/RS até o varejo. Porto Alegre, 2011.

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), o transporte é uma das principais causas de danos mecânicos de frutas, influenciando na sua qualidade. No transporte, são frequentes os danos por amassamentos ou impactos. As vibrações podem resultar também em danos por atrito, quando o produto se move dentro das embalagens. Os autores ainda citam que as condições de transporte geralmente são muito variáveis, o que dificulta a identificação de fatores individuais que contribuem para as perdas qualitativas de produtos durante o trânsito entre os locais.

Os horários estabelecidos para entrada ordenada de produtores, atacadistas e compradores na Central de Abastecimento resultam em uma exposição da carga em temperatura ambiente por várias horas e sujeitos a todas as intempéries até o momento da descarga e comercialização. Durante a compra, alguns veículos ficam protegidos das condições climáticas (Figura 38h), mas a maior parte permanece em área descoberta. Yokoiama (2005) também cita que, no Brasil, o transporte das frutas é feito por caminhões sem refrigeração, expostos à incidência direta do sol sobre lonas, o que aumenta a temperatura da fruta transportada, acarretando na perda de massa por transpiração. A utilização de caminhões refrigerados pode minimizar os efeitos negativos do transporte, uma vez que o metabolismo da fruta é reduzido com as baixas temperaturas de acondicionamento. Segundo Ferreira (2008), o transporte refrigerado nem sempre está disponível, não somente devido ao seu alto custo, mas também à sua complexidade.



FIGURA 38. Veículos utilizados para o transporte de peras da CEASA/RS para o varejo (a a g) e local de estacionamento coberto (h). Porto Alegre, 2011.

Em relação à distância entre a Ceasa/RS e o local de venda, a maior parte dos compradores de pera transporta os frutos a uma distância máxima de 80 km (Figura 39). Geralmente são compradores de Porto Alegre e região metropolitana. Damboriarema (2001), em estudo de caso realizado na Ceasa/RS no ano de 2001, cita que 91 % dos clientes tem seus estabelecimentos dentro de um raio de 150 km.

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), o transporte é a principal causa de danos mecânicos em vegetais, cuja intensidade varia com a distância a ser percorrida e o tipo de produto transportado. As condições precárias das rodovias e a alta velocidade empregada nos veículos afetam a qualidade de produtos perecíveis transportados quando o centro de comercialização encontra-se distante do local de venda.

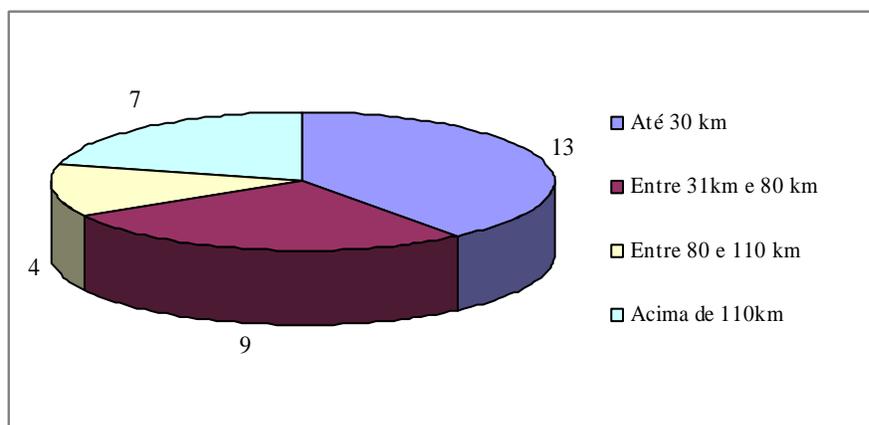


FIGURA 39. Número de citações dos entrevistados a respeito da distância percorrida pelos compradores da CEASA/RS até o local de venda. Porto Alegre, 2011.

O armazenamento prévio à disponibilização das peras nas gôndolas é realizado em câmaras refrigeradas por 18 compradores, oito destinam imediatamente os frutos à venda e sete mantêm os frutos em temperatura ambiente, sendo que destes, em quatro casos os frutos permanecem no veículo de transporte (Figura 40). Na ausência de armazenamento refrigerado, a permanência sob temperatura ambiente por alguns dias é uma prática comum para os compradores da Ceasa/RS. O relato mais curioso em

relação ao armazenamento de peras foi de um feirante, que armazena os frutos no caminhão durante sete dias. Nesse período, realiza três feiras em locais diferentes da cidade de Porto Alegre e os frutos não comercializados ficam sujeitos aos danos cumulativos causados pela vibração do transporte. As manipulações pós-colheita podem afetar apenas as funções metabólicas dos frutos, porém qualquer disfunção ou dano mecânico irá produzir qualidade pós-colheita insatisfatória, afetando a comercialização (Chitarra & Chitarra, 2005).

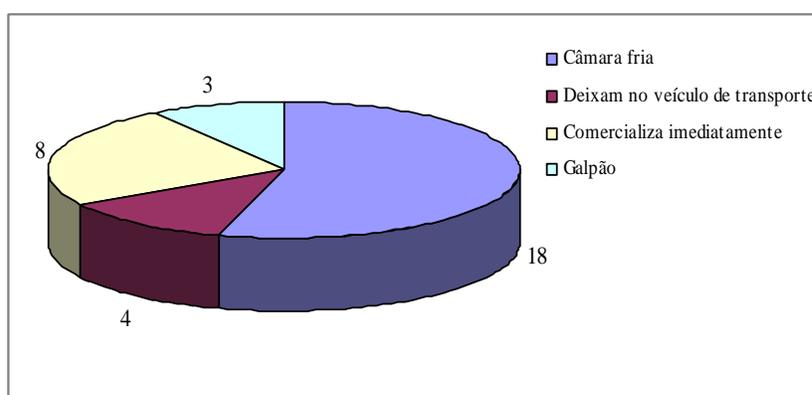


FIGURA 40. Armazenamento de peras adquiridas na CEASA/RS até a disponibilização nas gôndolas de exposição. Porto Alegre, 2011.

Em relação à quantidade de peras nacionais adquiridas, dos 33 entrevistados, 15 adquirem até seis caixas (Figura 41). A quantidade comprada está diretamente relacionada à frequência de compra (Figura 42). Geralmente aqueles que compram em menor quantidade o fazem com mais frequência, o que está relacionado ao porte do empreendimento varejista (supermercado, mini-mercado, fruteiras e feirantes). Dos seis entrevistados que adquirem acima de dez caixas, cinco são distribuidores, que revendem os produtos para pequenos supermercados de bairro.

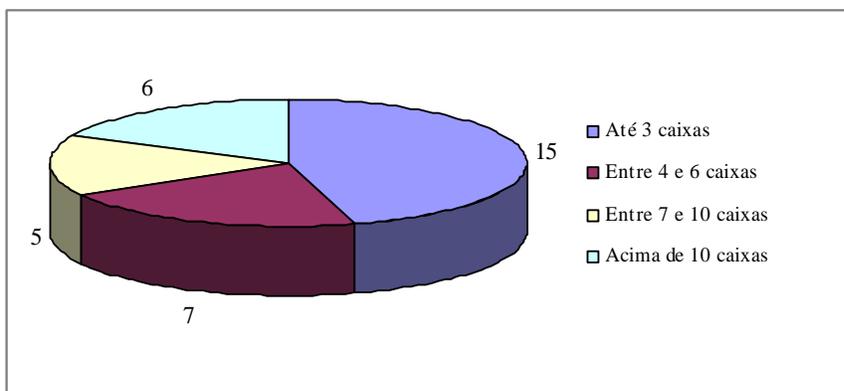


FIGURA 41. Quantidade de pera nacional (em caixas) adquirida na Ceasa/RS. Porto Alegre, 2011.

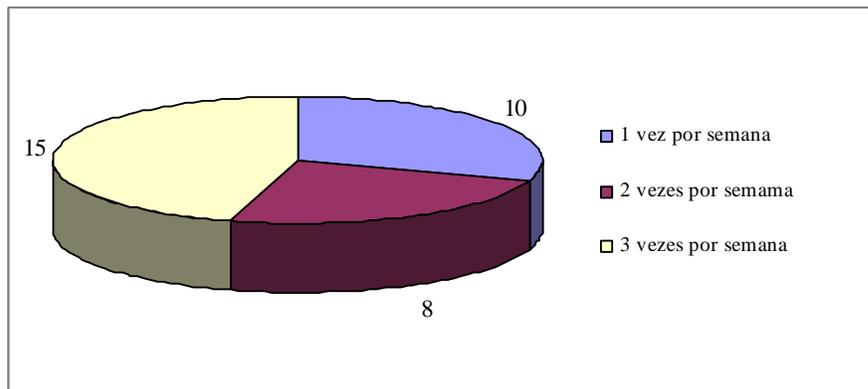


FIGURA 42. Frequência de compra de peras na Ceasa/RS. Porto Alegre, 2011.

O cenário da comercialização de peras na Ceasa/RS é marcado pela diversidade de clientes e práticas de manuseio. A adoção de normas para comercialização e distribuição de peras minimizaria essas condições.

4.6.3 Comercialização de peras no varejo

4.6.3.1 Considerações gerais

Tanto em Porto Alegre quanto em Bento Gonçalves, a comercialização de peras nacionais no varejo é marcada pela falta de qualidade visual, caracterizada por frutos

com sintomas de danos mecânicos de impacto e atrito e ocorrência de podridões (Figura 43). Isso acontece, freqüentemente, nas feiras e mercados tradicionais (de bairro). A falta de qualidade visual é um dos atributos que aumentam as perdas em pós-colheita. Em estudo de perdas pós-colheita no varejo, Lana *et al.* (1999) verificaram que os danos mecânicos são responsáveis por até 70 % dos pimentões descartados no varejo em Brasília, DF. Em estudo semelhante, Tsunechiro *et al.* (1994) citam que a maior perda na comercialização de peras ocorre em quitandas, seguido por supermercados e feiras-livres.

O desenvolvimento incipiente da classificação e padronização é ainda reflexo do baixo nível de exigência do consumidor doméstico. Ao adquirir os frutos de aparência ruim, o consumidor demonstra que não valoriza esse atributo e a cadeia continua utilizando os procedimentos inadequados. A aquisição de um produto com dano pode ocorrer porque o consumidor não reconhece esse dano como defeito ou porque não encontra no mercado outro produto de melhor qualidade (Lana *et al.*, 1999). Segundo Melo (2006 apud Ferraz), o consumidor deve pressionar o vendedor de frutas (supermercado, feira livre, sacolões, etc.), exigindo qualidade. Cita ainda que a comercialização de frutas funcionará de maneira séria, com reflexos no aumento de consumo, a partir do momento que o setor trabalhar com produtos de alta qualidade e com valor agregado. O autor atribui o alto índice de perdas de frutas à falta de qualidade do produto, condições inadequadas de transporte, más condições de armazenamento, manuseio excessivo dos consumidores, falta de padronização e classificação, colheita em estágio de maturação inadequado e excesso de tempo em temperatura ambiente entre a compra e a venda.



FIGURA 43. Peras nacionais comercializadas nas cidades de Porto Alegre, RS (a, b, c e d) e Bento Gonçalves, RS (e e f).

Ao contrário da fruta nacional, a qualidade visual de peras importadas é um atributo evidente ao consumidor. A aparência dos frutos importados, geralmente, é melhor, e o cuidado despendido no manuseio do comércio varejista confirma a preferência do consumidor (Figura 44). Nesse manuseio, as peras importadas são mantidas nas bandejas separadoras utilizadas na embalagem o que minimiza os efeitos do impacto. Como as bandejas separadoras são colocadas umas sobre as outras e os frutos, o manuseio dos frutos pelo consumidor é evitado em parte, pois não haverá um amontoado para ser examinado em busca da melhor aparência externa.

Além disso, a apresentação também é diferenciada e os frutos são colocados em local de destaque (Figura 44d). A qualidade da pera importada pode ser justificada pela adoção de boas práticas desde a colheita até o comércio varejista. A embalagem utilizada para o transporte é fundamental para a manutenção da aparência.

Um dos fatores mencionados pelos varejistas em relação à qualidade das peras nacionais foi o excesso de manuseio pelos consumidores, que danifica os frutos. Tal fato, no entanto, pode ser consequência da falta de qualidade, o que obriga o consumidor a selecionar os frutos na gôndola. Assim sendo, o acondicionamento de frutos de elevada qualidade em embalagens apropriadas evitaria o manuseio excessivo pelos consumidores (Fagundes & Yamanishi, 2002).



FIGURA 44. Peras importadas comercializadas nas cidades de Porto Alegre, RS (a e b) e Bento Gonçalves, RS (c) e comparação entre a apresentação na gôndola de peras nacionais e importadas (d).

É importante que além de qualidade sensorial e boa aparência visual, a pera produzida no Brasil tenha local de destaque no comércio varejista para que o consumidor a adquira.

A partir do momento que forem estabelecidas as técnicas adequadas de manejo da cultura, os produtores adotarem essas técnicas e oferecerem frutos de alta qualidade, com maturação uniforme e embalagens atrativas e a cadeia de comercialização –

atacadistas e varejistas – atuar na divulgação e promoção da fruta nacional, os consumidores ficarão satisfeitos com as peras disponíveis nas gôndolas, o manuseio será evitado e o consumo será aumentado. E ainda, a exemplo do que ocorreu com a maçã, as peras importadas que hoje são consumidas em grande quantidade poderão ser substituídas por peras nacionais de elevada qualidade.

4.6.3.2 Resultados das visitas e entrevistas

Dos quatro hipermercados visitados em Porto Alegre, dois não comercializavam peras nacionais. Nos mercados de bairro, o mesmo resultado foi encontrado. Nas feiras-livres, um feirante apenas disponibilizava frutos importados. Em Bento Gonçalves, dois supermercados, dos cinco visitados, apenas disponibilizavam aos seus clientes peras importadas, sendo que um deles, na época de safra, comercializava apenas os frutos nacionais. Dentre os motivos apontados para a venda de somente peras importadas foram citados a falta de qualidade dos frutos nacionais e sua baixa aceitação. Nas visitas aos hipermercados, não foi possível contato com os responsáveis pelo setor de frutas e hortaliças, tampouco foi possível registrar imagens das gôndolas de peras. Dos 20 em que foi possível realizar a entrevista, obteve-se os seguintes resultados:

Os locais visitados em Porto Alegre adquirem os frutos, tanto importados como nacionais, na Ceasa/RS, enquanto que em Bento Gonçalves, as compras são realizadas no consórcio da Ceasa/RS de Caxias do Sul (Figura 45). Os três estabelecimentos que recebem de distribuidores são mercados de bairro. As compras são realizadas diretamente do produtor em apenas um supermercado e dois distribuidores de Bento Gonçalves.

A Ceasa/RS é a principal referência de comércio atacadista de frutas e hortaliças no Estado e responde por 30 % do volume total de frutícolas consumidos no Estado (Damboriarema, 2001).

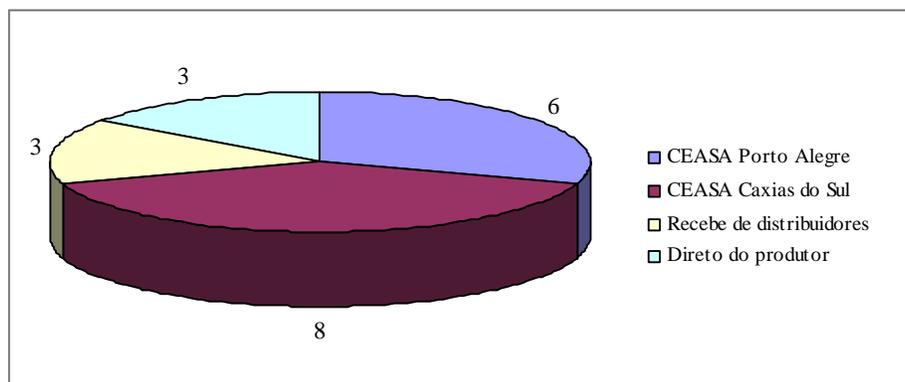


FIGURA 45. Local de compra das peras importadas e nacionais comercializadas nos mercados varejistas de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS. Porto Alegre, 2011.

Dos varejos visitados, a maior parte adquire os frutos em caixas plásticas, revestidas ou não com saco de polietileno (Figura 46). A exposição, ao consumidor, é realizada em caixas plásticas ou diretamente na gôndola. Um dos varejistas entrevistados na cidade de Porto Alegre adquire as peras na Ceasa/RS acondicionadas em caixas de papelão, com bandejas separadoras e frutos envoltos em papel sulfite. Para comercialização no supermercado, os frutos são retirados da caixa original e colocados em caixas plásticas ou na gôndola (Figura 47). O varejista justificou que, dessa forma, o consumidor pode visualizar melhor o produto. Tal procedimento, no entanto, também permite que o consumidor manuseie o produto, o que pode resultar em perda de qualidade. Dois varejistas ainda adquirem os frutos em caixas de madeira, tipo meia caixa. A caixa de madeira além de não satisfazer as condições de higiene e limpeza necessárias, possui a superfície áspera causando injúrias aos frutos.

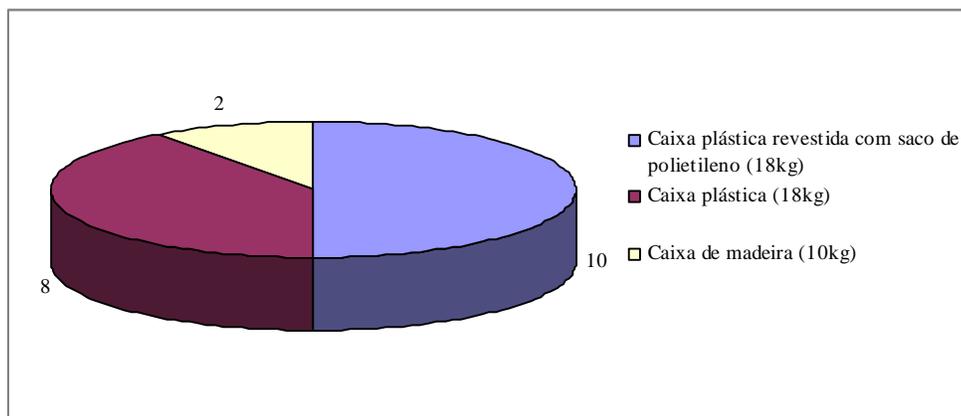


FIGURA 46. Caixas de comercialização de peras nacionais no mercado varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS. Porto Alegre, 2011.



FIGURA 47. Caixas de peras nacionais utilizadas para transporte e comercialização no atacado (a) e os mesmos frutos sendo comercializados no mercado varejista em caixa plástica (b).

A maior parte dos entrevistados armazena os frutos em câmara refrigerada antes de colocá-los na gôndola (Figura 48). Os varejistas que armazenam em câmara refrigerada, utilizam temperatura entre 4 e 10 °C, visto que na maior parte dos casos o armazenamento acontece com outros produtos hortícolas (Figuras 49 e 50). Em alguns casos, foi verificado o armazenamento de produtos cárneos e lácteos na mesma câmara

(Figura 51). A temperatura da câmara que armazena frutas e hortaliças deve ser definida de acordo com as exigências individuais de cada produto (Ferreira, 2008). Alguns deles requerem temperaturas de conservação mais altas do que outros e, por isso, os comerciantes optam por manter temperaturas mais altas a fim de evitar injúrias pelo frio, entretanto tal procedimento não mantém eficientemente a cadeia de frio necessária para aumentar a vida pós-colheita.

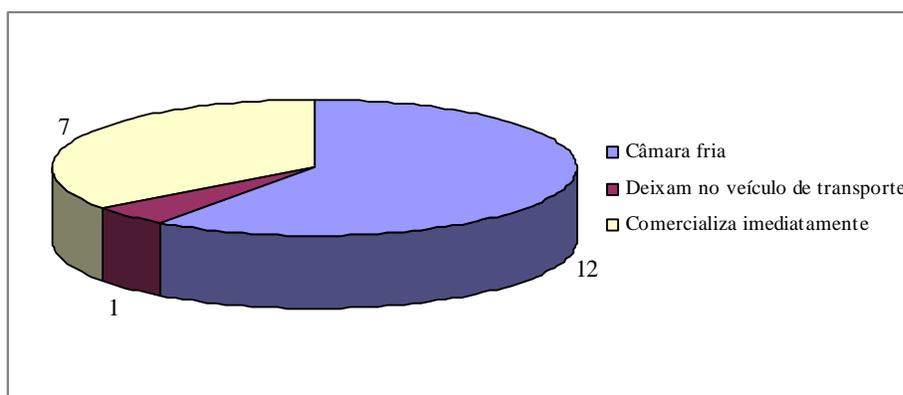


FIGURA 48. Local destinado ao armazenamento de peras nacionais até o momento da colocação na gôndola no comércio varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.

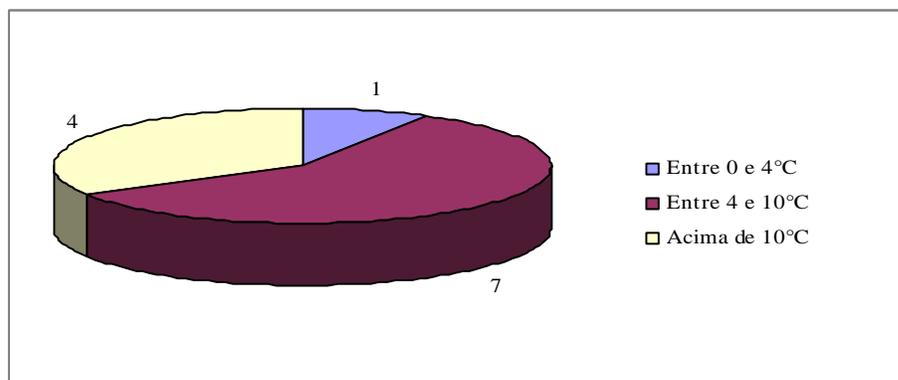


FIGURA 49. Temperatura utilizada para o armazenamento de peras nacionais no comércio varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS

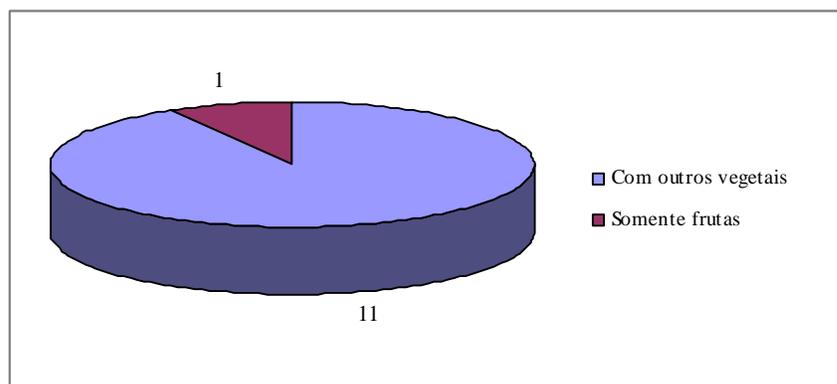


FIGURA 50. Forma de armazenamento de frutas na câmara fria no comércio varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.



FIGURA 51. Câmara fria de supermercado localizado no município de Bento Gonçalves, RS acondicionando frutas, hortaliças e derivados lácteos e cárneos. Bento Gonçalves, 2011.

Quanto à exposição dos frutos na gôndola, 19 dos 20 comerciantes o fazem de maneira individualizada, fruto a fruto (Figura 52). Houve apenas um caso em que foi mencionada a viragem das peras de uma caixa de 18 kg para outra de 10 kg, tipo meia

caixa, onde os frutos ficam expostos. Quando os frutos são colocados individualmente na gôndola, são minimizados os efeitos de lesões geradas pelo impacto contra a superfície. De acordo com Luengo (2005), a caixa de transporte deveria também ser a caixa de exposição, de modo que se eliminassem manuseios e mais impactos de queda nas frutas e hortaliças.

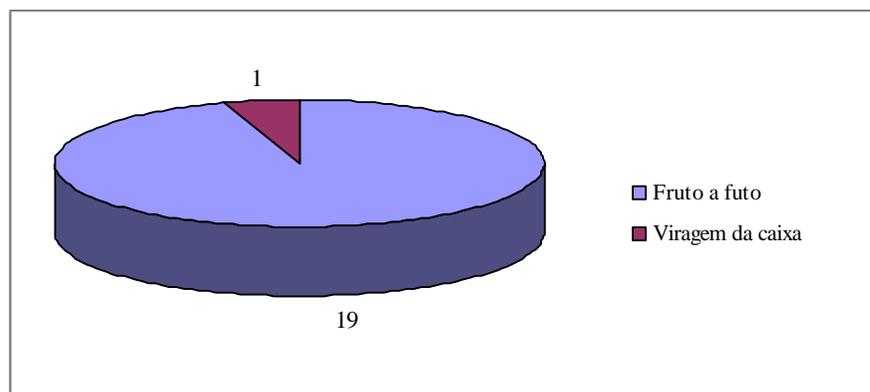


FIGURA 52. Forma de colocação na gôndola de peras nacionais no mercado varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.

Uma vez na gôndola, os frutos podem permanecer em condição ambiente por até sete dias, em dois dos 20 varejos entrevistados (Figura 53). Em 13 outros, os frutos permanecem entre quatro e cinco dias até a próxima reposição. Nesse período, ficam expostos ao manuseio do consumidor. É comum que o consumidor “olhe com as mãos”, como foi citado por um comerciante. Segundo eles, geralmente os frutos são apertados e jogados de um lado para outro pelo consumidor, que buscam os frutos de melhor qualidade visual. Quanto maior a quantidade de frutos na gôndola, maior o manuseio.

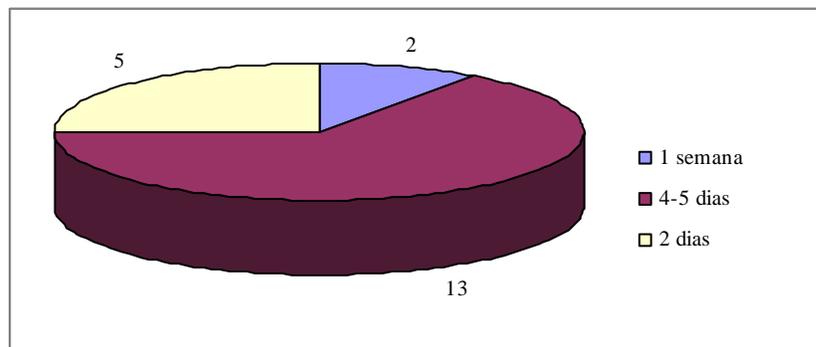


FIGURA 53. Período em que as peras nacionais permanecem na gôndola do mercado varejista até o momento da venda para o consumidor em Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS.

Com os frutos que sofreram manuseio excessivo ou não foram comercializados em determinado período, 19 varejistas fazem promoção, sendo que desses, sete possuem dias da semana específicos destinados a essa prática (Figura 54). Essa é a chamada promoção programada. O estabelecimento organiza-se de tal forma que em determinados dias, o que está em condições ruins é vendido a preços menores que os habituais. As gôndolas são reabastecidas quando o produto acaba ou no dia seguinte à promoção. Os feirantes, ao final da feira também fazem promoção e, um destes, dependendo da data da próxima feira, descarta os frutos deteriorados que restaram.

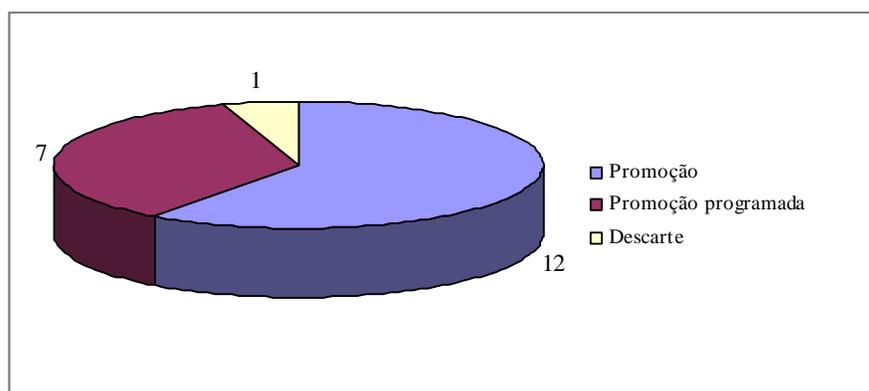


FIGURA 54. Destino de peras nacionais submetidas a excesso de manuseio ou que não foram comercializadas em determinado período no mercado varejista de Porto Alegre, RS e Bento Gonçalves, RS

De maneira geral, os procedimentos adotados no varejo para o comércio de peras são os mesmos adotados para as demais frutas. Parece urgente que sejam adotadas medidas de padronização em toda a cadeia de comercialização de forma a melhorar a qualidade dos frutos ofertados ao consumidor. As iniciativas deverão partir de todos os pontos da cadeia: produtor, atacado e varejo. O consumidor também deve fazer a sua parte, evitando o manuseio excessivo e exigindo frutos de qualidade.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Os métodos de ensacamento em embalagem de polietileno de baixa densidade, aplicação de cloreto de 2,3,5-trifenil-tetrazólio e fumigação com dióxido de enxofre aplicados para evidenciar danos mecânicos podem ser utilizados para avaliar a incidência de danos mecânicos que ocorrem em peras nos procedimentos de colheita e durante o manuseio pós-colheita. O cloreto de 2,3,5-trifenil-tetrazólio é o evidenciador mais eficiente de danos mecânicos leves gerados pelo atrito em peras.

Peras acondicionadas em caixas plásticas e transportadas em caminhão conduzido a baixa velocidade por um percurso de 7,3 km em estrada não pavimentada sofrem lesões por atrito leves a moderadas, sem perda da qualidade visual.

Na casa de embalagem, são verificadas alturas de queda nos pontos de transferência entre 4 e 15,2 cm, sendo que a maior aceleração gerada é de $174,96 \text{ G m s}^{-1}$, no ponto de transferência da esteira rolante para entrada do singulador, com queda de 6,5 cm sobre superfície metálica.

Não há efeito dos impactos, seja sobre superfície metálica ou emborrachada, nas alturas de queda avaliadas, sobre a maioria dos atributos de qualidade.

Peras submetidas a danos cumulativos por impacto, após queda de 6,5 cm sobre superfície metálica, apresentam maior teor de sólidos solúveis e menor acidez titulável, bem como diferenças na coloração da epiderme, que não são visualizadas externamente.

Peras importadas são comercializadas em quantidade superior às nacionais na Ceasa/RS e através das entrevistas realizadas nesse local, percebe-se que as maiores causas de ocorrência dos danos mecânicos são a falta de padronização das embalagens de comercialização e o transporte em veículos inadequados.

No varejo, a comercialização de peras nacionais é marcada pela falta de qualidade visual, com frutos apresentando lesões mecânicas por impacto e atrito.

6 PERSPECTIVAS

A avaliação do nível e frequência da vibração por meio da utilização de sensores posicionados em diferentes locais no caminhão permitiria avaliar os efeitos do transporte sobre a efetiva ocorrência de danos mecânicos. Dessa forma, seria possível estabelecer os limites de vibração a partir dos quais o risco de ocorrência de dano mecânico passa a ser significativo. A avaliação de diferentes materiais de embalagem e formas de acondicionamento também permitiria eleger a maneira adequada para o transporte de peras.

A determinação das acelerações nos pontos de transferência das linhas de beneficiamento e classificação nas casas de embalagem é de suma importância. Também, é necessário reproduzir essas acelerações em frutos de outras cultivares de peras, para avaliar seus efeitos sobre a qualidade.

O investimento em tecnologias que aumentem a vida útil de peras e minimizem os efeitos do período de armazenamento sobre a qualidade permitirá que as peras nacionais sejam ofertadas durante períodos maiores e possam competir com os frutos importados. Tal relação poderá minimizar as altas quantidades de importação de peras pelo Brasil.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACICAN, T. *et al.* Mechanical damage to apples during transport in wooden crates. **Biosystems Engineering**, Amsterdam, v. 96, n. 2, p. 239–248, 2007.

AGAR, I. T.; MITCHAM, E. J. Commercial handling influences quality and ripening of Bartlett Pears. **California Agriculture**, Oakland, v. 54, n. 3, p. 34-37, 2000.

ALVES, E. O. *et al.* Amadurecimento de kiwis ‘Bruno’ submetidos ao dano mecânico de impacto e ao tratamento com 1-Metilciclopropeno. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 753-758, 2010.

AMIRI, A.; BOMPEIX, G. Micro-wound detection on apple and pear fruit surfaces using sulfur dioxide. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.36, p. 51-59, 2005.

ANTONIOLLI, L. R. *et al.* Evaluation of potential mechanical damage in apple packing lines in the main producing regions of Brazil. In: FRUIT, NUT AND VEGETABLE PRODUCTION ENGINEERING SYMPOSIUM, 2009, Concepción. **Proceedings...** Chillán: Propag - INIA'S National Precision Agriculture Program, 2009. p. 704-711

ANTONIOLLI, L. R.; FERREIRA, M. D. **Sistema de avaliação de dano mecânico por impacto em linhas de beneficiamento de maçãs**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. (Comunicado técnico, 105).

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. Washington, 2002.

ARGENTINA. **Resolución SAG N° 554/83**. Establece las normas de calidad para las Frutas Frescas no Citricas. 1983. Disponível em: <<http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File4374-rx-0554-83.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

ARRUDA, J. J. P; CAMELLATO, D. Abortamento de gemas florais de cinco cultivares de pereira (*Pyrus spp.*, L.) em dois locais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 635-638, 1999.

AYUB, R. A.; GIOPPPO, M. A **cultura da pereira**. Disponível em: http://www.uepg.br/uepg_departamentos/defito/htm/labiovegetal/anais/Pera.pdf. Acesso em: 03 out. 2010.

BABIC, I. et al. The Yeast flora of stored ready-to-use carrots and their role in spoilage. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 27, p. 473-484, 1992.

BANKS, N. H. Estimating skin resistance to gas diffusion in apples and potatoes. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 36, p. 1842 - 1850, 1985.

BARCHI, G. L. et al. Damage to Loquats by vibration-simulating intra-state transport. **Biosystems Engineering**, Amsterdam, v. 82, n. 3, p. 305-312, 2002.

BARROS, D. I. et al. Uso do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.2, p.165-171, 2005.

BARROS, M. S. **Mercado varejista de gêneros alimentícios da Grande São Paulo: uma abordagem estrutural**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1978. 52 p. (Relatório de pesquisa, 03/78).

BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002.

BERARDINELLI, A et al. Damage to pears caused by simulated transport. **Journal of Food Engineering**, London, v. 66, p. 219-226, 2005.

BOLLEN, A. F. Technological innovations in sensors for assessment of postharvest mechanical handling systems. **Postharvest Technology and Innovation**, New Zealand, v. 1, n. 1, p. 16-31, 2006.

BORDIN, M. R. Embalagem para frutas e hortaliças: tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças. In: CURSO de atualização em tecnologia de resfriamento de frutas e hortaliças. 1998. Campinas: Unicamp, 1998. p. 19-27.

BRAGA, L. R. **Características químicas e físicas de mamões do grupo 'Solo' submetidos a diferentes injúrias mecânicas**. 2004. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 2 de fevereiro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09/02/2006. Disponível em:

<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=gravarAtoPDF&tipo=INM&numeroAto=00000003&seqAto=000&valorAno=2006&orgao=MAPA&codTipo=&desItem=&desItemFim=>> Acesso em: 22 out. 2011.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, 1995.

BRYANT, P. **Optimising the postharvest management of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) study of mechanical injury and desiccation.** 2004. 396 f. Tese (Doutorado) – Faculty of Agriculture, University of Sydney, Sydney, 2004.

CAMARGO, G. G. T; FERREIRA, M. D. Avaliação dos níveis de impacto em equipamentos de beneficiamento e classificação para tomate de mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., São Pedro, 2004. **Anais...** São Pedro, 2004. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/611_word.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2011.

CAMPO-DALL'ORTO, F. A. et al. **Variedades de pêra para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 34 p. (Boletim Técnico, 164).

CAMPOS, P. S. et al. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. Plants. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v.160, n.3, p. 283-292, 2003.

CANTILLANO, R. F. F.; OTEIZA, E. Colheita e pós-colheita. In: NAKASU, B. H.; CENTELLAS-QUEZADA, A.; HERTER, F. G. (Ed) **Pera: produção.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 105p. (Frutas do Brasil, 46).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 320 p.

CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2ª. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p

COUTINHO, E. F. et al. Qualidade pós-colheita da pêra (*Pyrus communis* L.) cultivar Carrick submetida a diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 417-420, 2003.

COUTINHO, E. F.; CANTILLANO, R.F.F. Conservação pós-colheita. In: SISTEMA de produção do mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima temperado, 2007. (Sistema de Produção, 8) Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mirtilo/SistemaProducaoMirtilo/index.htm>> Acesso em: 12 ago. 2011.

DAMBORIAREMA, E. **Certificação e rotulagem na cadeia dos hortigranjeiros no estado do Rio Grande do Sul: um estudo de caso da CEASA/RS.** 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

DE MARTINO, G. et al. 1-MCP controls ripening induced by impact injury on apricots by affecting SOD and POX activities. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.39, p. 38-47, 2006.

DURIGAN, M. F. B. **Injúrias mecânicas na qualidade de mangas 'Palmer' e Keitt'.** 2003. 63f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B-H; DURIGAN, J. F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida ‘Tahiti’ armazenada sob condições ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p. 369-372, 2005.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Estudo da comercialização do mamão em Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 91-95, 2002.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Disponível em: < <https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 10 out. 2011.

FELÍCIO, R. et al. Condicionamento térmico e fungicida na conservação refrigerada de tanger ‘Murcott’. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p. 333-339, 2006.

FERREIRA, M. D. **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 146p.

FERREIRA, M. D. et al. Avaliação física do tomate de mesa romana durante manuseio na pós-colheita. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 26, n. 1, p. 321-327, 2006b.

FERREIRA, M. D. et al. Pontos críticos de impacto em linhas de beneficiamento utilizadas para citros no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 523-525, 2006.

FERREIRA, M. D.; CALBO, A. G. **Avaliação para a incidência de danos mecânicos em frutas e hortaliças**. In: COLHEITA e beneficiamento de frutas e hortaliças. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 146p.

FERREIRA, M. D.; HENRIQUE NETTO, L. Avaliação de processos nas linhas de beneficiamento e classificação de batatas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p. 523-525, 2007.

FIORAVANÇO, J. C. A cultura da pereira no Brasil: situação econômica e entraves para o seu crescimento. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.37, n.3, p. 52-60, 2007.

FRANÇA NETO, J. B. et al. **The tetrazolium test for soybean seeds**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 71p.

FRANCO, A. T. O.; FERREIRA, M. D. **Determinação de pontos críticos para danos físicos em uma linha de beneficiamento e classificação nacional para tomate de mesa**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., Recife, 2003. **Anais**. Disponível em: < <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/olpc4040c.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2011.

GODOY, A. E. **Injúrias mecânicas e seus efeitos na fisiologia e na qualidade de mamões ‘Golden’**. 2008. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

GOMILLA, T. Daño por golpe em manzanas em líneas de empaque. **Fruticultura e diversificación**, Alto Valle, n. 54, p. 42 -48, 2007.

GONÇALVES, C. X. **Viabilidade e compatibilidade de pólen de diferentes genótipos de pereira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: UFPEL, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rs&tema=lavourapermanente2010>>. Acesso em: 11 dez. 2011.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Estatísticas: frutas frescas: importação 2009-2010**. Disponível em: < http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 11 nov. 2011.

JACKSON, P.J.; HARKER, F.R. Apple bruise detection by electrical impedance measurement. **HortScience**, Alexandria, v. 35, p.104-107, 2000.

JARIMOPAS, D. et al. Measurement and analysis of truck transport vibration levels and damage to packaged tangerines during transit. **Packaging Technology and Science**, Malden, v. 18, p. 179-188, 2005.

KADER, A. A. Biologia e tecnologia postcosecha. In.: KADER, A. A. (Ed). **Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas**. 3th. ed. California : Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha, Universidad de California, 2007. (Series de Horticultura Postcosecha, nº 24).

KAPPEL, F.; FISHER-FLEMING, R.; HOGUE, E. Ideal pear sensory attributes and fruit. **HortScience**, Alexandria, v. 30, p. 988-993, 1995.

KASAT, G. F. et al. Injúrias mecânicas e seus efeitos em pêssegos ‘Aurora-1’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.318-322, 2007.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Noshard Reinhold, 1991. 532p.

LANA, M. M. Aspectos da fisiologia de cenoura minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 154-158, 2000.

LANA, M. M. et al. **Metodologia para quantificação e caracterização das perdas pós-colheita de pimentões no varejo**. Brasília: Embrapa-CNPH, 1999. 8 p. (Embrapa Hortaliças – Pesquisa em Andamento, n. 37)

LEE, H. J. et al. Bruising injury of persimmon (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 103, p. 179-185, 2005.

LEWIS, R. et al. Characterising pressure and bruising in apple fruit. **Wear**, Amsterdam, v. 264, 2008.

LOPES, M. M. et al. Efeitos dos danos mecânicos e fisiológicos na colheita e beneficiamento de sementes de soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n.2, p.230-238, 2011.

LUENGO, R. F. A. **Dimensionamento de embalagens para comercialização de hortaliças e frutas no Brasil**. 2005. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LUENGO, R. F. A. et al. Embalagem ideal para o transporte do tomate 'Santa Clara'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 517-520, 1997.

MAGALHÃES, A. M. et al. Superfícies protetoras na diminuição de danos mecânicos em tomate de mesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.878-881, 2007.

MAGALHÃES, A. M.; FERREIRA, M. D. Qualidade dos frutos de tomate de mesa quando submetidos a impacto por ocasião do beneficiamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 481-484, 2006.

MAO, L. et al. Respiration Rate, Ethylene Production, and Cellular Leakage of Fig Fruit following Vibrational Stress. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 145, 1995.

MARCONDES, M. C. et al. Danos mecânicos e Qualidade fisiológica de semente de soja colhida pelo sistema convencional e axial. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.27, n.2, p.125-129, 2005.

MARTINEZ-ROMERO, D. et al. Effect of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.5, p. 1706-1712, 2002.

MARTINS, M. I. E. G.; FERNANDES, F. P. **Entraves para a exportação de frutas tropicais**. Salvador: SEAGRI. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/exportacoes_noticias.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2011.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares Paluma e Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2, p. 277-281, 2001b.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F. Efeito de injúrias mecânicas no processo respiratório e nos parâmetros químicos de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 282-287, 2001.

MELO, B. Qualidade é o futuro. **Frutas & Derivados**, São Paulo, ano 01, ed. 02, 2006.

MILLER, W.M.; WAGNER, C. Florida citrus packing line studies with an instrumented sphere. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.7, n.5, p. 577-581, 1991.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials:** structure, physical characteristics and mechanical properties. 2nd. ed. New York: Gordon and Breach, 1986. 891p.

MONTERO, C. R. et al. Efeitos da escovação em máquina classificadora na cutícula de maçãs cultivares Fuji e Gala. **Biotemas**, Florianópolis, v.22, n.2, p.9-17, 2009.

MONTERO, C. R. S. **Alterações fisiológicas e anatômicas causadas por danos mecânicos durante o beneficiamento de maçãs e frutos cítricos.** 2010. 142 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MONTERO, C. R. S. et al. Postharvest mechanical damage affects fruit quality of 'Montenegrina' and 'Rainha' tangerines. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.12, p. 1636-1640, 2009a.

MORETTI, C. L. et al. Armazenamento sob atmosfera controlada de tomates com injúria interna de impacto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 465 - 469, 2002.

MORETTI, C. L. et al. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule, and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 123, n.4, p.656-600, 1998.

MULLER, I. **Sistemas Instrumentados Portáteis:** esferas instrumentadas para sensoriamento de forças em três dimensões. 2008. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

NAKASU, B. H. et al. **A cultura da pêra.** Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2007. (Coleção Plantar)

NUNES, E. E. et al. Qualidade de mandioquinha-salsa minimamente processada: Uso de antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n.3: p. 43-50, 2011.

OLIVEIRA, A. et al. Danos mecânicos ocorridos no beneficiamento de sementes de soja e suas relações com a qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.1, p.59-66, 1999.

OLIVEIRA, J. A. et al. Utilização de corantes na verificação de incidência de danos mecânicos em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.20, n.2, p.125-128, 1998.

PAIVA, E. P.; LIMA, M. S.; PAIXÃO, J. A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, Bilbao, v. 10, n. 4, p. 196-211, 2009.

POÇAS, M. F. F.; OLIVEIRA, F. A. R. **Manual de embalagem para hortofrutícolas Frescos**. Porto: ESB/UCP, 2001. 29p.

REID, M. S. Maduración e índices de madurez. In.: KADER, A. A. (Ed). **Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas**. 3th. ed. Califórnia: Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha: Universidad de California, 2007. (Series de Horticultura Postcosecha, nº 24).

ROMMEL, C. C. **Etiologia e epidemiologia da morte de flores de pereiras européias (*Pyrus communis* L.) no Rio Grande do Sul**. 2009. 86f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SAMIM, W.; BANKS, N.H. Colour changes in bruised apple fruit tissue. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.21, n.4, p.367-72, 1993.

SANCHES, J.; DURIGAN, J. F.; DURIGAN, M. F. B. Aplicação de danos mecânicos em abacates e seus efeitos na qualidade dos frutos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.164-175, 2008.

SANTOS, C. E. M. et al. Comportamento pós-colheita de mamões formosa ‘Tainung 01’ acondicionados em diferentes embalagens para o transporte. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 315-321, 2008a.

SANTOS, L. et al. Danos mecânicos e seus efeitos na qualidade pós-colheita de caquis taninosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2008, Vitoria. **Anais...**Vitória, 2008b. 1 DVD

SEGATORI, A.; DI MASI, S; GOMILLA, T. **Daño mecánico por golpe en manzanas**. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Proyecto Nacional nº 52-535, 2006. Disponível em < www.inta.gov.ar/altovalle/actividad/...madurez/.../Foll_golpes.pdf >. Acesso em 15 dez. 2010.

SEIBERT, E. et al. Efeito do Ethephon e da frigoconservação na maturação de peras cv. Packham’s Triumph. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 55-62, 2000.

SIGRIST, J. M. M. Qualidade de hortifrutícolas. In: CURSO de gerenciamento e manuseio de hortifrutícolas: resumo. Campinas: Ital/Frutotec, 1999.4p.

SINOBAS, L. R.; RUIZ-ALTISENT, M.; PEREZ, J. L. P. Bruise development and fruit response of pear (cv. ‘Blanquilla’) under impact conditions. **Journal of Food Engineering**, London, v. 14, p. 289-301, 1991.

SLAUGHTER, D. C. et al. Assessment of vibration injury to Bartlett pear. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 36, n. 4, p. 1043-1047, 1993.

SOMMER, N. F. Surface discoloration of pears. **California Agriculture**, Califórnia, v. 11, n. 1, p. 3-4, 1957.

SOUZA, R. A. M. **Mudanças no consumo e na distribuição de alimentos** – O caso da distribuição de hortaliças de folhas na cidade de São Paulo. 2005. 150f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

STEFFENS, C. et al. Respiração, produção de etileno e qualidade de maçãs ‘Gala’ em função do dano mecânico por impacto e da aplicação de 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p. 1864-1870, 2008.

STRATFORD, M. A.; ROSE, H. Transport of sulfur dioxide by *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of General Microbiology**, New Jersey, v. 132, p. 1-6, 1986.

SUGAR, D.; BASILE, S. R. Low-temperature induction of ripening capacity in ‘Comice’ and ‘Bosc’ pears as influenced by fruit maturity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 51, p. 278-280, 2009.

THOMPSON, J. F. Sistemas de cosecha. In.: KADER, A. A. (Ed). **Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas**. 3th. ed. California: Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha: Universidad de California, 2007. (Series de Horticultura Postcosecha, nº 24).

THOMPSON, J. F.; CRISOSTO, C. H. Manejo em los mercados de destino. In.: KADER, A. A. (Ed). **Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas**. 3th. ed. California: Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha: Universidad de California, 2007. (Series de Horticultura Postcosecha, nº 24).

TIMM, E. J.; BROWN, G. K. Impacts recorded on avocado, papaya, and pineapple packing lines. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 7, n.4, p.418-422, 1991.

TSUNECHIRO, A.; UENO, L.H.; PONTARELLI, C.T.G. Avaliação econômica das perdas de hortaliças e frutas no mercado varejista de São Paulo, 1991/92. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.41, n.2, p.1-15. 1994.

VALENTINI, S. R. T. et al. Avaliação de linhas de beneficiamento e impactos de queda na qualidade de caqui ‘Rama Forte’. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.642-655, 2009.

VANGDAL, E. Eating quality of pears. **Acta Agriculture Scandinavica**, Norway, v. 32, p.135-139, 1982.

VANGDAL, E. Threshold values of soluble solids in fruit determined for the fresh fruit market. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Norway, v. 30, p. 445-448, 1980.

VERAVERBEKE, E.A. et al. Non destructive analysis of the wax layer of apple (*Malus domestica* Borkh.) by means of confocal laser scanning microscopy. **Planta**, Berlim, v.213, p.525-533, 2001.

VERSAVUS, K.; ÖZGÜVEN, F. Determining the effects of vibration parameters and packaging method on mechanical damage in ‘Golden Delicious’ apples. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Tübitak, v. 2, p. 311-320, 2004.

VIGNEAULT, C.; CORTEZ, L.A. Embalagem para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.; HONORIO, S.; MORETTI, C.L (Ed). **Resfriamento de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 95-119.

VITTI, M.C.D. et al. Comportamento de beterrabas minimamente processadas em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 623-626, 2003.

WOODS, J. L. Moisture loss from fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, Oxford, v. 01, n. 03, p. 195-199, 1990.

YOKOIAMA, L. Y. R. **Qualidade do figo ‘Roxo de Valinhos’ após o transporte**. 2005. 88p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

YURI, J. A. et al. Manejo de la fruta para lograr bajo riesgo de machucón durante el embalaje. **Revista Frutícola**, Talca, v. 26, p. 13-24, 2005.

ZAPP, H. R. Advanced Instrumental Sphere (IS) for impact measurement. **ASAE Paper**, St. Joseph, p. 89, 1990.

ZHOU, R. et al. Effect of transport vibration levels on mechanical damage and physiological responses of ‘Huanghua’ pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 46, p. 20–28, 2007.

8 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Questionário da entrevista realizada com varejistas e distribuidores que adquirem peras na CEASA/RS



QUESTIONÁRIO

1. Transporte:
 - 1.1 Veículo:
 - 1.2 Distância percorrida:
2. Local de armazenamento antes da prateleira:
3. Volume de compra:
4. Frequência de compra:

APÊNDICE 2. Questionário da entrevista realizada em locais de varejo das cidades de Porto Alegre e Bento Gonçalves



QUESTIONÁRIO

1. Local de compra:
2. Embalagem:
3. Local de armazenamento antes da prateleira:
 - 3.1 Câmara fria
 - 3.1.1 Temperatura
 - 3.2 Não armazena/ Temperatura ambiente
4. Forma de armazenamento:
 - () Somente frutos
 - () Com outros vegetais
5. Forma de despejo na prateleira:
 - () Viragem de caixa
 - () Fruto por fruto ou bandeja
5. Tempo de prateleira até a venda:
6. Destino dos frutos com excesso de manuseio?
 - () Promoção
 - () Descarte.

9 ANEXOS

ANEXO 1. Regulamento técnico de identidade e qualidade da pera



6

ISSN 1677-7042

Diário Oficial da União - Seção 1

Nº 29, quinta-feira, 9 de fevereiro de 2006

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

GABINETE DO MINISTRO

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 3, DE 2 DE FEVEREIRO DE 2006

O MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, Parágrafo único, inciso II, da Constituição, tendo em vista o disposto na Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, no Decreto nº 3.664, de 17 de novembro de 2000, e o que consta do Processo nº 21000.006632/200499, resolve:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Pera; as Disposições Complementares e a Amostragem, Conformação da Amostra e Análise, conforme os respectivos Anexos I, II e III desta Instrução Normativa.

Art. 2º O disposto nos Anexos I, II e III será aplicado quando da classificação da pera produzida no Brasil e da pera importada.

Parágrafo único. O disposto nos Anexos I, II e III também poderá ser aplicado para classificação da pera destinada à exportação, no que couber, quando solicitado pelo interessado.

Art. 3º Esta Instrução Normativa vigorará até que o Regulamento Técnico Mercosul de Identidade e Qualidade da Pera, resultante da revisão da Resolução Mercosul/GMC Nº 118/96, for incorporado ao Ordenamento Jurídico do Brasil, por meio de instrumento legal específico.

Art. 4º Ser de competência exclusiva do Órgão Técnico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento resolver os casos omissos porventura surgidos na aplicação do que estabelece esta Instrução Normativa.

Art. 5º Esta Instrução Normativa entra em vigor 30 (trinta) dias após a sua publicação.

ROBERTO RODRIGUES

ANEXO I

REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DA PERA

1. Objetivo: este regulamento tem por objetivo definir as características de identidade e qualidade da pera.

2. Conostos: para efeito deste regulamento, considere-se:

2.1. Pera: a fruta pertencente às cultivares provenientes da espécie *Pyrus* spp.

2.2. Defeito: toda e qualquer alteração causada por fatores de natureza fisiológica, mecânica ou por agentes diversos, que venham a comprometer a qualidade da pera.

2.3. Fisiologicamente desenvolvida (madura): a pera que atingiu o seu desenvolvimento fisiológico completo, característico da cultivar e estar em condições de ser colhida.

2.4. Dano por geada: área descolorida ou necrosada, tornando a epiderme áspera, rugosa e levemente deformada, provocada pela ação da geada, podendo afetar a polpa.

2.5. Queimadura de sol: alteração na cor da epiderme e na polpa, causada por ação do sol.

2.6. Lesão aberta: ruptura da epiderme da fruta com exposição da polpa, independente da causa.

2.7. "Bitter Pit": distúrbio fisiológico, caracterizado por manchas escuras, arredondadas e deprimidas, com encurtamento superficial da polpa.

2.8. Cortica: manchas superficiais corticosas com depressão na película, com tamanho maior que o "Bitter pit", podendo deformar a fruta.

2.9. Cavidade calicular parva: necrosamento e endurecimento dos tecidos na região calicular que pode originar uma podridão seca.

2.10. Danos evolutivos: são considerados danos evolutivos: escaldadura; degenerescência interna; podridão; desidratação; dano de congelamento; coração pardo e fruta passada.

2.10.1. Escaldadura: distúrbio caracterizado pelo escurecimento e morte das células epidérmicas, podendo também afetar as células subepidérmicas da fruta.

2.10.2. Degenerescência interna: distúrbio caracterizado pelo escurecimento e amolecimento da polpa da fruta.

2.10.3. Podridão: dano patológico que implique qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos da polpa ou carpelo.

2.10.4. Desidratação: perda de água em forma de vapor nos tecidos da fruta, ocasionada pelo processo de transpiração, ocasionando aparência enrugada, visível a olho nu e menor resistência dos tecidos.

2.10.5. Dano de Congelamento: decomposição dos tecidos internos da polpa, por efeito da queda da temperatura abaixo do ponto de congelamento, com formação de cristais de gelo.

2.10.6. Fruta passada: fruta que apresenta um avançado estado de maturação ou senescência. Será considerada passada, quando a resistência da polpa da fruta medida com penetrômetro de ponteira 5/16" for inferior ao estabelecido na TABELA III, deste Regulamento Técnico.

2.11. Fruta imatura: fruta que não atingiu o estágio ideal de maturação para consumo, apresentando-se com resistência de polpa superior a 21 lbs/pol" (vinte e uma libras por polegada ao quadrado), medida com penetrômetro de ponteira 5/16". Para as peras asiáticas, a resistência da polpa não deverá ser superior a 10 lbs/pol" (dez libras por polegada ao quadrado).

2.12. Coração Pardo: escurecimento dos tecidos internos da fruta, pelo efeito de baixa temperatura, iniciando na zona mediana da polpa e evoluindo tanto para a zona central como para a superfície da fruta.

2.13. Alteração por gases: distúrbio no fruto caracterizado por manchas escuras internas e externas, assim como pela presença de áreas cavernosas em qualquer ponto da polpa, causadas pela concentração inadequada de gás carbônico ou amoníaco na atmosfera.

2.14. Lesão (dano): caracterize-se por apresentar deformação superficial, sem ruptura da epiderme ou que tenham rompido a epiderme, mas já esteja cicatrizada, não expondo a polpa, provocada por qualquer ação mecânica.

2.14.1. Lesão cicatrizada leve: quando não altera o formato regular da superfície da epiderme.

2.14.2. Lesão cicatrizada grave: quando altera o formato da superfície da epiderme da fruta com depressão ou saliência.

2.15. Mancha de sarna: mancha causada pelo ataque do fungo *Venturia pitris* (Alderh).

2.16. "Russeling": mancha superficial de cor marrom áspera ou lisa e sem brilho. Não será defeito quando o "russetting" for de origem genética ou característica varietal, por exemplo, nas seguintes cultivares: Winter Nellis; Beurre Hardy; General Leclair; Abale Fetel; Conference; Beurre Bosc; Highland; Kaiser e Yali.

2.17. Mancha: alteração na coloração normal da epiderme da fruta. Não é considerado defeito a coloração avermelhada de origem genética, como por exemplo, nas cultivares Willamit's, Flemish Beauty e Beurre d'Anjou.

2.17.1. Mancha de doença, fuligem ou fitotoxidez: mancha marrom, circular e levemente deprimida (*Glomerella - Colletotrichum* spp.); mancha marrom e circular (*Botryosphaeria Botryosphaeria* spp.); mancha dando aspecto de sujeira à fruta (*Fuligem Gloeodes pomigena*); manchas com pequenos pontos escuros (sujeira de mosca *Schizodryinus pomii*), manchas de fitotoxidez ou outras.

2.18. Dano Interno Causado por Inseto (diá): galerias, lesões ou necroses na polpa da fruta, causada por larva de inseto.

2.19. Unidade de consumo: qualquer embalagem utilizada para a venda direta ao consumidor final.

2.20. Embalagem: recipiente, pacote ou envoltório, destinado a proteger, conservar e facilitar o transporte e o manuseio dos produtos, permitindo a devida identificação.

3. Classificação e Tolerâncias: a pera será classificada por Calibres e Categorias.

3.1. Calibres: corresponde ao número de frutas contidas na embalagem.

3.1.1. Tolerâncias de Calibre.

3.1.1.1. Para as peras acondicionadas em caixas, admite-se uma amplitude de variação de peso entre as frutas de até 10%, limitada a 5% para mais e para menos, do peso médio das frutas contidas na mesma embalagem.

3.1.1.2. Para as peras acondicionadas em unidades de consumo (sacolas, sacos ou cartelas) admite-se uma amplitude de variação total entre a maior e menor fruta, de até 15% do diâmetro equatorial da maior fruta contida na embalagem.

3.2. Categoria: qualquer que seja o calibre a que pertença, a pera será classificada em 4 (quatro) Categorias, de acordo com as tolerâncias de defeitos, estabelecidas nas Tabelas I e II.

3.2.1. Categoria extra:

3.2.2. Categoria 1 ou I; ou Cat. 1 ou I;

3.2.3. Categoria 2 ou II; ou Cat. 2 ou II;

3.2.4. Categoria 3 ou III; ou Cat. 3 ou III.

3.2.5. Tolerâncias de Categoria: os limites máximos de defeitos, permitidos por categoria são os expressos na Tabela I.

Tabela I - Limites de defeitos por frutos nas Categorias.

DEFEITOS	Extra	Cat. I	Cat. II	Cat. III
I. DEFEITOS FÍSICOS				
a) Dano por geada - área atingida (%)	0	0	< 5	= 10
b) Queimadura do sol - área atingida (%)	0	0	= 5	= 10 = 20
c) Lesão cicatrizada leve - área atingida (mm ²)	= 10	= 20	= 30	= 50
d) Lesão cicatrizada grave - área atingida (mm ²)	0	0	= 10 = 30	
e) Lesão aberta - área atingida (mm ²)	0	0	= 5	= 10 ou 10
f) comprimento (cm)	0	0,5	0,5	1,0
II. DEFEITOS FISIOLÓGICOS				
a) "Bitter pit" - área atingida (mm ²)	0	= 5	= 10	= 20
b) Cortica - área atingida (mm ²)	0	= 5	= 10	= 20
c) cavidade calicular parva - área atingida (mm ²)	0	0	= 10 = 30	
d) "Russeling" - área da fruta atingida (%)	< 10	= 20	= 30	= 50
III. DEFEITOS PATOLÓGICOS				
a) Mancha de sarna (área atingida em mm ²)	0	= 5	= 10	= 15
b) Mancha de doenças, fuligem ou fitotoxidez - área atingida (mm ²)	0	= 3	= 10	= 20

3.2.5.1. Para o enquadramento da pera em categorias, os defeitos serão considerados de acordo com a natureza, causa, número e dimensões.

3.2.5.2. Uma pera Extra poderá admitir somente 1 (um) defeito na fruta, de intensidade enquadrada como Extra.

3.2.5.3. Uma pera de Categoria 1 poderá admitir até 2 (dois) defeitos por fruta, de intensidade enquadrada como Categoria 1.

3.2.5.4. Uma pera de Categoria 2 poderá admitir até 3 (três) defeitos por fruta, de intensidade enquadrada como Categoria 2.

3.2.5.5. Uma pera de Categoria 3 poderá admitir até 4 (quatro) defeitos por fruta, de intensidade enquadrada como Categoria 3.

3.2.5.6. Os percentuais de frutas de outras Categorias serão limitados da Categoria conforme especificado na Tabela II.

Tabela II - Tolerâncias máximas de mistura de frutas permitidas em percentual.

Categoria do Lote	Categorias das Frutas			
	Extra	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3
Extra	(*)	07	03	00
Categoria 1	(*)	(*)	10	03
Categoria 2	(*)	(*)	(*)	17
Categoria 3	(*)	(*)	(*)	(*)

3.2.5.6.1. As frutas de Categoria superior encontradas na embalagem, serão consideradas como da Categoria especificada na rotulagem (*).

3.2.5.7. Na categoria 1 será tolerado até 2% (dois por cento) de frutas que apresentem uma ou ambas as condições abaixo:

3.2.5.7.1. Que não atendem os aspectos mínimos de qualidade, previstos na Tabela I para Categoria 3.

3.2.5.7.2. Que possuem danos evolutivos e dano interno causado por inseto.

3.2.5.8. Na Categoria 2 será admitido até 3% (três por cento) de frutas que apresentem uma ou ambas as condições abaixo:

3.2.5.8.1. Que não atendem os aspectos mínimos de qualidade, previstos na Tabela I para Categoria 3.

3.2.5.8.2. Que possuem danos evolutivos e dano interno causado por inseto.

3.2.5.9. As tolerâncias para a Categoria 3 são definidas conforme abaixo especificado:

3.2.5.9.1. Será tolerado até 10% (dez por cento) de frutas que não atendam os aspectos mínimos de qualidade, previstos na Tabela I, para Categoria 3.

3.2.5.9.1.1. Na composição destes 10%, não poderá ser superior a 3% o montante de frutas que apresentarem danos evolutivos e dano interno causado por inseto.

3.2.5.10. Será considerada Pera "Fora de Categoria" a que apresentar 5 (cinco) ou mais defeitos diferentes, de intensidade da Categoria 3, assim como também, a fruta que apresentar um dos seguintes defeitos evolutivos: Podridão, Congelamento, Desidratação, Degenerescência Interna Severa (independente da causa), Frutas Passadas e Escaldadura e o Dano Interno Causado Por Inseto, ou ainda, aquela que não se enquadrar na Tabela I, deste Regulamento.



3.2.6. Outras Tolerâncias:

3.2.6.1. Tolerase, até 5% (cinco por cento), do número de frutas contidas na amostra, cuja resistência de polpa esteja abaixo do mínimo estabelecido na Tabela III ou acima do máximo estabelecido no item 3.2.6.1.1., deste Regulamento.

Tabela III - Resistência de Polpa mínima admitida por cultivar.

Cultivares	Pressão (lbs/pol ²)	Cultivar	Pressão (lbs/pol ²)
Abate Fetei (= Abbe Fetei)	12	Packham's Triumph	10
Beurre Bosc (= Bosc)	9	Max Red Bartlett (= Red Bartlett)	12
Beurre D'Anjou (= Anjou)	9	Santa Maria	12
Beurre Giffard	8	William's (= Bartlett)	12
Beurre Hardy	8	Winter Bartlett	10
Clapp's Favourite	8	Winter Nelis	10
Conference	12	Outras	10
Chinesas e Japonesas	4		

3.2.6.1.2. A resistência de polpa máxima admitida para as cultivares é de 21 lbs/pol² excetuando para as péras asiáticas, que é de 10 lbs/pol².

3.2.6.2. Não será permitida a mistura de cultivares.

3.2.7. Será classificado como "Fora de Categoria" o lote de péra que não atender os requisitos ou os limites de tolerâncias estabelecidas neste Regulamento.

3.2.8. O interessado poderá contestar o resultado da classificação, e para isso, terá um prazo de 24 h (vinte e quatro horas) a contar a partir do momento da emissão do respectivo Certificado de Classificação. E, nesse caso, procede-se uma nova amostragem e análise.

4. Requisitos

4.1. Gerais: Para todas as categorias, consideradas as disposições específicas previstas para cada uma e as tolerâncias admitidas, as péras devem apresentar-se:

4.1.1. Integras;

4.1.2. Sãs;

4.1.3. Limpas, praticamente isentas de matérias estranhas e impurezas visíveis;

4.1.4. Praticamente isentas de parasitas;

4.1.5. Isentas de umidade exterior anormal;

4.1.6. Praticamente isentas de danos causados por altas ou baixas temperaturas durante a estocagem.

4.2. Outros Requisitos: As péras devem ser cuidadosamente colhidas, apresentarem apropriado grau de desenvolvimento fisiológico, firmeza de polpa de acordo com as características das cultivares; suportar o transporte e as movimentações a que são sujeitas, chegar ao local de destino em condições satisfatórias.

5. Modo de Apresentação: as formas de apresentação da péra para comercialização serão:

5.1. Soltas nas caixas, sem bandeja, suporte alveolar ou separador.

5.2. Nas caixas, separadas por bandejas, suporte alveolar ou separador.

5.3. Embaladas em unidades de consumo.

5.4. A granel, somente quando comercializada no varejo.

6. Acondicionamento

6.1. Os materiais utilizados no acondicionamento da péra deverão ser íntegros, atóxicos e inodorous, devendo atender as legislações específicas vigentes.

6.2. As especificações quanto à confecção e à capacidade das embalagens devem estar de acordo com a legislação específica vigente.

6.3. As embalagens devem satisfazer as características de qualidade, higiene, ventilação e resistência necessárias para assegurar uma manipulação, transporte e conservação apropriada às péras.

7. Rotulagem

7.1. A rotulagem ou marcação, uma vez observadas as legislações específicas vigentes, deverá conter ainda, no mínimo, as seguintes informações:

7.1.1. Relativas à classificação:

7.1.1.1. Calibre.

7.1.1.1.1. Para as péras acondicionadas em unidades de consumo (sacos, sacolas ou cartelas), a indicação do calibre poderá ser substituída pela marcação do maior diâmetro equatorial da menor e maior fruta, uma vez obedecidas as tolerâncias referentes a calibres, especificadas nesta Instrução Normativa.

7.1.1.2. Categoria.

7.1.2. Relativas à identificação do produto e seu responsável:

7.1.2.1. Cultivar.

7.1.2.2. Nome, CNPJ/CPF e endereço do embalador.

7.1.2.3. Identificação do lote.

7.1.2.4. Data do acondicionamento.

7.1.3. Para produtos importados, deverão ser apresentadas as seguintes informações complementares:

7.1.3.1. País de origem.

7.1.3.2. Nome, CNPJ/CPF e endereço do importador.

7.2. A identificação do lote é de responsabilidade do embalador.

7.3. As embalagens devem ser rotuladas ou etiquetadas em lugar de fácil visualização, legível e de difícil remoção.

7.4. A rotulagem ou marcação constante das embalagens, deverá assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa.

ANEXO II
DISPOSIÇÕES COMPLEMENTARES

1. O lote de Péra classificado como Fora de Categoria não poderá ser comercializado para o consumo in natura, podendo o mesmo, ser rebeneficiado, repassado, desdobrado, mesclado ou recomposto e reclassificado, para enquadramento em Categoria, ou destinado à industrialização.

1.1. O rebeneficiamento, repasse, desdobramento, mescla ou recomposição é de responsabilidade do detentor do produto.

1.2. Não será permitido o rebeneficiamento, repasse, desdobramento, mescla, recomposição ou reclassificação do lote de Péra que apresentar mais de 10% (dez por cento) de podridão.

1.2.1. Nas importações, o lote será reclassificado.

1.3. O lote de Péra classificado como Fora de Categoria e destinado à industrialização deverá ser acompanhado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento até seu destino final.

2. Será considerado Desclassificado, e proibida a comercialização do lote de Péra que apresentar uma ou mais das características abaixo discriminadas:

2.1. Podridão acima de 10% (dez por cento) do lote; e

2.2. Odores estranhos ao produto.

3. Sempre que julgar necessário, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento poderá exigir análise de substâncias nocivas à saúde, independentemente do resultado da classificação.

ANEXO III
AMOSTRAGEM, CONFORMAÇÃO DA AMOSTRA E ANÁLISE

1. A amostragem, a conformação da amostra e análise será realizada de acordo com Regulamento Técnico específico. Até a sua conclusão e homologação, aplicase o que segue:

1.1. Amostragem: de acordo com a Tabela 1, deste Anexo.

Tabela 1: Tomada de amostra no lote.

Número de Embalagens que Compõem o Lote	Número Mínimo de Embalagens a Retirar
001 a 010	01
011 a 100	02
101 a 300	04
301 a 500	05
501 a 10.000	1% do lote
mais de 10.000	raiz quadrada do número de embalagens que compõem o lote.

1.2. No caso de se retirar de 1 (uma) a 4 (quatro) embalagens, homogeneizase o conteúdo das mesmas e retira-se no mínimo 100 (cem) frutas ao acaso para serem analisadas. No caso de se retirar 5 (cinco) ou mais embalagens, coleta-se, no mínimo, 30 (trinta) frutas de cada, homogeneiza-se e separa-se, ao acaso, no mínimo, 100 (cem) frutas para serem analisadas.

1.2.1. O restante das frutas será devolvido ao interessado.

1.3. Para verificação da ocorrência de defeitos internos, cortase, no mínimo, 10% (dez por cento) da amostra a ser analisada.

1.4. A verificação da firmeza da polpa da fruta será realizada em, no mínimo, 5% (cinco por cento) da amostra a ser analisada.

1.5. O classificador, fiscal ou inspetor não será obrigado a indentizar ou restituir as frutas danificadas, em função da análise das mesmas no ato da classificação.