

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EFEITOS DA VIBRAÇÃO NA QUALIDADE DA UVA  
'NIAGARA ROSADA'**

**DANIEL GOMES**

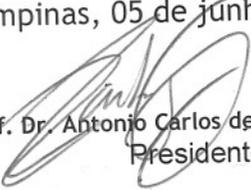
**CAMPINAS  
DEZEMBRO DE 2006**



## PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por **Daniel Gomes**, aprovada pela Comissão Julgadora em 22 de dezembro de 2006.

Campinas, 05 de junho de 2008.

  
Prof. Dr. Antonio Carlos de Oliveira Ferraz  
Presidente

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRICOLA**

**EFEITOS DA VIBRAÇÃO NA QUALIDADE DA UVA  
'NIAGARA ROSADA'**

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, na área de concentração de Tecnologia de Pós-Colheita.

**DANIEL GOMES**

**Orientador Prof. Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ferraz**

**CAMPINAS  
DEZEMBRO DE 2006**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

G585e                      Gomes, Daniel  
                                    Efeitos da vibração na qualidade da uva 'Niagara  
                                    Rosada' / Daniel Gomes. --Campinas, SP: [s.n.], 2006.

                                    Orientador: Antônio Carlos de Oliveira Ferraz  
                                    Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
                                    Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

                                    1. Uva – Cultivo. 2. Uva. 3. Uva – Transporte. 4.  
                                    Alimentos – Embalagens. 5. Tecnologia pós-colheita. 6.  
                                    Frutas – Tecnologia pós-colheita. I. Ferraz, Antônio  
                                    Carlos de Oliveira. II. Universidade Estadual de  
                                    Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.  
                                    Título.

Título em Inglês: The Effects of Vibration in the Quality of 'Niagara Rosada' Grape

Palavras-chave em Inglês: Post-harvest, Table grape, Packaging, Grape transport

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheita

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Inácio Maria Dal Fabbro, Josalba Vidigal de Castro

Data da defesa: 22/12/2006

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Agrícola

Tudo que está no plano da realidade já foi sonho um dia.

**(Leonardo da Vinci)**

Persigo na vida os exemplos de hombridade de meu avô José Gomes (querido Zé Mineiro, em memória) e a fibra de minha avó Sebastiana Apolinária da Silva.

A meus pais Ari Francisco Gomes e Maura Parreira Gomes.

À viticultura brasileira.

Dedico.

## **Agradecimentos**

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos de Oliveira Ferraz pela orientação, companheirismo e paciência durante esta trabalhosa jornada.

À Prefeitura Municipal de Louveira pela parceria e doação das uvas utilizadas nos experimentos.

À AVIPORTO e aos produtores de uva de Porto Feliz pela atenção e doação das caixas de papelão ondulado.

À Caroline Coutinho de Barcelos pela ajuda nos experimentos.

A Julio César Veronese, diretor da divisão de agricultura, abastecimento, indústria e comércio do município de Louveira pelo auxílio, contato com os produtores e pela disponibilidade prestada.

Ao Engenheiro Agrícola Daniel Fernando Miqueletto pelo auxílio, contato com os produtores e pela disponibilidade prestada.

Aos meus companheiros de estudo.

À CAPES pela bolsa de estudo.

À FAPESP pelos recursos de auxílio à pesquisa.

À Faculdade de Engenharia Agrícola /Unicamp e a todos os seus membros.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	ix
<b>LISTA DE QUADROS</b>	xi
<b>LISTA DE TABELAS</b>	xii
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	xiii
<b>RESUMO</b>	xiv
<b>ABSTRACT</b>	xv
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1. Objetivos	2
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	3
<b>2.1. PRODUÇÃO DE UVA DE MESA NO BRASIL</b>	3
<b>2.2. A VIDEIRA E SEUS FRUTOS</b>	3
<b>2.3. A UVA ‘NIAGARA’</b>	8
2.3.1. Safras da uva ‘Niagara Rosada’	9
2.3.2. A colheita da uva ‘Niagara Rosada’	9
<b>2.4. LEI DE PADRONIZAÇÃO E QUALIDADE DA UVA RÚSTICA DE MESA NO BRASIL</b>	9
<b>2.5. FISILOGIA PÓS-COLHEITA</b>	12
2.5.1. Tipos de respiração	12
2.5.2. Fatores que afetam a respiração	13
2.5.3. Transpiração	15
2.5.4. Fatores que afetam a transpiração	16
2.5.5. Danos mecânicos em frutas e hortaliças	17
2.5.6. Doenças após a colheita das uvas	18
<b>2.6. PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS BIOLÓGICOS</b>	19
2.6.1. O meio contínuo, homogeneidade, isotropia e anisotropia dos materiais vegetais	19
2.6.2. Comportamento elástico segundo a Lei de Hooke	19
2.6.3. Comportamento viscoelástico	21

2.6.4. Considerações sobre vibração	22
2.6.5. Norma ASTM 4728-01	23
2.6.6. Ensaio mecânicos (elásticos e viscoelásticos) de espécimes vegetais	23
2.6.7. Ensaio de destacamento	25
<b>2.7. ENSAIOS E CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIBRAÇÃO EM FRUTAS E HORTALIÇAS</b>	25
<b>2.8. EMBALAGENS</b>	26
2.8.1. Produção agrícola <i>in natura</i> e sua interação com as embalagens	26
2.8.2. Embalagens de uva	27
<b>2.9. TRANSPORTE DE FRUTAS</b>	28
2.9.1. O transporte de uvas rústicas de mesa no Brasil	29
2.9.2. Ensaio de transporte	29
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	31
<b>3.1. PREPARO DAS FRUTAS</b>	32
3.1.1. Toaleta e identificação dos cachos	32
3.1.2. Classificação	33
3.1.3. Caixas	33
3.1.4. Ensaio de vibração	33
3.1.5. Tratamentos	34
<b>3.2. AVALIAÇÃO DO EFEITO TEMPORAL DA VIBRAÇÃO NA QUALIDADE DAS UVAS</b>	35
3.2.1. Perda de massa	35
3.2.2. Aparência	35
3.2.2.1. Presença de doenças	35
3.2.2.2. Dano profundo	35
3.2.2.3. Degrana	36
3.2.2.4. Dano leve	36
3.2.2.5. Engaço	36
3.2.2.6. Nota da aparência	37

<b>3.3. AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS FRUTOS</b>	37
3.3.1. Módulo de elasticidade	37
3.3.2. Força máxima no destacamento do bago do pedúnculo	38
<b>3.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	40
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	42
<b>4.1. INTRODUÇÃO</b>	42
<b>4.2. RESULTADO DO EFEITO TEMPORAL DA VIBRAÇÃO, EMBALAGENS E CLASSES NA APARÊNCIA DAS UVAS</b>	45
4.2.1. Efeito da vibração na aparência das caixas de uva ‘Niagara Rosada’	47
4.2.2. Efeito da vibração de tipo de caixa na aparência da uva ‘Niagara Rosada’	48
4.2.3. Efeito da vibração e da classe na aparência da uva ‘Niagara Rosada’	49
<b>4.3. ANÁLISE DE DANOS ATEMPORAIS</b>	49
4.3.1. Danos profundos	49
4.3.1.1. Efeito da vibração nos danos profundos	50
4.3.1.2. Efeito do tipo de caixa e vibração na ocorrência de dano profundo	51
4.3.1.3. Efeito da classe na ocorrência do dano profundo	52
4.3.2. Danos leves	54
4.3.2.1. Efeito da vibração nos danos leves	54
4.3.2.2. Efeito do tipo de caixa e da vibração na ocorrência dos danos leves	55
4.3.2.3. Efeito das classes e da vibração na ocorrência de dano leve	55
<b>4.4. ANÁLISE DE DANOS TEMPORAIS</b>	55
4.4.1. Doença	55
4.4.1.1. Efeito da vibração na ocorrência de doença	56
4.4.1.2. Efeito do tipo de caixa e vibração na ocorrência de doença	57
4.4.1.3. Efeito das classes e da vibração na ocorrência de doença	58
4.4.2. Degrana	58
4.4.2.1. Efeito da vibração na ocorrência de degrana	58
4.4.2.2. Ocorrência de degrana nas caixas de madeira e papelão ondulado	60
4.4.2.3. Ocorrência de degrana nas classes III e V	60
4.4.3. Engaço	61

4.4.3.1. Correlação entre a ocorrência da degrana e a aparência do engaço	63
4.4.3.2. Correlação entre a ocorrência de engaço e a aparência da uva	64
4.4.3.3. Análise do fator que mais deprecia a uva de acordo com vibração, caixas e classes de uva	64
<b>4.5. ANÁLISE DO EFEITO DA VIBRAÇÃO NA PERDA DE MASSA, FORÇA DE DESTACAMENTO E MÓDULO DE ELASTICIDADE APARENTE</b>	<b>66</b>
4.5.1. Efeito da vibração na perda de massa	66
4.5.2. Perda de massa dos cachos de uva, vibrados e acondicionados em caixas de madeira e papelão ondulado	67
4.5.3. Perda de massa dos cachos vibrados das classes III e V	68
4.5.4. Força de destacamento	68
4.5.5. O efeito da vibração na força de destacamento	71
4.5.6. Força de destacamento dos bagos de uva, vibrados e acondicionados em caixas de madeira e papelão ondulado	72
4.5.7. Força de destacamento dos bagos de uva das classes III e V	73
4.5.8. Correlação entre a força de destacamento e a perda de massa	73
4.5.9. Correlação entre a força de destacamento e a aparência	73
<b>4.6. FIRMEZA DOS BAGOS DA UVA ‘Niagara Rosada’</b>	<b>73</b>
4.6.1. Efeito da vibração na firmeza da uva ‘Niagara Rosada’	75
4.6.2. Firmeza dos bagos de uva, vibrados e acondicionados em caixas de madeira e papelão ondulado	77
4.6.3. Firmeza dos bagos de uva das classes III e V	77
4.6.4. Correlação entre a firmeza e a perda de massa	77
4.6.5. Correlação entre a firmeza e a aparência	77
<b>CONCLUSÕES</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>80</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Formatos dos bagos.	4
<b>Figura 2</b>	Coloração típica apresentada pelos bagos.	4
<b>Figura 3</b>	Principais partes do bago.	5
<b>Figura 4</b>	Uvas pirênicas (a) e apirênicas (b).	5
<b>Figura 5</b>	Sementes.	6
<b>Figura 6</b>	Ilustração da morfologia da face dorsal ventral e perfil da semente da uva.	6
<b>Figura 7</b>	Ilustração da estrutura do cacho mostrando o engaço, pedicelo e o pincel.	7
<b>Figura 8</b>	Formatos característicos de cachos de uva.	7
<b>Figura 9</b>	‘Niagara Rosada’.	8
<b>Figura 10</b>	Defeitos graves 1) Degrana 2) Imaturo 3) Falta de Toalete 4) Podridão 5) Danos profundos.	10
<b>Figura 11</b>	Defeitos leves 1) Cachos ralos 2) Mal formados 3) Ausência de coloração típica 4 e 5) Falta de pruína.	11
<b>Figura 12</b>	Uvas perfeitas.	11
<b>Figura 13</b>	Uvas atacadas por fungos.	18
<b>Figura 14</b>	Compressão uniaxial em espécimes vegetais cilíndricos	20
<b>Figura 15</b>	Caixa de madeira.	27
<b>Figura 16</b>	Caixa de papelão ondulado.	27
<b>Figura 17</b>	Embalagem plástica.	27
<b>Figura 18</b>	Fluxogramas mostrando as principais etapas da preparação.	31
<b>Figura 19</b>	Fluxogramas mostrando as etapas das análises.	32
<b>Figura 20</b>	Características do perfil ISO 13355	34
<b>Figura 21</b>	Compressão entre pratos planos, rígidos e paralelos de bago de uva	38
<b>Figura 22</b>	Dispositivo destacadador bago/pedúnculo	39
<b>Figura 23</b>	Uvas já embaladas (caixas ‘A’ e ‘C’ uvas da classe III, caixas ‘B’ e ‘D’ uvas da classe V, embaladas em caixas de madeira e papelão ondulado)	42
<b>Figura 24</b>	Fixação das caixas na mesa vibratória.	44
<b>Figura 25</b>	Posição inicial das caixas e posterior desalinhamento.	44
<b>Figura 26</b>	Mostra da vibração com as caixas de papelão ondulado.	45
<b>Figura 27</b>	Variação das médias da aparência da uva em relação à vibração durante os cinco dias de experimento	48
<b>Figura 28</b>	Imagem de bago rompido por compressão.	50
<b>Figura 29</b>	Rompimento de bagos ocorrido entre as camadas de uva.	51
<b>Figura 30</b>	Tamanho típico de cacho da classe III (a) e de cacho da classe V (b) sobre superfície plana.	53
<b>Figura 31</b>	Área de contato de cachos das classes III e V.	53
<b>Figura 32</b>	Bago com pruína íntegra e bago com pruína polido.	54
<b>Figura 33</b>	Cacho com dano leve.	54

<b>Figura 34</b>	Cacho com presença de doença.	55
<b>Figura 35</b>	Imagem de cacho com degrana.	58
<b>Figura 36</b>	Porcentagem de degrana de acordo com os dias de experimento.	60
<b>Figura 37</b>	Ilustração da estrutura de sustentação dos bagos denominado engaçó.	61
<b>Figura 38</b>	Porcentagem de perda da aparência de todos os engaços no período do experimento.	63
<b>Figura 39</b>	Distribuição das médias de perda de massa da uva de acordo com o fator vibração durante os dias de experimento.	67
<b>Figura 40</b>	Dispositivo de destacamento.	69
<b>Figura 41</b>	Pedicelo destacado com o pincel íntegro.	69
<b>Figura 42</b>	Pedicelo destacado com o pincel rompido.	69
<b>Figura 43</b>	Curva força tempo no destacamento com o pincel íntegro.	70
<b>Figura 44</b>	Curva força tempo no destacamento com o rompimento do pincel.	70
<b>Figura 45</b>	Distribuição das médias de força do destacamento em relação ao fator vibração durante os dias de experimento.	72
<b>Figura 46</b>	Imagem da compressão de um bago entre pratos planos rígidos e paralelos.	74
<b>Figura 47</b>	Imagem do bago comprimido completamente até a extração da polpa.	74
<b>Figura 48</b>	Diagrama força deformação de um bago entre pratos planos rígidos e paralelos.	75
<b>Figura 49</b>	Distribuição das médias da firmeza da uva de acordo com o fator vibração durante os dias de experimento.	76

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1** Composição dos tratamentos

34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Nota final da aparência de cada caixa analisada.	46
<b>Tabela 2</b>	Resultado da análise de variância da aparência da uva em relação à vibração.	47
<b>Tabela 3</b>	Valores médios dos danos profundos em relação à vibração.	50
<b>Tabela 4</b>	Valores médios dos danos profundos em relação às classes e à vibração.	52
<b>Tabela 5</b>	Valores médios dos danos leves em relação às classes e à vibração.	54
<b>Tabela 6</b>	Valores médios da doença em relação à vibração.	56
<b>Tabela 7</b>	Ocorrência de doença sobre o total de casos de danos profundos.	56
<b>Tabela 8</b>	Análise de variância inteiramente ao acaso da doença em relação à vibração.	57
<b>Tabela 9</b>	Valores médios da degrana em relação à vibração.	58
<b>Tabela 10</b>	Análise da variância do efeito da vibração sobre a degrana.	59
<b>Tabela 11</b>	Análise de variância inteiramente casualizada da aparência da uva em relação aos dias.	62
<b>Tabela 12</b>	Análise de componentes principais para conhecimento dos danos.	64
<b>Tabela 13</b>	Análise de variância dos valores de perda de massa da uva em relação à vibração.	66
<b>Tabela 14</b>	Médias da perda de massa dos cachos de uva de acordo com as classes.	68
<b>Tabela 15</b>	Análise de variância da força de destacamento da uva em relação à vibração.	71
<b>Tabela 16</b>	Análise de variância da elasticidade da uva em relação à vibração.	75

## LISTA DE SIGLAS

<b>ASTM</b>	<i>STANDARD TEST METHOD RANDOM VIBRATION TESTING OF SHIPPING CONTAINERS</i>
<b>AVIPORTO</b>	ASSOCIAÇÃO DOS VITICULTORES DE PORTO FELIZ
<b>CATI</b>	COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL
<b>CEAGESP</b>	COMPANHIA DE ENTREPOSTO E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO
<b>CETEA</b>	CENTRO DE TECNOLOGIA DE EMBALAGENS PARA ALIMENTOS
<b>CVR</b>	CONTROLADOR DE VIBRAÇÃO RANDÔMICA
<b>DPV</b>	DÉFICIT DE PRESSÃO E VAPOR
<b>FEAGRI</b>	FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
<b>G.F<sup>-1</sup></b>	GRAMA X FORÇA ELEVADA A -1
<b>IBGE</b>	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
<b>IEA</b>	INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
<b>ITAL</b>	INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
<b>PPM</b>	PARTÍCULA POR MILHÃO
<b>PV</b>	PRESSÃO DE VAPOR

## RESUMO

A viticultura nacional encontra-se em pleno crescimento e desenvolvimento. É atividade de importância social necessitando de intensa mão-de-obra especializada e seu produto apresenta ótimo valor agregado. Dos dois tipos de uvas de mesa existentes, as ‘Finas’ e as ‘Comuns’, a ‘Niagara Rosada’ pertence ao último, sendo a uva de maior consumo no Brasil e considerada como referência de uva de mesa brasileira. É fruta sensível e pode sofrer danos na colheita, beneficiamento e transporte. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito da vibração na qualidade da uva ‘Niagara Rosada’, das classes III e V, acondicionada em embalagens de madeira e papelão ondulado. As uvas foram submetidas a um período de vibração simulando transporte rodoviário; foram armazenadas e observadas segundo a variação temporal da qualidade avaliada, dando-se notas aos quesitos tais como dano profundo, doença, degrana, dano leve, aparência do engaço, perda de massa, firmeza do bago e força de destacamento do pedúnculo, num período de cinco dias de armazenamento. Durante as avaliações foram encontrados dois tipos de danos, classificados como *atemporais*, que podem ser caracterizados logo após a solicitação mecânica e representados pelo dano leve e dano profundo e os danos classificados como *temporais* que, sob determinadas condições, progrediram temporalmente tais como a degrana, doença e aparência do engaço. Observou-se, também, que as caixas de madeira e papelão ondulado ofereceram proteção semelhante à uva ‘Niagara Rosada’ em relação à vibração. O acondicionamento dos cachos em duas camadas provocou danos leves e profundos no contato entre os bagos de cada camada, especialmente nos cachos da classe V. A vibração provocou perda de massa diferenciada para as duas classes consideradas. As variações de firmeza e de força de destacamento dos bagos não discriminaram os distintos tratamentos. A perda de massa e a senescência apresentaram alta correlação com a aparência dos frutos mostrando-se como indicativos adequados da qualidade da uva.

### Palavras-chave:

Pós-Colheita, Uva de Mesa, Firmeza, Embalagem, Transporte.

## ABSTRACT

The Brazilian viticulture is in full growth and development. It consists in a important activity for the society for it requires intensive specialized labor and it has excellent added value. Between the two existing sorts of table grapes American and Europeans, the 'Niagara Rosada' belongs to the first one. It is the most consumed grape in Brazil and considered as a Brazilian table grape reference. It is a sensitive fruit and most likely to be injured during harvest, grading and transportation. This work aimed as main objective to evaluate the effect of vibration on the quality of 'Niagara Rosada' grapes, in two different grades (Brazilian grades III and V) packed in wood and corrugated cardboard. The grapes were submitted to a vibration period to simulate road transportation followed by storage. They were evaluated from time to time considering severe mechanical damage, disease, natural berry detachment, light mechanical damage, appearance of the cluster, mass loss, berry firmness and detachment force, along five days. There were found two different types of damage. The ones the could be observed right after vibration represented by the severe and light damages were called time independent. The other type, temporal damage, consisted in those damages that progressed with time such as natural berry detachment, disease and appearance of the cluster. It was also observed that either wooden or cardboard boxes offered similar protection to the clusters when submitted to vibration. Packing the clusters in two layers promoted light and severe damages between berries in contact of both layers, specially the bigger clusters. Vibration also promoted different mass loss for the two different cluster classes. The variation of the firmness and detachment force of the berries were not significant to discriminate among treatments. Values of mass loss and senescence showed high positive correlation with fruit appearance point to be good indicators of fruit quality.

### Key-words:

Post-Harvest, Table grape, Firmness, Packaging, Transport.

# 1. INTRODUÇÃO

A viticultura tem um papel importante na economia brasileira, ocupa uma área de 70.531 hectares (IBGE, 2004) e possui grande importância social, pois a maioria das propriedades produtoras é de pequeno e médio porte e emprega, basicamente, mão de obra familiar. O Estado de São Paulo se destaca como o maior produtor de uvas de mesa. Possui 11.600 hectares de parreirais, sendo 67 % das áreas destinadas às uvas ‘Rústicas de Mesa’, com a forte predominância de 80% para a cultivar ‘Niagara Rosada’ (CATI, 2001), que hoje é destinada, quase que exclusivamente, ao consumo interno, além de ser considerada como a uva de mesa brasileira. Mesmo sendo uma cultivar de produção expressiva no Brasil a ‘Niagara Rosada’ possui pouca informação referentes a sua pós-colheita, produtores e entrepostos de venda da fruta geralmente desconhecem a melhor forma de manter e garantir a qualidade dos frutos. Por se tratar de uma cultivar de uva americana, denominada “Comum” e de valor comercial menor que as castas de origem européia, e de ser produzida na sua maioria por pequenos produtores, a cadeia do frio não é tradicionalmente utilizada por estes viticultores, que alegam impossibilidade econômica para aquisição de tal tecnologia.

Em 04/02/2002, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e a Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo, com a intenção de padronizar e facilitar as transações comerciais do produto tornou obrigatório, em todo território nacional, a classificação e rotulagem da Uva Rústica de Mesa, definindo as características de identidade e de qualidade para a classificação dessa uva, destinada ao consumo *in natura*. O consumo da uva ‘Niagara Rosada’ é sazonal e ocorre principalmente nos meses de dezembro a janeiro. Sua comercialização é caracterizada pelo seu curto tempo de vida útil, devido as suas próprias características e por um tratamento pós-colheita inadequado. As uvas constantemente sofrem com o amassamento, degrana e rompimento dos frutos, danos mecânicos causados, principalmente, pelos métodos de acondicionamento e transporte das uvas. As uvas são acondicionadas em embalagens de madeira, papelão ondulado, embalagens plásticas tipo ‘clam shel’, de diversas medidas, diferentes pesos e, quase sempre, em desacordo com a instrução normativa que define as características das embalagens da fruta. As duas embalagens de maior uso são: as de madeira e as de papelão ondulado.

As embalagens de madeira utilizadas no comércio da uva ‘Niagara Rosada’ são fechadas a golpes de martelo, e os frutos no seu interior estão sujeitos a vibrações e impactos. As embalagens de papelão ondulado, mesmo sendo mais versáteis, exigem uma manipulação mais especializada e, geralmente, são mais caras que as de madeira. O transporte é um fator de difícil controle; os caminhões são geralmente terceirizados e suas características dificilmente preenchem as necessidades dos frutos. As estradas não são de boa qualidade e as vibrações ocorrentes durante a viagem diminuem, ainda mais, a qualidade e a vida útil do produto (AVIPORTO, 2004)<sup>1</sup>.

Como resultado do acondicionamento inadequado e um transporte de difícil controle as uvas sofrem sérios danos mecânicos após a colheita.

## **1.1. Objetivos**

Sabendo-se da susceptibilidade a danos de origem mecânica da cultivar ‘Niagara Rosada’ e da implementação da Lei de Padronização das Uvas Rústicas de Mesa, o presente trabalho tem como:

### **a) Objetivo Geral:**

A avaliação do efeito da vibração na qualidade pós-colheita da uva ‘Niagara Rosada’.

### **b) Objetivos Específicos:**

- Investigar a variação das características mecânicas da uva através de ensaios de compressão do bago e destacamento do pedúnculo.
- Avaliar temporalmente a qualidade das classes III e V da uva, acondicionada em embalagens de madeira e papelão ondulado, após vibração.

---

<sup>1</sup> Associação dos Viticultores de Porto Feliz.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1. PRODUÇÃO DE UVAS DE MESA NO BRASIL

Segundo MELLO (2003), o Brasil produziu, em 2002, cerca de 1.120 toneladas de uvas, sendo 53,4% para consumo *in natura*. O consumo de uva de mesa no Brasil situou-se em 3,42 quilos per capita. O Estado de São Paulo é o principal produtor de uvas de mesa, participando com cerca de 20% da área e da produção nacional. Quase que a totalidade da área plantada no Estado de São Paulo 12.152 hectares, em 2002 destina-se à produção de uva de mesa. Dados do IEA e CATI (GHILARDI & MAIA, 2002) mostram a safra 2002/2003 com produção de 176,7 milhões de quilos de uva, sendo 88,9 milhões de uvas finas, 84,3 milhões de quilos de comum para mesa e 3,3 milhões de uva para a indústria.

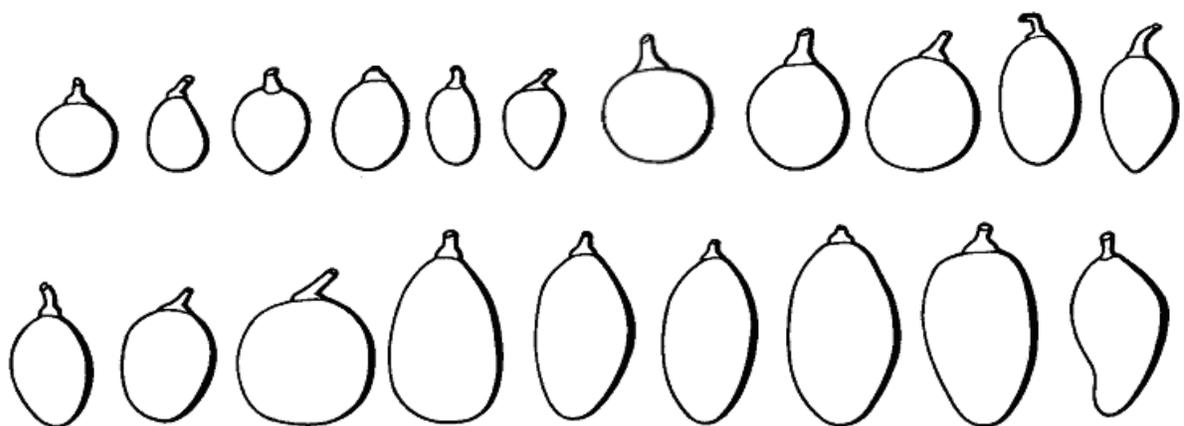
### 2.2. A VIDEIRA E SEUS FRUTOS

A videira é uma planta sarmentosa, da família das Vitáceas; dentre os diversos gêneros desta família se destaca o gênero *Vitis* que possui a maior parte de espécies de interesse econômico.

Quanto às castas, as principais são:

- *Vitis Vinífera* - Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot, Tannat, Semillon, Chardonnay, Gewurztraminer, Pinot Blanc, Sauvignon Blanc, etc.
- *Vitis Americanas* - Labrusca – “Niágara Branca e Rosada’, Isabel, Bordô, etc.
- *Vitis Bourquina* – Jacquez, Hebermont, etc.
- Uvas Híbridas - Resultante do cruzamento de *Vitis Vinífera* X *Vitis Americana*: Courdec, I.A.C138-22Maximus, Moscato Embrapa, Rubia etc.

O ‘bago’ é o fruto da videira e possui inúmeras formas como mostra a Figura 1, porém, são bastante uniformes entre as castas. Podem ser, esféricos, alongados, ovóides, elipsóides, chatos, etc.



*Figura 1. Formatos dos bagos*

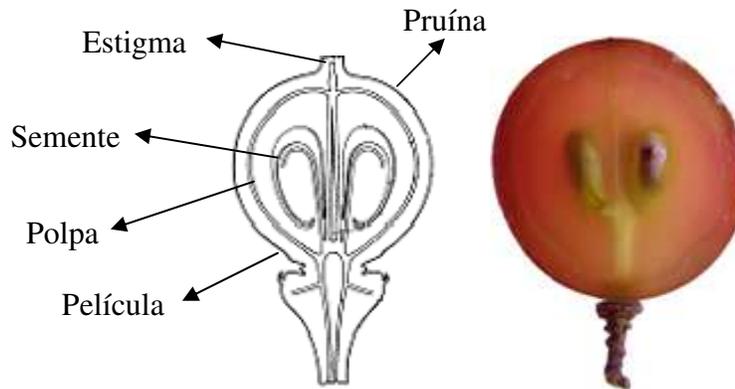
Quanto à coloração os bagos podem ser denominados: brancos (verdes na verdade com o potencial de ficarem amarelados quando maduro), rosados e negros. Nos três casos é grande a variação de tons, que ocorre devido a casta da uva e mesmo ao cultivo (Figura 2).



*Figura 2. Coloração típica apresentada pelos bagos*

O bago é formado pela película, polpa e semente:

A *película* (casca) é o envoltório protetor do bago; em sua superfície, no lado oposto ao pedicelo, se encontra o umbigo, bem visível em uvas de bago branco e corresponde a traços do estigma. A película é revestida por uma substância cerosa chamada pruína, impermeável que diminui a perda de água do fruto. A *polpa* contém o suco ou mosto da uva e pode ser colorida ou não. As *sementes* que se encontram no centro do bago são de números variáveis (Figura 3).



**Figura 3. Principais partes do bago**

Quanto às sementes as uvas podem ser apirênicas ou pirênicas. As uvas apirênicas são castas de uvas que não possuem sementes no interior dos bagos. Os bagos desprovidos de sementes são notoriamente menores que aqueles com sementes, porém, as uvas apirênicas são de grande valor no mercado de uvas de mesa, que valoriza frutos sem sementes. As sementes são inconvenientes na mastigação do bago e para produção de uva passa.



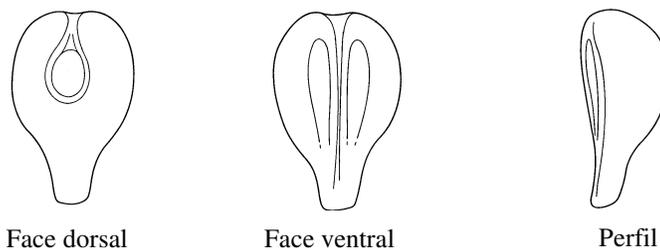
**Figura 4. Uvas pirênicas (a) e apirênicas (b)**

As uvas pirênicas são aquelas cujos bagos são dotados de sementes; teoricamente deveriam ser quatro, já que existem quatro óvulos em cada bago, porém, é comum que parte destes óvulos se abortem e que o bago possua três, duas ou mesmo uma semente, a (Figura 5) demonstra as sementes no interior do bago.



**Figura 5. Sementes**

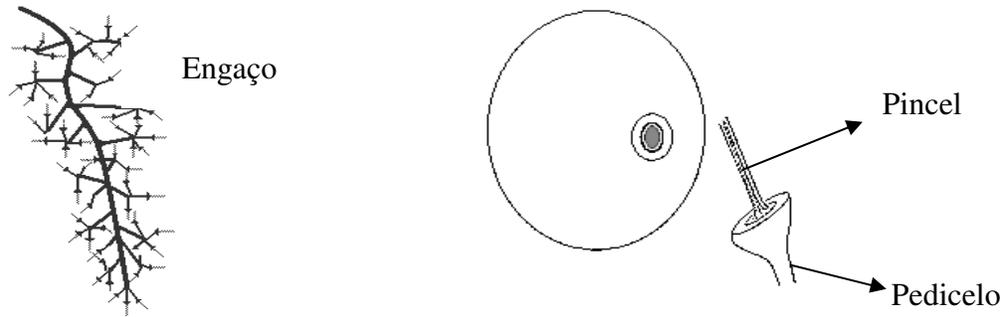
A morfologia das sementes das uvas é ilustrada na Figura 6, entre espécies e castas são bem parecidas, diferenciando-se principalmente pelo tamanho.



**Figura 6. Ilustração da morfologia da face dorsal, ventral e perfil da semente de uva**

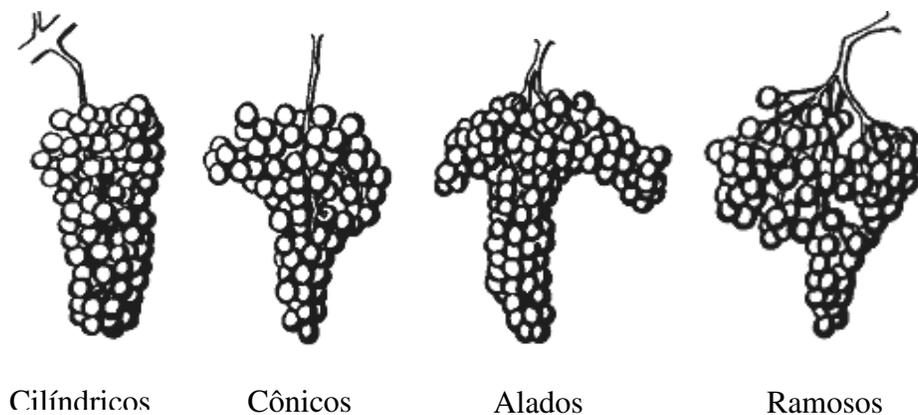
As sementes possuem valor comercial e delas são extraídos óleos finos destinados à alimentação e à indústria farmacêutica.

A estrutura do cacho é constituída de ramificações lenhosas chamadas de *engaço*, cujas extremidades são chamadas de *pedicelos*. Os feixes vasculares que servem para a nutrição do bago podem ser centrais, superficiais e os feixes que se ligam às sementes. Ao feixe que fica preso ao pedicelo quando se destaca o bago é chamado de “píncel”; estrutura esta que é essencialmente o feixe vascular central.



**Figura 7. Ilustração da estrutura do cacho mostrando o engaço, pedicelo e o pincel**

Os cachos apresentam, ainda, uma infinidade de tamanhos e formatos dependendo da casta de uva que o produziu, da natureza do solo e do clima, sendo um dos primeiros vegetais ao qual se deu a denominação de origem no mundo (Figura 8).



**Figura 8. Formatos característicos de cachos de uva**

Segundo GOBBATO (1942), a composição percentual dos cachos de uva pode ser descrita da seguinte maneira: 3 a 6 % da massa do cacho correspondem ao engaço; as cascas dos bagos correspondem a 7 a 11 %; as sementes 2 a 5 % e o mosto ou suco da uva correspondem a 85 a 90% da massa do cacho. Hoje no Brasil as uvas de mesa são divididas em dois grupos, as chamadas uvas finas que são representadas na sua maioria, pelas cultivares de ‘Vitis vinifera’ caracterizadas por serem uvas rígidas de textura carnosa ou trincante e exigem mastigação para o consumo; e as denominadas uvas comuns predominantemente as

cultivares de ‘Vitis labruscas’ que possuem polpa mucilaginosa que se desprende facilmente da casca e são normalmente ingeridas inteira sem mastigação.

### 2.3. A UVA ‘NIAGARA’

A origem da uva ‘Niagara Branca’ é de 1868 resultado do cruzamento das cultivares ‘Concord’ x ‘Cassady’, ambas ‘Labruscas’ puras, efetuadas por Hoag & Clark. Planta originária do condado de Niagara, em Nova York, estado norte-americano, foi introduzida na viticultura paulista por Benedito Marengo, em 1894 e, apenas em 1910, foi reconhecida como variedade comercial para consumo *in natura*. Em 1933, devido a uma mutação somática natural ocorrida na variedade de ‘Niagara Branca’, surgiu a variedade ‘Rosada’ que acabou por substituir a variedade branca e hoje corresponde a 95 % da produção de uva no Estado de São Paulo, sendo considerada como padrão de uva de mesa brasileira.

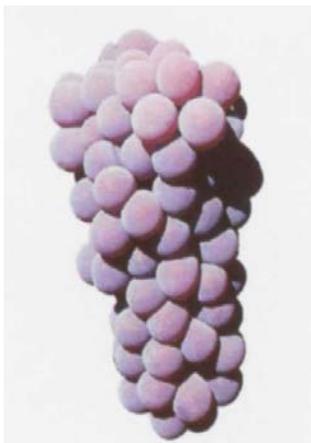


Figura 9. ‘Niagara Rosada’<sup>2</sup>

A cultivar ‘Niagara Rosada’ é uma uva Rústica de Mesa, da família das Labruscas, possui cachos médios cilíndricos e compactos, o bago é uma elipse média em tamanho, de coloração ‘Rosada’, intensa pruína e polpa mucilaginosa, possui sabor aframboesado denominado ‘foxy’, avulpinado ou cheiro de raposa, típica das Labruscas.

<sup>1</sup> ‘Niagara Rosada - CEAGESP Companhia de Entrepasto e Armazéns Gerais de São Paulo/ Classificação/Uvas rústicas. Disponível em rústicas <http://www.ceagesp.com.br/> Acesso em 10/02/2005

### **2.3.1. Safras da uva ‘Niagara Rosada’**

A uva ‘Niagara Rosada’ é a principal cultivar de uva de mesa do Estado de São Paulo e sua principal condução é a espaldeira. Sua poda é executada no final do inverno obtendo-se as frutas em novembro e dezembro. Muitos produtores fazem também a safrinha (produção de entressafra) nos meses de maio a julho realizando poda longa dos ramos da safra anterior. Geralmente os produtores intercalam as produções da safrinha entre os talhões do parreiral, pois a prática da safrinha costuma reduzir a vida útil das videiras.

### **2.3.2. A colheita da uva ‘Niagara Rosada’**

A uva ‘Niagara Rosada’ deve ser colhida quando os cachos estiverem bem formados e os bagos maduros, o teor de sólidos solúveis totais na faixa de 14 a 18° Brix. Antes da colheita deve-se fazer uma toaleta nos cachos ainda no campo, eliminando-se, principalmente, bagos secos e bagos atacados por abelhas e insetos. Os cachos devem ser colhidos na parte da manhã, nas horas mais frescas do dia, cortando-os pelo pedúnculo na inserção com a vara, onde são segurados, evitando-se ao máximo o contato das mãos com os bagos, para preservar a pruína, cera que cobre a uva. Para conservação da pruína da uva os viticultores das principais regiões produtoras de uvas ‘Niagara’ evitam o transporte da uva em longas distâncias para a seleção e embalagem, realizando, na maioria das vezes, os trabalhos no próprio vinhedo ou suas proximidades.

## **2.4. LEI DE PADRONIZAÇÃO E QUALIDADE DA UVA RUSTICA DE MESA NO BRASIL**

A Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo do Ministério da Agricultura e do Abastecimento baixou a Instrução Normativa Nº 1, de 1 de fevereiro de 2002, que regulamenta a classificação e a padronização de uvas rústicas e híbridas de mesa. A norma estabelece três grupos (branca, rosada e preta); dois subgrupos: uniforme (coloração uniforme) e mista (coloração mista); cinco classes em função do peso de cachos (I, II, III, IV e V),

correspondendo às faixas de 50-150g, 150-250g, 250-350g, 350-450g e maior que 450g, respectivamente. Em cada classe admite-se até 20% de cachos com peso de outras classes. A norma estabelece, ainda, quatro categorias em função do número total de defeitos. Os limites totais em porcentagem por categoria são: Extra (0; 0), Cat I (2; 5), Cat II (5; 15), e Cat III, de defeitos graves e leves, respectivamente. Defeitos graves correspondem a uva imatura, com podridão, com dano profundo, falta de limpeza e cachos com degrana, caso se apresentem em mais de 10% dos cachos (Figura 10).



*Figura 10. Defeitos graves. 1) Degrana 2) Imaturo 3) Falta de toaleta 4) Podridão 5) Danos profundos.<sup>3</sup>*

Defeitos leves correspondem a danos superficiais, ausência de pruína (se em mais de 15% dos bagos por cacho), ausência de coloração típica, cachos mal formados (soltos) e cachos queimados pelo sol.

<sup>3</sup> Fotos dos defeitos das uvas da autoria de João Dimas Garcia Maia em Cultivo da Videira 'Niagara Rosada' em Regiões Tropicais do Brasil Colheita, Embalagens e Classificação da Uva. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/niagara/colheita.htm>. Acesso em 13/02/2005



*Figura 11. Defeitos leves. 1) Cachos ralos 2) Mal formados 3) Ausência de coloração típica 4 e 5) Falta de pruína<sup>4</sup>*

A Figura 12 ilustra a aparência de uvas de qualidade, sem depreciações.



*Figura 12 – Uvas perfeitas<sup>5</sup>*

<sup>4</sup> Fotos dos defeitos das uvas da autoria de João Dimas Garcia Maia em Cultivo da Videira ‘Niagara Rosada’ em Regiões Tropicais do Brasil Colheita, Embalagens e Classificação da Uva. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/niagara/colheita.htm> Acesso em 13/02/2005

<sup>5</sup> Fotos de uvas perfeitas de autoria de João Dimas Garcia Maia em Cultivo da Videira ‘Niagara Rosada’ em Regiões Tropicais do Brasil Colheita, Embalagens e Classificação da Uva. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/niagara/colheita.htm> Acesso em 13/02/2005

O objetivo do presente Regulamento é definir as características de Identidade e de Qualidade para fins de classificação da Uva Rústica destinada ao consumo *in natura*. O âmbito de aplicação do presente Regulamento visa atender a obrigatoriedade de classificação prevista nos incisos I, II e III, do art. 1º, da Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000.

## **2.5. FISILOGIA PÓS-COLHEITA**

Segundo HONÓRIO & MORETTI (2002 apud CORTEZ *et al*, 2002), os produtos hortícolas, como frutas e hortaliças, são formados por células vegetais que continuam vivas após a colheita e liberam energia. Essa energia é proveniente das transformações de substâncias presentes nos tecidos vegetais. A velocidade com que essas transformações ocorrem, está diretamente ligada à vida útil pós-colheita desses produtos.

### **2.5.1. Tipos de Respiração**

#### **a) Climatéricas**

A respiração em fruto climatérico ocorre quando este apresenta um acentuado aumento em sua taxa de respiração até que atinja um ponto máximo, quando, então, começa a decrescer novamente, após sua colheita. As frutas climatéricas têm a capacidade de, mesmo depois de separadas da planta, atingirem o seu ponto máximo de maturação química.

Alguns exemplos de frutos climatéricos são: o abacate, a banana, a goiaba, a manga e o mamão.

#### **b) Não-Climatéricas**

Contrastando com o comportamento respiratório anterior, alguns frutos apresentam um contínuo decréscimo em suas taxas de respiração durante o crescimento e após a colheita, independentemente do estágio de desenvolvimento em que foram colhidos.

Frutos não-climatéricos somente amadurecem enquanto estiverem ligados à planta; frutas como a uva, o abacaxi, o caju, a carambola, são alguns exemplos de frutas não-climatéricas.

## **2.5.2. Fatores que afetam a Respiração**

A respiração, por ser um processo complexo, é afetada por um grande número de fatores. Na tecnologia pós-colheita de frutas e hortaliças os fatores ambientais são os mais importantes nos processos respiratórios, pois eles determinam os estímulos que os produtos sofrem independentemente de sua origem ou, até mesmo, da sua qualidade.

### **a) Temperatura**

A intensidade respiratória das frutas após a colheita está intimamente relacionada à temperatura; ela pode interferir diretamente na velocidade da reação dos processos metabólicos, no tempo de armazenamento, bem como causar distúrbios fisiológicos nestes produtos. A cada acréscimo de 10°C na temperatura ocorre um aumento de duas ou três vezes na velocidade de deterioração dos materiais biológicos, e a temperatura influi diretamente nos processos de transpiração.

### **b) Disponibilidade de Oxigênio**

Uma vez que o oxigênio do ar é o componente mais importante para que se realize a respiração aeróbica, deve estar disponível em quantidade adequada. Se, acidentalmente ou propositalmente, se restringir o acesso das frutas ao oxigênio, poderá ocorrer fermentação, que vem acompanhada da produção de odores e sabores desagradáveis. Entretanto, a redução na concentração de oxigênio é uma técnica muito útil para controlar a taxa de respiração das frutas.

### c) Gás Carbônico

Este gás requer uma atenção especial, uma vez que em altas concentrações pode danificar as frutas em poucos dias. Faz com que haja a produção de álcool e a redução da respiração, pois modifica o ciclo de *Krebs*, podendo até mesmo produzir toxinas. Entretanto, altos níveis de CO<sub>2</sub> (>1%) podem ser benéficos, quando se utiliza o armazenamento com “atmosfera controlada ou modificada”. A elevação dos níveis de CO<sub>2</sub> retarda o amadurecimento dos frutos (LANA & FINGER, 2000), diminui o metabolismo de pigmentos, de compostos fenólicos e voláteis (BEAUDRY, 1999), reduz a síntese e a ação do etileno sobre o metabolismo dos frutos e a ocorrência de podridões (BRACKMANN & CHITARRA, 1998). A produção de CO<sub>2</sub> pelo tecido vegetal é o método mais utilizado pelos fisiologistas de pós-colheita, para a determinação da taxa de respiração das frutas.

### d) Acúmulo de Etileno

O etileno é o composto orgânico mais simples que afeta as plantas. É um produto de seu metabolismo e é produzido por todos os tecidos vegetais e por alguns microorganismos; é considerado um hormônio de maturação e envelhecimento de vegetais. A produção pelas próprias frutas em quantidades mínimas (1ppm) estimula a atividade respiratória, tanto dos produtos climatéricos como dos não-climatéricos. A presença do etileno aumentou consideravelmente a degrana, nas cultivares de uva ‘Dona Zila’ e ‘Tardia de Caxias’, segundo BRACKMANN *et al.* (2000), o que também foi constatado por WACLAWOVSKY *et al.* (1999). O aumento da degrana e a redução de resistência à mesma podem estar relacionados ao efeito do etileno sobre o aumento nas atividades das enzimas pécticas relacionadas à degradação da parede celular (SALISBURY & ROSS, 1992) que, nesse caso, devem ter afetado a zona de abscisão entre o pedúnculo e a bago. Isso demonstra o inconveniente de armazenar uvas juntamente com frutas produtoras de etileno (BRACKMANN *et al.*,2000).

### e) Danos de origens mecânicas

Danos mecânicos em frutas e hortaliças possuem as mais diferentes causas e podem ocorrer em diferentes etapas da produção, como por exemplo: cultivo, manuseio,

beneficiamento, transporte e embalagem. Os danos mecânicos causados aos produtos vegetais têm origem em fenômenos tais como, impacto, vibração, compressão, abrasão, perfuração etc. SARGENT *et al.* (1992) observaram que a injúria interna de impacto em tomates é acumulativa durante as operações de manuseio e MACLEOD *et al.* (1976) verificaram que o aumento do número de impactos aumentava a evolução de gás carbônico e etileno. Os processos físicos, sofridos pelos materiais biológicos, além de darem início a um processo acelerado de senescência pelo aumento da respiração e transpiração do produto, são portas de entrada para os mais diferentes tipos de fungos e patógenos.

### **2.5.3. Transpiração**

A transpiração é consequência do déficit de pressão de vapor (DPV), o qual representa a diferença entre a umidade na superfície do produto e a umidade do ar circundante (GRIERSON & WARDOWSKI, 1978; CHITARRA & CHITARRA, 1990). Quanto maior o DPV maior é a perda de água. A transpiração excessiva pode comprometer seriamente a qualidade dos frutos, quer na sua aparência, tornando-as enrugadas e com colorações opacas, quer na sua textura, fazendo com que elas se apresentem flácidas, moles, murchas ou com aspecto indesejado. A perda de água tem efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais, antecipando a maturação e senescência dos frutos. Outro aspecto importante da transpiração é a perda de peso do produto do ponto de vista de comercialização.

#### **a) Aspectos da Transpiração**

A transpiração é afetada por fatores que podem ser inerentes à própria fruta ou, então, relacionadas ao ambiente em que ela se encontra. O conhecimento destes fatores, principalmente dos ambientais, é de vital importância do ponto de vista de manuseio e armazenamento de produtos altamente perecíveis.

## 2.5.4. Fatores que afetam a Transpiração

### a) Fatores inerentes à fruta

As características da fruta que contribuem para uma maior ou menor transpiração são:

- Tamanho: quanto maior for a superfície exposta do produto, maior será a taxa de transpiração.
- Superfície/volume: quanto maior for esta relação, maior será a perda de peso.
- Estômatos e lenticelas: aberturas naturais por onde ocorrem as trocas gasosas, inclusive a saída de vapor de água.
- Região de inserção do fruto ao pedúnculo: quando expostas ao ar facilita enormemente a perda de peso do produto.
- Presença de cera natural: reduz a transpiração do produto.
- Pilosidade: embora aumente a área da superfície da fruta, retarda, consideravelmente, a perda de água.

### b) Fatores Ambientais

Os principais fatores ambientais, que alteram a taxa de transpiração das frutas, são a temperatura e a umidade relativa. Quanto menor a temperatura e maior a umidade relativa, menor será a transpiração do produto. Outro fator ambiental que afeta a transpiração é o movimento de ar sobre a superfície do produto. Quanto mais rapidamente o ar se mover ao redor da fruta, maior será a sua perda de peso, a menos que ele esteja saturado de umidade.

### c) Redução da Transpiração

A transpiração é um processo físico que pode ser facilmente reduzido, se práticas adequadas de manuseio pós-colheita de frutas forem adotados:

- Manuseio dos produtos de forma a se evitar danos mecânicos.
- As frutas perdem água através de pequenas rachaduras resultantes do manuseio inadequado.

- Abrasões, arranhões e outros danos que removem ou enfraquecem as camadas protetoras exteriores da fruta devem ser evitados ao máximo.
- Além de estimularem a taxa de respiração do produto, constituem-se em portas de entrada para microorganismos.
- Minimizar a exposição das frutas a grandes DPV.
- Reduzir rapidamente a temperatura do produto ao mínimo que ele suporta (pré-resfriamento).
- Colocá-los em ambiente com alta umidade relativa.
- Minimizar o gradiente de pressão de vapor (PV).
- Não expor as frutas a movimentos de ar desnecessários.
- Encerar a superfície da fruta quando possível.
- Utilizar filmes flexíveis para embalar o produto.
- Uso da cadeia do frio.

### **2.5.5. Danos Mecânicos em Frutas e Hortaliças**

Segundo BORDIN (1998, apud SANCHES, 2002), desde o instante em que é colhido até o momento de ser preparado ou consumido, o produto hortícola sofre uma série de efeitos essencialmente mecânicos que, dependendo da sensibilidade do produto, poderão causar danos que comprometerão a qualidade final do mesmo. Estudos mostram que, dependendo do produto, as perdas de produtos hortícolas por causas mecânicas podem chegar a 20 – 25% do total. Porém, segundo CENCI & CHITARRA (1994), as perdas pós-colheita da uva no Brasil estão em torno de 35%. As principais causas de perdas de uva de mesa no Brasil estão relacionadas às perdas de massa, escurecimento do engaço, amolecimento dos bagos, degrana, problemas com embalagens, manuseio e transporte do produto.

### 2.5.6. Doenças após a colheita das uvas

A infecção das uvas de mesa por microrganismos pode ocorrer nas mais diferentes etapas de produção, no campo, colheita, manuseio, embalagem ou até mesmo na comercialização. A uva desde sua produção possui certa carga microbiológica, que pode ou não se manifestar na fruta, dependendo das condições fisiológicas do fruto e de estímulos externos a eles. Esses fatores externos ao fruto (temperatura, umidade relativa luz, etc;) têm grande influência nos processos patológicos das uvas. Como a tecnologia pós-colheita, na maioria dos casos, não melhora a qualidade do produto, porém as conservam, as boas práticas agrônômicas são indispensáveis para a resistência desses frutos aos patógenos. Nas condições de pós-colheita, as doenças mais frequentes são os mofos. Fungos como *Penicillium spp*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinérea*, entre outros são responsáveis pela depreciação qualitativa ou perda total dos produtos.



*Figura 13 – Uvas atacadas por fungos*

## **2.6. PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS BIOLÓGICOS**

Danos mecânicos em materiais biológicos têm como causa os mais diferentes tipos de acontecimento: interações com o manuseio, cultivo, transporte, embalagens entre outros, que geram rupturas no tecido as quais devem ser interpretadas de maneira adequada. O tecido vegetal deve ser caracterizado como uma entidade mecânica dentro de um contexto biológico, exibindo comportamento específico. A caracterização mecânica do tecido vegetal envolve as teorias clássicas de ruptura descritas por PRAGER (1959), bem como as leis constitutivas materiais, tais como a Elasticidade Linear e Não Linear e a Viscoelasticidade (MASE, 1970). Esses equacionamentos visam prever as respostas mecânicas do tecido vegetativo face a uma carga ou deformação imposta. Essas imposições mecânicas nem sempre simulam as condições impostas pelas solicitações mecânicas do manuseio, cultivo, transporte, embalagens etc: porém, induzem a um equacionamento da constituição mecânica do material vegetativo e, assim, possibilitam o dimensionamento de embalagens com características desejadas e sugestões de logísticas mais apropriadas aos materiais em questão.

### **2.6.1. O Meio Contínuo, Homogeneidade, Isotropia e Anisotropia dos Materiais Vegetais**

Um material é considerado contínuo quando toda a distribuição da matéria desse material se dá de forma contínua e uniforme em todo seu volume. Em materiais vegetais esta condição de isotropia perfeita não é obtida, sendo que, são considerados como isotrópicos os meios vegetais que possuam uma distribuição da matéria constituinte desse material, de forma contínua em todo seu volume. O material é considerado não contínuo ou anisotrópico quando suas propriedades variam com a direção (MASE, 1970).

### **2.6.2. Comportamento Elástico segundo a Lei de Hooke**

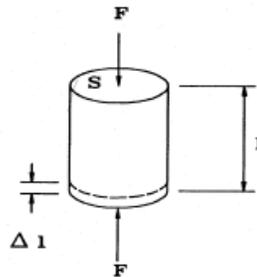
Segundo a Lei de Hooke, uma mola, sofrendo uma alongação que aumente ou diminua o seu comprimento de equilíbrio, tende a voltar ao seu comprimento original exercendo uma força de intensidade proporcional à deformação:

Em um comportamento perfeitamente elástico as forças envolvidas durante as deformações estarão inteiramente acumuladas em energia potencial de deformação. E nos casos onde o corpo é parcialmente elástico estas energias são transformadas em calor, danos e deformação permanente. Para se caracterizar o comportamento elástico dos materiais biológicos são necessários os equacionamentos das seguintes constantes elásticas: E, módulo de elasticidade ou módulo de Young; G, módulo de elasticidade transversal;  $\nu$ , constante de Poisson; K, módulo volumétrico. Os ensaios mecânicos para se determinar essas constantes em tecidos vegetais se enquadram como ensaios de impacto, compressão ou tração.

Segundo MOHSENIN (1970) as constantes E e G podem ser calculadas por:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \text{Onde temos:} \quad \sigma = \frac{F}{S} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Segundo a aplicação de carga ilustrada na Figura 14



**Figura 14. Compressão uniaxial em espécimes vegetais cilíndricos.**

E podemos calcular G, segundo MOHSENIN, por:

$$G = \frac{\tau}{\gamma} \quad \text{Onde:} \quad \tau = \frac{F}{2S} \quad \gamma = \frac{D}{l} = \text{tg } \theta$$

MOHSENIN (1970) menciona a relação entre as constantes elásticas e o coeficiente de Poisson e pelas duas equações a seguir podemos correlacionar todas as constantes elásticas:

$$E = 3K(1 - 2\nu) \quad \text{e} \quad E = 2G(1 + \nu)$$

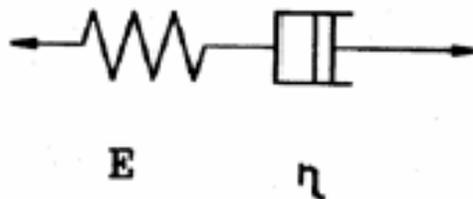
Parâmetros elásticos podem ser obtidos como índice de firmeza de produtos agrícolas desde que obtidos adequadamente dentro da fase elástica.

### 2.6.3. Comportamento Viscoelástico

Estudos demonstram a existência da dependência do tempo no comportamento mecânico de materiais biológicos. Um material biológico é considerado um meio multi-fase, constituído de gás, líquido e sólido. A reologia passa a ser então um estudo importante na análise do comportamento mecânico de tais materiais. MASE (1970), afirma que os materiais viscoelásticos diferem dos materiais elásticos nos relacionamentos entre os tensores de deformação e de tensão. A viscoelasticidade combina o comportamento do sólido com o do líquido. Para pequenas deformações, a viscoelasticidade é considerada linear, e depende apenas do tempo. Para deformações maiores, a viscoelasticidade é dada em função do tempo e da tensão, e neste caso, surge o conceito da viscoplasticidade.

A reação entre tensão e deformação para o modelo viscoelástico de Maxwell que associa mola e amortecedor em serie é dada por:

$$\varepsilon = \frac{\theta}{E} + \frac{\theta}{\eta} \quad \text{ou por} \quad \left\{ \frac{\partial}{\partial t} \right\} \varepsilon = \left\{ \frac{\partial}{E} + \frac{1}{\eta} \right\} \sigma \quad \text{Onde} \quad \partial_t = \frac{\partial}{\partial t}$$

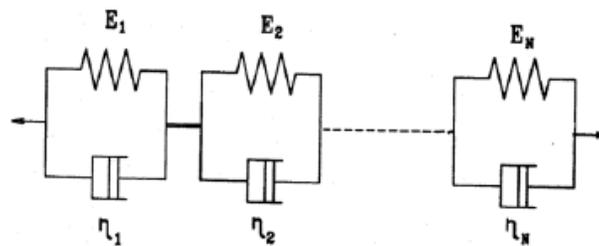


Modelo viscoelástico de Maxwell formado pela associação de uma mola e um amortecedor.

Outra descrição para o comportamento viscoelástico é fornecida pelo modelo de Kelvin-Voigt:

$$\sigma = E\varepsilon + \eta\dot{\varepsilon}$$

$$\sigma = \{E + \eta \partial_t\} \varepsilon$$



Modelo Generalizado de Kelvin.

O modelo de Kelvin é formado por uma mola e um amortecedor associados em paralelo. As características viscoelásticas devem ser consideradas nos ensaios onde o espécime é sujeito a uma taxa de deformação.

#### 2.6.4. Considerações sobre vibração

Segundo THOMSON (1978), o estudo da vibração diz respeito aos movimentos oscilatórios de corpos e às forças que lhes são associadas. Todos os corpos dotados de “*massa e elasticidade*” são capazes de vibrar. É um tema explicável pela matemática, pois seus conceitos estão todos associados a fenômenos físicos, podendo ser experimentados e medidos. Basicamente os sistemas oscilatórios podem ser dois: os lineares e os não-lineares; para o primeiro prevalece o princípio da superposição e os métodos matemáticos bem desenvolvidos para estas análises, e os não-lineares em oposto são pouco conhecidos e seus métodos de análise são de difícil aplicação. Existem dois tipos de vibração: A considerada ‘livre’ que acontece quando um sistema oscila sob a ação de forças que lhe são inerentes sem qualquer

interferência externa, que segundo THOMSON (1978) poderá apresentar uma ou mais de suas frequências naturais, que são peculiares ao sistema dinâmico estabelecido pela distribuição de sua massa e rigidez. A vibração ‘forçada’ quando ela ocorre sob excitações externas. Quando a vibração é oscilatória o sistema é obrigado a vibrar na frequência da excitação. Ressonância ou frequência natural é quando a frequência da vibração coincide com uma ou mais frequências do sistema; a ressonância pode causar o colapso de um sistema, por isso há importância em se estudar tais fenômenos a fim de evitar problemas decorrentes. O amortecimento pode ocorrer em função de um desgaste de energia, atrito e outras resistências. O amortecimento é de grande importância para limitar a amplitude das oscilações e evitar a ressonância. Grau de liberdade é o número de coordenadas independentes requeridas para descrever um sistema. Geralmente os ensaios de vibração para produtos perecíveis ocorrem com exigido na direção vertical, mais comum e determinante no transporte.

### **2.6.5. Norma ASTM 4728 – 01**

A norma ASTM 4728 – 01, *Standard Test Method Random Vibration Testing of Shipping Containers*, é uma norma desenvolvida para auxiliar ensaios controlados de vibração aleatória. Tais testes são usados para prever, de forma experimental e controlada, o desempenho de unidades de embalagens e seus conteúdos quando submetidos a ação da vibrações. Ela oferece orientação no desenvolvimento e utilização de informações referentes à vibração randômica no ensaio de embalagens.

Na norma duas alternativas de controle das vibrações são descritas:

O método *Open Loop* que armazena as respostas geradas e o método *Close Loop* que realiza uma equalização automática do sistema.

### **2.6.6. Ensaios Mecânicos (elásticos e viscoelásticos) de espécimes vegetais**

FINNEY (1973) confirma a validade da utilização do módulo de elasticidade para avaliar a umidade e a firmeza em vegetais. NAVA & BRACKMANN (2002), estudaram a firmeza da polpa de pêssegos submetidos à atmosfera modificada e determinando a resistência

da polpa do fruto com um penetrômetro com ponteira de 5/16 polegadas (7,9mm). HONÓRIO & MORETTI (2002 apud CORTEZ *et al*, 2002) submeteram frutos de tomate cultivar ‘Solimar’ a uma queda de 40 cm de altura sobre uma superfície plana, rígida e lisa. Cada fruto sofreu dois impactos, um sobre cada um dos pontos equidistantes de uma linha equatorial imaginária. A intenção foi de se estudar o armazenamento sob atmosfera controlada de tomates com danos internos causada por impactos. FERRAZ *et al* (1998) utilizaram os resultados de ensaios de compressão entre pratos planos dos frutos da ‘Teca’ para estabelecer critérios para ruptura do caroço com a liberação da semente. Os valores médios considerados, de força de ruptura e deformação foram 1174N e 1,8 mm, respectivamente obtidos a uma taxa de deformação de 0,3 mm<sup>s</sup>. MARTINS (1993), realizou ensaios normais de compressão para se determinar a firmeza de laranjas com a intenção de desenvolver um dispositivo para seleção de laranjas. ARAÚJO *et al* (2002), realizaram ensaios de compressão entre pratos planos paralelos em castanhas de caju, com o objetivo de se determinar os níveis de força máxima e deformação específica dos frutos. SANCHES & DURIGAN (2004) avaliaram os efeitos dos danos mecânicos, por impacto, compressão e corte na pós-colheita dos abacates da variedade “Quintal”. NETTO & FERREIRA (2004) avaliaram pontos críticos para impactos em unidades de beneficiamento para batata comum, com o auxílio de esfera instrumentada (70mm), *Techmark, Ink., Lansing Michigan, Estados Unidos*. NEVES *et al* (2004) avaliaram a firmeza da polpa de carambolas submetidas a tratamentos de cálcio com texturômetro mod. *STEVENS – LFRA texture analyser*, com a distância de penetração de 20 mm e velocidade de 2 mm/seg., utilizando o ponteiro TA 9/1000. A leitura foi realizada em lados opostos do fruto, escolhendo-se um ponto na porção central das asas/hastes longitudinais, considerando o valor médio das duas leituras para se determinar a firmeza em g.f. MATTIUZ & DURIGAN (2001) avaliaram o efeito de danos mecânicos na firmeza e coloração de goiabas cv. ‘Pluma’ e ‘Pedro Sato’ sendo que a firmeza dos frutos foi obtida conforme o proposto por MOHSENIN (1986) e CALBO & NERY (1995), relacionando-se o peso exercido com a área aplanada dos frutos, e pôde ser calculada somente nas injúrias de impacto e de compressão. Os resultados foram expressos em kPa. MOTA *et al* (2002) avaliaram a firmeza de frutos de jabuticaba por uma adaptação da técnica de aplanção (CALBO & NERY, 1995).

## 2.6.7. Ensaio de Destacamento

O estudo do destacamento dos frutos é necessário para o desenvolvimento de processos metodológicos de colheita e pós-colheita dos produtos agrícolas. BARNES (1969 apud SANTOS *et al*, 1994), relatam sobre as características de destacamento de limões. Considerou o arrancamento direto, com a força colinear ao eixo do pedúnculo e, finalmente, o arrancamento com vibração. Nos testes foram registradas as forças máximas e consideradas como força de destacamento. CERQUEIRA *et al.*(apud CERQUEIRA *et al*, 2000) avaliaram o desprendimento de bananas dos cachos através do Despencador Mecanizado. SANTOS *et al* (1994) mediram a força de destacamento da vagem do pedúnculo do amendoim a vários teores de umidade, com o objetivo de gerar parâmetros mecânicos para projeto de mecanismos destacadores. O estudo dos processos de ligação fruto planta e do destacamento (separação) desses componentes, nos fornecem parâmetros fisiológicos e mecânicos destas junções. E no caso da pós-colheita das uvas, a junção mais importante ocorre entre o engaço e a bago, pois os frutos (bagos) são vendidos em cachos.

## 2.7. ENSAIOS E CONSIDERAÇÕES SOBRE A VIBRAÇÃO EM FRUTAS E HORTALIÇAS

Segundo CHITARRA & CHITARRA (1990), as vibrações podem resultar em abrasões e em machucaduras, quando o produto move dentro das embalagens. MOHSENIN (1986) relata que os danos nas frutas e vegetais representam fato importante na perda de qualidade no período de pós-colheita, pois induzem um aumento da taxa respiratória e produção de etileno, favorecendo o desenvolvimento de fungos e outros patógenos. ARDITO (1986) estudou o transporte de tomates em caminhões e o simulou em laboratório, em embalagens de papelão corrugado e madeira (caixa K), submetendo-os a ensaios de vibração em mesas vibratórias. AUGUSTO & FERRAZ (2002) submeteram figos a acelerações de 1, 3 e 5g por um período de 5 minutos em um recipiente hermético, e a resposta das frutas às vibrações foi caracterizada pela produção de etileno e CO<sub>2</sub>.

## 2.8. EMBALAGENS

As principais funções de uma embalagem são: conter, proteger, transportar e vender produtos. Além destas funções elementares, as embalagens hoje em dia passaram a possuir um forte apelo publicitário e certas embalagens são referência de produtos e qualidades. As embalagens podem conter, também, informações educativas que auxiliam os consumidores no reconhecimento e manuseio de produtos. A uva é um fruto muito sensível; sua própria natureza ou fatores extrínsecos a ela tem o poder de afetar sua vida útil e sua qualidade.

### 2.8.1. Produtos agrícolas *in natura* e sua interação com as embalagens

Produtos agrícolas *in natura* são produtos que podem, ter sofrido algum tratamento específico, porém, estes produtos devem manter suas características de natureza química, física, microbiológica ou enzimática minimamente alteradas. Esses produtos interagem facilmente com superfícies de contato e com o meio ambiente externo. Neste contexto é evidenciada a importância das embalagens no aumento da vida útil dos produtos agrícolas *in natura*. As barreiras físicas impostas pelas embalagens irão determinar o grau de diferença entre o meio interno e o externo, e mesmo as embalagens inadequadas podem oferecer um mínimo de proteção, sendo capazes de diferenciar os meios. No entanto, a adequação das embalagens ao seu conteúdo é muito importante, pois minimizará as alterações físicas, químicas e biológicas dos produtos. Por essa razão, sempre devemos lembrar que, independentemente do tempo de contato entre a interface alimento-embalagem sempre ocorrerão interações (ANJOS, 2002)<sup>6</sup>.

Os produtos agrícolas, em geral, são muito mal acondicionados, suas embalagens inadequadas e, com frequência, reutilizadas de outros produtos. O caso mais comum é o da “Caixa K”, caixa de madeira usada no transporte de querosene, que reaproveitada, passou a ser a principal embalagem dos produtos agrícolas brasileiros. Porém, como é o caso da ‘Caixa K’, a maioria das embalagens deste seguimento não respeita padrões elevados de saúde e higiene,

---

<sup>6</sup> ANJOS, C. A.R. Material e anotações de sala de aula da disciplina Desenvolvimento de Embalagens. Julho a Dezembro de 2002.

e não acondiciona os produtos devidamente. As interações com as embalagens vão ocorrer de acordo com os materiais de composição das mesmas

## 2.8.2. Embalagens de uva

Segundo BENATO (1998), a conservação da uva depende da embalagem utilizada, uma vez que, além da sua importância na apresentação do produto, a embalagem é fundamental para sua proteção contra danos mecânicos e desidratação. As principais embalagens de uva no Brasil são: as caixas de madeira com uma folha de papel forrando seu interior, as embalagens de papelão ondulado e as embalagens plásticas.



*Figura 15 – Caixa de Madeira*



*Figura 16 – Caixa de papelão ondulado*



*Figura 17 - Embalagem plástica*

Porém, ainda hoje, as especificações de dimensões e tipos de embalagens são definidas pelo mercado, de maneira aleatória não respeitando as normas vigentes. Segundo BORDIN (1998 apud SANCHES, 2002), outro aspecto que deve ser levado em consideração é o custo global do sistema de embalagem, observando-se não apenas o custo individual da embalagem, pois um determinado tipo pode ter custo unitário superior em relação a outro, mas proporcionará uma maior proteção ao produto, reduzindo perdas e aumentando o valor agregado ao produto.

## 2.9. TRANSPORTE DE FRUTAS

Segundo CHITARRA & CHITARRA (1990) o transporte é uma das principais causas de danos mecânicos de frutas, influenciando na sua qualidade. No transporte são freqüentes as injúrias por amassamentos, quebras ou impactos. Os amassamentos resultam do empilhamento das caixas com o conteúdo acima de sua capacidade, ou pela compressão das primeiras camadas nos frutos das camadas inferiores. O transporte de frutas é realizado de acordo com os diferentes sistemas de produção, locais de cultivo e distâncias de postos consumidores. A qualidade do produto, no ponto de venda, depende de uma série de fatores fisiológicos e ambientais. O processo de deterioração das frutas é um processo irreversível e inevitável; a qualidade do produto pode ser mantida, mas nunca melhorada (Mc GREGOR apud CORTEZ *et al*, 2002). Durante o transporte, o manuseio e a distribuição, o produto pode ser exposto a variações de temperatura, perda de peso, gases incompatíveis, danos mecânicos e cargas mistas (HUI *et al* apud CORTEZ *et al.*,2002).

As frutas possuem natureza de alta perecibilidade, assim, minimizar e evitar variáveis indesejadas torna-se ferramenta muito importante na conservação da qualidade dos produtos. Antes de chegar ao consumidor final, o produto percorre um longo caminho; os produtos podem ser transportados por rodovias, ferrovias, barcos ou aviões. Contudo, na maioria dos meios de transporte, falta especificidade para o transporte de frutas e hortaliças; a cadeia do frio é pouco utilizada e durante o transporte os produtos sofrem uma série de solicitações mecânicas, as quais, dependendo da sensibilidade do produto, podem gerar perdas de 20% a 25% do total do produto transportado.

### **2.9.1. O transporte de uvas rústicas de mesa no Brasil**

O transporte da uva brasileira é realizado, quase que exclusivamente, por rodovias, estas freqüentemente não são de boa qualidade, o que onera monetária e qualitativamente o produto. Outros meios de distribuição da produção como vias férreas e marítimas são muito pouco utilizadas e o transporte aéreo é quase que exclusivo aos produtos de exportação.

O transporte brasileiro é pouco especializado; os veículos costumam ser terceirizados, transportando alimentos e produtos incompatíveis e contaminantes. As uvas no Brasil são transportadas em caminhões abertos, cobertos por lonas; o produto fica sujeito ao aquecimento, esforços mecânicos e ao murchamento. Em dias de chuva costuma-se forrar a carroceria do caminhão com lona plástica para minimizar os danos causados a fruta pela umidade do ar e de respingos de água que são arremessados em forma de spray pelos pneus, esta pratica é vulgarmente chamada pelos produtores paulistas de 'Fraldão'.

Para o transporte de uvas a longas distâncias recomenda-se que, previamente, seja feito um resfriamento para manter a qualidade da fruta, sendo que o transporte deve limitar a troca de calor. O transporte refrigerado, mesmo sendo o meio indicado para a cadeia vitícola, é considerado caro e muito pouco utilizado para uva comum. Outra alternativa é o transporte noturno ou em horas em que as temperaturas sejam mais amenas; é indicado também o uso de lonas térmicas que reflitam os raios solares e diminuam as variações térmicas da carga.

### **2.9.2. Ensaio de transporte**

As pesquisas desenvolvidas para se avaliar os transportes de cargas, durante muito tempo foram realizadas observando-se o transporte real de produtos. Este método, além de caro é trabalhoso e com muitas variáveis; a condição das estradas até a forma como o motorista conduzia o caminhão influenciavam os resultados.

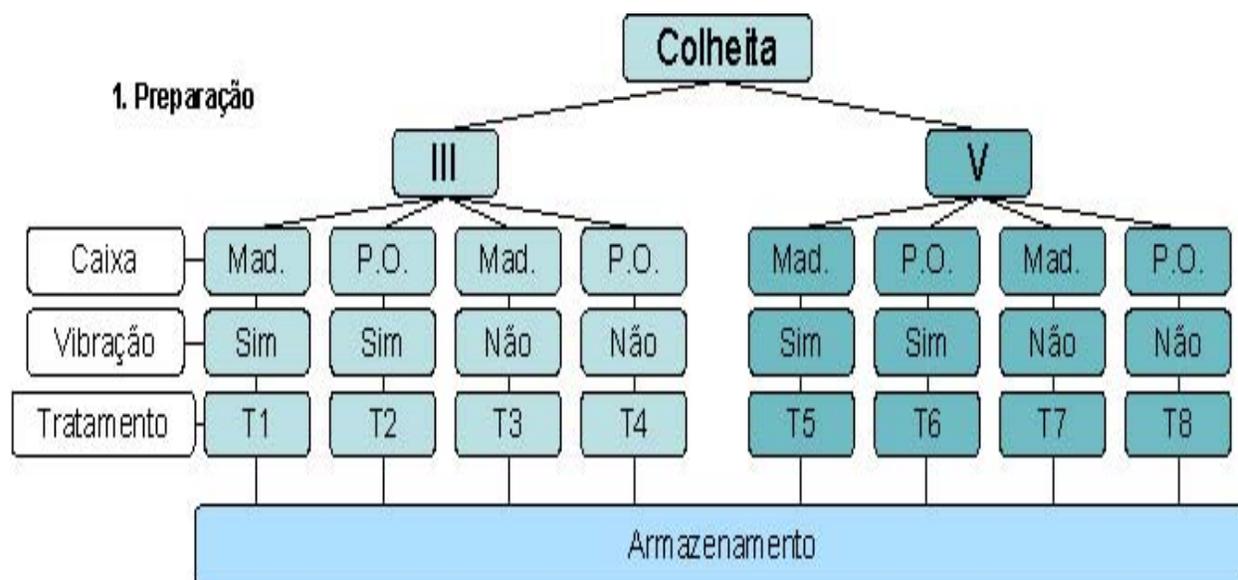
Existem diferentes ensaios de vibração disponíveis. A ênfase não é dada só na reprodução das freqüências específicas dos materiais em teste, mas sim numa amplitude de freqüências que simule o transporte destes materiais (ARDITO, 1986).

FISCHER *et al* (1992) simulou o transporte através da vibração de uvas ‘Thompson’ e morangos ‘Selva’. As uvas e os morangos foram vibrados nas faixas de frequência de 2 a 5 Hz, 5 a 10 Hz, 10 a 15 Hz, 15 a 20 Hz, 20 a 25 Hz e 25 a 30 Hz.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 4 a 10 de dezembro de 2005; as uvas foram provenientes do município de Louveira; a preparação se iniciou logo após a colheita, com a toailete dos cachos, a identificação e a pesagem, seguindo-se a classificação e o acondicionamento em embalagens de madeira e papelão ondulado. A uva foi submetida à vibração e armazenada em condições ambientes. Diariamente foi feita avaliação de qualidade, utilizando-se uma caixa de cada tratamento, de onde foram retirados 10 cachos para perda de massa e aparência. Dos 10 cachos foram separados 3 cachos para medidas de firmeza e outros 3 para medidas da força de destacamento do pedúnculo. Foram utilizadas 40 caixas.

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Vibrações do CETEA - ITAL (Centro de Tecnologia de Embalagens para Alimentos do Instituto de Tecnologia de Alimentos), laboratórios de Pós-Colheita e Propriedades Mecânicas de Materiais Biológicos da FEAGRI-UNICAMP, com 5 dias sucessivos de avaliações. Foram utilizadas uvas (*Vitis Labruscas*) ‘Niagara Rosada’ provenientes de produtores de Louveira. Os fluxogramas, das etapas de preparo e avaliação do experimento, são apresentados nas Figuras 18 e 19.



M – caixa de madeira; PO – caixa de papelão ondulado.

Figura 18. Fluxogramas mostrando as principais etapas da preparação.

## 2. Avaliação diária para cada tratamento.

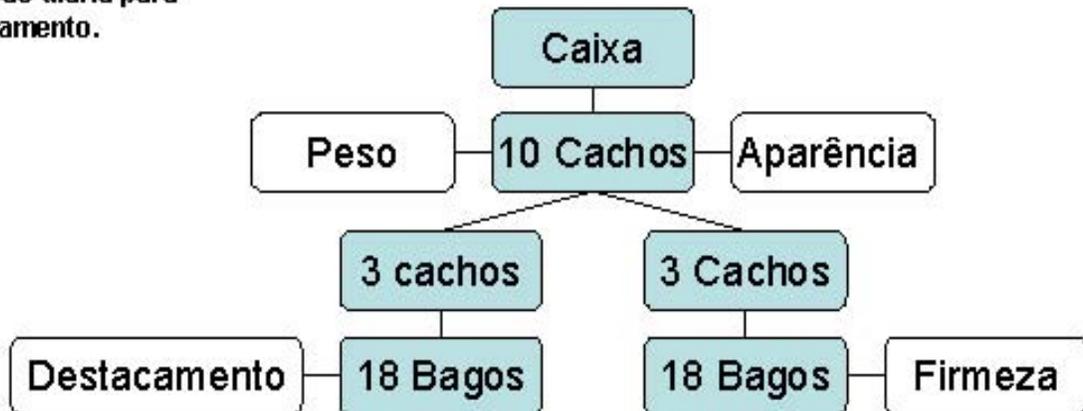


Figura 19. Fluxogramas mostrando as etapas das análises.

A descrição detalhada de cada etapa, apresentada no fluxograma, é apresentada a seguir.

## 3.1. PREPARO DAS FRUTAS

### 3.1.1. Toaleta e identificação dos cachos

Os cachos foram colhidos pela manhã, realizando-se no campo a toaleta, com retirada de folhas ou ramos contidos entre as uvas, bagos podres, mal formados ou danificados. Os cachos foram identificados com etiqueta colada ao engaço e sua massa foi registrada com balança eletrônica com precisão de centésimo de grama (MARTE 'A 1000', Capacidade de 1000g).

### 3.1.2. Classificação

A uva foi classificada de acordo com o regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação da uva Rústica de Mesa da Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000. As classes estudadas foram a **Classe III**, uva de cachos medianos (250 a 350g), e de maior volume de produção, e a **Classe V**, uva de cachos grandes (maior que 450g), menor volume de produção e maior valor comercial; as uvas foram classificadas pelos próprios produtores.

### 3.1.3. Caixas

Após a classificação as uvas foram acondicionadas em **Caixas de madeira**, com 480 mm de comprimento, 300 mm de largura e 140 mm de altura, com tampa e capacidade nominal de 5 kg e caixas de **Papelão ondulado**, com 400 mm de comprimento, 270 mm de largura e 140 mm de altura, sem tampa com capacidade nominal de 5 kg. As uvas foram acondicionadas pelos próprios produtores da forma costumeira, ou seja, as caixas de madeira foram forradas com uma folha de papel com a tampa pregada e as caixas de papelão ondulado não foram forradas em seu interior, e nem tiveram tampa. Foram utilizadas 20 caixas de cada tipo, no total.

### 3.1.4. Ensaio de Vibração

Logo após o acondicionamento, feito na cidade de Louveira, as caixas de uva foram transportadas por vias pavimentadas durante 30 minutos, pela 'Rodovia Anhanguera' num trajeto de 50 km até o CETEA /ITAL em Campinas, onde as uvas foram submetidas à vibração. As caixas foram transportadas utilizando-se uma camionete Fiat /Strada ano 2002 com caçamba coberta com capota marítima. No CETEA/ITAL as caixas foram afixadas a uma mesa vibratória, de modo a vibrar solidariamente com a mesa. A mesa vibratória possui superfície plana de 1.500 x 1.500mm, capaz de acomodar e fixar as caixas em sua superfície.

A vibração foi gerada com varredura aleatória de frequência e aceleração de acordo com o *Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers* (ASTM, D 4728-01, 2004) utilizando-se o perfil ISO 13355 mostrado na Figura 20. As solicitações mecânicas decorrentes do ensaio são aproximadamente equivalentes a uma viagem de 500 km por estradas pavimentadas. Logo após os ensaios de vibração as uvas foram levadas num trajeto de 12 km a FEAGRI/UNICAMP onde as caixas foram depositadas no Laboratório de Propriedades Mecânicas dos Materiais Biológicos.

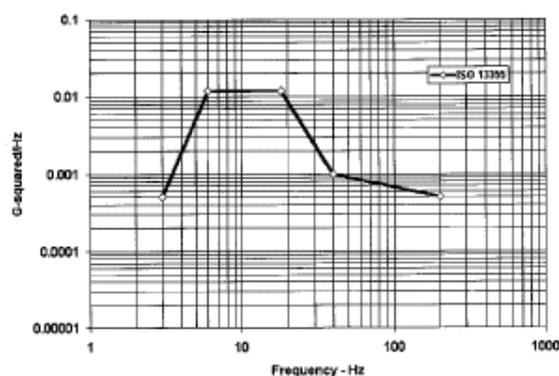


Figura 20. Características do perfil ISO 13355

### 3.1.5. Tratamentos

As composições dos oito tratamentos são mostradas no Quadro 1. Para cada tratamento foram preparadas 5 caixas, cujo conteúdo foi utilizado para cada um dos 5 dias de avaliação.

Quadro 1 - Composição dos tratamentos

Tratamentos	Classe das uvas	Caixas	Vibração	N.º de caixas
T1	III	Madeira	SIM	5
T2	III	P. O.**	SIM	5
T3*	III	Madeira	NÃO	5
T4*	III	P. O	NÃO	5
T5	V	Madeira	SIM	5
T6	V	P. O.	SIM	5
T7*	V	Madeira	NÃO	5
T8*	V	P. O	NÃO	5
			TOTAL	40

\* Tratamentos sem vibração. \*\* Papelão Ondulado.

## **3.2. AVALIAÇÃO DO EFEITO TEMPORAL DA VIBRAÇÃO NA QUALIDADE DAS UVAS**

As avaliações foram realizadas durante 5 dias sucessivos à instalação do experimento, utilizando-se uma caixa de cada tratamento (Quadro 1) por dia. De cada caixa foram retirados dez cachos para as avaliações (Figura 18).

### **3.2.1. Perda de massa**

Cada um dos 10 cachos foi pesado com balança digital com precisão de centésimo de grama, para se determinar a perda de massa, expressa pela diferença entre a massa inicial e a massa do cacho no dia da avaliação.

### **3.2.2. Aparência**

A avaliação da perda de massa foi seguida pela da aparência dos cachos dando-se notas de 0 a 30 aos quesitos: presença de doenças, dano profundo, degrana, dano leve e aparência do engajo.

#### **3.2.2.1. Presença de doenças**

Podridões, danos patológicos que impliquem em qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos foram considerados problemas graves. Ao cacho foi atribuída a nota 0 ou nota 30 para ausência ou presença de doenças, respectivamente.

#### **3.2.2.2. Dano profundo**

Dano profundo constitui-se de lesões de origens diversas que causem quaisquer tipos de rompimento na epiderme do bago. Foi avaliado pela porcentagem de bagos danificados por

cacho. Para cachos com 0% bagos danificados foi atribuída nota 0, até 5% nota 5, de 5 a 10% nota 10, de 10 a 20% nota 15 e para mais de 20% nota 30. Considera-se que o cacho que apresente mais de 20% dos bagos com dano profundo está seriamente comprometido e deve receber a nota máxima.

### **3.2.2.3. Degrana**

A degrana dos bagos foi quantificada pela porcentagem em peso dos bagos desprendidos naturalmente em relação ao peso do cacho. Para 0% de bagos desprendidos foi atribuída nota 0, até 5% nota 5, de 5 a 10% nota 10, de 10 a 20% nota 15 e mais de 20% nota 30, Entende-se que o cacho está seriamente comprometido com a perda de mais de 20% do peso e deve receber a nota máxima.

### **3.2.2.4. Dano Leve**

O dano leve foi caracterizado pela integridade da pruína. Para os cachos com menos de 20% dos bagos com pruína *não íntegra* foi atribuída nota 0 ou, nota 10, quando a porcentagem ultrapassar a 20%. A integridade da pruína apesar de depreciar a aparência da fruta não compromete seu consumo.

### **3.2.2.5. Engaço**

O engaço foi avaliado pela sua aparência utilizando-se metodologia proposta por NELSON (1983 apud CASTRO, 1999), modificada por GOMES & FERRAZ (2005) atribuindo-se notas da seguinte forma: 0 para engaços verdes, túrgidos, com aspecto de recém colhidos; 5 para engaços verdes e levemente secos (verde opaco); 10 para verdes com pontuações marrons, levemente secos; 15 para marrons, secos e 30 para engaços marrons, muito secos, quebradiços.

### 3.2.2.6. Nota da aparência

Para a aparência de cada caixa foi atribuída uma nota única somando-se as médias das notas de cada quesito, presença de Doença, Dano leve, Dano profundo, Degrana e Engaço, dos 10 cachos.

## 3.3. AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS FRUTOS

Dentre os dez cachos utilizados para as análises de perda de massa e aparência, foram retirados ao acaso seis cachos. Três deles foram utilizados para determinação do Módulo de Elasticidade e o restante para determinação da Força Máxima no Destacamento dos Bagos. Foram utilizados 18 bagos para cada determinação. O número de repetições, 18 (bagos), foi estimado a partir do erro calculado e do desvio padrão de ensaios preliminares com 150 bagos, os cálculos foram realizados com auxílio metodológico proposto por SNEDECOR (1980).

### 3.3.1. Módulo de Elasticidade

Para a determinação do Módulo de Elasticidade cada bago teve uma dimensão medida na região equatorial e longitudinal e depois comprimido em sua região equatorial entre pratos rígidos, planos e paralelos como demonstra a Figura 21. Foi utilizada uma máquina universal de ensaio (LOYD INSTRUMENTS INC, modelo TA 500), equipada com software de aquisição de dados, NEXYGEN 3.0, com comando computadorizado, a uma taxa de deformação de 1 mm/s, obtendo-se um diagrama força-deformação do qual foram retirados valores de força e deformação para calcular o Módulo de Elasticidade.

Para o cálculo do Módulo de Elasticidade foi utilizada a seguinte equação <sup>(1)</sup>:

$$E = \frac{0,338K^{3/2}F(1-\mu^2)}{D^{3/2}} \left[ \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R'_1} \right)^{1/3} + \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R'_2} \right)^{1/3} \right]^{3/2}$$

Onde:

E = Módulo de Elasticidade Aparente (MPa), D = Deformação (m) correspondente a força F,  $\mu$  = Valor estimado do Coeficiente de Poisson (0,3), F = Força (N),  $R_1, R'_1, R_2, R'_2$  = Raio de Curvatura de corpos no ponto de contato (m), K = Valores adaptados da tabela de KOZMA & CUNNINGHAM (1962)<sup>7</sup>

Os raios de curvatura ( $R_1, R'_1, R_2, R'_2$ ) foram calculados utilizando-se as equações<sup>(1)</sup> de aproximação de  $R_1$  e  $R_2$  para corpos convexos:

$$R_1 \cong \frac{H}{2} \quad \text{e} \quad R_2 \cong \frac{H^2 + \frac{L^2}{4}}{2H}$$

O valor do módulo de elasticidade aparente para a caixa foi a média dos 18 valores obtidos para os bagos, no dia considerado.

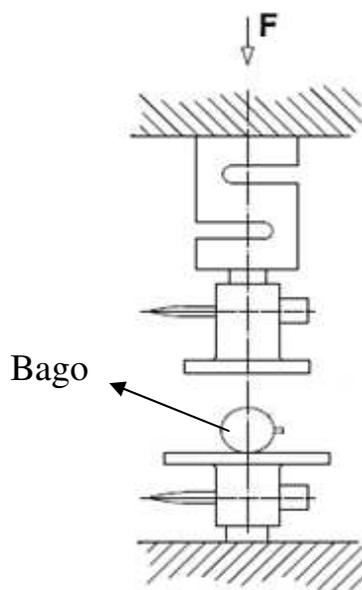


Figura 21. Compressão entre pratos planos rígidos e paralelos de bago de uva.

### 3.3.2. Força máxima no destacamento do bago do pedúnculo.

O ensaio de destacamento, já citado no item anterior, foi realizado com a prensa universal utilizada no ensaio de compressão, provida de dispositivo especialmente projetado para o destacamento do pedúnculo do bago (Figura 21). O dispositivo consiste de pequena

<sup>7</sup> ASAE STANDARDS, 1994, p.472

estrutura retangular construída em chapas de acrílico 10mm de espessura, 60 mm de largura por 60 mm de comprimento e 100 mm de altura, com orifício de 5 mm de diâmetro na base central e um chanfrado de 20 mm para melhor acomodar o bago. Na parte inferior, uma garra de fixação do pedúnculo, construída em alumínio com 20 mm de largura, 20 mm de comprimento e 70 mm de altura. A garra possui parafuso tipo borboleta, para fixação do pedúnculo. A estrutura foi acoplada a uma célula de carga com capacidade de 50 N. A garra foi fixada na base da prensa universal. O posicionamento do bago ocorre como ilustrado na Figura 22, sendo o pedúnculo alinhado na direção da força de tração. A força do destacamento do pedúnculo do bago da uva foi o valor máximo de força alcançada durante cada ensaio e, a média dos 18 valores foi considerada a força de destacamento de cada tratamento, no dia considerado.

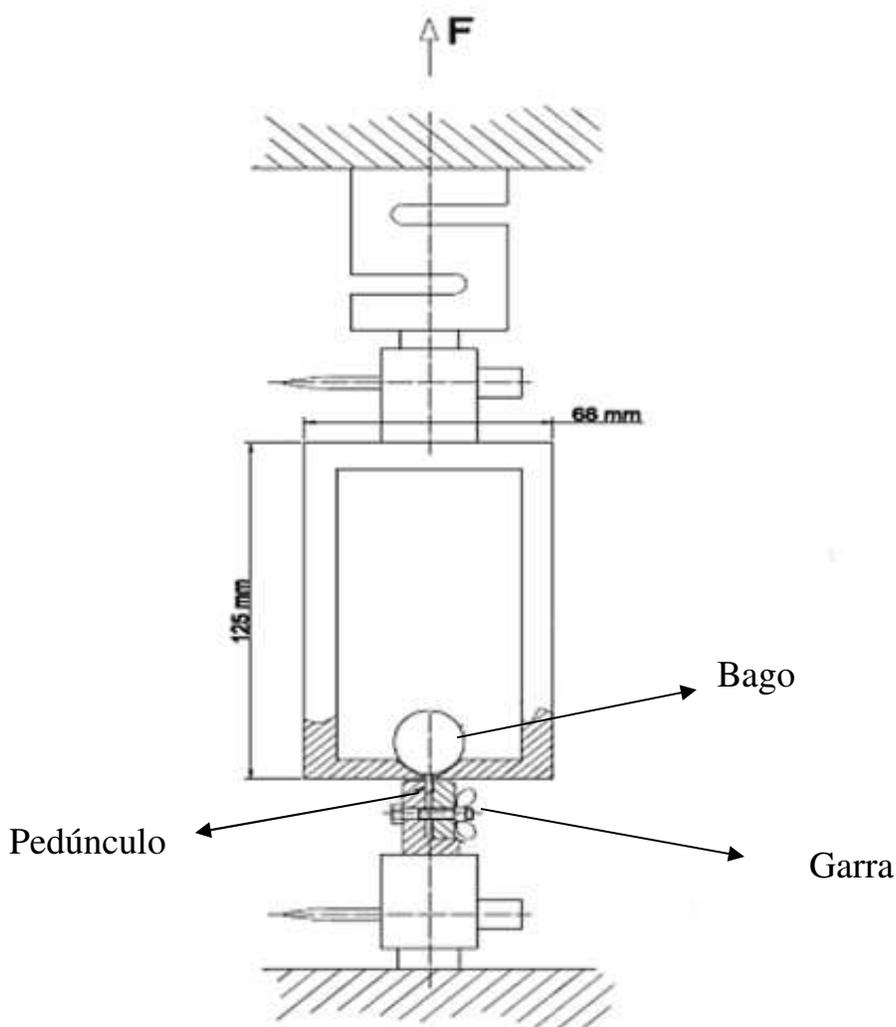


Figura 22. Dispositivo destacadador bago/pedúnculo

### 3.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Antes da análise estatística, as notas dadas aos conjuntos de dados e os tipos de danos foram convertidas para porcentagens, com a finalidade de limitar a variação e facilitar a compreensão da “aparência”, sendo que 100% foi a nota máxima de qualidade obtida nos quesitos julgados. Para isto, as notas obtidas foram transformadas em porcentagem, como mostra a equação, e subtraídas de 100% resultando, assim, na nota final do quesito, e não do nível de dano.

$$100 - \left( p = \frac{\text{notas}}{\text{valor máximo}} \cdot 100\% \right),$$

Onde:

p = Porcentagem

Notas = Valores a serem padronizados.

A análise estatística foi constituída de:

A ‘Análise de Variância’ (ANOVA), cujo objetivo é de identificar quais fatores (classes de uva, embalagens e vibração) influenciam na qualidade da uva, durante os 5 dias de experimento. Utilizou-se a ANOVA inteiramente casualizada quando se analisou somente “um” fator de variação, ou seja, uma só variável que pode influenciar o resultado; blocos balanceados inteiramente ao acaso utilizado quando o interesse foi analisar diferenças entre tratamentos (no caso do estudo, vibração, caixas e classes) para cada dia de experimento. O nome balanceado é utilizado quando o tamanho amostral é igual entre as observações de cada tratamento. Inteiramente ao acaso é quando as observações entre os tratamentos são escolhidas de forma aleatória. Utilizou-se a ANOVA em blocos desbalanceada inteiramente ao acaso que se diferencia em relação à técnica anterior (Análise de Variância em Blocos Balanceados Inteiramente ao Acaso) pelo nome desbalanceado que é utilizado quando o tamanho amostral é diferente entre as observações de cada tratamento.

Para as correlações foi utilizada a técnica de correlação de Spearman que é uma técnica não paramétrica, utilizada quando os dados não apresentam distribuição normal (pré-requisito para aplicação da técnica). E para as relações que apresentavam distribuição normal foi aplicada a técnica de Pearson que é quando os dados apresentam normalidade, conceito estatístico que significa ausência de tendência das observações, ou seja, é quando um conjunto de dados possui uma proporção (quantidade) semelhante de valores pequenos e grandes e a maioria das observações fica em torno da média.

Utilizou-se também a ‘análise de componentes principais’ que é a obtenção de um pequeno número de combinações lineares (componentes principais) de um conjunto de variáveis, que retenham o máximo possível da informação contida nas variáveis originais. Os ‘componentes’ são extraídos na ordem do mais explicativo para o menos explicativo. Teoricamente o número de ‘componentes’ é sempre igual ao número de variáveis. Entretanto, alguns poucos ‘componentes’ são responsáveis por grande parte da explicação total dos acontecimentos. O processamento da análise de componentes principais pode ter partida na matriz de variâncias e covariâncias ou na matriz de correlação dos fatores envolvidos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. INTRODUÇÃO

O experimento foi realizado durante o período de 4 a 10 de dezembro de 2005. O trabalho iniciou-se pela manhã do dia 4 com a colheita e toailete das uvas no campo, que logo após foram transportadas e depositadas em galpão destinado ao acondicionamento das uvas.

No galpão os cachos das uvas das classes III e V foram etiquetados, pesados com balança eletrônica com precisão de centésimo de grama e embalados em caixas de madeira e papelão ondulado de forma costumeira.

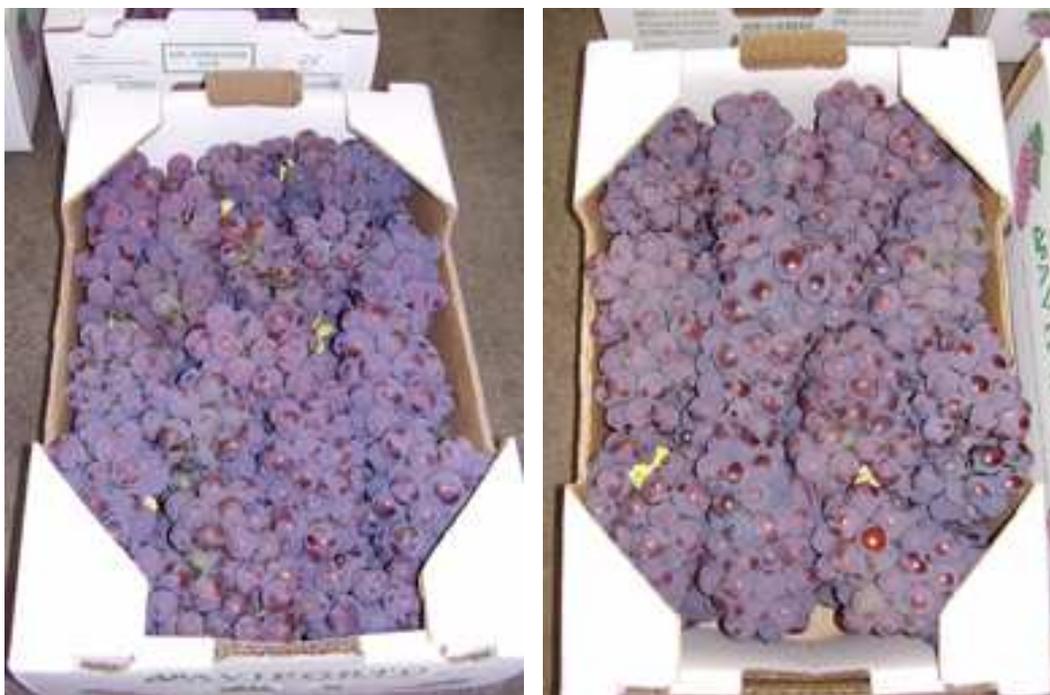
Os cachos foram acondicionados em duas camadas, cachos maiores foram colocados costumeiramente sobre os menores para que as uvas da camada superior apresentem melhor aparência.



A



B



C

D

***Figura 23 – Uvas já embaladas (Caixas ‘A’ e ‘C’ uvas da classe III, caixas ‘B’ e ‘D’ uvas da classe V, embaladas em caixas de madeira e papelão ondulado).***

Depois de embaladas as uvas foram colocadas numa camionete Fiat Strada ano 2002, a carga protegida por lona de vinil preta (capota marítima), e transportada por vias asfaltadas de Louveira até o CETEA/ ITAL, Campinas, em um trajeto de 50 km, onde vinte, das quarenta caixas de madeira e papelão ondulado, foram descarregadas e fixadas à mesa vibratória (já descrita). A fixação das caixas na mesa vibratória foi realizada com quatro traves presas por parafusos à mesa e uma correia de nylon ao redor das caixas (Figura 24). Presas com o fundo totalmente apoiado sobre a superfície da mesa, as caixas foram submetidas à vibração randômica pelo período de uma hora.



*Figura 24 - Fixação das caixas na mesa vibratória*

Durante a vibração, o movimento das uvas dentro das caixas de madeira não pôde ser observado, pois as caixas possuíam tampas. Mesmo amarradas à mesa (Figura 24) as caixas se desalinham de sua posição inicial (Figura 25).



*Figura 25 – Posição inicial das caixas e posterior desalinhamento*

Diferentemente, as caixas de papelão ondulado permitiram a visualização do movimento das uvas durante a vibração (Figura 26), pois não possuíram tampas.



*Figura 26 – Mostra da vibração com as caixas de papelão ondulado*

Depois de vibradas, as uvas foram levadas a FEAGRI/UNICAMP num trajeto de 12 km e as caixas depositadas no Laboratório de Propriedades Mecânicas dos Materiais Biológicos para realização da avaliação temporal. Durante o período de cinco dias de armazenamento do experimento a temperatura e a umidade foram registradas apresentando médias de 29,8 °C e 67%, respectivamente.

#### **4.2. RESULTADO DO EFEITO TEMPORAL DA VIBRAÇÃO, EMBALAGENS E CLASSES NA APARÊNCIA DAS UVAS.**

A cada dia de avaliação foi retirada uma caixa de cada tratamento e de cada caixa foram retirados dez cachos ao acaso. Os cachos foram avaliados nos quesitos dano profundo, dano leve, degrana, doença e engajo e as médias das notas de cada quesito recebeu uma nota única, representando a avaliação de aparência da caixa, a tabela (Tabela 1) mostra as notas obtidas por cada caixa.

**Tabela 1 - Nota final da aparência de cada caixa analisada.**

VIBRADAS				NÃO VIBRADAS			
DIA 1				DIA 1			
Caixa	Embalagem	Classe	Nota (%)	Caixa	Embalagem	Classe	Nota (%)
9	M	III	93,85	3	M	III	96,15
16	M	V	84,62	18	M	V	94,23
27	P	III	92,31	25	P	III	96,15
34	P	V	90,77	31	P	V	95,77
DIA 2				DIA 2			
2	M	III	91,54	4	M	III	93,85
13	M	V	84,23	19	M	V	96,15
26	P	III	87,69	22	P	III	91,15
38	P	V	86,92	39	P	V	95,00
DIA 3				DIA 3			
7	M	III	82,69	6	M	III	88,46
17	M	V	77,31	11	M	V	88,46
28	P	III	83,85	21	P	III	89,23
36	P	V	83,08	35	P	V	90,77
DIA 4				DIA 4			
10	M	III	73,46	8	M	III	81,92
14	M	V	69,23	12	M	V	80,77
24	P	III	78,46	29	P	III	85,00
37	P	V	76,15	32	P	V	85,00
DIA 5				DIA 5			
5	M	III	74,62	1	M	III	78,08
15	M	V	71,15	20	M	V	77,31
30	P	III	77,69	23	P	III	74,23
40	P	V	61,15	33	P	V	76,54

#### 4.2.1. Efeito da vibração na aparência das caixas de uva ‘Niagara Rosada’.

Para avaliar o efeito da vibração nas caixas foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) em blocos balanceados inteiramente ao acaso (Tabela 2) nas notas das caixas (Tabela 1), considerando os cinco dias de análise.

**Tabela 2 - Resultado da análise de variância da aparência da uva em relação à vibração**

Dias	Vibração	n	Média (%)	DP	CV	P - valor
1	Vibradas	20	91,67	10,16	0,11	0,0793
	Não Vibradas		96,17	4,62	0,04	
2	Vibradas	20	89,25b	5,91	0,06	0,0052*
	Não Vibradas		94,83a	5,99	0,06	
3	Vibradas	20	82,5b	11,82	0,14	0,0189**
	Não Vibradas		90,67a	9,05	0,09	
4	Vibradas	20	77,75	21,57	0,27	0,2138
	Não Vibradas		85,42	16,44	0,19	
5	Vibradas	20	75	13,92	0,18	0,4052
	Não Vibradas		79,67	20,52	0,25	

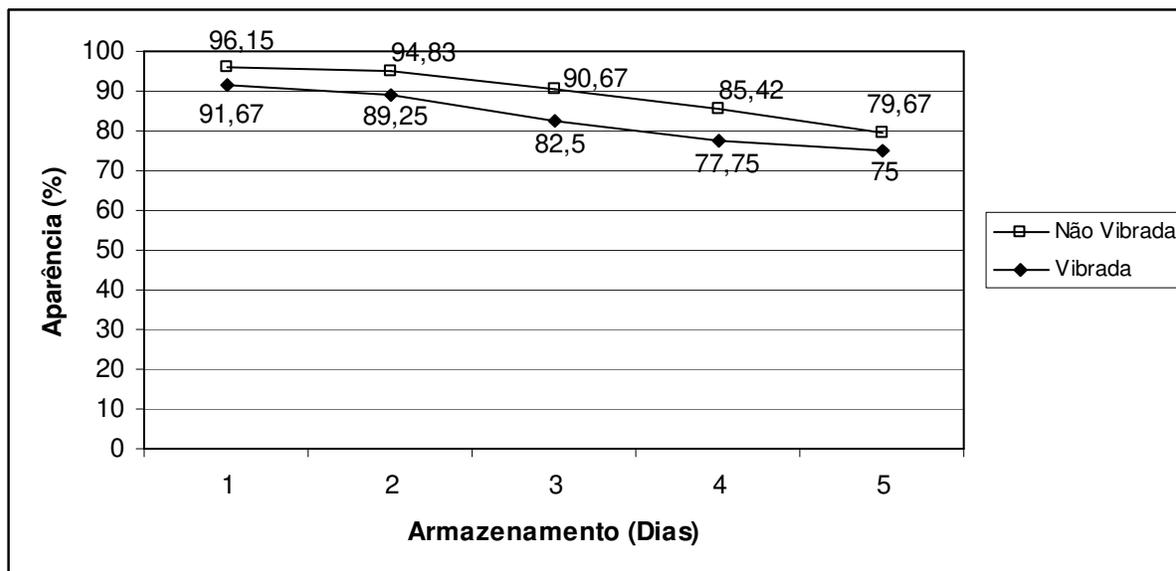
Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\*Significativo com um nível de 99% de confiança.

\*\*Significativo com um nível de 95% de confiança.

Foram encontradas significâncias estatísticas ao nível de 99% de confiança para o segundo e 95% de confiança para o terceiro dia. Pelo o teste de Tukey no conclui-se que houve um decréscimo significativo na nota da aparência da uva no segundo e terceiro dia de análises, indicando que nas condições do experimento, a aparência das caixas vibradas começou a ser afetada no segundo dia de experimento, porém, a partir do terceiro dia eram notórias as perdas.

A Figura 27 apresenta o gráfico com as médias da aparência da uva de acordo com a vibração.



*Figura 27 - Variação das médias da aparência da uva em relação à vibração durante os cinco dias de experimento.*

Do quarto dia em diante algumas caixas de uvas exalaram odor de vinagre (característica típica de fermentação), doenças e cachos com degranas podiam ser observados.

Sendo assim o terceiro dia de armazenamento se mostrou o período limite em que as caixas mantiveram uma aparência satisfatória o que equivaleu a uma perda de 17,5% da aparência; no quarto dia de armazenamento a aparência das caixas já se apresentava bastante comprometida e no quinto e ultimo dia de armazenamento as uvas aparentavam estar impróprias ao consumo.

#### **4.2.2. Efeito da vibração e de tipo de caixa na aparência da uva ‘Niagara Rosada’.**

A ANOVA não apresentou diferença (significância) estatística em relação à aparência das uvas acondicionadas nos dois tipos de caixas vibradas durante os 5 dias de análise, o que leva a crer que nas condições do experimento as caixas proporcionaram efeitos semelhantes porem danosos, às uvas nelas acondicionadas.

### **4.2.3. Efeito da vibração e da classe na aparência da uva ‘Niagara Rosada’.**

Foi aplicada a ANOVA balanceada inteiramente ao acaso, para as duas classes de uva durante os 5 dias de análise. A análise de variância não apresentou diferença significativa, para as duas classes de uva vibradas em relação a aparência durante os 5 dias de análise, o que leva a crer que as classes responderam semelhantemente a vibração. A expressão dos quesitos dano profundo, dano leve, degrana, doença e engajo em uma única nota não se mostrou um método eficiente para evidenciar os efeitos das variáveis caixas, classes e tempo da uva ‘Niagara Rosada’, A vibração foi o único fator evidenciado pela utilização da metodologia proposta.

Por causa dessa falta de sensibilidade da metodologia em discriminar o efeito das variáveis, os danos foram analisados individualmente. Nesta análise notou-se que dentre os danos haviam aqueles tipicamente *atemporais*, ou seja, podem ser caracterizados no primeiro dia de avaliação e uma vez instalados não progrediam temporalmente, tais como os danos leve e danos profundos; e os danos *temporais*, danos estes necessitam de tempo para sua manifestação tais como degrana, doença e engajo. Esses dois tipos de danos *atemporais e temporais* quando expressos juntos acabam por mascarar os efeitos uns dos outros. Para que a descrição dos efeitos das variáveis fosse feita de maneira mais adequada, os danos foram divididos entre temporais e atemporais e os quesitos de qualidade julgados individualmente resultando em nova análise apresentada a seguir.

## **4.3. ANALISE DE DANOS ATEMPORAIS**

### **4.3.1. Danos profundos**

O dano profundo foi caracterizado por qualquer tipo de perfuração ou rompimento dos bagos. É costume dos produtores colocarem os cachos maiores sobre os menores com a intenção de fazer com que as camadas superiores (tampa da caixa) fiquem com melhor aparência; este procedimento contribuiu para a incidência de danos profundos, pois a soma do efeito da vibração e o excesso de carga nos cachos das camadas inferiores provocam constantemente amassamentos e rompimentos dos bagos. Os frutos rompidos se deterioram

rapidamente, o suco ou mosto da uva extravasado é rico em açúcares, suja os bagos circunvizinhos, e serve de substrato à proliferação de doenças; um exemplo típico de dano profundo é mostrado na Figura 28.



*Figura 28 - Imagem de bago rompido por compressão*

#### 4.3.1.1. Efeito da vibração na ocorrência dos danos profundos

A Tabela 3 apresenta os valores médios expressos em porcentagem dos danos profundos em relação à vibração.

*Tabela 3 - Valores médios dos danos profundos em relação à vibração.*

Vibração	n	Média (%)	D.P.	CV
Vibradas	20	93,25a	5,74	0,061
Não vibradas		97,25b	2,31	0,023

Médias com letras iguais não diferem entre si (Tukey  $p < 0,05$ ).

As uvas das classes III e V acondicionadas em caixas de madeira e papelão ondulado apresentaram diferença estatística em relação à vibração ( $p < 0,0076$ ) na ocorrência de danos profundos; a vibração causou compressão e ruptura dos bagos, a maioria dos danos profundos no experimento foi detectada, principalmente, entre as camadas superiores (cachos maiores) e as inferiores (cachos menores).

Devido à maneira com que foram acondicionados, todos os cachos de uva vibraram como um bloco único, com uma leve diferença dos cachos que se encontravam no centro das caixas que apresentavam vibração com maior amplitude estando assim mais susceptíveis a danos. A Figura 29 ilustra cachos do o interior de uma caixa com danos profundos causados pela vibração e acondicionamento inadequado dos frutos causando a ruptura e exudação do mosto da uva sobre os demais cachos.



*Figura 29 - Rompimento de bagos ocorrido entre as camadas de uva*

#### **4.3.1.2. Efeito do tipo de caixa e vibração na ocorrência de dano profundo.**

As uvas vibradas e acondicionadas em caixas de madeira e papelão ondulado não apresentaram diferença estatística ( $p < 0,6695$ ) na ocorrência de danos profundos, o que indica que ambas as caixas ofereceram acondicionamento semelhante, apesar do papelão ondulado ser menos rígido que a madeira e apresentar um coeficiente de amortecimento maior, a caixa não foi capaz de transmitir este efeito aos cachos de uva.

### 4.3.1.3. Efeito da classe, na ocorrência do dano profundo.

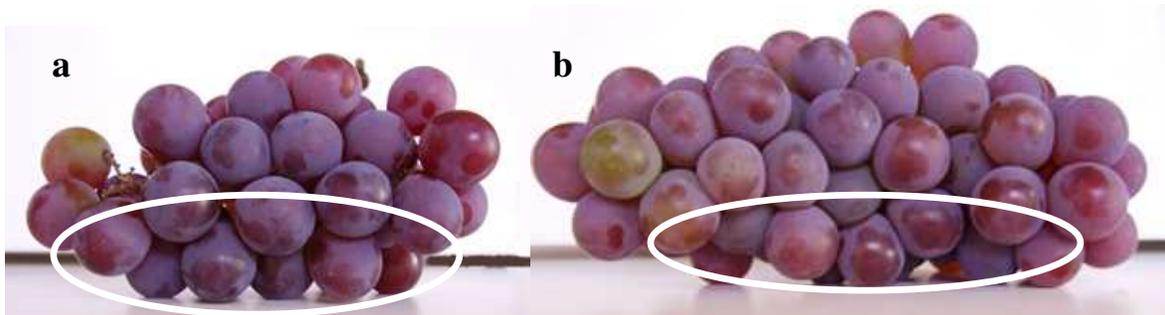
A Tabela 4 apresenta os valores médios expressos em porcentagem dos danos profundos em relação às classes.

**Tabela 4 - Valores médios dos danos profundos em relação às classes e à vibração.**

Classes	n	Média %	D.P.	CV
III	10	97,83b	2,48	0,025
V		88,67a	4,20	0,047

Médias com letras iguais não diferem entre si (Tukey  $p < 0,05$ ).

As uvas das classes III e V vibradas apresentaram diferença estatística ( $p < 0,00002$ ) entre as classes. A classe V foi mais acometida por danos profundos do que a classe III, os cachos da classe V possuíram em média o dobro da massa da classe III; quanto maior a massa dos cachos, maiores os esforços mecânicos cíclicos (compressão e alívio) sobre os bagos durante a vibração. A morfologia compacta dos cachos da uva ‘Niagara Rosada’ faz com que a área de contato entre cachos ou com a caixas sejam consideravelmente semelhantes entre as classes, porém, os bagos poderiam possuir tamanhos diferentes o que diferenciaria sua susceptibilidade ao dano. Para esclarecer esta dúvida foi medida a região equatorial de 360 bagos de cada classe, eles não apresentaram diferença estatística ( $p < 0,5776$ ) e as médias do diâmetro equatorial foram de 18,90 mm (classe III) e 18,82 mm (classe V) com CV 0,03. Assim pode-se comprovar o efeito da massa do cacho e não do tamanho do bago na ocorrência de danos profundos como mostra a Figura 30 M1 (massa III) é menor M2 (massa V). A área de contato do cacho é composta por certo número de bagos que sustenta a massa dos demais durante os esforços mecânicos da vibração, esta massa é maior nos cachos da classe V, o que representa um esforço maior aos bagos desta classe.



*Figura 30. Tamanho típico de cacho da classe III(a) e cacho da classe V(b) sobre superfície plana*

A Figura 31 mostra um cacho da classe III e outro da classe V, que foram colocados sobre uma superfície plana com tinta azul, depois retirados e fotografados para se poder observar a área de contato com a superfície.

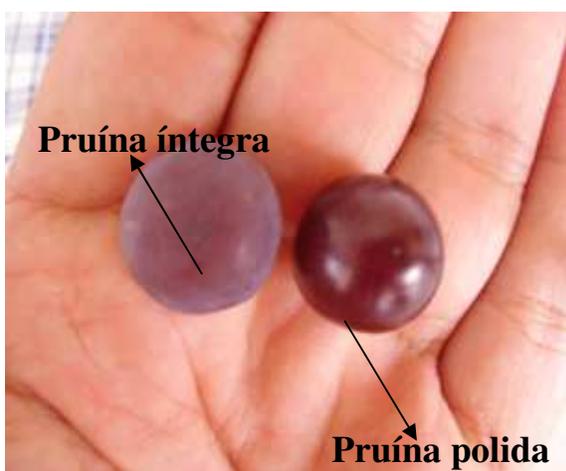


*Figura 31 - Área de contato de cachos das classes III e V*

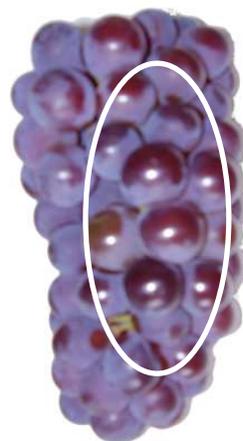
Os bagos pintados de azul indicam a área de contato com uma superfície plana, eles nos demonstram que apenas alguns bagos são responsáveis por suportar toda a massa dos cachos.

### 4.3.2. Danos leves

Dano leve consiste na perda de integridade da pruína dos bagos dos cachos que, muito embora não limite o consumo do fruto, é de extrema importância na aparência do cacho. A Figura 32 demonstra um bago com pruína (íntegra) e um bago sem pruína (polido) e a Figura 33 um cacho com bagos parcialmente polidos ‘sem pruína’.



*Figura 32 - Bago com pruína íntegra e bago com pruína polida*



*Figura 33 - Cacho com dano leve*

#### 4.3.2.1. Efeito da vibração nos danos leves

A Tabela 5 apresenta os valores médios expressos em porcentagem dos danos leves em relação à vibração.

*Tabela 5 - Valores médios dos danos leves em relação às classes e à vibração.*

Vibração	Caixas	Classes	n	Média %	D.P.	CV
Vibradas	Madeira	III e V	20	39a	21,89	0,56
Não vibradas	Papelão ondulado			73,5b	11,52	0,16

Médias com letras iguais não diferem entre si (Tukey  $p < 0,05$ ).

A vibração foi significativa na ocorrência de danos leves ( $p < 0,0000004$ ); os cachos durante a vibração se friccionavam uns contra os outros e contra a parede das caixas causando um polimento e conseqüente retirada da pruína dos bagos. O dano leve é um dano atemporal, não evolui e é indicativo de qualidade, pois cachos submetidos a qualquer tipo de manipulação costumam apresentar este tipo de problema.

#### **4.3.2.2. Efeito do tipo de caixas e da vibração na ocorrência de danos leves**

As caixas não apresentaram diferença estatística ( $p$ -valor  $< 0,3326$ ), o que indica que ambas as caixas ofereceram acondicionamento semelhante às uvas contra os danos leves.

#### **4.3.2.3. Efeito das classes e da vibração na ocorrência de dano leve.**

As classes não apresentaram diferença estatística ( $p$ -valor  $< 0,8483$ ), o que demonstra que ambas as classes foram susceptíveis ao dano.

### **4.4. ANÁLISE DE DANOS TEMPORAIS**

#### **4.4.1. Doença**

A Figura 34 apresenta um cacho com doença; ela só ocorreu em cachos com bagos rompidos, se caracteriza como um dano progressivo e temporal.



*Figura 34 - Cacho com presença de doença*

#### 4.4.1.1. Efeito da vibração na ocorrência de doença.

A Tabela 6 apresenta os valores médios, expressos em porcentagem, da doença em relação à vibração.

*Tabela 6 - Valores médios da doença em relação à vibração.*

Vibração	Caixas	Classes	n	Média %	D.P.	CV
Vibradas	Madeira Papelão ondulado	III e V	20	88,5a	14,92	0,168
Não vibradas				96,5b	5,72	0,059

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A vibração foi significativa na ocorrência de doenças ( $p$ -valor  $< 0,0354$ ); ela danificou os bagos (danos profundos) que serviram de meio de cultura à proliferação das doenças.

Ocorreram 106 casos de danos profundos no experimento; a Tabela 7 demonstra a ocorrência de doença nos cachos de acordo com a ocorrência total de danos profundos.

*Tabela 7 - Ocorrência de doença sobre o total de casos de danos profundos.*

Dia	Ocorrência de doenças sob os 106 casos de danos profundos (%)
1	0
2	2
3	6
4	8
5	12

A doença só surgiu em cachos com danos profundos; de maneira geral sua ocorrência foi progressiva (Tabela 7), porém, nem todos os cachos com bagos rompidos desenvolveram doença. Foi aplicada uma ANOVA em blocos balanceados inteiramente ao acaso (Tabela 8), para avaliar o efeito da vibração na doença durante os cinco dias de análise.

**Tabela 8 - Análise de variância inteiramente ao acaso da doença em relação à vibração.**

Dias	Vibração	n	Média	Desvio Padrão	CV	P - valor
1	Vibradas	40	100	-	-	-
	Não vibradas		100	-	-	
2	Vibradas	40	95	21,79	0,22	0,1559
	Não vibradas		100	0	0	
3	Vibradas	40	87,50	33,07	0,37	0,0916
	Não vibradas		97,50	15,61	0,16	
4	Vibradas	40	80a	40	0,50	0,0128**
	Não vibradas		97,5b	15,61	0,16	
5	Vibradas	40	80	40	0,5	0,3696
	Não vibradas		87,50	33,07	0,37	

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\*\*Significativo com um nível de 95% de confiança.

Houve diferença estatística com 95% de confiança, em relação à aparência da uva durante os cinco dias de análises causadas pela doença. Depois de verificada a significância estatística aplicou-se o teste de Tukey, no qual se pode perceber um decréscimo significativo no quarto dia de análises ( $p < 0,0128$ ). Os resultados dessa análise sugerem que a partir do terceiro dia, a doença se torna um problema no armazenamento e, respectivamente, na comercialização das uvas.

A refrigeração poderia ser uma alternativa na redução da incidência das doenças, pois reduz o metabolismo microbológico retardando, assim, sua ação, mas esforços devem ser realizados no sentido de se melhorar a qualidade do acondicionamento.

#### **4.4.1.2. Efeito do tipo de caixa e vibração na ocorrência de doença.**

As caixas não apresentaram diferença estatística ( $p\text{-valor} < 0,6733$ ), o que indica que ambas as caixas ofereceram acondicionamento semelhante às uvas na ocorrência de doença.

#### 4.4.1.3. Efeito das classes e da vibração na ocorrência de doença.

Não existiu diferença estatística na ocorrência de doenças nas classes (p-valor < 0,0549) o que indica que ambas as classes possuem a mesma susceptibilidade ao desenvolvimento de doenças.

#### 4.4.2. Degrana

A degrana foi caracterizada como o desprendimento do bago do cacho sendo que um alto índice de degrana representa como falta grave ao produto.



*Figura 35 – Imagem de cacho com degrana*

##### 4.4.2.1. Efeito da vibração na ocorrência da degrana

A Tabela 9 apresenta os valores médios, expressos em porcentagem, da degrana em relação à vibração.

*Tabela 9 - Valores médios da degrana em relação à vibração*

Vibração	Caixas	Classes	n	Média %	D.P.	CV
Vibradas	Madeira Papelo ondulado	III e V	20	78,75a	13,30	0,1688
Não vibradas				89,42b	7,73	0,0864

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Segundo a Tabela 9 o efeito da vibração foi significativo ( $p$ -valor  $< 0,0044$ ) na ocorrência da degrana. Apesar de significativa, a degrana foi crescente durante todo o período do experimento, isto nos sugere que os estímulos físicos (compressão, abrasão, impacto), sofridos pelos cachos durante os ensaios de vibração, não provocaram uma degrana imediata dos bagos, porém, tais estímulos foram determinantes no processo de senescência da estrutura dos cachos que causou o aumento progressivo da degrana.

A degrana se caracterizou como um dano temporal; para sua avaliação foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) em blocos balanceados inteiramente ao acaso (Tabela 10), para avaliar o efeito da vibração durante os cinco dias de análise.

A Tabela 10 apresenta ANOVA em blocos balanceados inteiramente ao acaso para avaliar o efeito da vibração durante os cinco dias de análise.

**Tabela 10 - Análise da variância do efeito da vibração sobre a degrana**

Dias	Vibração	n	Média	Desvio Padrão	CV	P - valor
1	Vibradas	40	92,08	12,35	0,1341	0,0893
	Não vibradas		96,25	8,73	0,090	
2	Vibradas	40	95,41	9,11	0,09	0,0099*
	Não vibradas		90	8,97	0,099	
3	Vibradas	40	73,75	29,55	0,40	0,00009*
	Não vibradas		91,25	11,77	0,12	
4	Vibradas	40	72,08	29,18	0,40	0,0853
	Não vibradas		82,5	23,25	0,28	
5	Vibradas	40	65,83	30,94	0,47	0,016**
	Não vibradas		81,67	26,03	0,31	

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

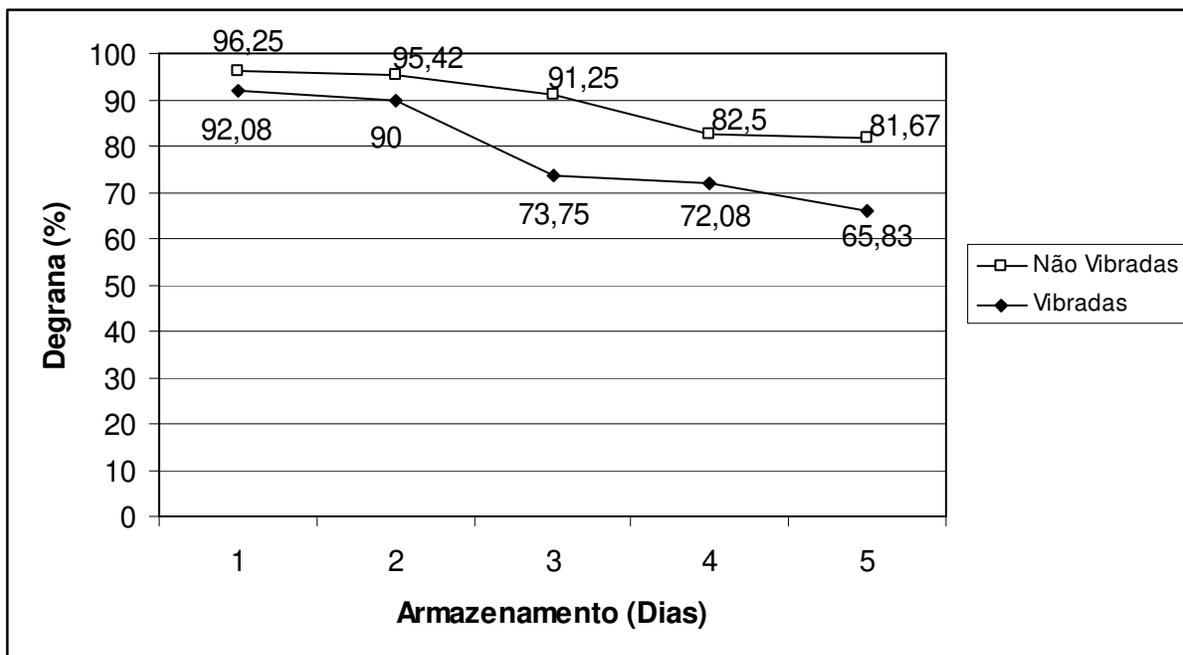
\*Significativo com um nível de 99% de confiança.

\*\*Significativo com um nível de 95% de confiança.

Houve diferença estatística, com 99% de confiança, para o segundo e terceiro dia de análises e, 95% de confiança, para o quinto e último dia. Depois de verificada a significância estatística aplicou-se o teste de Tukey no qual se pode perceber um decréscimo significativo a partir do segundo dia de experimento.

A partir deste dia o efeito da degrana passou a ser visível; os cachos começaram a perder a rigidez que lhe é característica, no terceiro dia aconteceu a maior diferença de médias e no quarto e quinto dia os cachos apresentavam degrana com mínimo manuseio.

A Figura 36 apresenta a porcentagem de degrana de acordo com os dias de experimento.



*Figura 36 – Porcentagem de degrana de acordo com os dias de experimento*

#### **4.4.2.2. Ocorrência de degrana nas caixas de madeira e papelão ondulado.**

As caixas não apresentaram diferença estatística ( $p$ -valor  $< 0,3633$ ), o que indica que ambas as caixas ofereceram acondicionamento semelhante às uvas contra a degrana.

#### **4.4.2.3. Ocorrência de degrana nas classes III e V.**

Não houve diferença estatística na degrana em relação às classes ( $p$ -valor  $< 0,3823$ ), o que indica que ambas as classes são susceptíveis de maneira igual à degrana.

### 4.4.3. Engaço

O engaço, é a estrutura de sustentação dos bagos do cacho, foi avaliada dando se notas a sua aparência.



*Figura 37 – Ilustração da estrutura de sustentação dos bagos denominada ‘engaço’.*

O engaço dos cachos perdeu água durante o período de armazenamento, as partes de menores dimensões, os pedicelos, secaram primeiro. Os eixos centrais do engaço são mais grossos então permaneceram mais tempo verdes e, apesar de alguns engaços terem ficado completamente secos, os cachos continuavam firmes e com um bom aspecto, porém, quando os bagos murchavam os cachos perdiam a firmeza e seu aspecto compacto característico.

Todas as variáveis (vibração, caixa e classe) não foram significativas; ( $p < 0,3254$ ), ( $p < 0,8273$ ) e ( $p\text{-valor} < 0,6301$ ), respectivamente. O engaço se caracterizou como um dano temporal e para sua avaliação foi aplicada uma ANOVA em blocos balanceados inteiramente ao acaso (Tabela 11), para avaliar o efeito da vibração e do armazenamento.

**Tabela 11 - Análise de Variância inteiramente casualizada da aparência da uva em relação aos dias.**

Dias	N	Média	Desvio Padrão	CV	P < valor
1	10	100a	0	0	8x 10 <sup>-11</sup> *
2	10	87,29b	5,13	0,05	
3	10	76,25c	4,15	0,05	
4	10	63,12d	12,54	0,19	
5	10	52,08d	15,02	0,28	

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

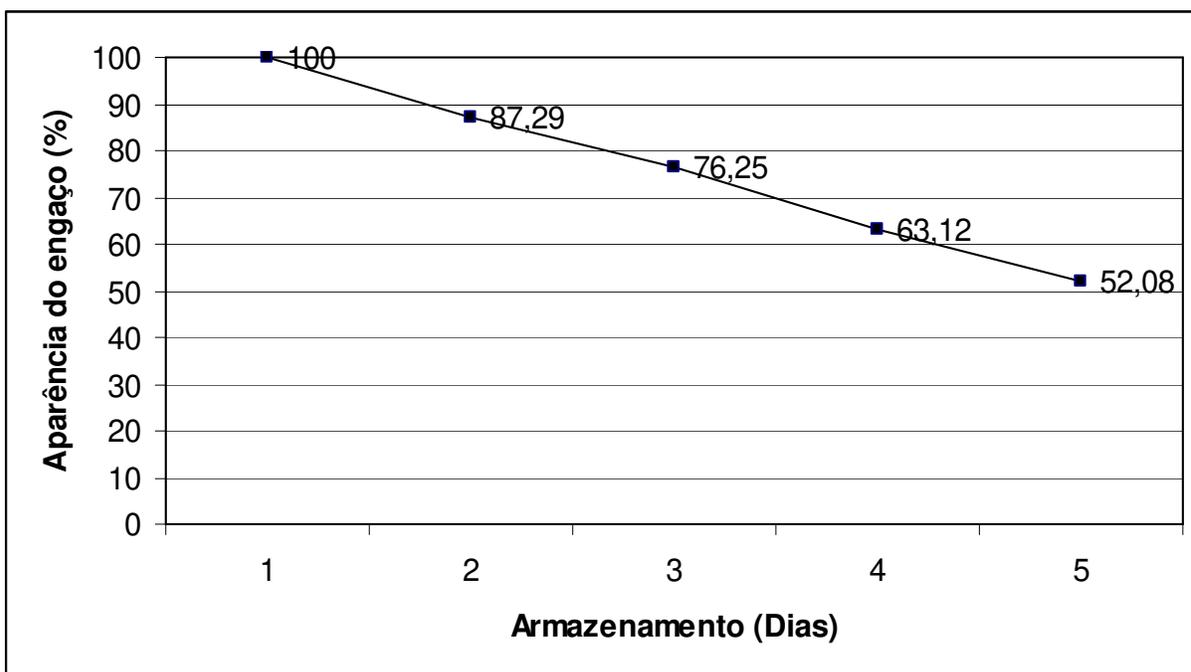
\*Significativo com um nível de 99% de confiança.

Foi aplicada uma análise de variância em blocos balanceados inteiramente ao acaso, Tabela 11, para os cinco dias de análise nas notas do engajo, com a finalidade de verificar a existência de diferenças entre as médias; a análise apresentou diferença estatística com 99% de confiança, em relação à aparência da uva durante os cinco dias.

Pelo teste de Tukey houve um decréscimo significativo do engajo no primeiro, segundo e terceiro dias de experimento; a partir do quarto dia os engajos já se apresentavam secos e não houve diferença entre as médias.

Podemos concluir com esta análise que a senescência é determinante na aparência do engajo.

A Figura 38 ilustra a variação da porcentagem de perda da aparência de todos os engaços no período do experimento.



*Figura 38 - Porcentagem de perda da aparência de todos os engaços no período do experimento.*

#### **4.4.3.1. Correlação entre a ocorrência da degrana e a aparência do engaços.**

A avaliação do engaços é feita visualmente de acordo com o quanto o engaços aparenta estar seco. Na literatura, assim como na prática é atribuída à 'aparência' do engaços a capacidade de reter os bagos nos cachos. Aplicou-se a correlação de Spearman entre a nota da degrana e a nota do engaços da uva, cujo resultado de 0,31 ( $p$ -valor < 0,005), significa que as variáveis atuam no mesmo sentido, com uma influência pequena uma sobre a outra (o aumento do nível de degrana corresponde a um aumento do nível de engaços em uma menor proporção). Este pequeno grau, mas significativo de dependência entre as duas variáveis acima citadas, demonstra, claramente, que apenas a 'aparência do engaços' não pode ser responsabilizada pelos processos de degrana da uva 'Niagara Rosada'.

#### 4.4.3.2. Correlação entre a ocorrência de engaço e a aparência da uva.

Segundo os produtores de uva de Louveira e Porto Feliz o engaço é utilizado como parâmetro de aparência e qualidade das uvas na comercialização. Para avaliar tal procedimento foi aplicada a correlação de Pearson (quando as variáveis possuem normalidade\*) para as variáveis engaço e aparência. Os resultados demonstraram uma alta relação – 0,72 entre os fatores estudados, ou seja, à medida que o nível de engaço aumenta a qualidade da uva diminui em 72% dos casos.

Comprovando, assim, que o procedimento adotado para a determinação da aparência da uva ‘Niagara Rosada’ é válido.

#### 4.4.3.3. Análise do fator que mais deprecia a uva de acordo com vibração, caixas e classes da uva.

Aplicou-se uma análise de componentes principais, para se saber quais danos foram mais importantes na avaliação da uva ‘Niagara Rosada’ (Tabela 12).

*Tabela 12 – Análise de componentes principais para conhecimento dos danos*

Doenças	1º Componente	2º Componente	3º Componente
Engaço	0,219	<b>-0,4</b>	0,246
Degrana	0,374	<b>-0,286</b>	-0,093
Danos Leves	0,326	-0,044	<b>-0,348</b>
Doenças	<b>0,418</b>	0,218	0,212
Danos Profundos	<b>0,458</b>	0,243	0,011
Explicação da Variação	32,9%	22,9	16,4

Análise de Componentes Principais para os tipos de danos relacionados a uva ‘Niagara Rosada’.

Por meio da Tabela 12 explicam-se 72,2% das variações das ocorrências dos danos na uva, sendo ela dividida em três componentes principais:

O 1º Componente corresponde a danos graves que inviabilizam o consumo dos frutos, no qual se sobressaem as variáveis:

Danos Profundos, a variável mais importante da componente, impossibilita o consumo dos bagos de uva; quando ocorre acaba sujando os cachos ao seu redor e o próprio bago rompido representa porta de entrada para as Doenças, que constituem o segundo dano em importância neste componente, porém, de pior gravidade, pois o dano está relacionado a contaminações microbiológicas e interfere na segurança alimentar dos frutos.

Este componente explica 32,9% das variações dos danos.

O 2º Componente pode ser explicado pelos efeitos da senescência nos frutos; são danos progressivos que dependendo da severidade podem causar a desvalorização ou perda.

Engaço é uma variável não determinante no consumo dos bagos de uva, porém, é quesito muito utilizado na comercialização; influi na negociação dos frutos e, apesar da baixa correlação, porém significativa (Etapa 4ª) entre engaço e degrana, ele é ‘suporte’ dos bagos e sua aparência esta correlacionada a aparência da uva.

A função biológica dos cachos da uva é de liberar os frutos com as sementes no solo para perpetuação da espécie; a este fenômeno se dá o nome de degrana. A degrana é o segundo item deste componente que teve como principal causa a senescência do material vegetal que foi progressiva (Tabela 12), e estas variáveis influem em aproximadamente 22,9% da ocorrência dos danos.

O 3º Componente interfere na aparência do produto, mas não inviabiliza seu consumo; o dano leve pode ser causado, pelo manuseio, pela interação dos frutos com a embalagem e pode, também, indicar o excesso de manuseio dos cachos; são consideradas abrasões leves (‘polimentos’ da pruína que recobrem os bagos dos cachos).

Esta variável explica aproximadamente 16,4% dos danos.

## 4.5. ANÁLISE DO EFEITO DA VIBRAÇÃO NA PERDA DE MASSA, FORÇA DE DESTACAMENTO E MÓDULO DE ELASTICIDADE APARENTE.

### 4.5.1. Efeito da vibração na perda de massa.

Foi aplicada uma ANOVA em blocos desbalanceado inteiramente ao acaso (Tabela 13), para avaliar a perda de massa em relação à vibração durante os 5 dias de análise.

**Tabela 13 - Análise de variância dos valores de perda de massa da uva em relação à vibração.**

Dias	Vibração	n	Média***	Desvio Padrão	CV	P - valor
1	Vibradas	40	97,24	2,73	0,02	0,07
	Não vibradas		98,05	0,77	0,007	
2	Vibradas	40	95,53a	2,05	0,021	0,006**
	Não vibradas		96,63b	1,32	0,013	
3	Vibradas	38	93,21	4,54	0,048	0,10
	Não vibradas	39	94,70	3,17	0,033	
4	Vibradas	40	91,49	3,42	0,037	0,23
	Não vibradas		92,53	4,24	0,045	
5	Vibradas	39	89,19	7,21	0,081	0,14
	Não vibradas	40	91,16	4,17	0,045	

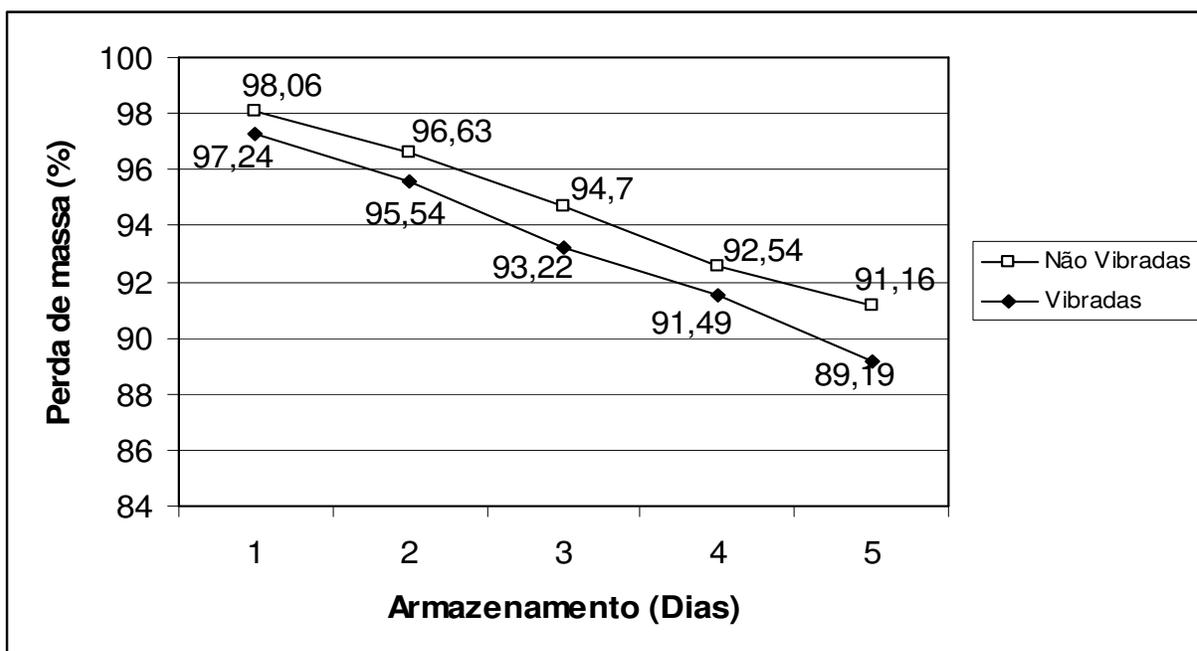
Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\*\*Significativo com um nível de 99% de confiança.

Houve diferença estatística com 99% de confiança, em relação à perda de massa da uva, durante os cinco dias de análises, causadas pela vibração. Verificada a significância estatística aplicou-se o teste de Tukey no qual pode-se perceber um decréscimo significativo (influenciado pela presença da vibração) na perda de massa no segundo dia de análise. No quarto dia de análise um processo acentuado de degrana foi notado; os bagos se soltavam dos cachos com muita facilidade. Esta degrana total de alguns cachos e parcial em outros acabou alterando os valores reais da perda de massa, e tornando os dados do quarto e quinto dias não

confiáveis. O resultado demonstra que a perda de massa responde rapidamente à vibração; as uvas vibradas durante todo o período obtiveram valores menores que as não vibradas, e que aproximadamente 6% de perda de massa, ocorrida correspondente ao terceiro dia de análises, se deveu à perda limite de massa dos cachos sem que houvesse comprometimento da aparência; perdas maiores correspondentes ao quarto e quinto dia de armazenamento comprometeram a aparência dos frutos.

A Figura 39 mostra o gráfico com as médias da perda de massa em relação a vibração.



*Figura 39 - Distribuição das médias de perda de massa da uva de acordo com a vibração durante os 5 dias de armazenamento.*

#### **4.5.2. Perda de massa dos cachos de uva, vibrados e acondicionados em caixas de madeira e papelão ondulado.**

A perda de massa não apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), o que indica que ambas as caixas ofereceram acondicionamento semelhante às uvas em relação à perda de massa.

### 4.5.3. Perda de massa dos cachos vibrados das classes III e V.

Abaixo, segue a Tabela 14 com as médias da perda de massa dos cachos de uva de acordo com as classes.

*Tabela 14 – Médias da perda de massa dos cachos de uva de acordo com as classes*

Classes	Caixas	n	Média %	D.P	CV
III	Madeira Papelão ondulado	100	94,11a	4,14	0,044
V		97	92,58b	6,02	0,065

Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A perda de massa apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) entre os cachos das classes III e V. A diferença de perda de massa entre as classes pode ter ocorrido devido à ‘densidade’ dos cachos no interior das caixas.

A classe III possuía em media mais que o dobro de cachos do que a classe V; esta diferença de cachos no interior das caixas pode ter estimulado processos fisiológicos como a respiração e transpiração dos cachos, fazendo com que a perda de massa nesta classe fosse maior.

### 4.5.4. Força de destacamento

A força de destacamento foi avaliada com o auxílio de um dispositivo destacadador (Figura 40), preso a uma célula de carga acoplada numa máquina universal de ensaios; o ensaio foi realizado colocando-se o bago no interior do dispositivo com seu pedicelo voltado para baixo e prendendo-o a uma garra fixadora.

Com o pedicelo preso ao dispositivo, a maquina universal de ensaios foi acionada a uma velocidade constante de 1mm/s até o destacamento total obtendo-se um diagrama força tempo (Figuras 41 e 42).

Do diagrama força tempo obteve-se a força máxima que foi considerada a força de destacamento dos bagos; cada ensaio de destacamento levou em média um minuto e foram realizados 144 destacamentos por dia de análises.



***Figura 40 – Dispositivo de destacamento***

Durante os experimentos ocorreram dois tipos de destacamento, o primeiro foi quando o pincel (os feixes vasculares) saiu do bago preso ao pedúnculo como mostra a Figura 41 evidenciando o destacamento do pincel das sementes no interior do bago e o segundo foi quando o pincel se rompe na base do pedicelo e fica no interior do bago preso à semente (Figura 42).

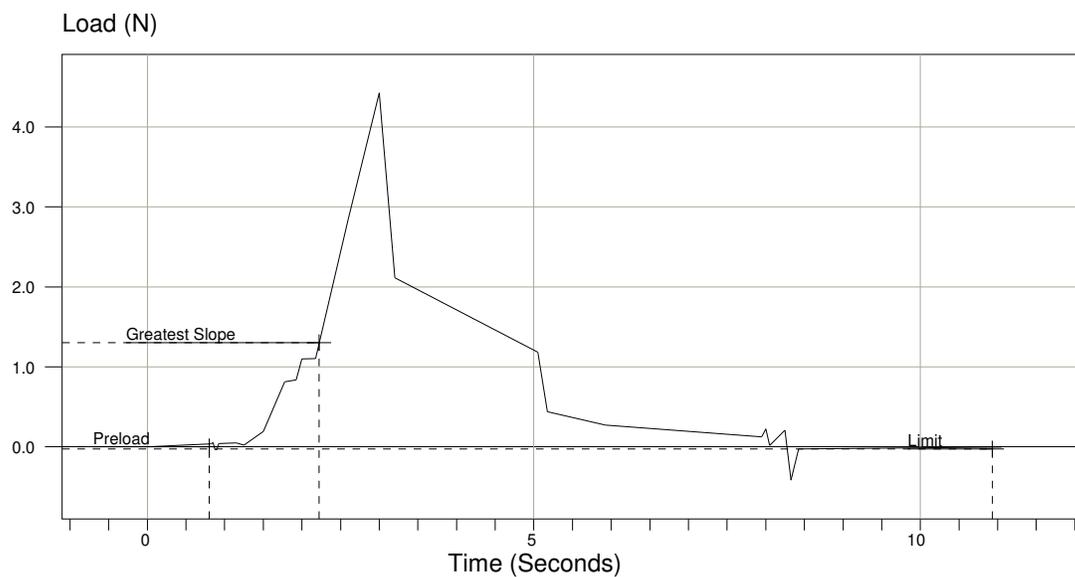


***Figura 41 - Pedicelo destacado com o pincel íntegro***

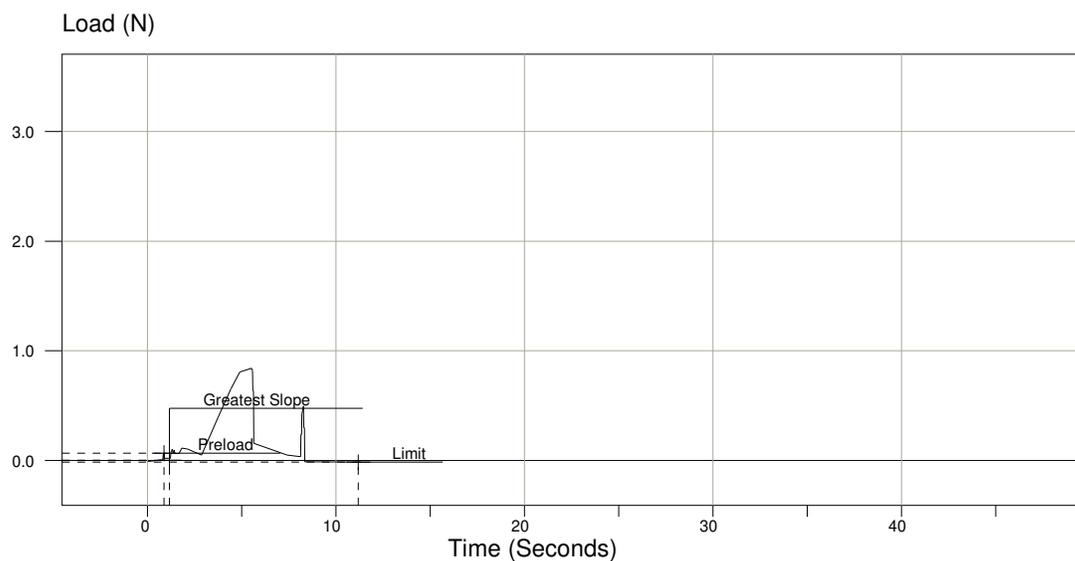


***Figura 42 - Pedicelo destacado com o pincel rompido***

A Figura 43 mostra uma curva característica do destacamento com o pincel íntegro e a Figura 44 com o rompimento do pincel.



**Figura 43 – Curva força tempo no destacamento com o pincel íntegro**



**Figura 44 – Curva força tempo no destacamento com o rompimento do pincel.**

O destacamento por rompimento do pincel na base do pedicelo é de menor incidência, e os valores de força máxima obtidos foram notavelmente inferiores como mostra a Figura 44.

No primeiro e segundo dias de análise 1,56% dos pinceis se romperam desta forma, no terceiro dia 7%, no quarto 14,8% e no quinto 16,4% o que nos demonstra que o efeito temporal foi importante neste acontecimento.

A diferença de comportamento do pedicelo e de seus feixes vasculares no destacamento não foi esperada, os valores de força máxima obtidos pela quebra do pincel foram inferiores e, provavelmente, interferiram na média final das caixas.

#### 4.5.5. O efeito da vibração na força de destacamento.

Foi aplicada a ANOVA em blocos balanceados inteiramente ao acaso, Tabela 15, com a intenção de se conhecer o comportamento da força de destacamento em relação ao fator vibração durante os 5 dias de análise

**Tabela 15 - Análise de Variância da Força de Destacamento da uva em relação à vibração.**

Dias	Vibração	n	Média (N)***	Desvio Padrão	CV	P - valor
1	Presente	72	3,48	0,61	0,19	0,9787
	Ausente		3,48	0,62	0,17	
2	Presente	72	3,2	0,46	0,14	0,5312
	Ausente		3,25	0,45	0,13	
3	Presente	72	2,67	0,39	0,14	0,2773
	Ausente		2,74	0,42	0,14	
4	Presente	72	2,84b	0,45	0,15	0,0144**
	Ausente		3,02a	0,4	0,13	
5	Presente	72	2,43b	0,42	0,17	<0,0001*
	Ausente		2,84a	0,47	0,16	

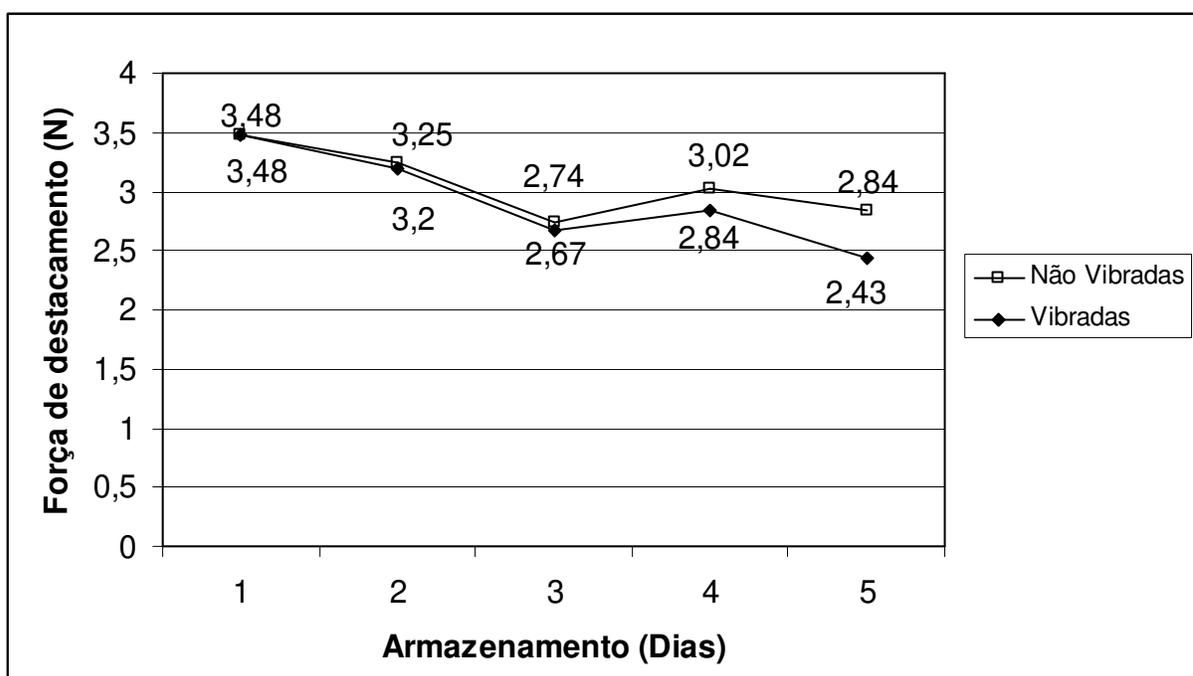
Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*Significativo com um nível de 99% de confiança.

\*\*Significativo com um nível de 95% de confiança.

Verificou-se significância estatística ao nível de 95% e 99% de confiança para o quarto e quinto dias de análise respectivamente, sendo aplicado o teste de Tukey no qual se pode perceber um decréscimo significativo da força de destacamento da uva. O decréscimo significativo no quarto e quinto dia de análises nos mostrou que a força de destacamento é pouco afetada pela vibração e outras variáveis devem influir no destacamento como a senescência e a perda de massa.

A Figura 45 mostra o gráfico com as médias da força de destacamento em relação à vibração.



*Figura 45 - Distribuição das médias de força do destacamento em relação ao fator vibração durante os dias de experimento.*

#### **4.5.6. Força de destacamento dos bagos de uva, vibrados e acondicionados em caixas de madeira e papelão ondulado.**

A força de destacamento não apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) em relação às caixas, o que indica que ambas ofereceram acondicionamento semelhante às uvas em relação a força de destacamento.

#### **4.5.7. Força de destacamento dos bagos de uva das classes III e V.**

A força de destacamento não apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), o que indica que ambas foram semelhantes em relação às classes.

#### **4.5.8. Correlação entre a força de destacamento e a perda de massa**

Aplicou-se a correlação de Spearman entre a perda de massa e a força de destacamento da uva para se determinar a influência da perda de massa na força de destacamento. O resultado foi de 0,69 ( $p\text{-valor} < 0,005$ ), o que significa que as variáveis atuam da mesma forma com uma influência média à alta (a perda de massa corresponde a uma queda média à alta da força de destacamento). Por meio da correlação de Spearman pode-se comprovar um grau médio a alto de dependência entre as duas variáveis acima citadas o que demonstra que a perda de massa pode ser fator determinante da força de destacamento dos bagos da uva ‘Niagara Rosada’.

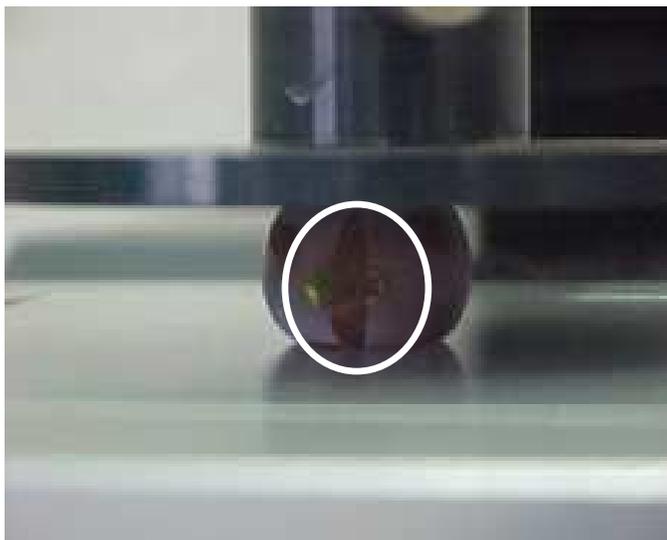
#### **4.5.9. Correlação entre a força de destacamento e a aparência.**

A força de destacamento reflete na capacidade do bago se manter preso a estrutura do cacho e esta intimamente ligada à aparência dos frutos. Para se confirmar esta relação aplicou-se a correlação de Spearman entre a força de destacamento e a aparência da uva, cujo resultado foi de 0,709 ( $p\text{-valor} < 0,0001$ ), o que significa que as variáveis atuam da mesma forma com uma influência alta (o aumento da força de destacamento corresponde a um aumento significativo da aparência e vice-versa).

### **4.6. FIRMEZA DOS BAGOS DA UVA ‘NIAGARA ROSADA’**

O módulo de elasticidade aparente foi considerado segundo o índice de firmeza proposto por GOMES & FERRAZ (2005); para sua obtenção os bagos foram comprimidos entre pratos planos rígidos e paralelos.

Durante a compressão, eles apresentaram um comportamento mecânico característico; quando comprimidos entre pratos planos rígidos e paralelos em sua região equatorial, a maioria deles se rompeu a partir da inserção do pincel no bago como demonstra a imagem da Figura 46.



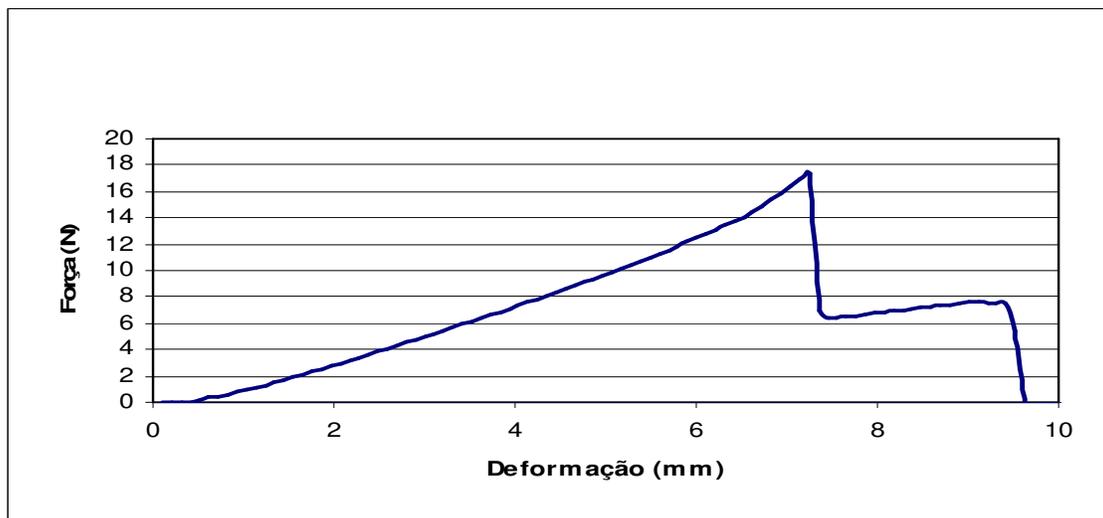
***Figura 46 - Imagem da compressão de um bago entre pratos planos rígidos e paralelos***

A inserção do pincel representa um ponto de fragilidade no bago; o consumidor pela prática percebe que a forma mais fácil e comum de se consumir este tipo de fruto é destacando-o do engaço, comprimindo o bago entre os dedos e chupando a polpa através da inserção do pedúnculo.



***Figura 47 - Imagem do bago comprimido completamente até a extração da polpa***

A Figura 48 apresenta um diagrama força deformação, característico da compressão de um bago de uva sobre pratos planos rígidos e paralelos.



*Figura 48 - Diagrama força deformação de um bago entre pratos planos rígidos e paralelos.*

#### 4.6.1. Efeito da vibração na firmeza da uva ‘Niagara Rosada’.

A Tabela 16 apresenta a análise de variância da firmeza da uva, expressa pelo modo de elasticidade em relação à vibração, durante os 5 dias de análise.

*Tabela 16 - Análise de Variância da Elasticidade da uva em relação à vibração.*

Dias	Vibração	n	Média (N)	D. P	C.V	P - valor
1	Presente	72	4,74	0,83	0,17	0,97
	Ausente		4,74	0,83	0,17	
2	Presente	72	4,37	0,62	0,14	0,60
	Ausente		4,42	0,62	0,14	
3	Presente	72	3,39b	0,64	0,18	0,002*
	Ausente		3,71a	0,60	0,16	
4	Presente	72	3,86b	0,60	0,15	0,02**
	Ausente		4,08a	0,54	0,13	
5	Presente	72	3,25b	0,65	0,19	0,0000001*
	Ausente		3,86a	0,63	0,16	

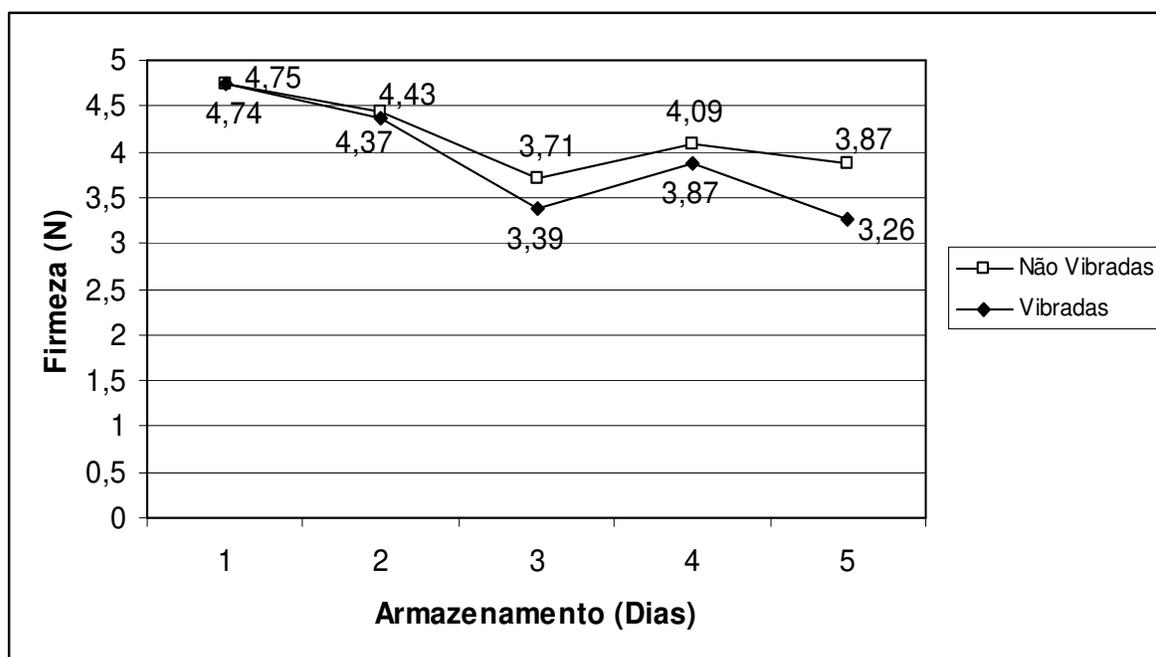
Médias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey.

\*Significativo com um nível de 99% de confiança.

Foi aplicada a ANOVA em blocos balanceados inteiramente ao acaso, Tabela 16, para o fator vibração durante os 5 dias de análise da firmeza da uva. Verificou-se significância estatística ao nível de 95% para o terceiro e quarto dias e 99% de confiança para o quinto dia de análise, sendo aplicado o teste de Tukey no qual pode-se perceber um decréscimo significativo a partir do terceiro dia de análise, em função da presença da vibração.

A Figura 49 mostra um gráfico que evidencia o decréscimo da firmeza dos bagos do terceiro ao quinto dia de experimento, porém, no quinto dia, um aumento significativo foi detectado e pode ser observado; este comportamento crescente dos valores médios foram causados pela perda de massa (água) dos bagos que no quinto dia de experimento influenciou à mudança de estrutura dos mesmos. Esta mudança de estrutura faz com as tensões de contato, assim como as variáveis viscoelásticas do bago se alterem, resultando num leve aumento da firmeza em relação ao quarto dia de análises. Segundo a Tabela 13 pode ser observar que ‘aproximadamente’ 20% de Perda de Massa, ocorridas no quarto dia de análises, deram início ao fenômeno.

A Figura 49 mostra o gráfico com as médias da firmeza em relação à vibração.



*Figura 49 - Distribuição das médias da firmeza da uva de acordo com o fator vibração durante os dias de experimento.*

#### **4.6.2. Firmeza dos bagos de uva vibrados e acondicionados em caixas de madeira e papelão ondulado.**

A firmeza não apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), o que indica que ambas as caixas ofereceram acondicionamento semelhante às uvas em relação à firmeza.

#### **4.6.3. Firmeza dos bagos de uva das classes III e V.**

A firmeza não apresentou diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), o que indica que ambas foram semelhante em relação às classes.

#### **4.6.4. Correlação entre a firmeza e a perda de massa**

Sabe-se que a perda de massa é fator importante na firmeza das uvas, assim como na de outras frutas; para se conhecer melhor estas interações entre a massa e o índice de firmeza escolhido (Módulo de elasticidade aparente) aplicou-se a correlação de Spearman, cujo resultado foi de  $-0,565$  ( $p\text{-valor} < 0,005$ ), o que significa que as variáveis atuam de forma contrária com uma influência média (o aumento da massa corresponde a uma queda média da elasticidade e vice-versa). Por meio da correlação de Spearman pode-se comprovar um grau médio a alto de dependência entre as duas variáveis citadas. A correlação provavelmente não foi maior porque para se medir o módulo de elasticidade aparente são utilizadas teorias de contato e viscoelasticidade as quais são constantemente afetadas a medida que o material perde massa.

#### **4.6.5. Correlação entre a firmeza e a aparência.**

Aplicou-se a correlação de Spearman entre a firmeza e a aparência da uva com o interesse de se conhecer a influência da firmeza (representada pelo módulo de elasticidade aparente) na aparência dos frutos. Por meio dessa correlação pode-se comprovar um grau alto

de dependência entre as duas variáveis acima citadas; o resultado foi de 0,694 (p-valor < 0,0001), o que significa que as variáveis atuam da mesma forma com uma influência alta (o aumento da firmeza corresponde a um aumento significativo da aparência e vice-versa).

## CONCLUSÕES

1. A vibração compromete a qualidade, aparência e vida útil da uva ‘Niagara Rosada’.
2. A firmeza e a força de destacamento dos bagos são pouco sensíveis à vibração e muito sensíveis a perda de massa e a senescência, possuem alta correlação com a aparência dos frutos mostrando-se como indicativos adequados da qualidade da uva.
3. As caixas de madeira e papelão ondulado ofereceram condições semelhantes de proteção à uva ‘Niagara Rosada’; estudos futuros devem ser realizados para desenvolver embalagens que ofereçam proteção adequada aos frutos contra a vibração.
4. O acondicionamento dos cachos em 2 camadas provocou danos leves e profundos, especialmente nos cachos da classe V.
5. Durante a vibração os cachos localizados no centro da caixa vibraram com maior liberdade e amplitude causando maiores danos.
6. Deve-se distinguir os danos atemporais dos temporais, pois cada um deles possui características distintas, causando falta de precisão e problemas estatísticos quando unidos.
7. A perda de massa e a senescência dos frutos resultaram em perda de aparência e, conseqüentemente, da qualidade. Tradicionalmente, a uva ‘Niagara Rosada’ é comercializada em condição ambiente susceptível a altas temperaturas e baixa umidade relativa; estudos sobre a utilização da cadeia do frio, pode ser uma possibilidade na conservação e prolongamento da vida útil da uva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, A. A. **Mercado de uva de mesa. I Simpósio Mineiro de Viticultura e Enologia**, 2002, p.83 a 111.

ANJOS, C.A.R. **Material e anotações de sala de aula da disciplina Desenvolvimento de Embalagens**. Julho a Dezembro de 2002.

ARAÚJO. M. C. de, et al, **Relações Força-Deformação na Compressão da Castanha de Caju em Duas direções Perpendiculares** XXVI Congresso de Engenharia Agrícola-COMBEA, Salvador BA, 2002.

ARDITO. E. F. G. **Comparison of Fields Teting and laboratory testing for Tomatoes in Distribution Packages in Brasil**, Michigan State University, Máster of Science. 1986.

**ASAE Standards 1994**: Standards Engineering Practices Data, ASAE EP 496.2. Agricultural machinery management. St. Joseph, MI, 1994.

**ASTM International. D 4728-01**. Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers, 2004.

AUGUSTO P. E. D.; FERRAZ A.C. **Variação na taxa de respiração e na produção de etileno em figos submetidos à vibração**. XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola- CONBEA 2002 29 A 02 de Agosto de 2002- Salvador - BA.

BEAUDRY, R.M. Effect of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.293-303, 1999.

BENATO E. A. **Pós colheita de uvas finas de mesa**. Informe EPAMIG, 1998, p.76.

BORDIN. M. R. **Boletim de Tecnologia e desenvolvimento de Embalagens**, vol 10, n.º2 Abril, Maio,Junho de 1998. In. SANCHES.J. **Qualidade pós-colheita de banana ‘nanicão’ (Musacavendishii), através da classificação de defeitos físicos embalagens e tecnologia do frio**. 2002. Tese (Mestrado) FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, 82 p.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A.B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.133-170.

BRACKMANN, A.; MAZARO, S. M.; WACLAWOVSKY, A. J. **Armazenamento refrigerado de uvas cvs. Tardia de Caxias e Dona Zilá**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 581-586, jul/ago., 2000.

CALBO, A.G.; NERY, A.A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira.**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 14-8, 1995.

CALO. A et al , **Il vino, scelta, acquisto, conservazione e degustazione** – Manuel Del Somelier, São Paulo Globo, 2004.

CAMARGO . U. A. **Uvas do Brasil, Empresa brasileira de pesquisa de uva e do vinho-**Brasília Embrapa 1994.

CASTRO, J.V.de. **Resfriamento, embalagens e uso de dióxido de enxofre na conservação e na qualidade de uvas (Vitis vinifera L.) 'Itália' e 'Red Globe'**. 1999. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, Brasil, 109 p.

CATI – COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Mapas de produções agrícolas do estado de São Paulo**, 2001.

CENCI, S. A.; CHITARRA, M. I. F. **Controle da abscisão pós-colheita de uva 'Niágara Rosada' (Vitis Labrusca L.x vinifera L.):** mecanismos decorrentes da aplicação de ANA e cálcio no campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 146-155, jan., 1994.

CERQUEIRA, Reginaldo Conceição, SILVA, Sebastião de Oliveira; MEDINA, Valdíque Martins. **Características pós-colheita de frutos de genótipos de bananeira (Musa spp.).** *Rev. Bras. Frutic.* [online]. dez. 2002, vol.24, no.3 [citado 19 Janeiro 2005], p.654-657. Disponível na World Wide Web: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452002000300020&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452002000300020&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 0100-2945.

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

CORTEZ L. A.B. et al **Resfriamento de Frutas Hortaliças**, EMBRAPA HORTALIÇAS, EMBRAPA Informações Tecnológicas, Brasília DF p.191 a 230, 2002.

FERRAZ. A. C. O. et al **Projeto e desenvolvimento de sistema processador para quebra de frutos de Teça com liberação de sementes.** Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola Jaboticabal, v. 18, n. 1, p. 52 e 58, 1998.

FINNEY,E.E.,JR.**Elementary concepts of rheology relevant to food texture studies.** In:Kramer A. and Szczesniak A. S Texture measurement of food. Dordrecht: D. Reidel, 1973.

FISCHER, D.; CRAIG, W.L; WATADA, A.E.; DOUGLAS, W.; ASHBY, B.H. **Simulated In-transit vibration damage ro packaged fresh market grapes and strawberries.** Applied engineering in agriculture. Vol.8, n.3, 363-366, 1992.

GHILARDI, A. A.; MAIA, L. A. M. **Cultivo da safra de inverno da uva Niágara no estado de São Paulo.** Disponível em: <<http://iea.sp.gov.br/conjuntb3.htm>>. Acesso em: 30 maio 2002.

GOBATTO. C. **Manual do Viti-Viniculor Brasileiro**, 2.º Vol. Livraria Globo, 1942.

GOMES D.; FERRAZ A.C. Variabilidade de parâmetros mecânicos de bagos de uva 'Niagara Rosada'. X Congresso latino Americano de Viticultura e Enologia. Bento Gonçalves, RS, 2005, p.293.

GRIERSON, W.; WARDOWSKY, W.F. **Relative humidity effects on the postharvest life of fruits and vegetables**. HortScience, v. 13, n. 5, pag. 570-574, 1978.

HAIR, Jr., J. E. Análise Multivariada de Dados – 5º. Ed. – Porto Alegre. Bookman, 2005, 593p. (**Técnica da Análise de Componentes Principais**).

HUI. C. K. P et al. Transporte Frigorífico de Frutas e Hortaliças hortaliças. Cap.10. In: CORTEZ L. A.B. et al **Resfriamento de Frutas Hortaliças**, EMBRAPA HORTALIÇAS, EMBRAPA Informações Tecnológicas, Brasília DF p.191 a230, 2002.

HONÓRIO S. L, MORETTI C. L. Fisiologia pós-colheita de Frutas e Hortaliças. Cap.4. In: CORTEZ L.A.B et al **Resfriamento de Frutas Hortaliças**, EMBRAPA HORTALIÇAS, EMBRAPA Informações Tecnológicas, Brasília DF p. 59 a 81, 2002, 428p.

KIMATI, H, et al **Manual de Fitopatologia**, 3ed. São Paulo: Agronômica Ceres, vol 2, p. 736 a 757, 1997.

LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera Modificada e Controlada. Aplicação na Conservação de Produtos Hortícolas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 34p.

LAURENTI. R. **Estudo metodológico de geometrias de corpos vegetais**. 1997. Tese (Mestrado). FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 1997, 230 p.

MacLEOD, R.F.; KADER, A.A.; MORRIS, L.L. **Stimulation of ethylene and CO<sub>2</sub> production of mature-green tomatoes by impact bruising**. *HortScience*, v. 11, n. 6, p. 604-606, 1976.

MARTINS, M. P. **Comportamento Mecânico de Laranja-Pera (Citrus Sinensis Osbek)**. 1993. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Agrícola –Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP - Campinas, 99p.

MASE, G.E. **Continuum mechanics. Shaun's Outline Series**. McGraw-Hill Company, 1970.

MATTIUZ B. H, DURIGAN. J. F, **Efeito das injúrias mecânicas por impacto, compressão ou corte na firmeza e coloração de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'** Rev. Bras. Frutic. v.23 n.2 Jaboticabal ago. 2001

MC GREGOR .Embalagem para frutas e hortaliças In. CORTEZ L. A.B et al **Resfriamento de Frutas Hortaliças**, EMBRAPA HORTALIÇAS, EMBRAPA Informações Tecnológicas, Brasília, DF, 2002, p. 95 a 121.

MELLO, L. M. R. de. **Cultivo da Videira Niágara Rosada' em Regiões Tropicais do Brasil**, ISSN 1678-8761 Versão Eletrônica Nov./2003.

MOHSENIN, N. N. **Physical Properties of plants and Animals Material**. New York: Gordon and Breach Science Publisher, 1970 Vol. 1, 734 p.

\_\_\_\_\_. **Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristic and mechanical properties** – New York, 2 ed., p.419, 1986.

MOTA, W. F et al, **Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas** Rev. Bras. Frutic. v.24 n.1 Jaboticabal abr. 2002

NAVA G. A; BRACKMANN. A . **Armazenamento de pessegos (*Prunus persica* (L.) Batsch), cv. Chiripá em atmosfera controlada**, Revista Brasileira de Fruticultura vol. 24 no.2 Jaboticabal Aug 2002.

NETTO. L. Henrique, FERREIRA. M. D. **Caracterização do funcionamento e determinação de pontos críticos em unidades de beneficiamento para batata consumo**. XII Congresso interno de iniciação científica da Unicamp de 22 a 24 de setembro de 2004. Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI, UNICAMP.

NEVES, Leandro Camargo, BENDER, Renar João, ROMBALDI, César Valmor *et al.* **Qualidade de carambolas azedas cv. 'Golden Star' tratadas com CaCl<sub>2</sub> por imersão e armazenadas sob refrigeração**. Rev. Bras. Frutic. [online]. abr. 2004, vol.26, no.1 [citado 19 Janeiro 2005], p.32-35. Disponível na World Wide Web: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452004000100010&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452004000100010&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 0100-2945.

PANTASTICO. B. ER. **Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetable** The AVI Publishing Company, INC 1975, 560 p.

PRAGER, W. **An Introduction to Plasticity**. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., London, 1959.

PROTA et al. **A viticultura nacional: realidades e perspectivas, I Simpósio Mineiro de Viticultura e Enologia**, 2002, p. 17 a 33.

REGINA . M. A, **Viticultura e Enologia, Atualizando Conceitos**. Caldas Epamig. 2002, 340p.

**REGULAMENTO TÉCNICO DE EMBALAGENS PARA PRODUTOS HORTÍCOLAS**. Instrução Normativa Conjunta SARC/ANVISA/IMETRO N.º 009 de 12 de novembro de 2002 e publicado em 14 de novembro de 2002.

**REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO DA UVA RÚSTICA DE MESA (VITIS LABRUCA ) E HÍBRIDAS**. Instrução Normativa de n.º 1 de 1 de fevereiro de 2002. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Hormones and growthregulators: cytokinins, ethylene, abscisic acid, and other compounds.** Plant Physiology, Belmont, v. 99, n. 2, p.382-408, jun.,1992.

SANCHES.J. **Qualidade pós-colheita de banana ‘nanição’ (*Musacavendishii*), através da classificação de defeitos físicos embalagens e tecnologia do frio.** 2002. Tese (Mestrado) FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 82 p.

SANCHES. J, DURIGAN. J. F, **Qualidade do abacate “Quintal” submetido a injurias mecânicas** XXXIII Congresso de Engenharia Agrícola, São Pedro/São Paulo, p. 20, 02 a 06 de agosto de 2004.

SANTOS, A.H.P., FERRAZ, A.C. O, DAL FABRO, I.M, **Força de destacamento da vagem do pedúnculo do amendoim.** XXIII Congresso de Engenharia Agrícola, Campinas/São Paulo, 18 a 23 de julho de 1994.

SARGENT. S.A.; BRECHT, J.K.; ZOELLNER, J.J. **Sensitivity of tomatoes at mature green and breaker ripeness stages to internal bruising.** *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 117, n. 1, p. 119-123, 1992.

SIEGEL, S. Estatística Não Paramétrica. Ed. McGraw-Hill. 1956, 350p. (**Correlação de Spearman**).

SLAUGHTER, D. C., HINSCH, R. T., THOMPSON, J. F., **Assessment of Vibration Injury to Bartlett Pears** ASAE Vol. 36 (4): 1043-1047 –1993.

SNEDECOR, G.W. Statistical Methods.7th ed. Iowa State University, Ames, 1980

SOUSA. DE I. S. J. **Uvas para o Brasil**, Biblioteca Agronômica Melhoramentos, II Edição 1969, 499 p.

THOMSON, W. T. **Teoria da Vibração com Aplicações** Rio de Janeiro, Editora Interciência, 1978 459 p.

VERGANO, P. J., TESTIN, R. F., NEWALL, JR, **Distinguishing Among Bruises in Peaches Caused by Impact, Vibration, and Compression** – Journal of Food Quality 14 (1991) 285-298. College of Agricultural Sciences Clemson University – South Carolina 1991.

VIEIRA, S. Estatística Experimental. 2º Ed. São Paulo: Atlas. 1999, 185p. (**Técnica da ANOVA**).

WACLAWOVSKY, A. J.; BRACKMANN, A.; DONAZZOLO, J. **Armazenamento refrigerado de uvas de mesa cvs. Dona Zilá e Tardia de Caxias.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 1999, Bento Gonçalves. **Resumos.**Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p. 148.