

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Efeito da Vibração na Qualidade de Lírios Orientais em Vaso

Taís de Oliveira Pelegrina Lopes

CAMPINAS  
MARÇO DE 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Efeito da Vibração na Qualidade de Lírios Orientais em Vaso

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

Taís de Oliveira Pelegrina Lopes

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ferraz

CAMPINAS  
MARÇO DE 2008

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

L881e           Lopes, Taís de Oliveira Pelegrina  
                  Efeito da vibração na qualidade de lírios orientais de  
                  vaso / Taís de Oliveira Pelegrina Lopes. --Campinas,  
                  SP: [s.n.], 2008.

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

                  1. Lírio. 2. Produtos agrícolas - Transporte. 3.  
                  Transporte rodoviário de carga. 4. Lírio – Transporte. 5.  
                  Tecnologia pós-colheita. I. Ferraz, Antonio Carlos de  
                  Oliveira. II. Universidade Estadual de Campinas.  
                  Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Effects of vibration on quality of pot lilies

Palavras-chave em Inglês: Port Lilies, Mechanical Damage, Transport  
Lilies, Post harvest

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheita

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola.

Banca examinadora: Gláucia Dias Tagliacozzo, Sylvio Luís Honório

Data da defesa: 29/02/2008

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Agrícola

## **Dedicatória**

A minha família pelo amor, compreensão e incentivo.

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de uma forma ou de outra me ajudaram na realização deste trabalho.

À Faculdade de Engenharia Agrícola pelo espaço concedido a realização dos meus estudos.

À Capes pela bolsa de estudos concedida no ano de 2005.

Ao meu orientador, Antonio Carlos de Oliveira Ferraz pela orientação na pesquisa, amizade e ensinamentos durante o projeto.

À CPG – Feagri, pelo auxílio concedido à pesquisa para montagem dos experimentos.

Aos técnicos do laboratório de Pós Colheita, Rosa Helena, Francisco e Rosália pela ajuda concedida na realização da parte experimental.

Ao Professor Dr. Marcos Davi pela concessão do uso dos aparelhos do Laboratório da UNIMAC.

Ao Dr. José Marcos Leme pelo auxílio, amizade e ensinamento em todas as etapas do trabalho.

Ao Tiago Dantas pelo auxílio nos experimentos práticos realizados no CETEA- ITAL.

Ao Pesquisador Antonio Bliska pela ajuda nos contatos com a Cooperativa Veiling e produtores de Holambra.

Ao Jurandir pelas viagens ao ITAL.

Ao Marcelo Moraes, administrador da propriedade Jan de Witt, pelas explicações e fornecimento do material utilizado no experimento do trabalho.

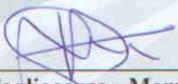
Aos meus amigos, em especial Franciane Colares, que sempre me auxiliaram nas horas que precisei.

Este exemplar corresponde à redação final da **Dissertação de Mestrado** defendida por **Tais de Oliveira Pelegrina Lopes**, aprovada pela Comissão Julgadora em 29 de fevereiro de 2008, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



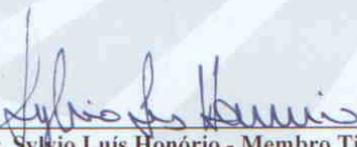
---

Prof. Dr. Antonio Carlos de Oliveira Ferraz - Presidente  
FEAGRI/UNICAMP



---

Dr.ª Gláucia Dias Tagliacozzo - Membro Titular  
IAC/Campinas



---

Prof. Dr. Sylvio Luis Honório - Membro Titular  
FEAGRI/UNICAMP

Faculdade de  
Engenharia Agrícola  
Unicamp

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
a) Objetivo Geral: .....	5
b) Objetivos Específicos:.....	5
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
1. O Lírio .....	5
2. Mercado de Lírios .....	7
3. Pós Colheita .....	8
3.1 Manejo .....	8
4. Danos Mecânicos .....	10
5. Parâmetros para Avaliação da Qualidade de Flores Colhidas .....	10
5.1 Parâmetros e critérios para avaliação da aparência de lírios .....	10
5.2 Coloração .....	12
5.2.1 Colorímetro .....	12
6. Efeitos da Vibração em Vegetais Durante o Transporte .....	13
7. Aspectos da Teoria da Vibração .....	14
7.1 Conceitos Básicos .....	14
7.2 Vibração Aleatória .....	15
7.3 Ressonância e Amortecimento.....	16
8. Análise de Fourier.....	16
9. Densidade Espectral .....	17

10. Mesa Vibratória.....	18
11. Normas Internacionais relacionadas à vibração randômica -1995.....	19
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
1. Lírio .....	21
1.1 Coleta.....	21
1.2 Caracterização dos lírios.....	21
2. Tratamentos .....	21
3. Ensaio de Vibração .....	22
4. Armazenamento .....	23
5. Avaliação da Aparência.....	24
5.1 Critério de avaliação da aparência até 24 horas após o ensaio de vibração. ....	25
5.2 Critério para avaliação temporal da aparência após a vibração. ....	26
6. Nota Geral.....	27
7. Medida de coloração de pétala de lírio.....	28
8. Planejamento experimental e análise estatística .....	29
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
1. Caracterização dos Lírios .....	29
2. Avaliação de Aparência.....	30
2.1 Avaliação dos danos mecânicos logo após o ensaio de vibração .....	30
2.2 Avaliação temporal da aparência após a vibração .....	32
3. Análise da coloração das pétalas de lírios sob os parâmetros. ....	35
3.1 Parâmetro L* .....	35
3.2 Parâmetro a* .....	37
3.3 Parâmetro b* .....	38
3.4 Ângulo Hue.....	39

3.5 Chroma .....	40
4.0 Diferença de cor .....	41
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>47</b>
ANEXO 1 - Critérios de Classificação do Lírio de vaso ( fornecido pelos produtores de Lírio de Holambra).....	47
1. GRUPO.....	47
2. PADRÃO.....	47
2.1. Altura da haste.....	47
2.2. Quantidade de botões por vaso.....	48
2.3. Ponto de maturação .....	48
3. Qualidade.....	49
3.1 Defeitos Graves .....	50
3.2 Defeitos Leves.....	51
4. Informações adicionais.....	52
ANEXO 2 – Análise de variância segundo ANOVA. ....	53

## RESUMO

No Brasil a perda de produtos agrícolas na produção e comercialização pode chegar a 30% devido, aos danos mecânicos ocorridos, durante a colheita, o transporte e o armazenamento, resultando em matérias primas não comerciáveis. As más condições de transporte estão relacionadas a falta de capacitação na maioria dos segmentos da cadeia, ao mal estado de conservação das estradas, caminhões com suspensões inadequadas para a maioria dos produtos, motoristas mal-treinados e quebras na cadeia do frio. O setor de flores e plantas ornamentais vem apresentando destaque na economia brasileira nos últimos anos, devido ao grande volume de produção e exportação de flores de corte e vaso. Vasos de lírios são expostos ao estresse mecânico tais como vibrações durante o transporte, ocasionando danos mecânicos nos tecidos das plantas e influenciando em sua resposta fisiológica e vida útil. As embalagens que condicionam os produtos e o modo de manuseá-las também não são apropriadas para garantir a qualidade do produto. Os objetivos deste trabalho foram identificar os tipos de danos mecânicos gerados por vibração, simulando o transporte rodoviário em lírios orientais 'Muscadet' em vasos utilizando uma mesa vibratória. Foi proposto um critério de notas de aparência para avaliação dos mesmos e investigação da mudança de coloração das pétalas e botões como indicador de estágio de maturação e senescência com auxílio de um colorímetro. Os lírios em dois estádios de maturação, botões e flores, foram submetidos a vibração e comparados com lírios não vibrados. Foram 4 tratamentos com 30 vasos cada um, totalizando 120 vasos. Para a identificação dos danos mecânicos, foi considerado o surgimento destes logo após o ensaio de vibração, e para a elaboração do critério de notas de aparência foram considerados além dos danos, a perda de turgescência, brilho, mudança da coloração das pétalas e amarelecimento das folhas. Foi concluído neste trabalho que a vibração afetou a qualidade dos lírios de vaso e a proposta de avaliação de aparência pelo critério de notas foi satisfatória. Recomenda-se o transporte de lírios orientais em vaso no estágio botão uma vez que os danos mecânicos foram reduzidos comparados às flores abertas.

## **ABSTRACT**

In Brazil losses of agricultural products during production and commercialization can reach up to 30% due to mechanical damages during harvest, transportation and storage, resulting in non-commercial quality products. The inadequate conditions of transport are related to lack of awareness of most chain segments, roads in bad conditions, drivers proper training and interruption of the cold chain. The flowers and ornamental plants sectors have been important for the Brazilian economy in the last years due to the high volume of production and trade of cut and pot flowers. Pot lilies are exposed to mechanical stress such as vibration during transportation resulting in mechanical damages in plant tissues affecting the physiological response and shelf life. The packages in which the flowers are transported and how they are handled seem not appropriate to guarantee the quality of the product. The objectives of this work are to identify the types of mechanical damages generated by vibration, during road transport simulation using oriental pot lilies 'Muscadet'. A shaker was used and it was suggested a new grading criteria to judge appearance. A color change study was also performed to investigate the use of color indexes as ripeness indicator and aging. A colorimeter was used.

Buds and flowers were subjected to vibration and compared to non-vibrated using 4 treatments and 20 pots per treatment. Mechanical damage was identified 24 hours after vibration. Appearance evaluation considered turgidity loss, brightness, petal color change and stem bending. Mechanical damage in the lily flowers and buds are expected to be detected together with their effect in flower blossoming and shelf life. It was concluded that vibrations do affect plant quality and that the grading scale proposed was effective in discriminating differences during storage. It is recommended to transport lily plants in the bud stage than the flower one since damage is reduced.

## INTRODUÇÃO

O setor de flores e plantas ornamentais apresenta destaque na economia brasileira nos últimos anos, principalmente devido ao crescimento do mercado interno com movimentação anual próxima de US\$ 1 bilhão e cujas exportações, com taxas de crescimento de 15 a 20% ao ano, já contabilizaram US\$25,7 milhões em 2005. Os números do setor são representativos, são mais de 2,6 mil produtores, cultivando anualmente uma área de aproximadamente de 5,2 mil hectares distribuídas por varias regiões do país (IBRAFLOR, 2005).

O Estado de São Paulo representa a maior concentração das atividades do setor; são 20 municípios reunidos em seis pólos produtores: Holambra (Holambra, Santo Antônio de Posse, Mogi Mirim e Arthur Nogueira), Atibaia (Atibaia, Bragança Paulista, Mairinque e Piracaia), Campinas (Campinas, Indaiatuba, Monte Mór, Hortolândia e Limeira), Dutra (Arujá, Mogi das Cruzes e Salesópolis), Paranapanema (Holambra II) e Vale do Ribeira (Registro, Pariquera-Açu e Iguape) que juntos representam cerca de 60% da produção do país. De todo o consumo nacional, o estado de São Paulo responde por 40% e sua capital por 25% do total, o restante é exportado. O mercado brasileiro consome atualmente quatro milhões de bulbos por ano. Exporta principalmente para Estados Unidos, Holanda, Portugal e Emirados Árabes (IBRAFLOR, 2005).

No mercado internacional os Estados Unidos são os maiores compradores, embora a Holanda seja o principal parceiro comercial do Brasil no setor de flores e plantas ornamentais. Em 2004, segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR), os produtores paulistas venderam para o mercado norte americano US\$ 830 mil em plantas ornamentais, o equivalente a 72% das exportações brasileiras. No primeiro semestre de 2005, exportou US\$ 934 mil em flores de corte, o que corresponde a 51% das exportações.

Os Estados em destaque na produção de lírios no Brasil são: São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Os lírios são plantas ornamentais de origem européia e do hemisfério norte – asiático, consideradas uma das mais antigas do mundo. Estão muito presentes no mercado de flores e são comercializadas em vasos ou como flores de corte. Suas hastes podem chegar até um metro de altura.

O transporte de produtos agrícolas no Brasil de uma maneira geral é precário, há uma grande porcentagem de perda desses produtos devido as más condições das

estradas, caminhões mal equipados, sem controle de temperatura e umidade relativa expondo as plantas a esforços mecânicos, tais como as vibrações, que ocorrem durante o percurso. As vibrações são responsáveis pela ocorrência de danos mecânicos nos produtos acelerando a senescência, diminuindo a qualidade, vida útil e perda do valor comercial das flores.

Segundo CASTRO (1984), a ocorrência de perdas expressivas pode ser atribuída a inadequada condução da cultura durante o desenvolvimento e colheita, à deterioração microbiana, às embalagens e transporte não apropriados, aos problemas de armazenamento, às deficiências na infra-estrutura de comercialização, à inexistência de um mínimo de qualidade e à produção de cultivares não aceitos pelo consumidor. Agentes limitantes deteriorantes da durabilidade de flores são: a perda excessiva de umidade em locais de baixa umidade relativa, obstruindo os tecidos condutores das plantas, a ocorrência de danificações devido o manuseio inadequado, que podem intensificar a respiração, as alterações bioquímicas como as mudanças nas colorações das pétalas e o acúmulo de etileno que acelera a maturação e o envelhecimento.

Neste trabalho foi realizado um ensaio do transporte rodoviário de lírios orientais 'Muscadet' em vasos. Foram utilizados plantas em dois estádios de maturação botões e flores. Uma proposta de avaliação foi sugerida para identificação dos tipos de danos mecânicos gerados nas flores e da aparência ao longo do período de armazenamento após a vibração. Para a realização do ensaio foi utilizada uma mesa vibratória utilizando o perfil de vibração sugerido para transporte em caminhões da Norma Internacional ASTM 4728 (Standard Test for Random Vibration Testing of Shipping Containers, 1995).

## **OBJETIVOS**

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

Avaliar os efeitos da vibração na qualidade e vida útil do lírio oriental ‘ Star Gazer’ (*Lilium speciosum Thumb*) em vasos.

### **b) Objetivos Específicos:**

- Identificar os tipos de danos mecânicos gerados por vibrações durante o transporte rodoviário.
- Propor critério de notas de aparência para avaliação dos lírios logo após a vibração e, temporalmente, até a perda de seu valor comercial.
- Investigar a mudança de coloração das pétalas e botões do lírio, como indicador de estágio de maturação e senescência.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1. O Lírio**

O Lírio, gênero *Lilium*, pertencente a família Liliace, é originário da Europa, Ásia e América do Norte, algumas espécies nativas dos trópicos, são originárias de regiões de altitude elevada. Os lírios orientais e asiáticos apresentam variedades específicas para corte e para vaso, e são utilizados principalmente para confecção de arranjos. Os lírios são plantas de bulbo como a tulipa e o Amaryllis, que emitem um único broto por bulbo de onde saem as folhas e as flores. As plantas de vaso como a variedade 'Star Gazer' atinge cerca de 30 a 40 cm de altura e são geneticamente mais curtas enquanto que as de corte possuem maior diversidade e hastes mais longas atingindo cerca de 1 metro de altura (PERTWEE, 1999).

Todas as espécies existentes hoje são híbridos originados de vários cruzamentos entre si dando início a inúmeras variedades e cores. As principais variedades são: Apeldoorn, Apolo, Avignon, Casablanca, Chianti, Enchamtment, Iolanda, Monalisa, Nepal, Star Gazer, Tabasco, Yellow, Blaze e Yellow Giant. Os principais grupos são:

- Lírios Orientais (*Lilium speciosum*, Thumb): caracterizados por apresentarem flores grandes, folhas largas, maior longevidade e perfume forte. Seu florescimento corresponde a um período de 14 a 19 semanas.
- Lírios Asiáticos (*Lilium pumilum* 3): caracterizados por apresentarem flores pequenas, folhas curtas e estreitas, caules curtos, com cores fortes e bem variadas, e perfume fraco. Florescem mais rapidamente comparados aos outros grupos, 10 a 13 semanas.
- Lírio Japonês (*Lilium Longiflorum*): caracterizados por apresentarem flores grandes, nas cores branca e creme. São relativamente fáceis de crescer e propagar, porém são difíceis de manusear. O período de crescimento é de 14 a 17 semanas (PERTWEE, 1999).

Os bulbos são importados da Holanda, e são armazenados em câmara fria durante 15 dias, para desenvolvimento das raízes. Para a indução das flores, é necessário um período de armazenamento de 6 semanas, a uma temperatura entre 2 e  $-2^{\circ}$  C, para lírios asiáticos e longifloruns, e 8 semanas para lírios orientais. São plantas de clima frio com temperaturas em torno de  $10^{\circ}$  C (PERTWEE, 1999).

Os principais componentes da planta do lírio e de sua flor estão representados respectivamente nas Figura 1 e 2.

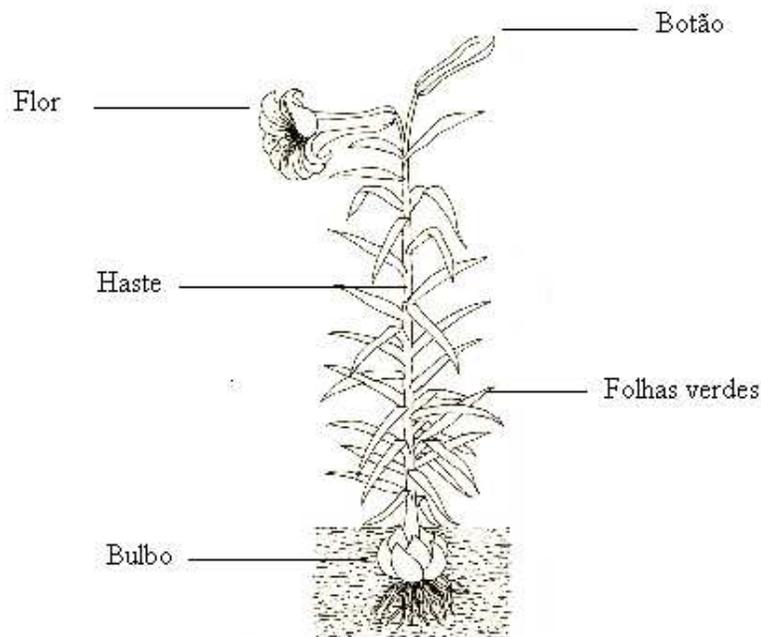


Figura 1: Principais componentes da planta do lírio.

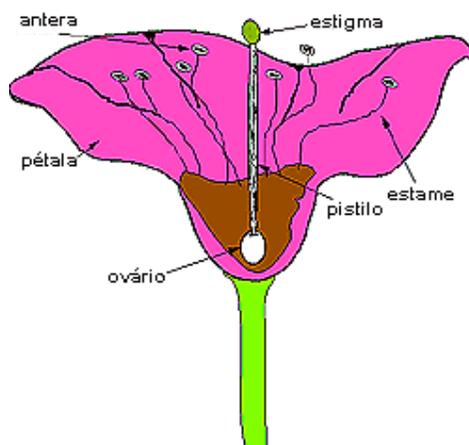


Figura 2: Principais componentes da flor de lírio.

## 2. Mercado de Lírios

As espécies do gênero *Lilium* estão muito presentes no mercado de flores (DOLE & WILKINS, 1996) e (DIAS-TAGLIACOZZO, 2005) sendo que as principais são comercializadas envasadas para ornamentação de jardins ou utilizadas como flores de corte.

Algumas características do mercado de flores favorecem o comércio de lírios em vaso. No Brasil a maior demanda por flores de vaso em geral e conseqüentemente queda da procura por flores de corte deve-se entre outras à dengue, a existência de novas espécies próprias para vasos com tamanho menor e, finalmente, o preço mais acessível do produto, resultando em um grande volume de produção. Cada vaso possui três bulbos que produzem de 5 a 15 flores, acondicionadas em vasos de 15 cm de diâmetro. Apesar do preço mais acessível, o lírio ainda é considerado um produto nobre e elitizado, que exige cuidados especiais de produção (IBRAFLOR, 2005).

O cultivo ornamental dos lírios atualmente ocorre em varias regiões do País, sendo a Região Sudeste o ponto principal da produção, principalmente os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBRAFLOR, 2005).

O principal pólo de híbrido no Brasil é a cidade de Holambra, SP. O produto comercializado pela Holanda é considerado o de melhor qualidade mundialmente, entretanto a Costa Rica apresenta o melhor preço do mercado devido o volume de produção (IBRAFLOR, 2005).

Os países produtores de bulbos de lírios são; Itália, Israel, África do Sul, Chile, Nova Zelândia e México. A produção é feita em campo aberto em áreas de temperaturas amenas e úmidas (IBRAFLOR, 2005).

Atualmente os Estados Unidos são o maior comprador de lírio do país. Portugal, Holanda e Emirados Árabes também são mercados expressivos para garantir um alto rendimento da balança comercial do setor. O mercado externo é mais rentável, por isso o volume de exportações deve crescer nos próximos anos, porém é um mercado que exige qualidade dos produtos (IBRAFLOR, 2005).

Segundo CASTRO (1998), no mercado interno onde o consumo per capita ainda é muito baixo (em torno de 7 dólares por ano), registra-se perdas enormes entre a produção e o consumo, variando de 30 a 60%. Os produtos dessa categoria já têm a sua durabilidade prejudicada pelas suas características de perecibilidade e sujeição às variações climáticas. Nos dias de hoje esta situação se agrava com o grande número de fases de comercialização. Entre produção e consumo final ocorrem nove movimentações (carregamentos e descarregamento). O produto demora demasiadamente para chegar ao consumidor. Os agentes envolvidos na comercialização acrescem ao preço essas perdas e mais o custo de sua própria ineficiência (distribuição, estoque).

### **3. Pós Colheita**

#### **3.1 Manejo**

De acordo com produtores rurais a coleta dos vasos de lírios é feita manualmente da estufa a uma temperatura média de 30° C e umidade relativa de 70 a 80% com os botões fechados, médios ou maduros dependendo da exigência do mercado. Os vasos são envolvidos individualmente por um filme plástico de polietileno de baixa densidade, da base do vaso até o topo do botão, (Figura 3a). Estes são colocados em bandejas (porta vasos) de polipropileno rígido, com capacidade para 6 vasos (Figura 3b) e são transportados em carrinhos metálicos que apresentam 4 prateleiras. As dimensões dos porta vasos são: 54,0 cm de comprimento, 27,0 cm de largura e 7,5 cm de altura. Em cada prateleira são colocadas 4 bandejas, totalizando 16 bandejas por carrinho. Em seguida os carrinhos com os vasos são armazenados em uma câmara fria com temperatura entre 9 e 12° C e umidade relativa entre 70 a 80%, até a

expedição para os centros de comercialização. Os carrinhos são levados até o caminhão através de um trator ou empilhadeira e são embarcados com o auxílio de rampas. Nas cooperativas, os vasos são armazenados a 20° C e são inspecionados pelo critério de qualidade próprio. Os vasos podem ser leiloados ou são diretamente transportados até os pontos de comercialização situados em vários estados do Brasil, através de caminhões baú isolados termicamente a uma temperatura média de 25° C. Antes de sair das Cooperativas os vasos de lírio são retirados dos porta vasos, que são retornados para os produtores e são transferidos para engradados de papelão simples (Figura 4), com capacidade para seis vasos e apresentam 46 cm de comprimento x 28 cm de largura x 8 cm de altura.

Segundo os produtores rurais, o transporte de flores no estágio botão deve ser preferido quando possível, pois o manuseio é facilitado e são menos susceptíveis a condições ambientais desfavoráveis como a alta temperatura e alta concentração de etileno.



Figura 3. a) (Vasos envolvidos por filme plástico; b) Porta vasos de polipropileno rígido.



Figura 4. Engradado de papelão utilizado para acomodação dos vasos.

#### **4. Danos Mecânicos**

Os danos mecânicos e a temperatura influenciam diretamente a aparência e a firmeza de produtos agrícolas. Frutas e vegetais frescos estão sujeitos as injúrias que podem ocorrer durante o manuseio, transporte e distribuição. Em um ensaio realizado com figos roxo de Valinhos, as bandejas com produtos que trepidaram durante os ensaios tiveram sérios danos de abrasão, após 24 horas todas as regiões onde sofreram impactos, estavam com coloração escura e umedecida, e aparência ruim (Lacerda 2004).

#### **5. Parâmetros para Avaliação da Qualidade de Flores Colhidas**

Segundo CASTRO (1984), dados obtidos de avaliações da qualidade pós-colheita de flores são normalmente apresentados em dias e tanto às condições ambientais como os critérios utilizados para se medir a vida útil de flores colhidas, não são bem definidos nem claramente indicados em muitos estudos, impedindo a comparação dos resultados obtidos por diferentes pesquisadores.

Temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa, velocidade do ar e a concentração de etileno afetam a longevidade de flores. BAKER et al. (1977) e CASTRO (1984), determinaram como condições ideais para se avaliar a vida útil, a temperatura entre 20 e 23°C, umidade relativa entre 40 e 80%, uso de luz contínua ou no mínimo de doze horas diárias proveniente de lâmpadas frias fluorescente, intensidade luminosa entre 1000 e 2500 lux, trocas de ar contínuas e baixa velocidade e uso de absorvedores de etileno nas salas de manutenção.

Segundo HALEVY & MAYAK (1981) e DIAS TAGLIACOZZO et al. (2005), existem diversos critérios de avaliação da qualidade, já que cada cultura possui características próprias e os sinais de senescência variam de um produto para outro.

##### **5.1 Parâmetros e critérios para avaliação da aparência de lírios**

DIAS TAGLIACOZZO et al. (2005), avaliaram lírios de corte com imersão por 24 horas em soluções contendo sacarose e ácido cítrico a diferentes concentrações. Através de parâmetro subjetivos tais como brilho, perda de turgescência, inclinação das

hastes e amarelecimento da folhagem estabeleceu-se o critério de notas descrito a seguir:

Nota 0: descarte

Nota 1: aspecto geral ruim, com perda acentuada de turgescência, flores opacas, amarelecimento das folhagens e maioria das hastes inclinadas.

Nota 2: aspecto geral regular, com perda de turgescência, e início da perda de brilho, amarelecimento da folhagem e inclinação das hastes.

Nota 3: aspecto geral bom, início da perda de turgescência, flores com brilho, folhagem verde, hastes eretas.

Nota 4: aspecto geral excelente, plantas túrgidas, flores com brilho, folhagem verde, algumas hastes inclinadas.

A inflorescência de lírio no início apresentavam pétalas brilhantes, que com o passar do tempo se tornaram cada vez mais opacas até ficarem totalmente opacas ou sem brilho. A perda da turgescência foi evidenciada pela inclinação da haste e enrolamento das pétalas porque o potencial hídrico das flores cortadas bem como a absorção e a condutividade da água declinam com o tempo causando uma perda de turgor nos tecidos. Em lírio também se observou o amarelecimento das folhas durante a caracterização do material.

Segundo ROGERS (1973) e CASTRO (1984), a turgidez da flor é o resultado do equilíbrio entre a absorção e a perda de água. O ganho de massa da matéria fresca da flor somente ocorre quando a absorção de água for maior que a taxa de transpiração. Entretanto nem sempre a flor atinge o mais elevado nível de turgidez do conjunto floral, dependendo de sua capacidade em reter água que absorve. A absorção e a perda de água podem variar ciclicamente, mas apresentam sobretudo um direcionamento ao declínio conforme MARK et al (1974) e CASTRO (1984). A murcha e a falha na abertura total são as principais razões para o término da vida útil de flores colhidas.

## 5.2 Coloração

### 5.2.1 Colorímetro

O Colorímetro é um instrumento utilizado para medição de cor baseado em uma escala uniforme de cores, pode ser portátil ou de bancada para medidas localizadas. A cor é analisada para três diferentes parâmetros integralizados em um diagrama tridimensional que mostra a coloração do produto. Na escala CIELAB estes parâmetros são  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Neste caso as medições da coloração são expressas em termos de valor  $L^*$ , ângulo hue ( $\tan^{-1} b^*/a^*$ ) e chroma  $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$  (McGUIRE, 1992) e (SHEWFELT *et al* 1988), onde:

- $L^*$  = varia de 0 a 100, onde 0 indica o preto e 100 o branco;
- $a^*$  = varia do vermelho ( $+a^*$ ), localizado a  $0^\circ$  ou  $360^\circ$ , ao verde ( $-a^*$ ), que está a  $180^\circ$  (na ausência dos componentes amarelo ou azul).
- $b^*$  = varia do amarelo ( $+b^*$ ) ao azul ( $-b^*$ ), que estão a  $90^\circ$  e  $270^\circ$ , respectivamente, na ausência dos componentes verde ou vermelho.
- Ângulo hue: mostra a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo  $0^\circ$  representa vermelho puro,  $90^\circ$  representa o amarelo puro,  $180^\circ$  o verde puro e  $270^\circ$  o azul;
- Chroma: definido como a intensidade ou saturação de cor e é definido pela distância do ângulo hue do centro do diagrama tridimensional. Por exemplo: coloração pastel possui baixa saturação, enquanto uma cor pura possui alta saturação.

A mudança de cor ( $\Delta E^*$ ) é representada pela raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças de cores (representadas por “ $\Delta L^*$ ”, “ $\Delta a^*$ ” e “ $\Delta b^*$ ”), e calculada pela equação (1) abaixo:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Onde:

- “ $\Delta L^*$ ” é calculado pela diferença: ( $L^*(\text{padrão}) - L^*(\text{amostra})$ ).
- “ $\Delta a^*$ ” é calculado pela diferença: ( $a^*(\text{padrão}) - a^*(\text{amostra})$ ).
- “ $\Delta b^*$ ” é calculado pela diferença: ( $b^*(\text{padrão}) - b^*(\text{amostra})$ ).

Variações negativas de  $\Delta L^*$  indicam que a amostra é mais brilhante em relação ao padrão, enquanto que variações positivas indicam que a amostra é menos brilhante em relação ao padrão. Valores negativos de  $\Delta a^*$  indicam que o produto está perdendo ou se afastando da cor vermelha e  $\Delta b^*$  negativo, que está perdendo ou se afastando da coloração amarela. Os valores de  $\Delta E^*$  são sempre maiores que zero e indica que a cor do produto está diferente da cor padrão (cor original). Quanto maior é o valor de  $\Delta E^*$ , maior é a diferença entre a cor atual e o seu padrão (LEME, 2004). Os valores de cores utilizados como padrões serão os valores de “L\*”, “a\*” e “b\*” no primeiro dia do experimento.

## **6. Efeitos da Vibração em Vegetais Durante o Transporte**

A solicitação mecânica sofrida pelos produtos agrícolas devido às vibrações, que ocorrem durante os transportes em caminhões em rodovias mal pavimentadas, resultam em danos mecânicos nos tecidos causando a aceleração no processo de deterioração, inviabilizando sua comercialização, no caso das flores há também a perda do valor ornamental (CASTRO, 1984).

Durante o transporte vasos de plantas são submetidos a muitos tipos de estresses e há muitas informações sobre efeitos de baixa intensidade de luz, déficit de água ou temperaturas inadequadas durante o transporte. Vasos de plantas também são expostos ao estresse mecânico, como a vibração em caminhões (BULLE et al, 2000).

O sistema de suspensão do caminhão afeta a aceleração e a frequência da vibração e influencia no surgimento de danos em produtos hortícolas durante o transporte os quais são expostas a forças gravitacionais de 0,19g – 0,95g (onde  $g = 9,8$  m/s) dependendo do tipo de caminhão e da qualidade das rodovias (AUER e MCCONELL, 1984).

Os efeitos do estresse mecânico durante o transporte na vida útil de plantas de vaso nem sempre são relatados de maneira clara. AUER e MCCONELL (1984) relataram que vibração durante 6 dias a 0,02g causa abscisão de muitas folhas e áreas de necrose em Begônias e Schefflera, porém não foi encontrado aumento de níveis de etileno nas folhas. Durante o transporte as plantas não são expostas somente ao estresse mecânico, mas também a ausência ou baixa intensidade luminosa, tornando as plantas mais sensíveis aos danos.

BULLE et al. (2000), testaram três cultivares de Begônia e todas elas mostraram danos nas flores imediatamente após o tratamento da vibração. Para Begônia ‘Rosanne’ tanto a influencia da intensidade da vibração quanto a duração foram investigadas, observou-se que quanto menor a intensidade da vibração menor os danos causados nas flores. O tratamento com duração de 3 dias e intensidade de 50% mostrou mais danos nas flores do que o tratamento de 1 dia. Em relação aos efeitos ao longo do tempo, a Begônia ‘Rosane’ mostrou menos flores abertas quando o tratamento de vibração durou 3 dias e quando foram submetidas a um período sem luz. Após 4 semanas a begônia ‘Rosane’ apresentou manchas no caule provavelmente causadas por infecção por *Botrytis* como resultado da vibração durante o transporte.

BORCH WILLIAMS (2000) relatou que a perda de qualidade de rosas em miniatura em vasos, após o transporte é causada pela abscisão de folhas, flores e botões e aparecimento de clorose nas folhas.

MITCHELL et al. (1972) e CASTRO (1984), atribuem a deterioração de produtos recém-colhidos como resultado de alterações fisiológicas, perda de umidade, danos mecânicos aos tecidos e invasão de microorganismos, processos estes, influenciados pela temperatura.

## **7. Aspectos da Teoria da Vibração**

### **7.1 Conceitos Básicos**

A vibração refere-se a movimentos oscilatórios de corpos dotados de massa e elasticidade, e as forças a eles associadas. Os sistemas oscilatórios são caracterizados como lineares e não lineares; no primeiro caso prevalece o principio da superposição e os métodos matemáticos utilizados por eles são bem desenvolvidos, o segundo caso é menos conhecido e de difícil aplicação, porem é importante, pois representa o estado final para o qual tendem todos os sistemas, com o aumento da amplitude de oscilação.

Existem duas classes de vibração, a livre e a forçada. A vibração livre ocorre quando um sistema oscila sob ação de forças que lhe são inerentes e na ausência de qualquer força externa, podem ocorrer frequências naturais. A vibração forçada ocorre sob excitação de forças externas, quando a excitação é oscilatória o sistema é obrigado a vibrar na frequência da excitação. Se esta frequência coincidir com a frequência natural

do sistema, forma-se um estado de ressonância, resultando amplas e perigosas oscilações podendo causar colapsos nas estruturas.

Os sistemas de vibração são dotados de certo grau de amortecimento, em face do desgaste de energia pelo atrito e outras resistências. É importante ao limitar a amplitude de oscilação na ressonância.

O movimento oscilatório pode repetir-se regularmente ou apresentar irregularidade considerável, como terremotos. Quando o movimento repete-se em intervalos iguais de tempo  $T$ , é denominado movimento periódico. O tempo de repetição  $T$  é denominado período da oscilação e sua recíproca  $f = 1/T$  é denominada frequência. Se o movimento é designado pela função de tempo  $x(t)$ , em consequência qualquer movimento periódico deve satisfazer a relação  $x(t) = x(t + T)$ . Movimentos irregulares que não possuem período definido podem ser considerados a soma de um grande número de movimentos regulares de frequências variadas, são chamados de vibração aleatória ou randômica (SETO, 1979).

## **7.2 Vibração Aleatória**

A vibração que varia de maneira aleatória, é composta de múltiplas frequências, e é possível analisar o espectro contínuo de frequências. Apesar de suas variações imprevisíveis muitos fenômenos aleatórios apresentam certo grau de regularidade estatística que torna possível uma abordagem estatística para o problema. Por exemplo, é possível prever a probabilidade de encontrar o valor instantâneo de uma resposta dentro de uma faixa especificada de valores  $x$  a  $x + \Delta x$ . Outras quantidades tais como os valores de média e média quadrática podem ser estabelecidos pelo seu cálculo, e o conteúdo da frequência da variável em questão pode ser determinado por vários métodos baseados na análise de Fourier (SETO, 1979).

### **7.3 Ressonância e Amortecimento**

Ocorre quando a frequência de excitação, é igual à frequência natural do sistema. Quando isto ocorre a amplitude de vibração aumentará sem limite e é regulada apenas pela quantidade de amortecimento presente no sistema. A fim de evitar efeitos desastrosos resultantes de uma amplitude muito grande de vibração, em ressonância, a frequência natural de um sistema precisa ser conhecida e tratada cuidadosamente (SETO, 1979). Durante o transporte de produtos agrícolas ocorrem as frequências dominantes durante o trajeto as quais não correspondem a frequência do produto.

A maioria dos sistemas durante o seu movimento vibratório encontra atrito ou resistência sob a forma de amortecimento. Amortecimento em suas várias formas, tais como amortecimento de ar, atrito fluido, atrito seco de Coulomb, amortecimento magnético, amortecimento interno, etc., sempre diminuirão o movimento e causará a eventual parada de oscilação. Se o amortecimento é predominante, o movimento oscilatório não ocorrerá; diz-se que o sistema está superamortecido. Se o amortecimento é leve, é possível a oscilação e diz-se que o sistema é subamortecido. Um sistema criticamente amortecido é aquele que a quantidade de amortecimento é tal que o movimento resultante está no limite entre os dois casos acima mencionados (SETO, 1979). No transporte de produtos agrícolas as embalagens funcionam como amortecimentos, estas devem ser adequadas para cada tipo de produto a fim de evitar a ocorrência de danos mecânicos.

## **8. Análise de Fourier**

Vibrações Randômicas, não são periódicas e a análise de frequência requer o uso da integral de Fourier, contudo pode ser vista como um caso limitante de séries de Fourier com o período estendido ao infinito.

Ferramentas de domínio de frequência, tais como as séries de Fourier, as transformadas de Fourier e suas variantes discretas constituem uma das pedras angulares do processamento de sinais. Essas transformadas decompõem um sinal em uma seqüência ou contínuo de componentes senoidais que identificam o conteúdo de domínio de frequência do sinal.

Esta ferramenta é extremamente importante na área de análise de frequência (espectro) porque a transformada discreta de Fourier (DFT) é usada para converter um

sinal digital discreto no domínio de tempo em um conjunto de pontos discretos no domínio da frequência.

Os sinais digitais de entrada podem ser periódicos, ou seja, o movimento se repete a intervalos iguais de tempo, ou aleatórios, movimentos irregulares que aparentam não possuir período definido, como o caso de vibrações Randômicas (SETO, 1979).

A transformada de Fourier de uma função  $f(x)$  é definida como:

$$\mathcal{F}[f(x)] \equiv F(\omega_x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-2i\pi\omega_x x} dx,$$

...(2)

e a transformada inversa, que recupera a função original é definida como:

$$\mathcal{F}^{-1}[F(\omega_x)] \equiv f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x) e^{2i\pi\omega_x x} d\omega_x,$$

...(3)

onde:

$\omega_x$  é frequência angular e

$$i = \sqrt{-1}$$

## 9. Densidade Espectral

As vibrações aleatórias contêm frequências numa distribuição sobre uma faixa larga. É de interesse na vibração aleatória a quantidade de energia representada nas diversas frequências. Considerando inicialmente uma função periódica  $F(t)$ , que contem muitas frequências discretas, ela pode ser representada pela parte real da serie onde:

$F_n$  é um numero complexo, e  $\text{Re}$  significa a parte real da série. Escreve-se esta equação em termos do seu conjugado complexo na forma:

$$F(t) = \frac{1}{2} \left\{ \sum_n F_n e^{in\omega_0 t} + \sum_n F_n e^{-in\omega_0 t} \right\}$$

e determina-se seu valor médio a seguir:

$$\overline{F^2} = \sum_n \overline{F_n^2}$$

Nestas condições o valor quadrático médio da onda de muitas frequências é simplesmente a soma dos valores quadráticos médios de cada componente harmônico presente, sendo o resultado um espectro discreto de frequência conforme indicado na Figura 5 abaixo.

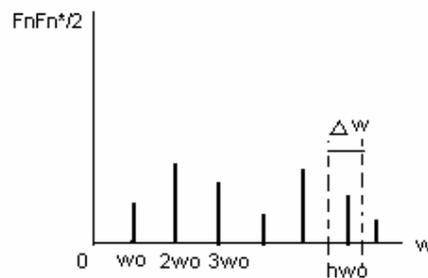


Figura 5. Espectro discreto de frequência de uma função periódica.

## 10. Mesa Vibratória

Esse equipamento é empregado em ensaios de produtos e embalagens, com controle de qualidade e em simulação de solicitações mecânicas envolvidas em diversas operações, como transportes e outras, dispondo de vários sistemas de análise e geração de sinais. Existem mesas vibratórias que são movidas através de um mecanismo tipo biela manivela, alimentadas com um motor elétrico trifásico, que são acopladas a um inversor de frequência, que simula uma vibração com movimentos periódicos, a uma mesma frequência com amplitude de 1,2mm e faixa de vibração de 1 a 100Hz. E existem mesas vibratórias eletromecânicas “shaker” que são empregada para gerar uma vibração sinusoidal em uma faixa de frequência de 2Hz até 500Hz e amplitude variando até 100mm. É acoplado a ela um gerador e analisador de sinais aleatórios, em função de um espectro de densidade de potência inserido, empregado para simular as condições de transporte podendo gerar frequências na faixa de 1 a 500 Hz e amplitude de até 100 mm. É equipado com acelerômetro de crystal piezelétrico de sensibilidade de  $10^{-18}$  a

$10^{18}$  mV/g, fundo de escala 50G e capaz de gerar sinais de até 100 Hz, empregando a técnica da “ Transformada de Fourier” para estimativa da densidade espectral (psd) do sinal de vibração para monitoramento da frequência.

## **11. Normas Internacionais relacionadas à vibração randômica - 1995.**

As normas Internacionais ASTM – D 4728, (Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers) e D 4169 ( Standard practice for performance testing of Shipping Containers and Systems) são métodos de testes relacionados a vibração randômica de unidades de transporte e podem ser utilizados para avaliar o comportamento do contentor em relação ao produto embalado.

A norma ASTM- D4728 fornece um guia de uso de vibração em testes de unidades de transporte, especificando características técnicas da mesa de vibração a ser utilizada, tipos de instrumentos como acelerômetros e condicionadores de sinais, precauções de segurança durante o ensaio, características dos espécimes, calibração e padronização dos equipamentos antes da realização dos ensaios, procedimento a ser utilizado e os itens que o relatório final deve apresentar. A norma fornece os perfis dos testes de vibração para transportes rodoviários, ferroviários e aéreos.

A norma ASTM- D 4169 fornece um guia de avaliação de unidades de transporte de acordo com sistemas uniformes, utilizando métodos de testes estabelecidos em níveis representativos que ocorrem na distribuição atual. Os níveis de testes recomendados são baseados em informações reais no transporte, manuseio de embalagens, práticas atuais da indústria e na experiência. Os testes devem seguir exatamente a seqüência dos ciclos de distribuição, que são detalhados na norma, utilizando os mesmos contentores na ordem estabelecida. Condições de temperatura e umidade relativa do ambiente, condições do espécime em estudo, tipo de material utilizado nas embalagens são informações relevantes para realização dos ensaios. A norma fornece todo o procedimento desde a definição da unidade a ser transportada, determinação dos critérios de aceitação dos espécimes em relação aos danos após o ensaio, estabelece níveis de segurança especificando o nível de intensidade do ensaio de acordo com o valor do produto, e o nível desejado de danos que podem ser tolerados e número de unidades transportadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A seqüência das etapas do experimento é mostrada no fluxograma da Figura 6 e descrita detalhadamente a seguir.

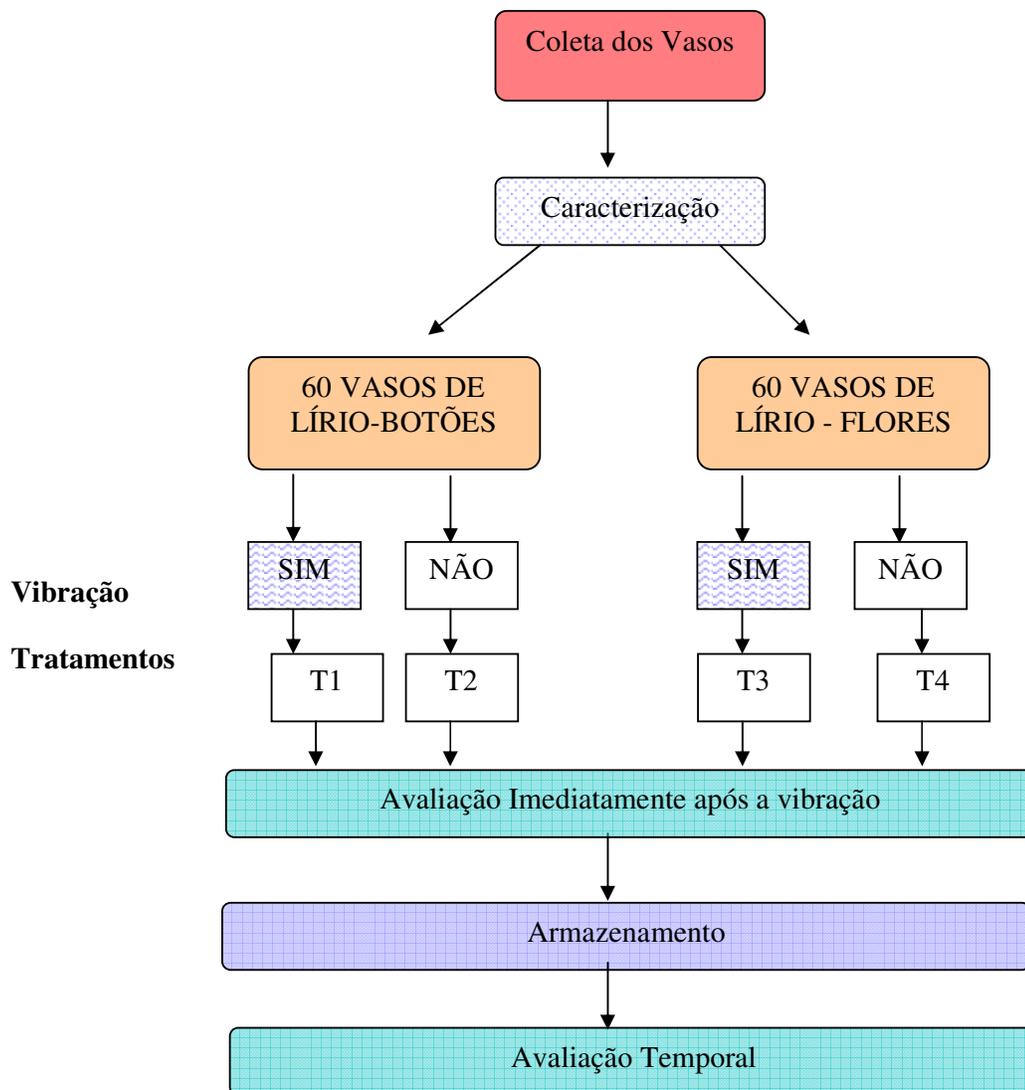


Figura 6. Fluxograma das etapas do experimento.

## 1. Lírio

### 1.1 Coleta

Os vasos de lírios orientais ‘Muscadet’ foram coletados de um mesmo lote no estádio de maturação botões, em propriedade localizada em Holambra-SP em dois dias diferentes.

O lote 1 correspondente aos vasos que sofreram a vibração no estádio botão foram coletados na manhã do dia 9 de outubro de 2007, no ponto de maturação 1e o lote 2 correspondente aos vasos que sofreram vibração no estádio flores foram coletados uma semana após o lote 1, no ponto de maturação 2 apresentado no Anexo 1, sob as mesmas condições de transporte.

Os vasos foram levados da propriedade para Faculdade de Engenharia Agrícola em Campinas onde foram caracterizados e armazenados em uma sala localizada no Laboratório de Pós Colheita antes de serem submetidos ao ensaio de vibração.

### 1.2 Caracterização dos lírios

As plantas foram caracterizadas através das medições da altura das hastes, número de botões por vaso e respectivo comprimento, com auxílio de uma régua de madeira, e estádio de maturação dos botões de acordo com os critérios de classificação do lírio de vaso, apresentado no Anexo 1. As anteras foram cortadas das flores para que o pólen não manchasse as pétalas.

Os danos mecânicos já existentes nos botões foram registrados durante a caracterização do material.

## 2. Tratamentos

Foram considerados 4 tratamentos com 30 vasos cada totalizando 120 vasos.

**Tratamento 1:** 30 vasos submetidos à vibração no estádio flor separando-se 10 vasos para medição de coloração das pétalas (FLVIBR).

**Tratamento 2:** 30 vasos testemunhas (não sofreram vibração) no estádio flor separando-se 10 vasos para medição de coloração das pétalas (FLTEST).

**Tratamento 3:** 30 vasos submetidos à vibração no estádio botão separando-se 10 vasos para medição de coloração das pétalas (BTVIBR).

**Tratamento 4:** 30 vasos testemunhas no estádio botão separando-se 10 vasos para medição de coloração das pétalas (BTTEST).

### **3. Ensaio de Vibração**

Na tarde do mesmo dia da coleta os vasos do lote 1 foram transportados cuidadosamente até o laboratório do Centro de Tecnologia de Alimentos (CETEA), no Instituto de Tecnologia de Alimentos em Campinas - SP (ITAL), para o ensaio de vibração. A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas durante o ensaio.

O ensaio de vibração dos lírios no estádio flores foi realizado 3 dias após a coleta do lote 2, pois considerou-se a abertura dos botões. No dia do ensaio a maioria dos vasos apresentava 3 flores abertas.

Foi utilizada uma mesa vibratória de ação vertical (Modelo 891 e 5 ton de força dinâmica, com controlador MTS, modelo "407 Controller" e "SignalCalc 550 Vibration Controller).

Os engradados foram colocados um ao lado do outro, fixados a mesa com barras de ferro para evitar deslocamentos laterais e envoltos por um filme plástico a fim de evitar o tombamento das hastes e o movimento dos vasos nos engradados, (Figuras 7 e 8). O ensaio foi conduzido segundo a Norma Internacional ASTM D 4728 (Standard Test for Random Vibration Testing of Shipping Containers) de 1995, com duração de 1 hora, correspondendo a uma viagem rodoviária de 500 km de distância em pista pavimentada.

As figuras 7 e 8 ilustram aspectos do ensaio realizado e a disposição dos engradados sobre a mesa vibratória para ambos os estádios de maturação.



Figura 7.a) e b) Disposição das caixas com os vasos no estádio botões na mesa vibratória.



Figuras 8.a) e b) Disposição das caixas com os vasos no estádio flores na mesa vibratória.

#### **4. Armazenamento**

Após o ensaio, os vasos foram levados cuidadosamente para o laboratório de Tecnologia de Pós-Colheita na Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, localizado na Cidade de Campinas SP, para evitar danos físicos durante o transporte. Os vasos ficaram armazenados em sala com temperatura ambiente, com registro de temperatura e umidade relativa do ar através de termo-higrógrafo localizado no chão da sala entre os vasos. A sala foi ventilada para troca contínua de ar, com iluminação durante 12 horas por dia. Cada vaso foi regado com 100 ml de água, quando o substrato aparentemente estivesse seco, segundo orientação dos produtores. Todos os vasos foram

numerados, e os botões e flores identificados para acompanhar a evolução diária da senescência conforme o critério de avaliação de aparência proposto.

Os vasos vibrados e testemunhas do lote 1 e 2 foram dispostos na sala um ao lado do outro em semanas distintas como ilustrado na Figura abaixo.

## **5. Avaliação da Aparência**

O critério de avaliação proposto a seguir combina o critério de notas de aparência atribuídas para lírios utilizados por DIAS TAGLIACCOZZO et al (2005) e as observações dos tipos dos danos mecânicos tais como abscisão, cortes, dobramentos e abrasão ocorridos nos lírios nos ensaios preliminares de vibração. Este critério de avaliação incorpora detalhes para possibilitar melhor discriminação das variações da aparência das flores ao longo dos dias. Para tal foram considerados dois tipos de avaliações para os lírios, um para ser aplicado logo após o ensaio de vibração e o outro também após a vibração, porém para avaliação temporal.

O primeiro deles contempla uma identificação de danos mecânicos nos botões e flores evidentes logo após o ensaio de vibração ou, no máximo até 24 horas após o mesmo, para a manifestação dos danos nos tecidos decorrentes da interação embalagem-planta-vibração. Neste critério as notas variam de 1 a 7, descritas em detalhes no item 5.1.

O outro critério de avaliação refere-se à aparência das flores, ao longo dos dias, também decorrente dos danos ocorridos nos tecidos. Nesse caso foram atribuídas notas de aparência, distribuídas em excelente (nota 4), bom (nota 3), regular (nota 2), ruim (nota 1) e descarte ( nota 0 ), descritas no item 5.2.

Para os vasos com botões, o início da avaliação ocorreu nas flores a partir da abertura dos botões sendo anotados os danos ocorridos nos mesmos após a vibração. No caso das flores, o início da avaliação foi logo após a vibração.

A descrição dos critérios das notas referentes aos danos mecânicos e da aparência estão apresentados a seguir.

### **5.1 Critério de avaliação da aparência até 24 horas após o ensaio de vibração.**

O critério de notas utilizado a seguir foi atribuído aos botões, lote 1 e flores lote 2 logo após a vibração quantificando os tipos de danos ocorridos no ensaio de vibração.

#### **Nota 7**

- Ausência de danos de qualquer natureza nas pétalas, pistilos ou estigmas ou folhas verdes.
- Ausência de abscisão das pétalas, pistilos ou estigmas ou folhas verdes.
- Ausência de manchas nas pétalas causadas por abrasão.

#### **Nota 6**

- Ocorrência de danos em 1 pétala por flor, e/ou 1 estigmas ou pistilos, e/ou 5% das folhas verdes, causados por dobramentos ou cortes ou;
- Ocorrência de abscisão de 1 pétala por flor, e/ou 1 estigmas ou pistilos, e/ou 5% das folhas verdes ou;
- Abrasão, ocorrência de manchas em apenas 1 pétala por flor.

#### **Nota 5**

- Ocorrência de danos em 2 pétalas por flor, e /ou 2 estigmas ou pistilos, e/ou 10% das folhas verdes, ocorridos por dobramentos ou cortes ou;
- Ocorrência de abscisão de 2 pétalas por flor, e /ou 2 estigmas ou pistilos, e/ou de 10% das folhas verdes ou;
- Abrasão, ocorrência de manchas em 2 pétalas por flor..

#### **Nota 4**

- Ocorrência de danos em 3 pétalas por flor, e/ou 3 estigmas ou pistilos e/ou 20% das folhas verdes, ocorridos por dobramentos ou cortes ou;
- Ocorrência de abscisão em 3 pétalas por flor, e/ou mais de 3 estigmas ou pistilos, e/ou 20% das folhas verdes ou;

- Abrasão, ocorrência de manchas em 3 pétalas por flor.

### **Nota 3**

- Ocorrência de danos em 4 pétalas por flor, e/ou 4 estigmas ou pistilos e/ou 25% das folhas verdes, ocorridos por dobramentos ou cortes ou;
- Ocorrência de abscisão em 4 pétalas por flor, e/ou 4 estigmas ou pistilos, e/ou 25% das folhas verdes ou;
- Abrasão, ocorrência de manchas em 4 pétalas por flor.

### **Nota 2**

- Ocorrência de danos em 5 pétalas por flor, e/ou 5 estigmas ou pistilos e/ou 30% das folhas verdes, ocorridos por dobramentos ou cortes ou;
- Ocorrência de abscisão em 5 pétalas por flor, e/ou 5 estigmas ou pistilos, e/ou 30% das folhas verdes ou;
- Abrasão, ocorrência de manchas em 5 pétalas por flor.

### **Nota 1**

- Ocorrência de danos em 6 pétalas por flor, e/ou 6 estigmas ou pistilos e/ou 35% das folhas verdes, ocorridos por dobramentos ou cortes ou;
- Ocorrência de abscisão em 6 pétalas por flor, e/ou 6 estigmas ou pistilos, e/ou 35% das folhas verdes ou;
- Abrasão, ocorrência de manchas em 6 pétalas por flor.

### **Nota 0**

- Descarte, refere-se a um número superior de danos em relação a Nota 1, ocorridos nas pétalas, botões, pistilo e folhas verdes.

## **5.2 Critério para avaliação temporal da aparência após a vibração.**

O critério de notas utilizado a seguir foi atribuído às flores dos lotes 1 e 2 diariamente pra avaliar a aparência das flores de lírio.

**Nota 4**

Aspecto geral excelente caracterizado por flores túrgidas, com brilho, ausência de enrolamento nas pétalas e manchas e folhagem verde.

**Nota 3**

Aspecto geral bom caracterizado por flores com início da perda da turgescência, com brilho, pétalas com início de enrolamento, folhagem verde.

**Nota 2**

Aspecto geral regular caracterizado por flores com início de perda de brilho, pétalas enroladas, com mudança de coloração, amarelecimento da folhagem principalmente nas extremidades (corresponde a flor sem valor comercial).

**Nota 1**

Aspecto geral ruim caracterizado por flores com perda acentuada de turgescência, flores opacas e bem enroladas com coloração escura, amarelecimento da folhagem nas extremidades.

**Nota 0**

Descarte.

**6. Nota Geral**

Foi calculada uma média das notas atribuídas às flores e cada vaso recebeu uma nota por dia para todos os tratamentos. As notas de aparência foram atribuídas diariamente, ao longo de 7 dias.

## 7. Medida de coloração de pétala de lírio

A medida de coloração da pétala é uma proposta inovadora na avaliação temporal da aparência das plantas, tornando a avaliação mais objetiva. Foram analisados 10 vasos para cada tratamento para a medição de cor das pétalas através de ensaios destrutivos.

Utilizou-se um colorímetro (Minolta Hunter Lab) portátil para medições na superfície da pétala próximo a região central da flor, onde a cor é mais intensa comparada as outras regiões (Figura 9). A avaliação foi feita em 18 pétalas (3 flores) diariamente, observando a relação com a perda de brilho e estágio de maturação dos lírios. Os resultados foram relatados em função da cor e do brilho, expressos em valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  (escala CIELAB).

Os dados obtidos com a mudança de coloração das flores foram correlacionados com as notas obtidas da avaliação temporal da aparência ao longo da vida útil das plantas.

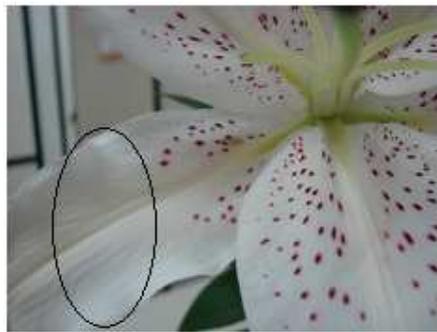


Figura 9. Ilustração da região para medida de cor da pétala.

## 8. Planejamento experimental e análise estatística

Foi utilizado um delineamento totalmente casualizado e as diferenças identificadas pela ANOVA. A comparação de médias por Tukey ( $p < 0,05$ ), foi feita com o auxílio do pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System) versão 9.1.3.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Caracterização dos Lírios

Os lotes de vasos de lírios apresentaram plantas com 3 hastes contendo de 3 a 5 botões cada uma presas a estacas de bambu, com arames nas suas extremidades, a fim de evitar tombamento das mesmas. Todos os vasos chegaram do produtor acondicionado individualmente em um plástico de polietileno. Os lotes apresentaram valores de comprimento de hastes e botões uniformes como pode ser visto nas Tabelas 1 e 2. Os botões do lote 1 foram coletados da propriedade no ponto de maturação 1 e o lote 2 no ponto de maturação 2 como apresentado no Anexo 1.

Foi feita uma análise da aparência dos lotes antes do ensaio de vibração e os botões que apresentaram danos mecânicos foram desconsiderados.

Tabela 1. Comprimento médio das hastes de lírios.

Comprimento das Hastes (m)	Lote 2		Lote 1	
	FLVIBR	FLTEST	BTVIBR	BTTEST
Média e Desvio Padrão	0,686±0,030	0,672±0,032	0,716±0,027	0,697±0,018

Tabela 2. Comprimento médio dos botões de lírios.

Comprimento dos botões (m)	Lote 2		Lote 1	
	FLVIBR	FLTEST	BTVIBR	BTTEST
Média e Desvio Padrão	0,097±0,017	0,10±0,013	0,09±0,013	0,089±0,013

## 2. Avaliação de Aparência

Durante o ensaio de vibração dos 2 lotes no CETEA, a temperatura média registrada foi de 22,8<sup>0</sup>C e a umidade relativa média foi de 43,1% durante as 2 horas.

### 2.1 Avaliação dos danos mecânicos logo após o ensaio de vibração

Os danos mecânicos observados durante o ensaio de vibração utilizando uma mesa vibratória simulando um transporte rodoviário em lírios nos estádios botão e flor como abrasões, dobramentos, cortes e abscisões estão ilustrados nas Figuras 10 e 11.

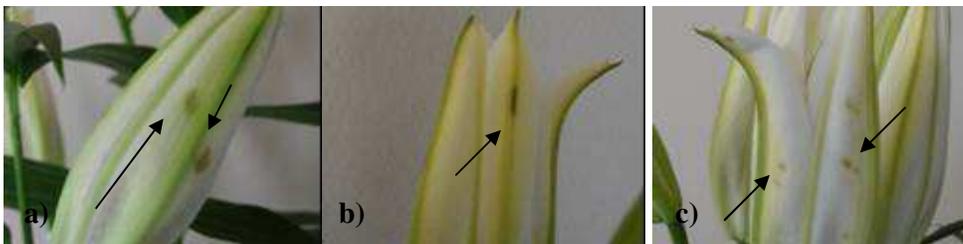


Figura 10. Danos mecânicos ocorridos nos botões durante o ensaio de vibração.

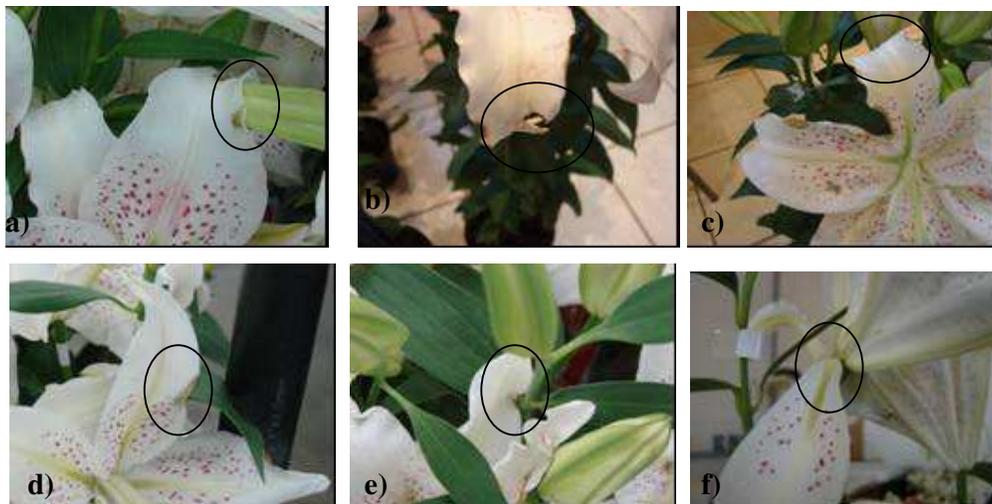


Figura 11. Tipos de danos mecânicos ocorridos nas pétalas durante a vibração: a)abrasão entre pétala-botão, b)corte, c)dobramento ,d)abrasão entre pétala-folha, e)abrasão entre pétala-haste, f) abscisão de pétala.

Tabela 3. Notas médias de aparência após a vibração para os 4 tratamentos.

<b>Tratamento</b>	<b>Nota de Aparência</b>
FLVIBR	4,34 C
FLTEST	7,00 A
BTVIBR	5,71 B
BTTEST	7,00 A

Medidas seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

As notas foram quantificadas de acordo com o número de ocorrência dos danos em cada botão e flor, obtendo-se uma nota média por vaso.

Observa-se na Tabela 3 que houve diferença significativa entre os tratamentos FLVIBR e FLTEST e BTVIBR e BTTEST ao nível de confiança de 95%. Os danos mecânicos visíveis como abrasões, dobramentos, cortes e abscisões ocorreram em maior quantidade nos lírios vibrados no estágio flor, comparado ao botão devido a maior exposição das pétalas, hastes, botões, folhas verdes e embalagem. Os danos ocorreram principalmente nas bordas das pétalas devido o contato entre estas, folhas e hastes durante a vibração causando um escurecimento na região de ocorrência.

A embalagem plástica que acondiciona os vasos mostrou-se inadequada na proteção dos lírios, pois sua altura não corresponde a altura da planta, ocorrendo danos mecânicos entre a aresta da embalagem e os órgãos da planta.

A Tabela 4 representa a quantidade de vasos vibrados nos estádios flores e botões relacionados à ocorrência de pétalas danificadas em intervalos de porcentagem. Observou-se que 75% dos vasos vibrados no estágio flor apresentaram notas mínimas de 2 para baixo e 100% dos vasos vibrados no estágio botão apresentaram notas até 5.

A Tabela 17 no Anexo 2 está representada a análise de variância para os valores de nota de vibração obtidos para flores e botões vibrados no primeiro dia (logo após a vibração).

Tabela 4. Representação das notas médias de aparência de pétalas danificadas em vasos vibrados nos estádio botão e flor.

Notas médias de aparência	Quantidade de vasos	
	(flores)	(botões)
7	0	4
6	0	10
5	5	6
4	6	0
3	3	0
2 para baixo	6	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>20</b>

O uso de embalagens adequadas para o transporte de lírios em caminhões evitaria a ocorrência de danos mecânicos nas pétalas, principal causa da aceleração do processo de senescência das flores e perda do valor comercial.

Análise de variância para os valores de nota de vibração obtidos para flores e botões vibrados no primeiro dia (logo após a vibração) está representada na Tabela 17.

## 2.2 Avaliação temporal da aparência após a vibração

O lote 1 com vasos no estádio botões foram armazenados a temperatura média de 28,5°C (Tmax 32 °C e Tmin 25 °C) e umidade relativa registradas com mínima de 38% e máxima de 78%. O lote 2 com vasos no estádio flores foi armazenado a uma temperatura média de 28°C (Tmax 33 °C e Tmin 23 °C umidade relativa registradas com mínima de 38% e máxima de 84%.

Tabela 5. Valores médios e comparação de médias de notas de aparência dos lírios armazenados sob os 4 tratamentos ao longo de 7 dias.

Tratamento	1	2	3	4	5	6	7
FLVIBR	4,00 Aa	3,54 Bb	2,95 Cc	2,36 Db	1,65 Eb	0,89 Fb	0,25 Gb
FLTEST	4,00 Aa	3,93 Aa	3,62 Ba	3,20 Ca	2,42 Da	1,52 Ea	0,71 Fa
BTVIBR	3,96 Aa	3,81 Aa	3,34 Bb	2,28 Cb	1,13 Dc	0,30 Ec	0,04 Fc
BTTEST	4,00 Aa	3,84 Aa	3,43 Ba	2,46 Cb	1,18 Dc	0,34 Ec	0,02 Fc

Medidas seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Medidas seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

A variação dos valores médios das notas de aparência dos lírios dos lotes 1 e 2 ao longo do período de armazenamento são mostradas nas Figuras 12 e 13.

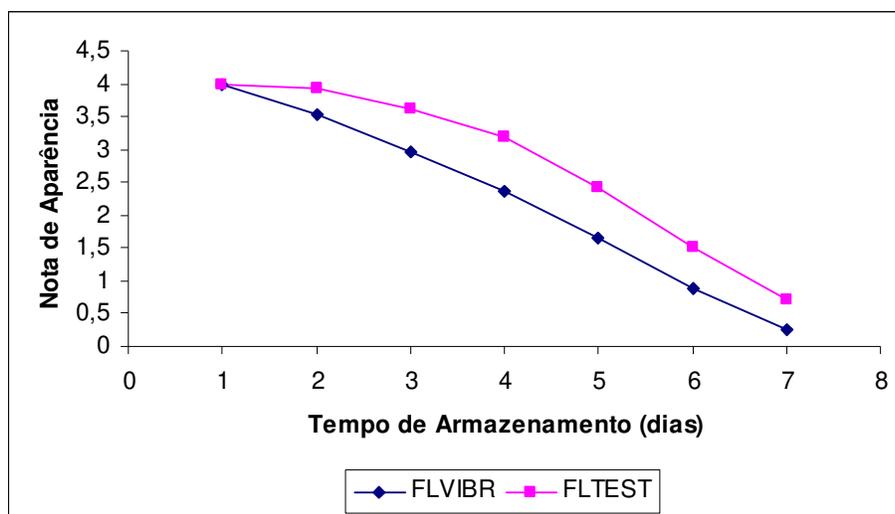


Figura 12. Notas de aparência de pétalas de lírios ao longo do tempo de armazenamento sob os tratamentos no estádio flor.

Na Figura 12, o dia 1 refere-se ao primeiro dia de análise da aparência das flores após 24 horas de sua abertura. Observa-se que o tratamento FLVIBR obteve notas médias diferentes ( $p < 0,05$ ) em todos os dias de armazenamento e o tratamento FLTEST do terceiro dia em diante. As notas médias de aparência do tratamento FLTEST foram melhores do que FLVIBR em todos os dias, porém ambos perderam em aparência ao longo do tempo. Observou-se perda de brilho, turgidez e escurecimento do tecido das pétalas. Comparando-se as flores vibradas com as testemunhas observou-se diferença

( $p < 0,05$ ) a partir do segundo dia de armazenamento, pois os danos mecânicos ocorridos nas pétalas dos lírios dos vasos vibrados no primeiro dia, aceleraram o processo de depreciação da aparência. Do quinto dia em diante, as flores estavam murchas com coloração escura e aspecto geral ruim.

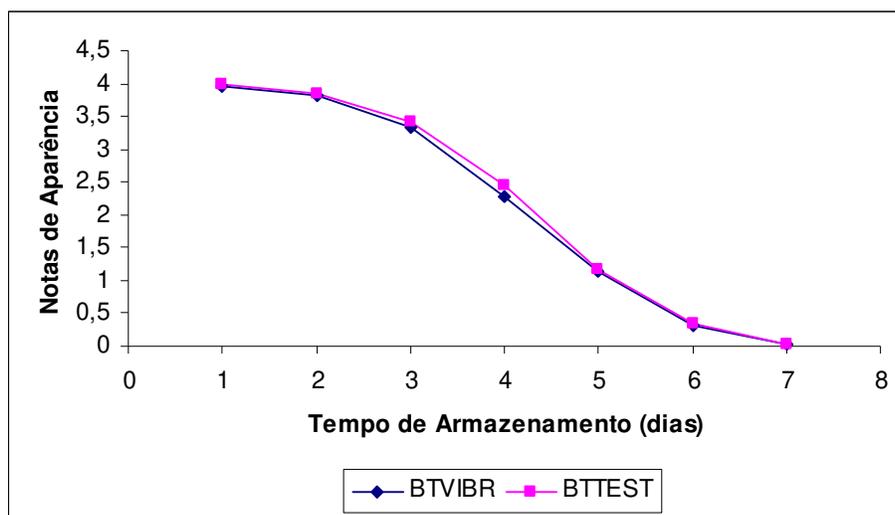


Figura 13. Notas de aparência de pétalas de lírios ao longo do tempo de armazenamento sob os tratamentos no estágio botão.

Na Figura 13, o dia 1 refere-se ao primeiro dia de análise da aparência das flores após 24 horas de sua abertura. Observa-se que até o terceiro dia as flores mantiveram boa aparência, a partir do quarto dia a flor começou a degradar naturalmente sua aparência independentemente dos danos ocorridos nos botões. Os danos mecânicos foram observados no lado externo das pétalas e não influenciaram a variação temporal da aparência a qual foi realizada na parte interna da pétala. Observou-se que a vibração não afetou a aparência das flores nos os tratamentos BTVIBR e BTTEST ao longo do armazenamento.

O primeiro dia de abertura das flores do lote 1 não corresponde ao primeiro dia de abertura das flores do lote 2. Esperou-se até que os lírios do lote 1 se abrissem para iniciar a avaliação da aparência. Considerou-se também o fato de os lotes terem sido armazenados em condições de temperatura e umidade relativa diferentes. Devido a isto não foi possível fazer uma comparação de médias de notas de aparência entre os tratamentos BTVIBR e BTTEST e FLVIBR e FLTEST.

Vide em Anexo 2, Tabelas 15 e 16, a análise de variância, ANOVA, para as notas de aparência e vibração obtidas para flores e botões vibrados e testemunhas.

Comparando o critério proposto neste trabalho com o utilizado por DIAS TAGLIACOZZO et al (2005), observou-se que o critério de identificação de danos mecânicos nos botões e flores logo após o ensaio de vibração, acrescentou parâmetros importantes na avaliação da aparência dos lírios de vasos ao longo do armazenamento.

### 3. Análise da coloração das pétalas de lírios sob os parâmetros.

#### 3.1 Parâmetro L\*

Tabela 6. Valores médios e comparação de médias do parâmetro L das flores de lírio armazenadas sob os 4 tratamentos.

Parâmetro L							
Tratamento	1	2	3	4	5	6	7
<b>FLVIBR</b>	78,91 Aa	76,50 Bab	78,49 Aa	77,15 Aab	75,90 Aab	75,09 ABb	71,70 Bc
<b>FLTEST</b>	77,03 ABCabc	76,09 Aa	78,82 Aa	77,75 Aab	74,21 A,c	76,82 Aabc	74,98 Abc
<b>BTVIBR</b>	75,60 Bbcd	78,43 ABa	76,07 Aabc	76,47 Aab	72,83 Acd	72,60 Bd	67,55 Ce
<b>BTTEST</b>	74,58 Ba	78,16 ABa	76,64 Aa	77,41 Aa	75,47 Aa	69,25 Cb	69,96 BCb

Medidas seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Medidas seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Os valores médios de L na análise de cor de pétalas de lírios ao longo do período de armazenamento são mostrados na Figura 14.

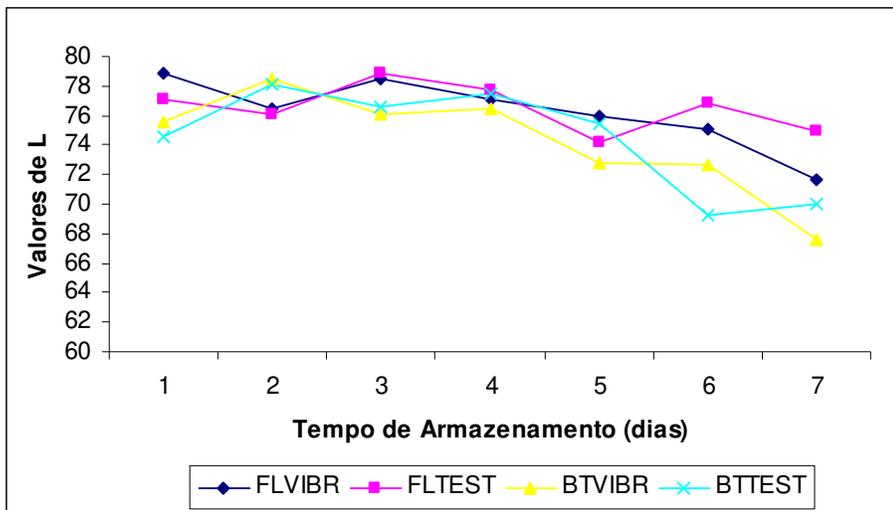


Figura 14. Valores de L de pétalas de lírios ao longo do tempo de armazenamento sob os quatro tratamentos.

Observa-se na Tabela 6 através da análise estatística que houve variação do parâmetro L em todos os tratamentos somente entre os primeiros dias comparados aos últimos. Os valores próximos a 100 indicam cores brancas, percebe-se diminuição desses valores ao longo do armazenamento devido principalmente ao escurecimento das pétalas, causados pelos danos mecânicos e envelhecimento natural da flor. Até o quinto dia as notas médias entre os tratamentos.

A ocorrência de danos mecânicos nas pétalas influenciou diretamente na aceleração da depreciação da aparência das flores e conseqüente nítida mudança de coloração no final do período de armazenamento para todos os tratamentos.

### 3.2 Parâmetro a\*

Tabela 7. Valores médios e comparação de médias do parâmetro a\* das flores de lírio armazenadas sob os 4 tratamentos.

Parâmetro a							
Tratamento	1	2	3	4	5	6	7
<b>FLVIBR</b>	-1,14 Ab	-1,41 Bb	-1,27 Ab	-1,38 Bb	-0,99 Ab	-0,88 Ab	0,10ABa
<b>FLTEST</b>	-1,16 Aa	-0,58 Aa	-0,91 Aa	-0,58 Aa	-0,83 Aa	-0,69 Aa	-0,70 Ba
<b>BTVIBR</b>	-0,86 Ab	-0,63 Ab	-0,90 Ab	-1,26 Bb	-1,02 Ab	-0,91 Ab	1,02 Aa
<b>BTTEST</b>	-0,85 Ab	-0,95 Ab	-1,05 Ab	-1,36 Bb	-1,13 Ab	-0,76 Ab	0,58 Aa

Medidas seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Medidas seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Os valores médios de a\* na análise de cor das pétalas de lírios ao longo do período de armazenamento são mostrados na Figura 15.

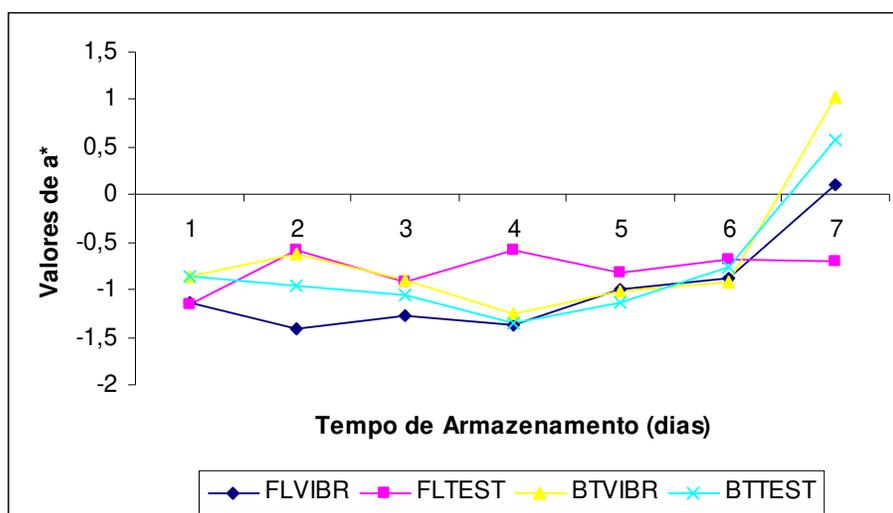


Figura 15. Valores de a\* de pétalas de lírios ao longo do tempo de armazenamento sob os quatro tratamentos.

Observou-se na tabela 6 que não houve diferença estatística do parâmetro a\* para todos os tratamentos do primeiro ao sexto dia. No sétimo dia houve diferença estatística para todos os tratamentos exceto para Flores Testemunhas. O parâmetro a\*

varia do vermelho ( $0^0$ ) ao verde ( $180^0$ ), nesse caso os valores ficaram próximos a  $0^0$ , mas não foi um bom parâmetro para análise de cor.

### 3.3 Parâmetro b\*

Tabela 7. Valores médios e comparação de médias do parâmetro b\* das flores de lírio armazenadas sob os 4 tratamentos.

Parâmetro b							
Tratamento	1	2	3	4	5	6	7
<b>FLVIBR</b>	6,14ABb	10,63 Aa	6,81 Ab	7,07 Ab	8,42 Aab	7,83 Bb	10,91 Ba
<b>FLTEST</b>	6,54 Aa	5,78 Ba	6,18 Aa	6,54 Aa	6,30 Ba	7,20 Ba	7,24 Ca
<b>BTVIBR</b>	5,17ABd	6,23 Bcd	6,06 Ad	7,35Acd	8,63 Ac	11,97Ab	16,95Aa
<b>BTTEST</b>	4,72 Bd	5,88Bcd	5,87Acd	7,42 Ac	6,81ABcd	11,95A,b	18,34 Aa

Medidas seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Medidas seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Os valores médios de b\* na análise de cor das pétalas de lírios ao longo do período de armazenamento são mostrados na Figura 16.

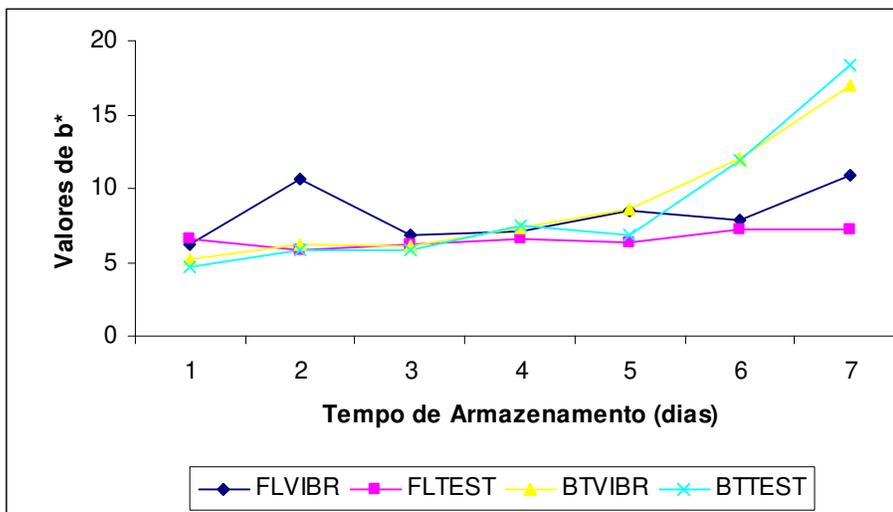


Figura 16. Valores de b\* de pétalas de lírios ao longo do tempo de armazenamento sob os quatro tratamentos.

Observou-se na Tabela 7 que houve diferença significativa entre os tratamentos e entre os dias para o mesmo tratamento em relação ao parâmetro b\* a partir do sexto dia de armazenamento. O parâmetro b\* varia do amarelo (90<sup>0</sup>) ao azul (270<sup>0</sup>), nesse caso não foi possível analisar a variação de cor das pétalas, visto que os valores ficaram entre 5<sup>0</sup> e 20<sup>0</sup>.

### 3.4 Ângulo Hue

Tabela 8. Valores médios e comparação de médias do ângulo hue das flores de lírio armazenadas sob os 4 tratamentos.

Ângulo Hue							
Tratamento	1	2	3	4	5	6	7
<b>FLVIBR</b>	79,20 Aa	-82,41 Aa	-79,42 Aa	-78,75 Aa	-68,09 Aa	-68,70 <sup>a</sup> ,a	-45,21B,a
<b>FLTEST</b>	80,08 Aa	-54,37 Aa	-81,60 Aa	-54,89 Aa	-52,52 Aa	-39,63 Aa	-84,40 Ba
<b>BTVIBR</b>	80,43 Ab	-69,22 Ab	-66,32 Ab	-80,33 Ab	-82,36 Ab	-70,17 Ab	71,38 Aa
<b>BTTEST</b>	79,65 Ab	-80,77 Ab	-79,86 Ab	-79,54 Ab	-80,64 Ab	-70,96 Ab	58,25 Aa

Medidas seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey, p<0,05).

Medidas seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey, p<0,05).

Os valores médios do ângulo hue na análise de cor das pétalas de lírios ao longo do período de armazenamento são mostrados na Figura 17.

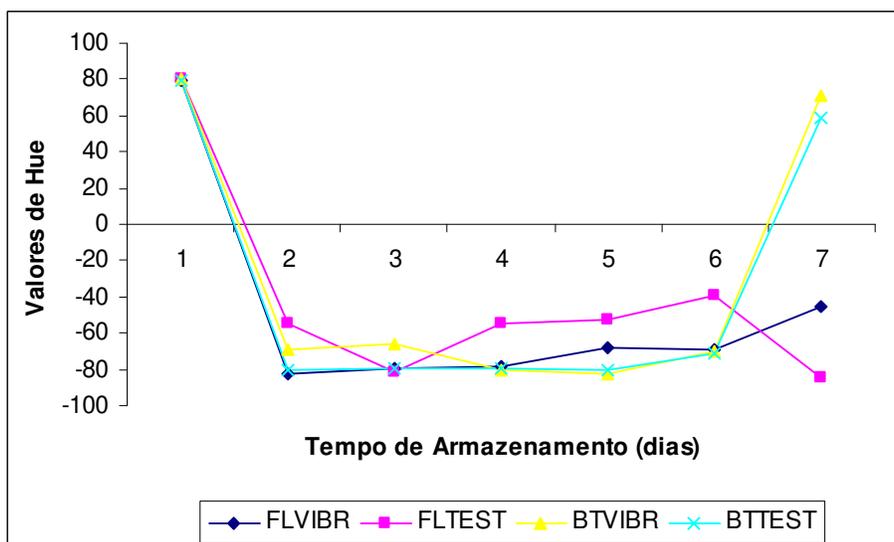


Figura 17. Valores de hue de pétalas de lírios ao longo do tempo de armazenamento sob os quatro tratamentos.

Observou-se na Tabela 8 acima que não houve diferença significativa entre os tratamentos e entre os dias para cada tratamento para o angle hue, não sendo um bom parâmetro para medição de cor das pétalas.

### 3.5 Chroma

Tabela 9. Valores médios e comparação de médias de chroma das flores de lírio armazenadas sob os 4 tratamentos.

Chroma							
Tratamento	1	2	3	4	5	6	7
FLVIBR	6,25 ABb	10,72Aa	6,94 Ab	7,21 Ab	8,49 Ab	7,90 Bb	10,95 Ba
FLTEST	6,64 Aa	5,82 Ba	6,25 Aa	6,58 Aa	6,37 Ba	7,26 Ba	7,29 Ca
BTVIBR	5,24 ABd	6,27 Bc	6,15 Ad	7,47 Ac	8,70 Ac	12,04 Ab	17,01 Aa
BTTEST	4,80 Bd	5,96 Bc	5,97 Ac	7,55 Ac	6,91 ABc	12,01Ab	18,37 Aa

Medidas seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Medidas seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (Tukey,  $p < 0,05$ ).

Os valores médios de chroma na análise de cor das pétalas de lírios ao longo do período de armazenamento são mostrados na Figura 18.

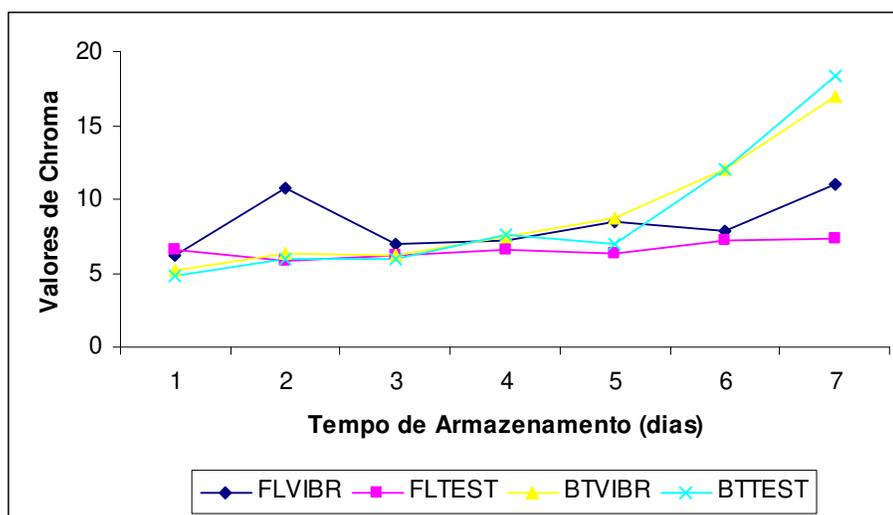


Figura 18. Valores de chroma de pétalas de lírios ao longo do tempo de armazenamento sob os quatro tratamentos.

Observou-se na Tabela 9 acima que não houve diferença significativa entre os tratamentos e entre os dias para cada tratamento para o chroma, não sendo um bom parâmetro para medição de cor das pétalas.

Para os tratamentos no estágio botões, vibrados e testemunhas, observou-se uma variação maior do índice de saturação de Chroma comparado as flores a partir do quinto dia de armazenamento indicando perda de turgidez dos tecidos das pétalas, porém menor nas flores testemunhas, devido a menor quantidade de danos mecânicos ocorridos nas pétalas.

A figura 19 representa as pétalas no primeiro, quarto, sexto e sétimo dias de medição de cor.

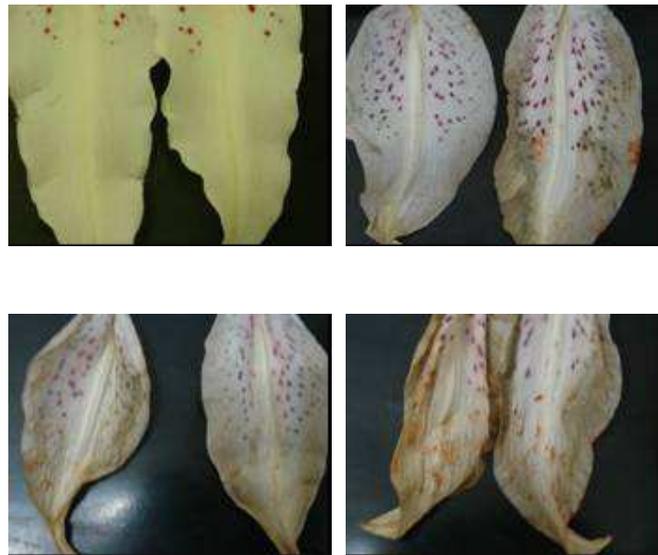


Figura 19. Pétalas no primeiro, quarto, sexto e sétimo dias de medição de cor.

#### **4.0 Diferença de cor**

A figura 20 representa a diferença de cor entre os tratamentos ao longo do período de armazenamento.

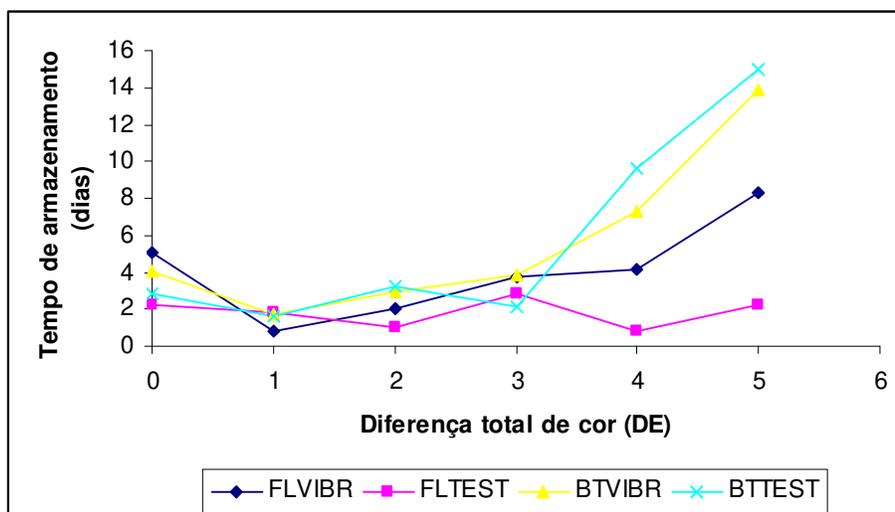


Figura 20. Valores médios da diferença de cor das pétalas das flores para cada tratamento.

Os tratamentos nos estádios botões e flores foram realizados em 2 lotes diferentes. Observou-se diferença total de cor nos tratamentos com vasos vibrados nos estádios flores e botões, a partir do terceiro dia em relação ao estado inicial das plantas, devido ocorrência de danos mecânicos nas pétalas (cortes, abrasão, dobramentos) e conseqüente mudança de coloração (escurecimento dos tecidos).

A partir do quarto dia houve uma maior variação da diferença de cor em todos os tratamentos associados ao envelhecimento dos tecidos intensificados à ocorrência dos danos mecânicos nos tratamentos onde os vasos foram vibrados.

Quanto maior o valor de diferença de cor, maior é a diferença entre a cor atual e o padrão observado nos vasos vibrados estágio botões e flores. O valor padrão se refere ao primeiro dia de experimento.

Observou-se que a medição de cor das pétalas de lírio com o auxílio do colorímetro não apresentou diferença significativa da visão humana, pois somente nos últimos dias de armazenamento observaram-se variações do brilho e cor.

Vide em Anexo 2, Tabelas 10 a 14, a análise de variância, ANOVA, para os parâmetros de medição de coloração das pétalas, L, a\*, b\*, Hue e Chroma, para flores e botões vibrados e testemunhas.

## CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste trabalho pode-se concluir que:

- Danos mecânicos como abrasão, cortes, dobramentos e abscisão ocorreram em lírios nos dois estádios de maturação botões e flores durante o ensaio simulando transporte rodoviário.
- Os danos mecânicos gerados nas pétalas dos lírios de vaso influenciaram na aceleração do processo de senescência das flores, tornando a aparência com aspecto geral ruim, não comercializável.
- O critério de notas de vibração e aparência foi satisfatório na análise dos lírios, observaram-se diferenças significativas entre os diferentes estádios de maturação.
- A mudança de coloração das pétalas medidas através do colorímetro não mostrou resultados satisfatórios, pois não houve diferenças significativas comparadas à visão humana.
- O ensaio segundo o espectro de amplitude e frequência sugerido para transporte em caminhões da Norma Internacional ASTM D 4728 foi satisfatório, pois foi possível a análise dos danos mecânicos gerados nas pétalas dos lírios.
- O transporte de lírios no estágio botão é recomendável, pois o número de danos mecânicos gerados nas pétalas foi significativamente menor do que os transportados no estágio flores, preservando a aparência por mais tempo podendo ser comercializada até o quarto dia depois de flor aberta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Society for Testing and materials (ASTM) Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers. ASTM D4728-95. Philadelphia: ASTM, (2000). 6p.

AUER, C.A.; MCCONNEL, D.B. Simulated Transit Vibration and Silver Thiosulfate Applications Affect Ethylene Production and Leaf Abscission of Begonia and Schefflera. HortScience. V.19, n.4, p.517-519, 1984.

BORCH, K.; WILLIAMS, M.H. Influence of simulated transport on post harvest longevity of three cultivars of miniature potted rose. Acta Horticulturae, Second International Symposium on Roses, 424, ISHS.

BULLE, A. A. E., SLOOTWEG, G. Effects of Vibration During Transport on the Quality of Pot Plants. Acta Horticulturae, Netherlands, 518, ISHS, 2000.

CASTRO, C.E.F., Cadeia Produtiva de Flores e Plantas Ornamentais. Rev. Bras. Hort. Ornam. Campinas, v4, n.1/2, p. 1-46, 1998.

CASTRO, C.E.F., Tratamentos Químicos Pós Colheita e Critérios de Avaliação da Qualidade de Cravos. Piracicaba: ESALQ, 1984. 139p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Área de Concentração Fitotecnia, 1984.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B., Pós Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e manuseio. Lavras: ESALQ/FAEPE, Br, 1990. 320p.

DIAS-TAGLIACOZZO, G., GONÇALVES C., CASTRO, C. E. F. Manutenção da Qualidade Pós-Colheita de Lírio. Rev. Bras. Hort. Ornam., Campinas, v.11, n.1,p.29-34, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO de FLORICULTURA (IBRAFLOR). Padrão Ibraflor de Qualidade. Junho de 2000. 87p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. Notícias. Disponível em <http://www.ibraflor.com.br/braflor/index>. Acesso em 15 de dezembro de 2005.

LACERDA, Fausto Corrêa, Efeitos das acelerações e frequências durante o transporte do figo `roxo de Valinhos´.Campinas: UNICAMP,2004.80P. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).

LAURENTI, R., Efeito de esforços vibracionais na estrutura do tecido vegetal. Campinas: UNICAMP, 2003. 181p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Univ. Estadual de Campinas, 2003.

LEME, J. L., Resfriamento e Conservação de Antúrio ‘ IAC EIDIBEL’\_Campinas: UNICAMP, 2004. 104p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, Univ. Estadual de Campinas, 2004.

MC GUIRE, R. G. Reporting of Objective color measurements. Hortscience, 27(2):1254-1255,1992.

OLIVEIRA, M. J. G. Como Conservar Flores e Plantas no Varejo. 93p.

PERTWEE, J., International Cut Flower – Manual. UK, Ed Pathfast Publishing, pg 102-105, 1999.

VILELA, Nirlene J., LANA, Milza M., NASCIMENTO, Edson F. *et al.* O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. *Hortic. Bras.*, Apr./June 2003, vol.21, no.2, p.142-144. ISSN 0102-0536.

SAS Institute. **SAS User’s Guide**: statistics. Cary, 2006.

SETO, W. W., Vibrações Mecânicas. São Paulo, Editora Mc Graw-Hill do Brasil, LTDA, 1979, 298p.

SCHUH, M., STRECK, N. Vernalização afeta o filocromo em lírio. *Bragantia*, v. 64, p. 25-32, 2005.

SHEWFELT, R. L.; THAI, C. N.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, v.53, n.5, p.1433-1437, 1988.

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

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1 - Critérios de Classificação do Lírio de vaso ( fornecido pelos produtores de Lírio de Holambra)**

#### **1. GRUPO**

1. ORIENTAL
2. ASIÁTICO
3. LONGIFLORUM
4. LONGIFLORUM X ASIÁTICO
5. LONGIFLORUM X ORIENTAL
6. ORIENTAL X TROMBETLILIE

#### **2. PADRÃO**

São as características mensuráveis do produto. O Padrão é determinado pela uniformidade do lote. O lote de lírio classificado deverá apresentar 90% de uniformidade quanto ao comprimento, tamanho do botão, número de botões por haste e ponto de abertura.

##### **2.1. Altura da haste**

É determinado a partir da borda do vaso até a ponta do último botão viável (Obs 2 ) inserido diretamente na haste principal. O vaso de lírio deverá apresentar de 35 a 60 cm de altura, para as variedades do grupo Oriental. Para as variedades do grupo Asiático, varia de 30 a 60 cm.

1. **Obs.1:** Botão viável: botão que apresenta maturidade fisiológica para completar sua abertura, sob condições adequadas de manuseio.

2. **Obs.2:** Para a montagem do lote ou camada, recomenda-se ao produtor uma diferença de até 10,0 cm entre o vaso mais alto e o mais baixo para que não haja desuniformidade do lote quanto à altura.
3. **Obs.3:** A haste do lírio tem que estar firme. No caso da haste não apresentar sustentação, esta deve ser tutorada individualmente.
4. **Obs. 4 :** O lote que estiver abaixo ou exceder os limites de altura, poderão ser comercializados desde que apresentem firmeza e uniformidade de altura. O produtor poderá especificar a altura usando os seguintes códigos de observações: 154 porte baixo e 155 porte alto.

## 2.2. Quantidade de botões por vaso

O número de hastes por vaso varia de acordo com o diâmetro do vaso que deverá apresentar um número mínimo de acordo com a Tabela 01.

Tabela 01: Número de hastes por vaso de acordo com o diâmetro.

	Nº hastes por vaso			Quantidade de botões viáveis por vaso		
	Pt 13	Pt 14,15,16	Pt 19	Pt 13	Pt 14,15,16	Pt 19
<b>ORIENTAL</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>ASIÁTICO</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>10</b>

Obs: Pt 13, 14, 15, 16 e 19 se referem aos diâmetros dos vasos.

## 2.3. Ponto de maturação

Refere-se ao ponto de colheita no qual o produto é comercializado. O ponto mínimo de comercialização é de 01 botão/ vaso “mostrando cor” para o Oriental e 03 botões / vaso para o Asiático. O lírio vaso classificado deverá apresentar uniformidade no lote, ou seja, não apresentar mistura de vasos imaturos (verdes) com vasos maduros ou médios.

Considera-se **excesso de maturação**, a haste floral que apresenta um avançado estágio de maturação ou envelhecimento.

O lote de Lírio vaso será desclassificado por excesso de maturação quando exceder a 08 flores com mínimo de 30% de abertura (acima do ponto 3 ) distribuídas na camada, equivalente a 02 flores por porta-vaso.

A **falta de maturação** é a haste floral que apresenta precocidade de botão, a qual não permite sua abertura. Não serão aceitos produtos que sejam enviados no estágio imaturo, abaixo do ponto 1 ( fechado ).

- **Ponto 1 – “Maturação 1 : fechado”**. Aproximadamente 03 dias para início de abertura em condições normais de ambiente.
- **Ponto 2 – “Maturação 2 : médio”**. Aproximadamente 02 dias para início de abertura em condições normais de ambiente.
- **Ponto 3 – “Maturação 3 : maduro”**. Aproximadamente 01 dia para início da abertura em condições normais de ambiente.

### **3. Qualidade**

É a ausência de defeitos. A categoria caracteriza a qualidade do lote, estabelecendo tolerâncias diferentes para os defeitos graves e leves, Tabela 2. O produtor deverá eliminar os defeitos graves antes do embalamento, entretanto alterações que podem ocorrer no produto durante o processo de comercialização exigem o estabelecimento de tolerâncias aos defeitos graves que poderão se desenvolver durante o transporte ou depois que o produto já estiver nas mãos de clientes.

Tabela 2 -Tabela para determinação da categoria de qualidade de acordo com a tolerância aos defeitos.

<b>DEFEITOS</b>		
<b>Defeitos Graves</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Danos de Botrytis	0 %	1 %
Danos de pragas (lesma, lagartas)	5 %	6 -15 %
Folhas amarelas	0 %	6 -10 %
Botão deformado	5 %	6 -15 %
Queimadura	0 %	10 %
Dano mecânico	5 %	6 -10 %
Haste mole	0 %	10 %
Falta de hidratação	0 %	0 %
<b>Defeitos Leves (fixos)</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
Resíduo químico	0 %	10 %
Limpeza da base	10 %	11 - 20 %
Transplante recente	0 %	100 %
Deficiência nutricional (clorose)	0 %	10 %

### **3.1 Defeitos Graves**

São aqueles que depreciam a aparência e desvalorizam a qualidade do produto, podendo aumentar de intensidade com o tempo, restringindo ou inviabilizando sua comercialização.

**Danos de Botrytis.** Danos de diferentes características causadas pela infecção de agentes patogênicos. O sintoma típico desta doença é a deterioração do tecido da flor ou folha a partir de pontos de infecção. Se detectados poucos e pequenos pontos de infecção na folha (e não na flor), o produto será classificado como “B”. Infecções maiores e em maior número, o produto será devolvido ao produtor. No caso de

Botrytis em final de ciclo, o qual se apresenta seco e sem aparente sinal de evolução, até 1%, será desclassificado para “A2”.

- **Danos de pragas** (lagarta, lesma). Danos de diferentes características causadas pela infestação de insetos ou ácaros. O aspecto do botão não deverá ser alterado por nenhum sintoma de ataque de praga, mesmo que não prejudique sua abertura, caso ocorra, será classificado como “B”. Danos de lagarta nas folhas poderá ser desclassificado para “A2”.
- **Dano mecânico.** Dano com rompimento ou deformação superficial da epiderme provocada por ação mecânica. Considera-se até 20 % de folhas danificadas (não flores), acima disso informa-se ao produtor, e se continuar a ocorrência, será desclassificado para “B”.
- **Folhas amarelas.** Alteração na coloração, principalmente nas folhas da base, provocada por tempo avançado de estocagem, fungos de solo ou outro motivo relacionado à produção.
- **Botão deformado.** Alteração na forma característica do botão, comprometendo abertura normal da flor.
- **Transplante recente.** É o transplante de hastes de um vaso menor para um maior ou para repor uma haste perdida, sem um tempo mínimo de enraizamento antes da comercialização, assegurando um preenchimento do vaso por raízes. O lote no qual for detectado transplante recente será desclassificado para “A2”.
- **Falta de hidratação.** Refere-se a falta de umidade perceptível no vaso.

### 3.2 Defeitos Leves

São aqueles que depreciam a qualidade, mas não evoluem com o tempo causando mudança na aparência até o destino final.

- **Queimadura.** Mancha de diferentes características decorrentes da toxidez, geralmente apresenta aspecto de queima nas bordas, não tolerável na flor. Em caso generalizado, teremos:
  - Até 10 % da superfície folhear: “A1”
  - 10 a 30% da superfície folhear: “A2”
  - Acima 30% da superfície folhear: “B”

- **Resíduo químico.** Manchas difusas leves que recobrem a epiderme dando um aspecto esbranquiçado à planta, de maneira generalizada. Se as folhas estiverem com flagrante deposição de produtos químicos (brancas), será desclassificado para “A2”.
- **Haste mole.** Haste com desvio da sua forma característica retilínea. Deverá ser tutorada por estacas no caso de não apresentar sustentação, no mínimo 01 estaca por vaso.
- **Limpeza da base.** O vaso de lírio deverá apresentar a base da haste limpa quando necessário. Para os Orientais a limpeza será de 15 cm e de 10 cm para os Asiáticos.
- **Deficiência nutricional.** Desnutrição da planta visualizada por amarelecimento das folhas.

#### **4. Informações adicionais**

1. Devolução do produto por Botrytis. Não serão comercializados os produtos que apresentarem flores ou folhas com sintomas característicos de deterioração do tecido por Botrytis em pontos de infecção espalhados nas flores ou botões.
2. Embalagem: contendo a informação de “A1”, em caso de desclassificação, o produto não será comercializado e será devolvido a propriedade.
3. É recomendável que as hastes estejam bem distribuídas no vaso (em triângulo), conferindo boa formação.

## ANEXO 2 – Análise de variância segundo ANOVA.

Tabela 10. Análise de variância para os valores de L obtidos para flores e botões vibrados e testemunhas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	3	458,90	152,97	20,55	<0,0001
Dia	6	1885,55	314,26	42,23	<0,0001
Tratamento x Dia	18	598,71	33,26	4,47	<0,0001
Modelo	27	2943,17	109,00	14,65	<0,0001
Resíduo	308	2292,21	7,44		
Total	335	5235,38			
Média	75,48				
Desvio Padrão	2,73				
CV (%)	3,61				

Tabela 11. Análise de variância para os valores de a obtidos para flores e botões vibrados e testemunhas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	3	5,18	1,73	5,87	0,0007
Dia	6	65,34	10,89	37,00	<0,0001
Tratamento x Dia	18	27,91	1,55	5,27	<0,0001
Modelo	27	98,44	3,65	12,39	<0,0001
Resíduo	308	90,66	3,65		
Total	335	189,11	0,29		
Média	-0,80				
Desvio Padrão	0,54				
CV (%)	-67,53				

Tabela 12. Análise de variância para os valores de b obtidos para flores e botões vibrados e testemunhas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	3	293,47	97,82	29,91	<0,0001
Dia	6	2023,80	337,30	103,12	<0,0001
Tratamento x Dia	18	1202,54	66,81	20,43	<0,0001
Modelo	27	3519,82	130,36	39,86	<0,0001
Resíduo	308	1007,42	3,27		
Total	335	4527,24			
Média	8,10				
Desvio Padrão	1,81				
CV (%)	22,32				

Tabela 13. Análise de variância para os valores de ângulo hue obtidos para flores e botões vibrados e testemunhas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	3	14407,94	4802,65	2,87	0,0367
Dia	6	224838,25	37473,04	22,39	<0,0001
Tratamento x Dia	18	225938,97	12552,17	7,50	<0,0001
Modelo	27	465185,16	17229,08	10,29	<0,0001
Resíduo	308	515569,49	1673,93		
Total	335	980754,65			
Média		-62,14			
Desvio Padrão		40,92			
CV (%)		-65,84			

Tabela 14. Análise de variância para os valores de chroma obtidos para as flores e botões vibrados e testemunhas.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	3	297,54	99,18	30,27	<0,0001
Dia	6	1995,80	332,63	101,51	<0,0001
Tratamento x Dia	18	1203,48	66,86	20,40	<0,0001
Modelo	27	3496,82	129,51	39,52	<0,0001
Resíduo	308	1009,30	3,28		
Total	335	4506,12			
Media		8,18			
Desvio Padrão		1,81			
CV (%)		22,12			

Tabela 15. Análise de variância para os valores de nota de vibração obtidos para flores e botões vibrados no primeiro dia (logo após a vibração).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	1	132,63	132,63	44,57	<0,0001
Erro	279	830,28	2,98		
Total	280	962,91			
Media		4,98			
Desvio Padrão		1,72			
CV (%)		34,63			

Tabela 16. Análise de variância para as notas da aparência obtidas para as flores e botões vibrados e testemunhas ao longo do período de armazenamento.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	3	251,89	83,96	152,07	<0,0001
Dia	6	7059,85	1176,64	2131,16	<0,0001
Tratamento x Dia	18	180,20	10,01	18,13	<0,0001
Modelo	27	7491,93	277,48	502,58	<0,0001
Resíduo	3757	2074,28	0,55		
Total	3784	9566,22			
Media		2,33			
Desvio Padrão		0,74			
CV (%)		31,83			

Tabela 17. Análise de variância para os valores de nota de vibração obtidos para flores e botões vibrados no primeiro dia (logo após a vibração).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fvalue	Pr > F
Tratamento	3	682,46	227,49	147,13	<0,0001
Erro	537	830,28	1,55		
Total	540	1512,75			
Media	5,95				
Desvio Padrão	1,67				
CV (%)	28,12				