

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO DO
TOMATE DE MESA**

PAULO ROBERTO FERRARI

CAMPINAS
MARÇO DE 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO DO
TOMATE DE MESA**

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

PAULO ROBERTO FERRARI

Orientador: Prof. Dr. MARCOS DAVID FERREIRA

CAMPINAS
MARÇO DE 2006

A MEUS PAIS,
DOMINGOS (IN MEMORIAN) E LEONILDA
PELO CARINHO, AMOR E EDUCAÇÃO.

A MINHA FAMÍLIA,
ESPOSA ANA CLÁUDIA E
FILHOS, JOÃO PAULO E POLIANA,
PELA COLABORAÇÃO, CARINHO E COMPREENSÃO
NOS MOMENTOS DE MINHA AUSÊNCIA NO
CONVÍVIO FAMILIAR.

AGRADECIMENTOS...

- ✓ A DEUS pela presença constante em minha vida e ajuda nos momentos difíceis.
- ✓ Ao meu orientador, Prof. Marcos David Ferreira, pelos ensinamentos, orientação, dedicação e compreensão, em todo o período do trabalho e acima de tudo um amigo.
- ✓ A Anita Gutierrez, pelos ensinamentos, colaboração e orientação em todas as fases do trabalho.
- ✓ Ao CQH-CEAGESP, Hélio, Cláudio, Lisandro, Gabriel, Idalina, Borges, Ossir e Cida pela colaboração em todos os momentos do meu trabalho.
- ✓ Aos alunos do laboratório de tecnologia pós-colheita da FEAGRI, Ana Maria, Marcos, Caroline, Márcia, Jackline, Rafael e Michele, pela colaboração nas atividades do projeto e pelos bons momentos que passamos juntos.
- ✓ Ao Leandro do setor de estrutura de materiais biológicos da FEAGRI que colaborou na execução desta pesquisa.
- ✓ Ao Prof. Luis Augusto Cortez, alunos e funcionários do Laboratório de Termodinâmica e Energia pela colaboração neste trabalho.
- ✓ Aos técnicos do Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita pela contribuição.
- ✓ Ao estatístico Leonardo Sene que contribuiu para a conclusão desta pesquisa.
- ✓ A minha sobrinha Marianna sempre disposta a colaborar e orientar.
- ✓ Ao Prof. Sylvio Luis Honório, Prof. Antonio Carlos Ferraz e Prof. Inácio Dal Fabro pelas contribuições ao trabalho.
- ✓ As Unidades de Beneficiamento de Tomate de Mesa Santa Cecília e Santa Cruz pela colaboração na realização da pesquisa.
- ✓ A F. M. Coempar Importadora e Exportadora pelas informações fornecidas e no material disponibilizado do equipamento eletrônico de classificação.
- ✓ A CEAGESP pela oportunidade de aperfeiçoamento dos estudos.
- ✓ À Faculdade de Engenharia Agrícola pela oportunidade dessa formação acadêmica e as funcionárias da secretaria de pós-graduação, Ana, Rosangela e Marta pela atenção dispensada.
- ✓ A FAPESP e PRODETAB/EMBRAPA pelos recursos disponibilizados para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xii
ABSTRACT.....	xiii
1- INTRODUÇÃO	1
2- OBJETIVOS	4
2.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1- TOMATE	5
3.2. QUALIDADE.....	6
3.3- LEGISLAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO NO BRASIL	6
3.3.1- Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura.....	8
3.3.2- Norma de Classificação de Tomate de Mesa.	9
3.4- BENEFICIAMENTO.....	15
3.4.1- Lavagem, Secagem e Polimento	15
3.4.2- Classificação Manual	17
3.4.3- Classificação Automatizada	18
3.5- EQUIPAMENTOS DE CLASSIFICAÇÃO.....	18
3.5.1- Sistema Mecânico	18
3.5.1.1- Correia de Lona Furada.....	19
3.5.1.2- Rolete Longitudinal.....	19
3.5.1.3- Rolete Transversal.....	20
3.5.1.4- Taça ou Bandeja.....	21
3.5.2- Sistema Eletrônico	22
3.5.2.1- Visão do Equipamento	22
3.5.2.2- Classificação Eletrônica	25
3.5.2.3- Outras Tecnologias de Aplicação.....	28
3.6- ANÁLISES PÓS-COLHEITA	29
3.6.1- Qualidade Visual.....	29
3.6.2- Perda de Massa.....	30
3.6.3- Coloração	31
3.6.4- Firmeza.....	32
3.6.5- Químicas	33
3.6.5.1- pH e Acidez Titulável	33
3.6.5.2- Sólido Solúvel	34
4- MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
4.1- DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS DE CLASSIFICAÇÃO.....	36
4.1.1- Equipamento com Sistema Eletrônico de Classificação	36
4.1.2- Equipamento com Sistema Mecânico de Classificação	39
4.2. AVALIAR A CONFORMIDADE DE CLASSIFICAÇÃO POR DIÂMETRO E COLORAÇÃO ...	42
4.3. VERIFICAR A CONFORMIDADE DOS EQUIPAMENTOS NA CLASSIFICAÇÃO POR DIÂMETRO.....	44

4.4. ACOMPANHAMENTO DA VIDA PÓS-COLHEITA DOS TOMATES	45
4.4.1. Análises Não Destrutivas.....	45
4.4.1.1. Perda de Massa	46
4.4.1.2. Qualidade Visual	46
4.4.1.3- Coloração	46
4.4.2. Análises Destrutivas	47
4.4.2.1. Firmeza	47
4.4.2.2- Análises Químicas.....	48
4.4.2.2.1. pH	49
4.4.2.2.2. Acidez Titulável	49
4.4.2.2.3. Sólido Solúvel	49
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	49
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
5.1- AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE CLASSIFICAÇÃO POR DIÂMETRO E	
COLORAÇÃO.....	51
5.1.1 Sistema Eletrônico de Classificação.....	51
5.1.2 Sistema Mecânico de Classificação.....	53
5.2- VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS EQUIPAMENTOS NA CLASSIFICAÇÃO POR	
DIÂMETRO.....	56
5.2.1 Sistema Eletrônico de Classificação.....	56
5.2.2 Sistema Mecânico de Classificação.....	58
5.3- AVALIAÇÃO DA QUALIDADE VISUAL DOS TOMATES	61
5.3.1 Sistema Eletrônico de Classificação.....	61
5.3.2 Sistema Mecânico de Classificação.....	63
5.4. PERDA DE MASSA	67
5.4.1. Sistema Eletrônico de Classificação.....	67
5.4.2. Sistema Mecânico de Classificação.....	68
5.5- COLORAÇÃO	70
5.5.1. Sistema Eletrônico de Classificação.....	71
5.5.2. Sistema Mecânico de Classificação.....	72
5.6- FIRMEZA	77
5.6.1. Sistema Eletrônico de Classificação.....	77
5.6.2. Sistema Mecânico de Classificação.....	78
5.7- COMPORTAMENTO E EVOLUÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	82
5.7.1. pH	83
5.7.1.1. Sistema Eletrônico de Classificação.....	83
5.7.1.2. Sistema Mecânico de Classificação.....	84
5.7.2. Acidez Titulável	86
5.7.2.1. Sistema Eletrônico de Classificação.....	86
5.7.2.2. Sistema Mecânico de Classificação.....	87
5.7.3. Sólido Solúvel	89
5.7.3.1. Sistema Eletrônico de Classificação.....	89
5.7.3.2. Sistema Mecânico de Classificação.....	91
5.7.4. Relação SS/AT	94
5.7.4.1. Sistema Eletrônico de Classificação.....	94
5.7.4.2. Sistema Mecânico de Classificação.....	95
6- CONCLUSÕES.....	98
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100

ANEXO 01. QUALIDADE VISUAL	111
ANEXO 02. PERDA DE MASSA – ELETRÔNICO VERÃO	113
ANEXO 03. COLORAÇÃO – ELETRÔNICO VERÃO	114
ANEXO 04. PERDA DE MASSA – ELETRÔNICO INVERNO.....	116
ANEXO 05. COLORAÇÃO – ELETRÔNICO INVERNO.....	117
ANEXO 06. PERDA DE MASSA – MECÂNICO VERÃO.....	119
ANEXO 07. COLORAÇÃO – MECÂNICO VERÃO.....	120
ANEXO 08. PERDA DE MASSA – MECÂNICO INVERNO	122
ANEXO 09. COLORAÇÃO – MECÂNICO INVERNO.....	123
ANEXO 10. PERDA DE MASSA – ELETRÔNICO E MECÂNICO	125
ANEXO 11. COLORAÇÃO – ELETRÔNICO E MECÂNICO	126
ANEXO 13. FIRMEZA – ELETRÔNICO INVERNO	129
ANEXO 14. FIRMEZA – MECÂNICO VERÃO	130
ANEXO 15. FIRMEZA – MECÂNICO INVERNO	131
ANEXO 16. ANÁLISES QUÍMICAS - ELETRÔNICO VERÃO.....	132
ANEXO 17. ANÁLISES QUÍMICAS – ELETRÔNICO INVERNO	136
ANEXO 18. ANÁLISES QUÍMICAS – MECÂNICO VERÃO.....	140
ANEXO 19. ANÁLISES QUÍMICAS – MECÂNICO INVERNO.....	144

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01. Classes de diâmetro equatorial da norma de classificação do tomate de mesa.	11
QUADRO 02. Limites de defeitos leves e graves por categoria em porcentagem da norma de classificação do tomate de mesa.	12

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. Equipamento de beneficiamento com sistema eletrônico de classificação – etapas de lavagem, secagem e polimento.	38
FIGURA 02. Equipamento de beneficiamento com sistema eletrônico de classificação – etapa de classificação.	39
FIGURA 03. Equipamento de beneficiamento com sistema mecânico de classificação – etapa de recebimento.	41
FIGURA 04. Equipamento de beneficiamento com sistema mecânico de classificação – etapa de classificação.	42
FIGURA 05. Régua calibradora – classes 0 – 40 – 50 – 60 – 70 – 80 – 90 - 100.	43
FIGURA 06. Evolução da coloração externa do tomate.	44
FIGURA 07. Tomates na câmara de refrigeração.	45
FIGURA 08. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão, armazenados a temperatura de $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $75 \pm 5\%$	71
FIGURA 09. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno, armazenados a temperatura $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$	72
FIGURA 10. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão, armazenados a temperatura $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$	73
FIGURA 11. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de inverno, armazenados a temperatura $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$	74
FIGURA 12. Coloração acumulada das classificações de tomates nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.	76
FIGURA 13. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico de classificação na safra de verão.	77
FIGURA 14. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno.	78
FIGURA 15. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema mecânico de classificação na safra de verão.	79
FIGURA 16. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema mecânico de classificação na safra de inverno.	79
FIGURA 17. Variação percentual acumulada do índice de firmeza dos tomates nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.	82
FIGURA 18. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.	83
FIGURA 19. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.	84
FIGURA 20. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.	85
FIGURA 21. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.	85

FIGURA 22. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.....	86
FIGURA 23. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.....	87
FIGURA 24. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.....	88
FIGURA 25. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.	88
FIGURA 26. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.	90
FIGURA 27. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.....	91
FIGURA 28. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.....	92
FIGURA 29. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.....	93
FIGURA 30. Valores médios de sólido solúvel/acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.....	94
FIGURA 31. Valores médios de sólido solúvel/acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.....	95
FIGURA 32. Valores médios de sólido solúvel/acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.....	96
FIGURA 33. Valores médios de sólido solúvel/acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.....	96

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).	52
TABELA 02. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).	53
TABELA 03. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).	53
TABELA 04. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).	54
TABELA 05. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de verão, do equipamento com sistema eletrônico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.	57
TABELA 06. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de inverno, do equipamento com sistema eletrônico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.	57
TABELA 07. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de verão, do equipamento com sistema mecânico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.	59
TABELA 08. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de inverno, do equipamento com sistema mecânico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.	59
TABELA 09. Classificações utilizadas pelas unidades de beneficiamento através da regulagem dos equipamentos nas safras de verão e inverno.	60
TABELA 10. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates classificado no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão.	61
TABELA 11. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão.	62
TABELA 12. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates classificado no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno.	62
TABELA 13. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno.	63
TABELA 14. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates classificado no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão.	64
TABELA 15. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão.	64

TABELA 16. Resultado da avaliação visual por classificação de tomate classificado no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de inverno.....	65
TABELA 17. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de inverno.	65
TABELA 18. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema eletrônico e mecânico de classificação na safra de verão e inverno.....	66
TABELA 19. Perda de massa acumulada dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico de classificação, nas safras de verão e inverno, no final do armazenamento.....	68
TABELA 20. Perda de massa acumulada dos tomates classificados nos equipamentos com sistema mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no final do armazenamento.....	69
TABELA 21. Perda de massa acumulada dos tomates classificados pelo equipamento com sistema eletrônico e mecânico de classificação nas safras de verão e inverno, no final do armazenamento.....	70
TABELA 22. Coloração adquirida dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.....	75
TABELA 23. Variação percentual do índice de firmeza acumulada dos tomates classificados no equipamento com sistema eletrônico, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.....	81
TABELA 24. Variação percentual do índice de firmeza acumulada dos tomates classificados no equipamento com sistema mecânico, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.....	81

RESUMO

A tomaticultura de mesa nos últimos seis anos evoluiu com a implantação de unidades de beneficiamento, classificando os tomates através de equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação. A avaliação da classificação foi desenvolvida em duas unidades de beneficiamento de tomates de mesa, sistema de classificação eletrônica e mecânica, e em dois períodos de produção, safras de verão e inverno. O cultivar utilizado foi Carmen. Para cada safra foram realizadas três etapas: (1) Avaliar a conformidade de classificação por diâmetro e coloração dos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003), (2) Verificar a conformidade de classificação por diâmetro obtida dos equipamentos, com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento e (3) Acompanhamento da vida pós-colheita dos tomates provenientes da classificação nesses equipamentos em laboratório da Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, onde os tomates ficaram armazenados em câmara de refrigeração a temperatura ambiente de $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$ por um período de 20 dias. Foram realizadas análises como, perda de massa, qualidade visual, evolução da coloração, firmeza e químicas (pH, sólido solúvel, acidez titulável) e cálculo da relação sólido solúvel/acidez titulável. Dentre os resultados, não houve conformidade de classificação por diâmetro e coloração, dos equipamentos, com a norma de classificação do Programa. A conformidade de classificação obtida com a programada apresentou somente para classe de maior diâmetro, em ambos os equipamentos. Na avaliação da qualidade visual, os frutos sadios após armazenamento por 20 dias não apresentaram diferença significativa entre os equipamentos. Como razão de descarte, na safra de verão, enrugamento foi mais freqüente no equipamento eletrônico e a podridão no mecânico, na safra de inverno os descartes foram mais freqüentes no equipamento mecânico. A perda de massa foi maior no equipamento mecânico em ambas as safras. A evolução da coloração dos tomates foi mais intensa na safra de verão no equipamento mecânico e menor intensidade no inverno para o mesmo equipamento. Não houve diferenças significativas para a variação do índice de firmeza entre os equipamentos. As análises das características químicas, não foram significativas. O equipamento eletrônico apresentou melhor desempenho sobre o equipamento mecânico, em relação à classificação e na qualidade da vida pós-colheita dos frutos provenientes desta classificação. Embora utilize alta tecnologia, este equipamento deverá ser monitorado constantemente em suas atividades visando sua eficiência e viabilização do seu investimento. Pelos resultados apresentados, recomenda-se para o sistema mecânico, rever o sistema de classificação de correia de lona furada para que atenda a legislação de classificação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, e garanta melhor desempenho nas etapas de lavagem, secagem e polimento.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* Mill, tomate, classificação, equipamento eletrônico e mecânico, Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, safra de verão e inverno.

ABSTRACT

The fresh market tomato industry has been evolved, in the last six years, with the implantation of tomato grade machines, electronical and mechanical equipments. Evaluation of the grading performance electronical and mechanical equipments was done at summer and winter seasons. The cultivar studied was Carmen. For each season, three main points were studied: (1) Evolution of the size and color grading conformity with the BRAZILIAN PROGRAM FOR HORTICULTURE MODERNIZATION standards. (2) Evaluation of size grading conformity with the one established by the packer. (3) Post harvest shelf life and grading quality of tomatoes during for 20 days in controlled environment at $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and $75\% \pm 5\% \text{ RH}$, FEAGRI/UNICAMP. During storage, visual quality evaluation and physical and physical chemical analysis were done: weight loss, color evolution, firmness, pH, soluble solids, tritratable acidity and ratio. There was no grade conformity with the fresh tomato quality standards of the BRAZILIAN PROGRAM FOR HORTICULTURE MODERNIZATION. There was conformity with the grading programmed by the packer, only for large size, in both equipments. After storage for 20 days, there were not any significant statistic difference on fruit quality sorted by electronical and mechanical equipments. For summer season, the major cause for fruit discharge was shrunken fruits in electronical equipment and decay in mechanical equipment. For winter season there were high post harvest losses at the mechanical equipment. The highest weight loss was found on fruits sorted at the mechanical equipment at the two seasons. The mechanical equipment showed the most intense color evolution at summer season and the less intense at winter season. There were not statistical differences between the equipments for firmness loss. There were also not statistical differences, between the equipments for chemical analyses. The electronical equipment has presented better performance, compared to the mechanical equipment, considering grading performance and post-harvest fruits quality. Despite of its high technology the electronical equipment must be constantly monitored to achieve efficiency and return of the investment. The mechanical system must review its size grading, to achieve grade standards stablished by the BRAZILIAN PROGRAM FOR HORTICULTURE MODERNIZATION and must improve its cleaning operation.

Keywords: *Lycopersicon esculentum* Mill, tomato, grading, electronical and mechanical equipment, Brazilian Program for Horticulture Modernization, summer and winter season.

1- INTRODUÇÃO

A produção mundial de tomate em 2004 ultrapassou 120 milhões de toneladas e o Brasil ficou em nono lugar entre os países produtores (FAO, 2005). A produção nacional foi de 3.515.567 toneladas cultivada em 60.365 ha (IBGE, 2005), e a participação do tomate de mesa corresponde a aproximadamente 62,5% da produção brasileira de tomate (EMBRAPA, 2005). Os principais estados produtores no ano de 2004 foram São Paulo, Minas Gerais e Goiás, com 64% da produção nacional (IBGE, 2005). São Paulo se destaca entre os estados produtores, pois contribuiu com a produção de 420.270 toneladas de tomate de mesa, sendo a região agrícola de Itapeva a principal produtora com 30% da produção do Estado de São Paulo (IEA, 2005).

A tomaticultura de mesa se modernizou nestes últimos seis anos, com a implantação de unidades de beneficiamento de tomate, através do uso de equipamentos automatizados que classificam os produtos eletronicamente em diâmetro, peso e cor e também de equipamentos mecânicos que classificam os produtos por diâmetro. Os tomates anteriormente eram classificados e embalados manualmente no campo. Com a introdução dessas unidades de beneficiamento, ocorreu uma grande mudança na tomaticultura nacional, com a modificação do procedimento utilizado para a classificação, permitindo o controle de qualidade e a formação de grandes volumes do produto para remessa aos mercados, com a diminuição dos custos de transporte. Nas unidades de beneficiamento localizadas no Estado de São Paulo, precursor dessa modernização, com uma logística voltada para agregação de valores na região produtora, o produto passa por várias etapas, desde a lavagem, secagem, polimento, seleção, classificação (diâmetro ou peso e cor) até a embalagem, e neste processo são utilizados equipamentos mecânicos e eletrônicos com características diferentes: os equipamentos com sistema mecânico de classificação lavam, secam e classificam o produto mecanicamente por diâmetro, e os equipamentos com sistema eletrônico de classificação lavam, secam e classificam o produto eletronicamente por diâmetro e/ou peso e cor.

O avanço dessa modernização deve-se ao ambiente de forte competição entre os tomaticultores. Anteriormente a esse período, Costa e Caixeta Filho (1996) afirmaram que a estrutura de comercialização mais comum de tomate de mesa no Estado de São Paulo era a que passava por quatro agentes, o produtor, intermediário, atacadista e varejista, antes de

chegar ao consumidor. Gutierrez (2000) afirma que nas regiões onde não existem unidades de beneficiamento de produtos, os atacadistas das centrais de abastecimento acabam assumindo o papel de classificação, embalagem e rotulagem dos produtos. Produtores de tomate que investiram nessas unidades com equipamentos de beneficiamento e classificação tornaram-se atacadistas comprando a produção de outros produtores (AGRIANUAL, 2001).

Os mercados atacadistas de São Paulo e de outros estados vêm recebendo produtos classificados provenientes dessas unidades de beneficiamento localizadas na região produtora, e com isso observa-se a melhoria da qualidade do produto no mercado consumidor. Nestas regiões as grandes redes varejistas de supermercados são as principais compradoras. Segundo Gutierrez (2000), é de interesse das redes de supermercados manterem relação comercial com essas unidades de beneficiamento, pois são organizadas e fiéis no fornecimento de produtos classificados. O tomate é um importante produto na CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, sendo considerado o segundo produto mais comercializado no entreposto, onde em 2005 foi efetuada a venda de 267.137 toneladas, o que corresponde a 9,2% do volume de frutas e hortaliças com entrada no entreposto. Em relação ao “ranking” de produtos pelo volume financeiro, ocupa o primeiro lugar das hortaliças com um valor de R\$ 314 milhões, correspondendo 10,4% do volume financeiro movimentado no Entrepósito Terminal de São Paulo (SIM CEAGESP, 2005).

Com a modernização da comercialização do tomate, a qualidade é a principal condicionante da competitividade, e para sobrevivência atual, manutenção e conquista de novos mercados, torna-se inadiável e decisiva a incorporação aos produtos de atributos como: tamanho, sabor, consistência, coloração, suculência, odor, aparência geral, homogeneidade e vida de prateleira. Outras características, como: marca, estrutura de distribuição, presteza, assiduidade e constância do atendimento, passam a compor a qualidade do produto em seu sentido mais amplo.

A classificação de um produto é importante na sua comercialização, pois sem um sistema de classificação eficiente é impossível existir transparência de mercado, confiabilidade nas transações comerciais e a adoção de quaisquer formas mais modernas de comercialização. A classificação é regulamentada pela Lei nº 9.972, de 25 de Maio de 2000, e é obrigatória em todo território nacional (MAPA, 2000). O uso da norma de classificação do tomate de mesa vem sendo apresentado através do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura,

que é operacionalizado pela CEAGESP - SECQH - Seção do Centro de Qualidade Hortigranjeira, mas até o presente momento essa norma de classificação proposta e aprovada pela cadeia produtiva do tomate em 2001 não vem sendo utilizada. Os produtores, unidades de beneficiamento, mercado atacadista e varejista, comercializam com ausência de padrões claros e mensuráveis.

A qualidade final do produto é muito importante em atendimento a um mercado cada vez mais exigente em homogeneidade de tamanho, coloração e ausência de defeitos. A avaliação da classificação nas unidades de beneficiamento foi realizada nas safras de verão e inverno de produção do tomate de mesa do cultivar Carmen. Para cada safra foram realizadas três etapas: (1) avaliar a conformidade de classificação por diâmetro e cor dos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação com os padrões do PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003), (2) verificar a conformidade de classificação por diâmetro obtida dos equipamentos, com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento e (3) acompanhamento da vida pós-colheita dos tomates provenientes da classificação nesses equipamentos em laboratório da Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, onde os tomates ficaram armazenados em câmara de refrigeração a temperatura ambiente de $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$ por um período de 20 dias. Foram realizadas análises como, perda de massa, qualidade visual, evolução da coloração, firmeza e químicas (pH, sólido solúvel e acidez titulável) e cálculo da relação sólido solúvel e acidez titulável. A partir dos resultados obtidos foi possível avaliar a qualidade da classificação em equipamentos com sistemas de classificação mecânica e eletrônica, observando a vida pós-colheita, obtendo informações técnicas e características dos tomates de mesa provenientes desses equipamentos nas unidades de beneficiamento.

Esta pesquisa auxilia na avaliação dos equipamentos em atendimento a legislação da classificação do tomate de mesa bem como no fornecimento de informações na implantação do sistema UNIMAC – Unidade Móvel de auxílio à colheita, beneficiamento e embalagem no campo, visando à melhoria da qualidade e diminuição das perdas pós-colheita em tomate de mesa.

2- OBJETIVOS

Avaliar a qualidade e eficiência da classificação para diâmetro e cor e a vida pós-colheita dos tomates de mesa nas unidades de beneficiamento em equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação nas safras de verão e inverno.

2.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a conformidade da classificação empregada pelas unidades de beneficiamento em atendimento a norma de classificação do tomate de mesa do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura.
- Verificar a conformidade de classificação em diâmetro obtida dos equipamentos com a regulação programada pela unidade de beneficiamento.
- Avaliar as características físicas e químicas na vida pós-colheita dos tomates de mesa, classificados nos equipamentos com sistema mecânico e eletrônico de classificação nas unidades de beneficiamento.

3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1- TOMATE

O tomate é originário da região andina, do norte do Chile até o Peru. No século XV foi levado para o México, onde foi domesticado e introduzido na Europa. Trazido ao Brasil na época da colonização, teve seu cultivo e expansão depois do fluxo das imigrações nas regiões Sul e Sudeste, e alcançando outros estados a partir de 1970 (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003).

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) pertence à família das solanáceas, de fruto carnoso, macio e com 2 ou mais lóculos. É a mais popular das hortaliças de importância econômica social, devido aos empregos diretos e indiretos gerados, e pelo valor da produção e nutrição, pois é rico em vitamina A, complexo B, B1, B2, B3, B6, glicose, frutose, lipídio, proteína e sais minerais, como fósforo, cálcio, potássio e magnésio (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003). Possui também substâncias antioxidantes, como por exemplo, o licopeno, o qual varia com o amadurecimento do fruto e é responsável pela coloração vermelha do tomate (POLDER, HEIJDEN e YOUNG, 2003).

A principal fonte de licopeno na dieta humana é o fruto do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e seus derivados tais como sucos, sopas, molhos e 'catchups'. É interessante salientar que alguns trabalhos mais recentes indicam que a ingestão de licopeno presente no tomate é mais eficiente na prevenção de certos tipos de câncer do que a administração do licopeno purificado via cápsulas (BOILEAU et al., 2003).

Estudos clínicos e epidemiológicos têm confirmado que dietas ricas em licopeno estão associadas com a redução do risco de desenvolvimento de câncer de próstata e ovário bem como a uma menor incidência de doenças degenerativas crônicas e cardiovasculares (NGUYEN e SCHWARTZ, 1999; CRAMER et al., 2001).

A produção de tomates para o consumo "in natura" no Brasil sofreu grandes transformações tecnológicas, dentre elas, a utilização de sementes híbridas de cultivares que produzem frutos do tipo longa vida (cultivares longa vida). O fruto de tomate dos cultivares tradicionais possui uma curta vida pós-colheita, ao contrário dos cultivares longa vida, os quais possuem uma vida pós-colheita mais prolongada, permanecendo firmes por maior período de tempo (VECCHIA e KOCH, 2000).

3.2. QUALIDADE

O Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa apresenta 17 diferentes conceitos para qualidade (INSTITUTO ANTONIO HOUAISS DE LEXICOGRAFIA, 2001). Estão listados a seguir alguns mais apropriados ao estudo: (1) propriedade que determina a natureza de um ser ou coisa; (2) Característica superior ou atributo distintivo que faz alguém ou algo sobressair em relação aos outros; (3) Capacidade de atingir os efeitos pretendidos por propriedade de uma proposição que se torna afirmativa ou negativa; (4) Conceito puro do entendimento, subdividido em categorias, e correspondentes a afirmativo, negativo e indefinido. Está implícito como qualidade, o grau de excelência do produto ou a sua adequação a um determinado uso (ABOTT, 1999).

O estudo e o controle de qualidade exigem a medida dos atributos de qualidade. A qualidade das frutas e hortaliças frescas engloba desde os atributos sensoriais, os valores nutritivos, os constituintes químicos, as propriedades funcionais até os seus defeitos (ABOTT, 1999).

Na elaboração dos regulamentos técnicos de identidade e qualidade de cada fruta ou hortaliça consumida fresca, os defeitos são considerados, como uma garantia mínima de atributos sensoriais, para a caracterização da qualidade. Uma situação extremamente complexa é a avaliação da qualidade do produto em diferentes pontos da cadeia, desde a produção até a comercialização, devido a perecibilidade característica das frutas e hortaliças frescas. Nessa avaliação é necessária uma mensuração dos atributos de qualidade que exige a combinação de medidas instrumentais e sensoriais que retratem a aceitação do produto pelo seu comprador em cada ponto da cadeia. Sem a formalização e mensuração dos atributos de qualidade, cada elo da cadeia usa os seus próprios critérios de julgamento, que variam com as suas expectativas, preferências, o contexto daquele momento. Isto leva o elo mais fraco da cadeia, o produtor, a uma relação de extrema fragilidade comercial (GUTIERREZ, 2000).

3.3- LEGISLAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO NO BRASIL

A legislação da classificação de frutas e hortaliças frescas é um importante instrumento para a regulamentação do setor hortícola, assegurando a identidade e qualidade dos alimentos, bem como, contribuindo para maior transparência na comercialização dos produtos. A seguir, descrição das legislações instituídas regulamentando o setor agropecuário:

A lei nº 8.171 de 17 de janeiro de 1.991, D.O.U. (1991), fixa os objetivos, as competências institucionais e estabeleceu as ações e instrumentos da política agrícola, relativamente às atividades agropecuárias, agroindustriais e de planejamento das atividades pesqueira e florestal.

A Lei nº 9.712, de 20 de novembro de 1.998, D.O.U. (1998), altera a Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, acrescentando-lhe dispositivos referentes à defesa agropecuária. Ela estabelece, no Capítulo VII, Artigo 27-A, item IV, como um dos objetivos da defesa agropecuária, assegurar a identidade e a segurança higiênico-sanitária e tecnológica dos produtos agropecuários finais destinados aos consumidores.

A lei nº 9.972, de 25 de maio de 2.000, D.O.U. (2000a) institui a classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico e estabeleceu, em seu artigo 1º a obrigatoriedade da classificação para os produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico: quando destinados diretamente à alimentação humana; nas operações de compra e venda do Poder Público e nos portos, aeroportos e postos de fronteiras, quando da importação. O artigo 2º estabelece que a classificação fica sujeita à organização normativa, à supervisão técnica, à fiscalização e ao controle do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. O artigo 3º estabelece que, classificação é o ato de determinar as qualidades intrínsecas e extrínsecas de um produto vegetal, com base em padrões oficiais, físicos ou descritos e, em seu parágrafo único, que os padrões oficiais de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico serão estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

O Decreto nº 3.664, de 17 de novembro de 2.000, D.O.U. (2000b) regulamenta a Lei nº 9.972. O artigo 1, parágrafo 1º estabelece que: “Consideram-se como produtos vegetais, seus produtos ou resíduos de valor econômico, destinados diretamente à alimentação humana que, a granel ou embalados, estejam em condições de serem oferecidos ao consumidor final. O artigo 8 estabelece que: “Serão objeto de classificação todos os produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico que possuam padrão oficial estabelecido pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento”. O Capítulo III do Decreto nº 3.664, trata da Padronização e estabelece o conceito de padrão oficial, no seu artigo 12: Entende - se por padrão oficial o conjunto das especificações de identidade e qualidade de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valores econômicos, contidos em regulamento técnico,

podendo, inclusive, dispor de modelos - tipo ou padrões físicos desses produtos, quando couber.

O setor de Classificação Vegetal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento conceitua a padronização, a classificação e a fiscalização. A padronização de produtos vegetais é descrita como a atividade que tem por objetivo o estabelecimento de modelos-tipo, físico ou descritivo, por produto vegetal levando-se em conta a identidade, seu emprego, forma, cor, peso, tamanho, apresentação e qualidade. A classificação de produtos vegetais é conceituada como a atividade que tem a finalidade de determinar as qualidades intrínsecas e extrínsecas dos produtos vegetais utilizando para isto os modelos-tipo fixados na padronização. A fiscalização da classificação de produtos vegetais é a atividade que tem por objetivo a aferição da qualidade dos produtos vegetais e a qualidade dos serviços prestados pelas entidades credenciadas (MAPA, 2004).

3.3.1- Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura

O Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura, é um programa de adesão voluntária, operacionalizado pela CEAGESP – Centro de Qualidade Hortigranjeira. Iniciou como Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros, que foi lançado pela Câmara Setorial de Frutas, órgão da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo e teve a adesão das Câmaras Setoriais de Hortaliças, Cebola e Alho, de Batata e de Flores e Plantas Ornamentais. O lançamento do Programa foi o resultado de um estudo profundo da cadeia de produção, realizado por técnicos da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, seguido por amplo debate com representantes de todos os elos da cadeia, para determinar os principais entraves ao desenvolvimento do setor. Os dois principais entraves estabelecidos, cuja remoção foi considerada essencial a qualquer outra ação de desenvolvimento e modernização do setor, foram a falta de existência de padrões mensuráveis e a má qualidade das embalagens. Foram estabelecidas duas bases fundamentais para o Programa: a autoregulamentação setorial e a adesão voluntária.

Em todos os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Frutas e Hortaliças Frescas do MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil e em todas as normas de classificação desenvolvidas pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, a caracterização do produto é dividida em grupos, classe e

categoria. Os grupos, que podem ser subdivididos em subgrupos, organizam o produto por suas características varietais. A classe é utilizada para caracterizar e garantir a homogeneidade de tamanho no lote. A categoria é a caracterização da qualidade. Tamanho não é qualidade. São utilizadas, normalmente 4 categorias diferentes: Extra, I, II e III. A caracterização da qualidade é baseada na ausência de defeitos. Os defeitos são divididos em graves e leves e cada categoria permite diferentes tolerâncias aos diferentes defeitos, construindo desta maneira o retrato da qualidade daquele lote de produto (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003).

3.3.2- Norma de Classificação de Tomate de Mesa.

A norma de classificação do tomate parte do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, e foi proposta pelos representantes de todos os elos da cadeia de produção, após vários estudos com empresas de sementes, produtores e técnicos do setor e aprovada em reunião em 2001 com representantes da cadeia de produção e encaminhada ao MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária para consulta pública (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003). A classificação do tomate de mesa, definida como a separação do produto em lotes homogêneos e a sua descrição com características mensuráveis, obedece a um padrão mínimo de qualidade. Tamanho não é qualidade. O tamanho e a qualidade são caracterizados separadamente. O lote de tomate é caracterizado pelo seu grupo de formato, grupo de coloração, grupo de durabilidade, pelo seu estágio de maturação (subgrupo), pela sua forma de apresentação, por seu tamanho (classe) e pela sua qualidade (categoria), sendo a seguir assim descrita:

A- GRUPO: Organização das características dos cultivares

A classificação por grupo é utilizada para caracterizar os cultivares. Para classificação por grupos em tomate são utilizados o formato do fruto, a coloração do fruto maduro e a durabilidade do fruto, que é uma informação opcional. A seguir uma descrição de cada um desses grupos.

Formato: Caracterização do cultivar pelo formato.

Os grupos de formato I, II, III, e IV são determinados pela relação entre o comprimento e o diâmetro equatorial do fruto. O grupo V, pelo diâmetro equatorial.

Formato do Fruto = Comprimento dividido pelo diâmetro equatorial.

- Caqui: I – Menor que 0,90.

- Saladete: II – Entre 0,90 e 1,00.
- Santa Cruz: III – Entre 1,00 e 115.
- Italiano: IV – Maior que 1,15.
- Cereja: V – Diâmetro equatorial menor que 39 mm.

Coloração: Caracterização do cultivar pela cor do fruto maduro.

A coloração do fruto maduro do tomate tem quatro grupos de coloração.

- Vermelho.
- Rosado.
- Laranja.
- Amarelo.

Durabilidade (opcional): Caracterização do cultivar pela durabilidade.

A caracterização da durabilidade do fruto não é obrigatória. O fornecedor do material genético do cultivar deve informar o grupo de durabilidade ao produtor.

- Normal: tomate dos cultivares tradicionais possui uma curta vida pós-colheita.
- Longa Vida: tomate dos cultivares do tipo longa vida possui uma vida pós-colheita mais prolongada, permanecendo firme por um maior período de tempo (VECCHIA e KOCH, 2000).

B- SUBGRUPO: Maturação do fruto

A classificação por subgrupo é utilizada para garantir a maturação homogênea do lote. A coloração do fruto é importante na sua comercialização e característica do produto. O amadurecimento do tomate determina a mudança de coloração da sua casca e caracteriza 3 subgrupos:

- Pintando: I – Tomate com ápice amarelecendo.
- Colorido: II – Tomate com cor entre o subgrupo I e 90% da cor final.
- Maduro: III – Tomate com mais de 90% da cor final.

A norma estabelece uma tolerância de 20% de mistura de outros subgrupos no lote, mas só permite nessa mistura frutos do subgrupo imediatamente superior ou inferior do subgrupo declarado no rótulo.

C- APRESENTAÇÃO: Detalhamento da forma de apresentação.

Existem duas formas de apresentação:

- Normal: Frutos isolados.
- Penca: Frutos com o rácimo.

D- CLASSE: Garantia de homogeneidade de tamanho.

O agrupamento dos frutos em classe garante a homogeneidade visual do tamanho. O tamanho do tomate é determinado pelo diâmetro equatorial do fruto, obedecendo o Quadro 01.

QUADRO 01. Classes de diâmetro equatorial da norma de classificação do tomate de mesa.

CLASSE	DIÂMETRO EQUATORIAL (mm)
0	Menor que 40
40	Maior ou igual a 40 até 50
50	Maior ou igual a 50 até 60
60	Maior ou igual a 60 até 70
70	Maior ou igual a 70 até 80
80	Maior ou igual a 80 até 90
90	Maior ou igual a 90 até 100
100	Maior que 100

Fonte: PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).

A norma estabelece uma tolerância de 10% de mistura de outras classes no lote, mas só permite nessa mistura frutos da classe imediatamente superior ou inferior da classe declarada no rótulo.

E- CATEGORIA: Caracterização da qualidade

A qualidade máxima é a ausência de defeitos. A categoria caracteriza a qualidade do lote, estabelecendo tolerâncias diferentes para os defeitos graves, leves e manchas. O produtor deverá eliminar os defeitos graves no ato da embalagem do produto. As alterações que podem ocorrer no produto durante o processo de comercialização exigem, entretanto, o

estabelecimento de tolerâncias aos defeitos graves, que poderão se desenvolver durante o transporte ou depois que o produto já estiver nas mãos de atacadistas e varejistas (Quadro 02).

QUADRO 02. Limites de defeitos leves e graves por categoria em porcentagem da norma de classificação do tomate de mesa.

LIMITES DE DEFEITOS LEVES E GRAVES POR CATEGORIA EM PORCENTAGEM (%).				
Categoria	Extra	I	II	III
Podridões	0	1	2	3
Outros defeitos graves	0	2	5	10
Total de defeitos graves	0	2	5	10
Defeitos leves	5	10	20	100
Total de defeitos leves	5	10	20	100
Total de defeitos graves e leves	5	10	20	100
Mancha profunda nível 1	1	5	100	100
Mancha profunda nível 2	0	1	10	100
Mancha difusa nível 1	1	5	100	100
Mancha difusa nível 2	0	1	10	100
Total de manchas	1	5	100	100

Fonte: PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).

Defeitos Graves:

São aqueles que comprometem a aparência, conservação e qualidade do produto, restringindo ou inviabilizando o seu uso ou a sua comercialização.

- **Podridão:** Dano patológico ou fisiológico que implique em qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos.
- **Podridão apical:** Lesão dura holonecrótica de cor escura do fruto.
- **Cancro:** Lesão que aprofunda na polpa, porém limitada ao córtex do fruto.
- **Passado:** Fruto que apresenta estágio avançado de maturação ou senescência identificado pela perda de firmeza da polpa.

- **Ferida no ombro radial ou rachaduras radiais:** Rachadura radial em torno do pedúnculo ou da cicatriz peduncular do fruto.
- **Ferida no ombro circular ou rachaduras circulares:** Rachaduras circulares em torno do pedúnculo ou da cicatriz peduncular do fruto.
- **Dano por frio:** Fruto sem turgescência, característica da ruptura celular originada de congelamento do citoplasma.
- **Queimado do sol:** Descoloração ou coloração marrom por exposição excessiva aos raios solares.
- **Virose:** Qualquer sintoma visível causado nos frutos pela infecção de vírus no tomateiro.
- **Dano profundo:** Qualquer lesão, não importando sua origem que rompa o epicarpo (casca), expondo a polpa do fruto.
- **Imaturo:** Fruto colhido antes do desenvolvimento completo das sementes e início do amarelecimento do ápice.
- **Ocado:** Fruto que apresenta espaço vazio em seu interior em função do desenvolvimento ruim do conteúdo locular.

Defeitos Leves:

São aqueles que depreciam a aparência do produto, diminuindo assim seu valor comercial, mas desvalorizando menos o produto.

- **Deformado:** Qualquer desvio da forma característica do cultivar.
- **Amassado:** Deformação do fruto causada por ação mecânica que exponha a polpa.

Manchas: A desvalorização do produto depende de sua intensidade

Alteração normal da coloração da parte externa do fruto. Existem 2 tipos de mancha: a mancha profunda e a mancha difusa.

- **Mancha Profunda:** É a mancha que impede a visualização da cor de fundo do fruto. A sua intensidade é determinada pela soma das áreas cobertas pela mancha. A mancha profunda com área total menor que 0,25 cm² não caracteriza um fruto manchado.
 - **Nível 1** – Área total entre 0,25 cm² e 1,0 cm².
 - **Nível 2** – Área total maior que 1,0 cm².

- **Mancha Difusa:** Permite a visualização da cor de fundo do fruto. A sua intensidade é medida pelo número de pontuações (pontos manchados) em uma área de 3,14 cm² no local de maior concentração da mancha difusa. A ocorrência de um número de pontuações menor que 5 pontos em 3,14 cm² não caracterizará um fruto manchado.
 - **Nível 1** – Entre 5 e 15 pontuações.
 - **Nível 2** – Mais que 15 pontuações.

F- EMBALAGEM: A embalagem é o instrumento de proteção, movimentação e exposição do produto.

A embalagem é o instrumento de proteção, movimentação e exposição do produto. A instrução Normativa Conjunta SARC/ANVISA/INMETRO nº 009, de 12 de novembro de 2002 estabelece as exigências para as embalagens de frutas e hortaliças frescas. As embalagens podem ser descartáveis ou retornáveis. Se retornáveis, devem ser higienizadas a cada uso. Se descartáveis devem ser recicláveis ou de incinerabilidade limpa. Devem ser de medidas paletizáveis, isto é, o seu comprimento e a sua largura devem ser submúltiplos de 1m por 1,2 m, a medida do palete padrão brasileiro (PBR). Devem ser rotuladas, obedecendo à regulamentação do Governo Federal.

G- RÓTULO: Identidade do produto e identificação do produtor

O rótulo identifica o responsável pelo produto e a sua origem. Descreve o produto, utilizando as características estabelecidas pela norma de classificação. A rotulagem é obrigatória e regulamentada pelo Governo Federal.

Informações que devem constar o rótulo:

- Nome do cultivar de tomate
- Nome do Produtor
- Endereço – Bairro – Município – Estado - CEP
- Grupo de Formato
- Grupo de Coloração
- Grupo de Durabilidade
- Subgrupo
- Apresentação

- Classe
- Categoria
- Data de embalagem
- Peso líquido
- Código EAN (opcional) – O código de barras é opcional, mas é fundamental para a obter dos dados do rótulo nos processos automatizados.

3.4- BENEFICIAMENTO

O beneficiamento é um conjunto de operações manuais ou automatizadas que possibilitam a racionalização e otimização de um sistema de trabalho, para preparar o fruto que se deseja comercializar “in natura”, ou seja, o fruto de mesa, quer seja para o mercado interno ou para exportação. Os equipamentos que compõem uma linha de beneficiamento de frutas, não transformam o fruto, não modificam suas características internas; também não melhoram sua apresentação; devem seguir as Normas de Segurança e Qualidade (FOMESA, 2005).

O beneficiamento de frutas e hortaliças, segundo Miller, Wardowski e Grierson (2001), possui como etapas: recebimento, pré-seleção, lavagem, secagem, classificação e embalagem. As etapas de lavagem, secagem e polimento são realizadas em geral com o uso de equipamentos e a classificação e embalagem do produto pode ser realizada manualmente ou não.

3.4.1- Lavagem, Secagem e Polimento

Nestas etapas, Wagner e Sauls (s.d) relatam que os equipamentos são compostos de escovas e desempenham importante função na limpeza, remoção de terra, secagem e aplicação de ceras nos frutos. Neste processo de limpeza dos frutos, as escovas utilizadas podem ser de vários materiais como: sintéticas (nylon ou espuma), vegetal (sisal ou fibra de coco) e animal (pêlo de cavalo).

Na lavagem, um sistema muito utilizado é por aspersão de água diretamente sobre o tomate. Petracek, Kelsey e Davis (1998) afirmam que o uso de alta pressão do equipamento de aspersão de água poderá afetar a película do fruto, ocasionando dano e induzindo a produção de etileno. Nos Estados Unidos, segundo Sherman et al. (s.d.), os tomates são imersos em um

tanque com água para a limpeza dos frutos, e isso tem ocasionado contaminação de frutos sadios por bactérias e fungos pela água usada na lavagem. Vários fatores estão relacionados a esta contaminação, como as condições climáticas e do fruto, temperatura da água e do produto. Essa contaminação poderá se agravar naqueles frutos que estão imersos em maior profundidade e também quando permanecerem por mais tempo no tanque de lavagem. A água clorada diminui a incidência dos patógenos, mas não descontamina os frutos.

Os tomates quando chegam do campo apresentam-se sujos, com terra e entre outros materiais e, segundo Miller, Wardowski e Grierson (2001), a etapa de limpeza remove as impurezas superficiais, mas para a limpeza adequada dos frutos, é recomendado de 20 a 30 segundos de exposição nas escovas, dependendo do tipo de fruto, com 100 rotações por minuto (rpm) e uso de escovas de nylon. S.A.R.D.I. (2001) relata que para a limpeza dos frutos seja adequada, é necessário verificar periodicamente as escovas, pois ocorre normalmente o desgaste pelo uso, além do acúmulo de impurezas e ceras.

Na lavagem do tomate normalmente não se utiliza removedores ou outros produtos desinfetantes, mas, segundo Miller, Wardowski e Grierson (2001), as disposições das escovas nos equipamentos são transversais e universais para frutas e hortaliças, bem como a aplicação de detergente e desinfetante. Wagner e Sauls (s.d.) relatam que as escovas de pêlo de cavalo, material sintético ou misto são ideais para retirada de impurezas e as escovas revestidas de esponjas são recomendadas para a eliminação do excesso de água. Miller e Ismail (s.d.) afirmam que a eliminação de água pode ocorrer mecanicamente através das escovas revestidas com borracha ou espuma, ou através de ventiladores com movimentação de ar a frio ou a quente.

Peleg (1985) relata que no processo de limpeza dos frutos, as escovas de lavagem, secagem e polimento ficam posicionadas no equipamento, em uma rampa com inclinação de 5° (graus) e se movimentam de 150 a 200 rpm fazendo com que os frutos girem para serem limpos e transportados para a etapa de seleção.

No Brasil, as aplicações de ceras ocorrem em geral para frutas destinadas à exportação, como por exemplo: limão, laranja e manga, sendo que para tomate a sua utilização não é muito comum (FERREIRA, 2005).

Nas etapas de lavagem, secagem e polimento podem ocorrer danos aos frutos, devido a vários fatores como: escovas inadequadas, velocidade excessiva das escovas, exposição

excessiva do fruto ao escovamento. A diminuição da velocidade de rotação das escovas é um aspecto importante a ser observado, pois reduz a intensidade de danos causados pela abrasão do fruto em contato com a escova, mas recomenda-se avaliar os cultivares de maior sensibilidade para viabilizar esta operação para não interferir no funcionamento adequado do equipamento (HYDE e ZHANG, 1992).

3.4.2- Classificação Manual

Segundo Peleg (1985), a classificação manual de um produto é possível desde que sejam treinados classificadores para tal finalidade, ela é monótona, requer responsabilidade, profissionalismo e habilidade de concentração do classificador, e o sucesso depende muito da competência e do bom classificador. Numa pesquisa realizada com classificação manual, em equipamento composto de transportador contínuo de roletes que giram o produto a ser visualizado, operando em 2 velocidades de classificação, na menor velocidade obteve-se uma capacidade de rendimento por classificador de 2,5 a 3 toneladas por 8 horas de turno de trabalho.

Kader (2002) relata que a classificação manual pode ser usada para separar o produto em tamanho, cor e qualidade, e para realizá-la é necessário oferecer condições adequadas aos classificadores. O número de classificadores depende da quantidade de produtos por hora a serem classificados, do número de separações por cor, tamanho e defeitos a serem observados. Produtos de menor tamanho requerem maior concentração dos operadores para sua classificação e embalagem. A rapidez da classificação pode ser ajustada em função da sua qualidade, quantidade de frutos com danos, através da correia do equipamento que transporta o produto, propiciando ao classificador visualizar o fruto inteiro e a retirada dos frutos danificados. A classificação manual ocasiona fadiga entre os funcionários diminuindo o rendimento da classificação. Para melhorar esse rendimento é importante adotar algumas medidas como, ajustar adequadamente o equipamento ao operador, o classificador mudar de posição durante o dia, iluminação adequada e temperatura controlada do ambiente.

Na classificação manual para facilitar a verificação de frutos com defeitos a serem descartados, pode-se realizar esta operação em uma câmara escura com o uso de luz ultravioleta em cima da mesa de classificação para melhor visualização dos frutos com

problemas, não visíveis à luz normal e executar uma seleção mais adequada (FOMESA, 2005).

3.4.3- Classificação Automatizada

A classificação de um produto é muito importante na comercialização e o uso de equipamentos permite a classificação com maior agilidade e perfeição (PELEG, 1985).

O uso de equipamentos na classificação de produtos agrícolas permite a classificação com maior agilidade e perfeição e, segundo Peleg (1985), vem substituir a classificação executada por operadores visando um maior rendimento e qualidade na classificação dos produtos. Algumas vantagens do uso de maquinários em relação a classificação humana foi a redução da dependência da sazonalidade de mão de obra, redução do custo da operação de classificação, maior volume de produtos classificados em menor período de tempo e maior eficiência na classificação.

Segundo a FOMESA (2005), vários são os sistemas que foram utilizados e ainda estão em uso na classificação dos frutos, sendo eles: calibradores de cordões divergentes; calibradores de ‘diabolos’; calibradores de correia furada; calibradores de correias e roletes; calibradores de roletes basculantes; calibradores eletrônicos. Dos primeiros tipos de calibradores citados, alguns foram abandonados devido à baixa produção e outros pela impossibilidade de trabalhar com frutas esféricas e outros ainda devido aos danos mecânicos causados nas frutas.

3.5- EQUIPAMENTOS DE CLASSIFICAÇÃO

Os equipamentos de classificação existentes podem ser divididos em 2 tipos de sistemas: mecânico e eletrônico.

3.5.1- Sistema Mecânico

Segundo Peleg (1985), existem vários tipos de equipamentos de classificação mecânica, mas de uma maneira geral, possuem princípios semelhantes de classificação. Os equipamentos de classificação com funcionamento mecânico em uso no Brasil, nas principais regiões produtoras de tomates, classificam os produtos em tamanho e têm como mecanismo de classificação a correia de lona furada, rolete transversal e longitudinal, taça ou bandeja.

3.5.1.1- Correia de Lona Furada

Peleg (1985) afirma que na classificação através de correia furada, os diâmetros assim que definidos, iniciam em tamanhos menores e aumentam progressivamente até chegar ao final da linha de classificação. No funcionamento do equipamento, os frutos entram na máquina e caem conforme a furação adequada ao seu diâmetro, ou seja, menores, intermediários e depois os frutos maiores. Os furos de forma circular são indicados para frutos de forma arredondada, enquanto para os frutos de forma esferoidal, o furo é definido segundo seu diâmetro ou comprimento. Existem também furações de forma hexagonal e quadrada, dependendo do tipo de produto.

Segundo Peleg (1985), a característica de formato de algumas variedades de produtos poderá comprometer a classificação neste tipo de equipamento, devido à mistura de calibres em função do formato do fruto e da furação adotada no equipamento. Os frutos nunca são perfeitamente esféricos e algumas variedades de laranja, maçã e tomate são de forma esferoidal, ou seja, frutos com igual diâmetro, mas diferentes comprimentos.

3.5.1.2- Roleta Longitudinal

A classificação realizada utilizando o calibrador de correia e roleta no sentido longitudinal a máquina é de funcionamento simples, conforme relata Peleg (1985). Normalmente este tipo de equipamento tem aproximadamente 12 m de comprimento, podendo variar conforme a necessidade e a capacidade da produção. O mecanismo principal de classificação é composto de correia e roleta medidor. O rolo medidor é ajustado verticalmente para regular a altura (diâmetro) para saída dos frutos menores no início da linha de classificação e no final os maiores. A correia é inclinada para o lado do rolo e movimenta-se levando o produto até o rolete medidor, que por sua vez é rotativo, puxando assim o produto para a saída adequada ao seu diâmetro. A correta classificação depende da posição do produto no momento do contato com o ponto medidor do rolete. Algumas variedades de produtos não são adequadas a esse tipo de equipamento devido ao seu formato obtendo uma classificação não homogênea dos frutos.

Uma variação neste modelo consiste em uma máquina de classificação mecânica composta de correia e tábua medidora estacionária (acolchoada), com graduação vertical do diâmetro do fruto, localizada sobre uma mesa circular giratória de aproximadamente 2 m de

diâmetro, com inclinação das extremidades para o lado da tábua medidora. Os frutos são direcionados para a saída da tábua, caindo no local correspondente ao seu tamanho. Esse tipo de equipamento ocasiona mais dano ao fruto que o de roletes rotativo, devido à fricção do movimento correção (PELEG, 1985).

3.5.1.3- Roleta Transversal

O calibrador de roleta transversal, segundo a FOMESA (2005), é entre calibradores de sistema mecânico o mais eficiente na classificação dos produtos, pois possui um variador eletrônico de velocidade de rotação dos roletes, que permite mudar as condições de funcionamento do equipamento em função do tipo de fruta a calibrar e as condições da mesma. Esse mecanismo de variação de velocidade de translação dos conjuntos de roletes incrementa a capacidade da linha, e com o sistema de giro dos roletes, posiciona de pé os frutos esféricos, girando em torno do seu diâmetro maior, o que possibilita a calibração sempre pelo diâmetro máximo. Além de poder variar a velocidade de translação, a velocidade de giro também é variável, o que possibilita a adaptação a todo tipo de fruto.

Este tipo de equipamento possui uma rampa para a sincronização da entrada da fruta na seção de calibração, onde a primeira parte do calibrador é utilizada para posicionar a fruta e conseguir as condições adequadas de alinhamento e rotação. A regulação dos calibres é muito sensível e realizada através de uma manivela que permite deslocar a guia móvel do rolete basculante a distância requerida e o calibre selecionado pode ser mensurado através de uma escala graduada (FOMESA, 2005).

Existem 3 tipos de variações deste calibrador em função do tipo de roletes, conforme relata a FOMESA (2005), como: (1) roletes metálicos; (2) roletes aderentes, que possui um revestimento, onde se obtêm maior aderência e melhor manuseio com o fruto; (3) rolete de faixa tubular, onde cada par de roletes metálicos é unido por uma faixa tubular de borracha, que facilita o envio e melhor trato com o fruto. A classificação acontece quando o fruto gira livremente apoiado entre os roletes consecutivos existentes, devido ao movimento de rotação dos roletes. Quando a distância entre roletes é maior que o tamanho do fruto, este cai sobre as bandejas, que são forradas de espuma para minimizar a queda do fruto. Os frutos são então depositados sobre cintas transportadoras que enviam para as saídas do classificador e aqueles frutos com calibre em excesso são direcionados para a bandeja final do calibrador. Com o

objetivo de aumentar a versatilidade deste tipo de calibrador, foi projetado um modelo onde foi incorporada aos roletes uma correia tubular ao longo dos roletes, o que possibilitou uma melhor qualidade na calibração e a possibilidade de calibrar frutas com folhas. Esse número de calibres é determinado conforme a necessidade de cada unidade de beneficiamento, normalmente utiliza-se entre 8 e 14 calibres, em função das variedades comercializadas ou as exigências da própria unidade.

Peleg (1985) relata que em equipamentos com as mesmas características do citado anteriormente, para o funcionamento deste tipo de classificador, os frutos são transportados pela correia até os roletes de borracha que se localizam acima da saída do fruto. Os roletes são ajustados para aumentar ou diminuir a saída de acordo com o diâmetro do fruto. Este ajuste depende do formato do produto, esférico ou esferóide para obter uma classificação adequada. Neste tipo de equipamento é possível multiplicar a capacidade de produção, devido ao número de roletes classificadores que poderão ser instalados, pois são perpendiculares as linhas de abastecimento do fruto. Com relação à qualidade do produto, diminui o atrito sobre os frutos e conseqüentemente ocasiona menos danos.

3.5.1.4- Taça ou Bandeja

Esse tipo de equipamento é utilizado para classificar mecanicamente os frutos através da pesagem e, segundo Peleg (1985), é indicado para frutos com formatos diferentes, como, pepino, cenoura, pêra, alface e abacate, entre outros. A classificação por peso pode ser realizada através de taça ou bandeja (salto de peso) com transporte individual dos frutos ou em escala eletrônica com pesagem dos frutos em linha única.

O calibrador de taça ou bandeja destinado a classificar os frutos mecanicamente possui um sistema de classificação conhecido como “salto” para a pesagem do fruto. Nesse sistema o fruto salta da taça ou bandeja para ser pesado. Por sua vez alguns equipamentos modernos empregam um elemento medidor que impulsiona no lugar do salto. As taças ou bandejas são peças de um esticador de corrente e o elo transportador do produto que faz girar a estrutura de classificação do equipamento. O impulso do salto ou elemento medidor que impulsiona são proporcionais ao peso do fruto na taça ou bandeja. Quando o fruto é carregado ao longo da linha do equipamento, os frutos passam por uma série de gatilhos que acionam a taça ou bandeja. Os gatilhos são aparelhos programados para estarem acionando

progressivamente a uma determinada tensão de pulso, segundo o peso real do fruto. Assim um produto grande e pesado é acionado pelo primeiro gatilho e a taça ou bandeja entrega o fruto na saída correspondente daquele produto. O próximo gatilho é destinado para frutos com menos peso e assim sucessivamente. O sistema é usualmente utilizado para assegurar que somente um fruto é depositado nas taças ou bandejas (PELEG, 1985).

3.5.2- Sistema Eletrônico

Os equipamentos com sistema eletrônico mais utilizados classificam por diâmetro, peso, cor e eliminação de defeitos. Esse tipo de mecanismo para classificação de tomates de mesa surgiu no Brasil a partir da implantação das unidades de beneficiamento de tomate a partir de 1999.

Segundo a RODAMAF (2005), o sistema eletrônico permite a classificação dos frutos em vários critérios, como: peso – precisão de 1 g, diâmetro – precisão de 1 mm, cor, defeito, densidade e reconhecimento da forma. Em um calibrador pode-se definir a classificação de 16 calibres, 8 cores e 4 critérios de seleção, obtendo uma partida em 16x8x4, totalizando 512 categorias possíveis. Apesar de que alguns produtos necessitam de classificações com maior número de calibres e menor divisão para cores, outros necessitam de um número maior de classificações para cor, mas com menos calibres. Por sua vez, na prática nunca se necessitam de tantas categorias assim, sendo difícil imaginar um calibrador com 512 saídas. O sistema eletrônico desenvolvido no passado utiliza-se de praticamente o mesmo mecanismo hoje existente nos equipamentos, com algumas inovações tecnológicas. De uma maneira geral, esquematicamente esse sistema é composto dos seguintes dispositivos: câmera, lente, lâmpada, filtro e microcomputador (SARKAR e WOLFE, 1985; VON BECKMANN e BULLEY, 1978; HAHN, 2002).

3.5.2.1- Visão do Equipamento

A classificação eletrônica baseia-se em conceitos simples, quando o produto entra na etapa da classificação, este é filmado e a imagem é processada em microcomputador onde se estabeleceu o tamanho ou peso e cor, e o produto vai para a saída da máquina já determinada. Shirai, Kondo e Fujiura (1998) relatam que o sistema para a aquisição da imagem em processo de classificação eletrônica de um produto é composto por uma câmera com um ou mais

sensores de imagem, uma lente e circuito periférico que capta a imagem, amplificadores e um circuito de processamento que transmite a imagem. A câmera de cor é composta internamente de 3 sensores de imagem onde cada um tem 3 cores primárias, vermelha, verde e azul ou cores complementares. Também pode-se usar um único sensor de imagem nessas colorações ou complementar com filtros arranjados em mosaico. A iluminação na obtenção da imagem é muito importante, sendo necessário uso de luz artificial como: lâmpadas alógenas, fluorescentes, mercúrio e laser. O funcionamento do sistema inicia com a aquisição da imagem do produto e esta imagem é descrita como sinal analógico e convertida para sinal digital e transmitida para a memória de imagem digital, e ao microcomputador que processa a leitura da imagem.

O sistema eletrônico selecionador possui duas câmeras de dispositivo de carga acoplada (CCD) colorido e infravermelho para visualizar e analisar simultaneamente duas linhas de produtos e proceder à classificação por peso, diâmetro, forma e cor. Os frutos passam debaixo das câmeras e podem girar para permitir a visualização total da superfície do fruto, obtenção da imagem e ser classificado. Esse sistema permite uma melhor captação de imagem e visão do fruto, em função do seu diâmetro, e as análises e os tempos de tratamentos são compatíveis com as velocidades de trabalho. Os calibradores modernos permitem com a diminuição do tempo de cálculo da imagem um melhor rendimento no trabalho e do equipamento, atingindo uma capacidade de classificação de 10 frutas/segundo/linha, sem ocasionar danos aos frutos, com excelente precisão de medida nos diferentes critérios de calibração (peso, diâmetro, forma, cor, defeitos, etc). Além de outras vantagens como, diferenciar no fruto o pedúnculo de uma mancha da mesma cor, ou um grupo de várias manchas de uma mancha contínua na mesma superfície do fruto (RODAMAF, 2005).

O microcomputador possui software onde estão armazenados os programas de classificação por diâmetro, peso, cor e defeitos e, segundo Sarkar e Wolfe (1985), esses softwares têm como característica a execução de algoritmos, que são um conjunto predeterminado e definido de regras e processos destinados à solução do problema, ou seja, definição do tamanho, coloração dos frutos, forma, peso, defeitos entre outros. Esses algoritmos devem ser programados também no sentido de orientar a técnica de reconhecimento quando o sistema muda de etapa de tamanho para cor, por exemplo. A

seqüência desses algoritmos é feita de acordo com o programa do software e de maneira que facilite a classificação do produto.

Segundo Jahns, Nielsen e Wolfgang (2001), através da obtenção da imagem, pode-se analisar os atributos de qualidade do tomate, como tamanho, peso, cor, forma, danos e manchas. No caso do tamanho e peso, o erro absoluto médio de pesar um tomate determinando a área medida por imagem é de 2,06%, aproximadamente 1,8g para o tomate de 90g. Assim o tamanho ou peso pode ser gravado automaticamente com um elevado grau de exatidão pela análise de imagem. Em geral os danos e manchas são possíveis de serem identificados pela análise de imagem, porque o histograma de comprimento de ondas dessas anomalias no tomate são dominantes em pixels, mostrando pontos de amarelos entre coloração vermelha do tomate.

Esse sistema de obtenção de imagem, conforme relata Hahn (2002), identifica o tomate colhido no estágio imaturo, pois esse tomate nunca atingirá as qualidades desejáveis, e nas embalagens a coloração ficará desuniforme e isso tem consequências no mercado varejista, pois os consumidores rejeitam esses tomates imaturos, e os produtores são penalizados. Embora muitas unidades de beneficiamento possuem equipamentos com sistema eletrônico de classificação de tomates, é impossível distinguir entre os frutos que são imaturos ou não. Hahn (2002) afirma que foi desenvolvido um sensor que indica a maturidade dos frutos e identifica os tomates imaturos, ou seja, aqueles que não ficarão vermelhos. A característica desse maquinário foi de obter imagens de tomates verde-maturo imediatamente após a colheita. A técnica utilizada foi medir diariamente a cor do tomate usando-se como índice, maduro e imaturo. Os grupos foram analisados a fim de obter os melhores comprimentos de ondas e as imagens usadas por um tonalizador multi-imagens que determinou com exatidão de 85% de tomates imaturos.

Segundo Polder, Heijden e Yuong (2003), o índice de licopeno no tomate varia significativamente com o seu amadurecimento, e é responsável pela cor vermelha do fruto. O amadurecimento dos tomates é uma combinação da variação da clorofila e do acúmulo de carotenos. O espectro refletido do fruto é uma combinação destes espectros individuais, e através dessas imagens da concentração destes compostos observa-se uma variação destes durante amadurecimento, com isso determina-se a imagem padrão a ser comparada na etapa de classificação para a definição dos tomates com maturação fisiológica ideal.

Na obtenção de imagem do produto em um classificador eletrônico por tamanho e peso, segundo Kader (2002), o tamanho do fruto é definido através da captura de várias imagens mensurada em vários pontos de contato, calculando-se o diâmetro do fruto. Para a definição do peso procede-se da mesma maneira pesando o fruto em pontos ou fatias, que envia para uma célula de carga o sinal do sensor do tamanho ou peso o qual é emitido para o computador aonde ocorre à decisão do que deverá ser feito com o produto.

Segundo Kader (2002), o sistema de imagem de vídeo pode também ser usado para ver defeitos relacionados a desuniformidade e coloração nos produtos e similar sistema para determinar a doçura e a presença de problemas internos nos frutos.

3.5.2.2- Classificação Eletrônica

O classificador eletrônico opera com rapidez de 5 a 10 frutos por segundo. Isso é comum em larga escala de produção e agiliza a classificação, onde existem mais linhas operando simultaneamente (KADER, 2002). Von Beckmann e Bulley (1978) relatam que um sistema capaz de classificar tomates em classes de tamanho e cor simultaneamente simplifica e agiliza a operação reduzindo o manuseio do produto. Na classificação eletrônica é facilmente ajustada a distribuição do produto para diferentes saídas. O operador pode aumentar a capacidade de saída de determinado tamanho, peso ou cor, com poucas instruções no computador, ou direcionando o produto de respectivo tamanho, peso ou cor para a saída adicional correspondente (KADER, 2002).

No funcionamento do equipamento é importante verificar a classificação correta do produto. No caso da calibração do fruto por peso, deve-se proceder, usando um peso padrão, o qual será submetido na linha de classificação, havendo diferenças corrigir para o peso ideal. Para a calibração do diâmetro coloca-se um objeto redondo com diâmetro conhecido, ocorrendo diferença, ajustar para o diâmetro correto. Na verificação da cor colocar um fruto sobre a linha de calibração e ajustar a cor obtendo a mesma cor definida para todas as linhas (RODAMAF, 2005).

A classificação eletrônica de um fruto por diâmetro, peso e cor, é realizada pela obtenção da imagem, mas o transporte do produto ao longo da linha de classificação é feito em geral por 2 tipos de mecanismo, (1) de copo ou caneca e (2) através de corrente inteligente. O mecanismo de copo ou caneca possui dimensões variáveis, 102, 153, 203, 254 mm, e é

indicado para a classificação por peso ou volume do fruto. Os copos ou canecas de 10 e 12 polegadas, por exemplo, são indicados para frutos maiores, como o melão e melancia respectivamente. Esse tipo de mecanismo possui velocidade reduzida e a capacidade de rendimento do equipamento é de 300 a 350 frutos/minuto/linha (FOMESA, 2005). AWETA (2004) relata que o classificador de copo para peso, diâmetro e cor foi feito especialmente para classificar frutas frágeis. O equipamento funciona com um computador central que comanda as operações do sistema de classificação, possuindo 2 a 12 linhas e com o máximo de 48 saídas. Outro tipo de equipamento classificador utilizado é o com dispositivo de garras, segundo a AWETA (2004), possui capacidade de 8 frutos por segundo por linha sendo utilizado para grandes volumes, os produtos são girados a fim de detectar a cor, as dimensões e a qualidade. A exatidão da pesagem é de 2 gramas. Após a cor, diâmetro e peso determinado, o computador ativa automaticamente um sistema de mudanças, acima de uma correia de escovas fazendo com que o prendedor (garras) coloque o produto para baixo com possibilidades de cair em diferentes linhas e evitando altas quedas.

O mecanismo de corrente inteligente é normalmente indicado para a classificação por diâmetro, com tamanhos de 95 a 125 mm (FOMESA, 2005). A capacidade de produção é praticamente o dobro do mecanismo de copo ou caneca, ou seja, de 600 a 700 frutos/minuto/linha. O peso máximo dos frutos indicado para este mecanismo é de até 300 gramas, pois poderão ocorrer danos aos frutos devido a maior velocidade do equipamento. O número de linhas nos equipamentos eletrônicos varia de 2, 4, 6, 8, 10, 12 ou mais linhas dependendo do fabricante e da capacidade que se deseja na classificação.

RODAMAF (2005) relata que a classificação dos frutos por calibre é possível segundo 4 critérios diferentes: Peso – permite calibrar o fruto por peso (unidade em gramas); Diâmetro Máximo – permite calibrar pelo diâmetro máximo, indicado para fruto esférico (unidade em décimo de milímetro); Diâmetro Equatorial – permite calibrar segundo o diâmetro equatorial, indicado para fruto esférico (unidade em décimo de milímetro); Superfície – permite a calibração pelo diâmetro, para calibrar fruto em diâmetro equivalente a sua superfície (unidade em décimo de milímetro). Segundo a GREEFA (2004), a classificação em diâmetro é ajustável em intervalos de 0,1 mm e pode variar de acordo com o tipo da fruta. A quantidade de classes de calibre, o produto e o tipo da calibração definem a linha de calibragem. O módulo de classificação por diâmetro também permite a seleção de peças de

frutas pequenas e grandes com o mesmo diâmetro, mas comprimento diferente. Este calibre por comprimento é feito em milímetros ou em proporção em relação ao diâmetro. Existe a opção de combinar a medição através do diâmetro eletrônico de cor e ou peso.

O classificador eletrônico por peso possui como sistema de pesagem, medida graduada eletrônica, pelo qual a pesagem dos frutos é em linha única. O computador controla a classificação do equipamento, que possui um mecanismo eletrônico ou aparelho de memória eletro óptico que processa a classificação do produto. Comparando esse sistema de classificação eletrônica com a mecânica, tem-se como a principal desvantagem do sistema mecânico o tempo relativamente longo para pesar cada fruto (PELEG, 1985).

A calibragem da fruta por peso, segundo a GREEFA (2004), é um processo preciso de pesagem em 3 pontos e ajustável em intervalos de 1 grama. A amplitude de pesagem varia de acordo com o tipo da linha e do produto. A RODAMAF (2005) relata que a máquina que classifica o fruto por peso indica o peso final das embalagens com os frutos que saem após a classificação. Para isto a máquina calcula a cada minuto o peso médio do fruto em cada calibre. Este peso médio se multiplica pela quantidade de frutos para dar o peso estimado da caixa. Isto permite ajustar ao máximo os limites de calibres com relação ao peso desejado da caixa.

Segundo Von Beckmann e Bulley (1978), várias pesquisas foram realizadas com classificação eletrônica de cor em tomates (BIRTH et al., 1957; BITTNER e STEPHENSON, 1968; GODDARD et al., 1975; HERON e ZACHARIAH, 1974; STEPHENSON, 1974; VON BECKMANN, 1976), embora a pesquisa tenha sido somente realizada com a separação do fruto em duas categorias. Todavia, em 1976, desenvolveu-se um método de obtenção de imagem, medida através de dois comprimentos de ondas e realizou-se a classificação em cor para 4 ou mais classes (VON BECKMANN e BULLEY, 1978). Essa tecnologia tem sido muito utilizada em outros países, como relatam Goddard et al. (1975), que um tipo de espectrofotômetro foi usado no Estado da Califórnia nos Estados Unidos para classificação de tomates em cor por Smith e Huggins (1952).

A classificação do fruto segundo a cor pode ser expressa pelos números 0 (fruto muito verde) a 255 (fruto muito maduro). O equipamento possui um sistema que dispõe de vários algoritmos de seleção de cor, divididos em graduações de cores, como: cor média, cor de fundo, cor parte colorida, porcentagem de coloração e porcentagem de coloração x cor de

fundo. Essa combinação de graduações de cores permite a classificação de vários tipos de frutos. Na matiz média, a cor do fruto é definida entre a cor média do verde e vermelho vista pela câmera após a passagem do fruto. Na matiz de cor de fundo, a coloração do fruto é definida também entre o verde e vermelho, e indicado para classificação de frutos de coloração homogênea, como o tomate. A matiz de cor parte colorida define a cor do fruto através do vermelho e bicolor (2 cores), usado particularmente para frutos de 2 cores. Na matiz porcentagem de coloração, o sistema calcula a porcentagem da superfície colorida em relação a superfície total do fruto. Na matiz porcentagem de coloração x cor de fundo, o sistema permite analisar diferentemente em um fruto bicolor a coloração de fundo segundo a porcentagem de coloração (RODAMAF, 2005). A calibração da cor não é afetada por possíveis reflexos da fruta. A amplitude do processo de calibragem por cor atinge 1023 pixels, do verde ao vermelho. É possível determinar o chamado “corado” de frutas de cor não uniforme (porcentagem de vermelho em relação à cor base). O número de calibre de cor varia de acordo com o tipo de fruta e da linha (GREEFA, 2004).

A qualidade de um fruto é definida pela ausência de defeitos e caracterizada pela categoria e, segundo a RODAMAF (2005), a classificação do fruto em qualidade é baseada nos defeitos encontrados nos frutos, e o programa define esses defeitos na máquina em 4 tipos: qualidade por linha, defeitos, manchas escuras e coeficiente de forma. É possível definir a categoria de qualidade dos frutos antes de iniciar a classificação na máquina. Na qualidade por linha é possível designar uma qualidade de fruto a cada linha do calibrador, sendo assim, podemos enviar frutos de segunda categoria a uma linha calibrada diferentemente. Nos defeitos e manchas escuras é possível definir a superfície do fruto afetada e retroceder os frutos para qualidades inferiores quando passarem pela calibração. No coeficiente de forma é possível separar os frutos que possuem formatos diferentes como, frutos esféricos e oblongos.

3.5.2.3- Outras Tecnologias de Aplicação

Além desses equipamentos mencionados, várias empresas vêm desenvolvendo tecnologias para medir a qualidade interna dos frutos sem a sua destruição, através de um sistema inteligente de análise de sabor, onde se mede o teor de sólido solúvel e a deterioração do interior da fruta, para isso usa-se uma fonte de luz que irradia através do fruto e que em consequência, proporciona uma análise do espectro de luz (GREEFA, 2004). Essa tecnologia

de análise interna dos frutos vem sendo proporcionada também pela AWETA (2004), que relata que através de um dispositivo automático de entrada de luz infravermelha e não destrutivo, internamente no fruto, proporciona informações sobre a condição interna de maturidade, acidez, sólido solúvel entre outros valores de qualidade.

Outro equipamento, segundo AWETA (2004), com alta tecnologia possui câmera digital de alta resolução e disparo rápido de comunicação. Os algoritmos avançados processam a imagem e os mecanismos complexos da tomada de decisões em redes neurais usados para classificar o produto. É capaz de medir a cor média do fruto, identificar cicatriz minúscula da metade do milímetro. Pode subdividir o produto em classes diferentes da qualidade pelo tipo de defeitos que são detectados.

3.6- ANÁLISES PÓS-COLHEITA

3.6.1- Qualidade Visual

Segundo Sargent (1998), após a colheita, as hortaliças perdem firmeza devido aos processos de desenvolvimento, senescência e perda de água. Como resultado, tornam-se mais susceptíveis às injúrias mecânicas. Os tomates são muito sensíveis a injúrias internas, as quais tornam-se aparentes após o tomate atingir o estágio de completo amadurecimento. Tais injúrias se desenvolvem quando um fruto recebe um impacto sobre o lóculo durante a colheita ou manuseio. O impacto altera o desenvolvimento no gel locular e, no estágio de amadurecimento completo, o gel é opaco e verde-amarelado ao invés de ter uma coloração clara e vermelha.

Danos mecânicos podem ser ocasionados por uma pequena força, por impacto com outro fruto ou em uma superfície dura, sendo cumulativos durante as práticas de manuseio pós-colheita (MOHSENIN, 1986; SARGENT, BRECHT e ZOELLNER, 1992). Portanto, as várias etapas de manuseio do produto, desde o campo até o consumidor, devem ser cuidadosamente coordenadas e integradas para maximizar a qualidade final do produto (SARGENT, BRECHT e ZOELLNER, 1992).

Os equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação possuem como etapas de beneficiamento, recebimento, seleção, lavagem, secagem, polimento, classificação e embalagem do produto e dentre estas etapas é possível à ocorrência de danos mecânicos nos frutos devido aos impactos sofridos neste processo de beneficiamento. Hyde e Zhang (1992)

relatam que a severidade dos danos causados por impactos em uma linha de beneficiamento e classificação pode ser reduzida diminuindo a altura de elevação de queda entre as etapas ou através da utilização de protetores, os quais podem dissipar a força de impacto, e também as escovas utilizadas possuem diferentes velocidades de acordo com a sua finalidade. Porém, a velocidade excessiva das escovas e ou a excessiva exposição a elas, podem causar danos aos frutos, em especial se as escovas utilizadas possuírem superfícies pontiagudas e rígidas. Sargent, Brecht e Zoellner (1992) relatam que utilizando-se de menores pontos de queda e modificações em alguns pontos da linha de classificação de tomates de mesa através da utilização de protetores de superfície proporcionaram redução em até 50% na pressão de impacto, com conseqüente diminuição nos danos físicos.

Danos mecânicos devido a impactos, compressão, vibração, cortes e rachaduras estão relacionados com alterações fisiológicas, metabólicas, de aroma, sabor e qualidade em diferentes produtos hortícolas (MORETTI et al., 1998); as alterações no metabolismo respiratório (GALVIS VANEGAS, 1987); e na firmeza (KADER et al., 1978).

3.6.2- Perda de Massa

A perda de massa dos frutos ocorre principalmente devido ao processo de transpiração em consequência do déficit de pressão de vapor (DPV) e do coeficiente de transpiração (CT). O DPV é a diferença entre a pressão de vapor dos espaços intercelulares do produto e o ar circundante. O CT é a perda de umidade de um produto em uma unidade de tempo por DPV. Quanto maior o DPV entre o produto e o ar circundante maior será a perda de água pelo produto (GRIERSON e WARDOWSKI, 1978). O DPV é dependente da temperatura e da umidade relativa do ar. Para uma mesma umidade relativa do ar, a perda de peso é maior em temperatura mais alta, enquanto que para uma mesma temperatura, a perda de peso é maior em umidade relativa mais baixa. Os métodos que devem ser utilizados para minimizar a perda de peso dos frutos, incluem a elevação da umidade relativa do ar e redução da temperatura (HARDENBURG, WATADA e WANG, 1986).

A maioria dos cultivares de tomates possui baixa capacidade de armazenamento devido principalmente às perdas de peso, amolecimento excessivo e incidência de podridões. Um dos fatores que contribuem para a observação deste quadro é a colheita de tomates no ponto inadequado, que pode resultar não só na perda em peso colhido do produto, como também na aceleração da senescência em pós-colheita (DAVIS e GARDNER, 1994).

A permeabilidade à perda de água para a atmosfera varia com a espécie, o cultivar e com práticas de produção e manejo na colheita e pós-colheita da fruta. O efeito do manejo na permeabilidade do fruto é pouco estudado e a estratégia de prevenção das micro-rachaduras na cutícula do fruto é imprescindível, pois as rachaduras enfraquecem as propriedades da cutícula. A intensidade e a velocidade da perda de massa são medições que retratam os efeitos do manuseio em cada ponto da cadeia (GUTIERREZ, 2005).

A perda de massa além de provocar deterioração da qualidade e reduzir a possibilidade de comercialização do produto, também representa perda direta de peso comercializável (SHOWALTER, 1981).

3.6.3- Coloração

A modificação da coloração do tomate, segundo Chitarra e Chitarra (1990), se deve à degradação da clorofila, cor verde dos frutos imaturos, e dos carotenóides, como o caroteno (amarelo) e o licopeno (vermelho). Com a mudança de cor, inicia-se a maturação, refletindo-se na degradação da clorofila, e no aumento gradual do licopeno, adquirindo assim o fruto a cor vermelha. A síntese e decomposição dos carotenóides são acentuadas na fase de transição entre a maturação e senescência do fruto.

As cores das cultivares de tomate diferem do amarelo para o vermelho alaranjado, dependendo da razão licopeno/beta-caroteno do fruto, que também está associada com a presença da enzima beta-ciclase, a qual participa da transformação do licopeno em beta-caroteno. O licopeno presente nos tomates varia conforme o tipo e o grau de amadurecimento dos mesmos e o tomate vermelho maduro contém maior quantidade de licopeno que de beta-caroteno, sendo responsável pela cor vermelha predominante (GIOVANNUCCI, 1999). Entre os carotenóides, o licopeno vem sendo o destaque pela sua possível ação contra o câncer, especialmente de próstata, e doenças cardiovasculares (NGUYEN e SCHWARTZ, 1999; CRAMER et al., 2001; BOILEAU et al., 2003).

Lahue e Johnson (1989) relatam que o amadurecimento envolve mudanças que levam a fruta completamente desenvolvida a se tornar uma fruta em condições de consumo. Com o amadurecimento, o fruto perde firmeza, a acidez decresce como consequência do processo respiratório e são produzidos compostos voláteis que vão formar o aroma e o sabor. Uma vez atingido o ótimo no sabor e na textura inicia-se a senescência do fruto. A partir deste momento

a evolução da maturação levará a perda do melhor em textura e paladar. No final há a perda da integridade e da estrutura celular que culminará na morte dos tecidos.

A coloração externa do tomate é o resultado da pigmentação da polpa e da casca, sendo que os consumidores preferem aqueles frutos uniformemente coloridos de vermelho. Visto que a cor é um indicador do estágio de maturação do tomate, várias cartas de cores e escalas subjetivas têm sido desenvolvidas para classificação dos estádios de maturação de tomates (GRIERSON e KADER, 1986).

3.6.4- Firmeza

A perda de firmeza é um processo que acompanha o amadurecimento de muitos frutos, e é resultado de mudanças estruturais que ocorrem na parede celular. A parede celular é formada por 90 a 95% de carboidratos, entre eles a celulose, a hemicelulose e a pectina, e com 5 a 10% de proteínas. As alterações da estrutura da pectina no amadurecimento do tomate decorrem da ação das enzimas pectolíticas poligalacturonase e da pectinametilesterase, a qual determina a extensão com que a pectina estará disponível à degradação pela poligalacturonase (LABAVITCH, 1981; HUBER, 1983)

Existe uma relação entre a maturidade do tomate e firmeza. Tomates no estágio verde-maduro são mais firmes que os frutos no estágio maduro, portanto mais sensíveis a danos mecânicos, especialmente a danos internos (SARGENT, BRECHT e ZOELLNER, 1992). A firmeza do fruto se reduz imediatamente após sofrer algum tipo de impacto. De acordo com Miller (1992), um impacto provoca ruptura das células e perda da integridade dos tecidos vegetais. Ocorre ainda a redução do gel locular que, interfere diretamente na qualidade da polpa do fruto. Segundo Hall e Augustine (1981), a firmeza diminui rapidamente após os primeiros estádios de maturação, principalmente após o estágio "breaker". Kader et al. (1978) relatam que a qualidade do tomate é avaliada pelo consumidor principalmente pela aparência, firmeza e sabor. Calbo e Nery (1995) afirmaram que um produto sensorialmente firme ao tato deve apresentar frescor e viço que o torna atraente e comercialmente valioso.

A medição da firmeza do fruto pode ser realizada através de vários métodos, como, testes de resistência à penetração, de compressão, de deformação e de aplanção entre outros. Segundo Silveira (1995), utilizando o penetrômetro para a medição da firmeza, as determinações são destrutivas e não permitem avaliações múltiplas no fruto ao longo do tempo. O método de aplanção descrito por Calbo e Calbo (1989), não-destrutivo, pode

acompanhar o amadurecimento dos frutos desde o estágio "breaker" até o estágio maduro. O método de deformação/compressão, segundo Bourne (1980), é o mais indicado para teste em tomate.

Mohsenin (1986), através de teste para avaliação do comportamento mecânico em tomates pelo método de compressão, obteve resultados promissores, pois, o tipo de carga aplicada foi sob as condições que normalmente ocorrem com o produto, da colheita até o seu armazenamento. Para o cálculo do índice de firmeza (firmness) baseou-se na equação proposta pela ASAE STANDARDS (1989).

3.6.5- Químicas

3.6.5.1- pH e Acidez Titulável

Segundo Hobson e Davies (1971), a acidez de um produto é descrita pelo pH e acidez titulável, e ela detecta o ácido predominante no alimento, ou seja, é dada pela presença de ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos mais relevantes, em tomate, são o cítrico e o málico, porém o primeiro é o mais abundante, com concentrações cerca de trinta vezes mais elevadas que os demais e, por isso, normalmente a acidez do tomate é expressa em termos de ácido cítrico.

O termo pH é usado para descrever o grau de acidez ou alcalinidade de um alimento. A escala de pH é baseada no número de íons H^+ presentes numa solução. Para pH igual a sete, as concentrações de H^+ e OH^- são iguais (neutralidade). O pH com valor inferior uma solução ácida e superior a sete indica uma solução alcalina (SADLER e MURPHY, 1998).

A acidez é determinada pela titulação de um volume de suco ou uma massa de polpa previamente conhecidos com uma solução de NaOH, com concentração conhecida e aferida, geralmente 0,1 N, até se atingir o pH de 8,1; por isso usa-se a o termo acidez titulável (AT). Usa-se como indicador, na titulação, fenolftaleína a 1% que passa de incolor para a coloração rosa no pH de 8,1 ou o peagômetro até que atinja o mesmo pH. Normalmente é expressa em porcentagem ou gramas do ácido mais importante em 100 g de polpa (KADER e MITCHEL, 1989).

Os ácidos orgânicos, cítrico e málico, presentes nos tomates, são originados a partir da assimilação fotossintética e, em geral, o nível desses ácidos decai durante o amadurecimento devido à utilização desses compostos no processo respiratório (TUCKER,

1993). Moretti et al. (1998) observaram redução de acidez titulável, teor de vitamina C e carotenóides totais em tomates injuriados.

3.6.5.2- Sólido Solúvel

O teor de sólidos solúveis presentes no suco dos frutos é composto principalmente pelos açúcares e em menor quantidade por outras substâncias como os ácidos orgânicos, aminoácidos, vitaminas e pectinas solúveis. O conteúdo de sólidos aumenta conforme prossegue o desenvolvimento do fruto e varia de acordo com a cultivar, região, safra, manejo do pomar e localização do fruto na árvore, portanto para ser utilizado com índice de colheita deve ser combinado com outros métodos (KADER e MITCHELL, 1989; CRISOSTO, MITCHELL e JOHNSON, 1995; KLUGE et al., 2002). O teor de sólido solúvel pode ser estimado com o uso de uma pequena gota de suco e um refratômetro manual ou digital. Este aparelho mede o índice de refração da luz quando esta passa pelo suco do fruto e possibilita a sua leitura em °Brix ou porcentagem de sólidos solúveis (KADER e MITCHELL, 1989).

As variações no teor de sólidos solúveis totais entre os frutos de diferentes genótipos são atribuídas a diversos fatores, entre os quais a capacidade do fruto de importar assimilados fotossintéticos. Aproximadamente metade da matéria seca dos tomates é constituída por açúcares redutores, cerca de 25% ácidos orgânicos e aminoácidos, lipídeos e minerais e o restante, sólidos insolúveis em álcool. Desse modo, avalia-se a importância dos açúcares e ácidos orgânicos como constituintes principais tanto da matéria seca total como dos sólidos solúveis totais em tomates (YOUNG, JUVIK e SULLIVAN, 1993).

A concentração de sólidos solúveis aumenta com o amadurecimento e este aumento varia entre diferentes cultivares (SADLER e MURPHY, 1998; TUCKER, 1993; ANDRADE JÚNIOR, 1999). Entretanto Young, Juvik e Sullivan (1993) e Carvalho et al. (1984) discordam, relatando que, durante o amadurecimento de tomates, ocorre redução na porcentagem de sólidos solúveis, a qual é atribuída ao consumo respiratório.

A doçura do fruto é medida através da relação entre o sólido solúvel e acidez titulável, sendo que, quanto maior o valor obtido nessa relação mais doce é o fruto. Do ponto de vista sensorial este é um importante indicativo de qualidade do fruto para o consumidor. A grande parte dos sólidos solúveis totais em tomates é composta por açúcares (glicose e frutose) e constituem importantes componentes do sabor dos frutos, principalmente no equilíbrio com os ácidos orgânicos. Segundo Hobson e Davies (1971), o teor de sólido solúvel aumenta

durante a maturação e amadurecimento e tende a declinar durante o armazenamento, constituindo uma perda em qualidade comestível. Segundo Stevens et al. (1977), os frutos com relação entre 13,0 e 15,0 tiveram a maior preferência dos consumidores. Por sua vez, Kader et al. (1978) afirmaram que os frutos de alta qualidade são aqueles que apresentam acidez titulável acima de 0,32% e sólidos solúveis acima de 3%, de forma a garantir relação sólidos solúveis e acidez titulável maior que 10.

4- MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa para avaliação da classificação foi desenvolvido em duas unidades de beneficiamento de tomates de mesa, sistema de classificação eletrônico e mecânico, e em dois períodos de produção, safras de verão e inverno. Para cada safra foram realizadas três etapas: (1) avaliar a conformidade de classificação por diâmetro e coloração dos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003), (2) verificar a conformidade de classificação por diâmetro obtida dos equipamentos, com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento e (3) acompanhamento da vida pós-colheita dos tomates provenientes da classificação nesses equipamentos em laboratório da Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP.

O produto estudado foi o tomate de mesa cultivar “Carmen”, tipo longa vida, tendo como características, o formato esférico, pertencente ao grupo de formato saladete, conforme norma de classificação do tomate de mesa do PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).

4.1- DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS DE CLASSIFICAÇÃO

4.1.1- Equipamento com Sistema Eletrônico de Classificação

Localização: Unidade de Beneficiamento de Tomate de Mesa Santa Cecília, Município de Cabreúva – Estado de São Paulo.

Procedência do equipamento: Espanha.

O equipamento (Figuras 01 e 02) é composto por diversas etapas descritas a seguir:

A- Etapa de recebimento e seleção

Inicia com a entrada do produto no equipamento, e realiza-se a seleção e descarte dos produtos com defeitos, com a seguinte descrição dos componentes:

- Dimensão: 4,00 m (metros) de comprimento e 1,00 m de largura.
- Roletes transversais

- Motor que gira os roletes para facilitar a seleção dos frutos com defeitos para descarte e transferência para outra etapa.

B- Etapa de lavagem

A lavagem do produto é realizada através dos seguintes componentes e descrição:

- Dimensão: 1,50 m de comprimento e 1,00 m de largura
- Possui 12 escovas de nylon.
- Na lavagem dos frutos é usado o método de aspersão de água.
- Motor gira as escovas para facilitar a lavagem do fruto e enviá-los a outra etapa.

C- Etapa de Secagem

Nesta etapa é realizada a secagem do fruto, através de um motor que gira os rolos e as escovas.

- Dimensão: 1,30 m de comprimento e 1,00 m de largura.
- Possui 1 rolo de borracha, 6 rolos com espuma e 3 escovas de pêlo de cavalo.

D- Etapa de Polimento

Os frutos passam nesta etapa para o polimento e acabamento final, estando assim prontos para a classificação, tendo a seguinte descrição:

- Dimensão: 1,60 m de comprimento e 1,00 m de largura
- Possui 4 rolos com espuma e 10 escovas com pêlo de cavalo
- Ventilador para movimentação do ar a frio ou a quente
- Motor gira os rolos e as escovas.

E- Etapa de classificação

Nesta etapa é realizada a classificação do produto possuindo os seguintes componentes e descrição:

- Sistema eletrônico de classificação por diâmetro e coloração.
- Painel eletrônico com microcomputador para regulação da classificação em diâmetro e coloração, velocidade de classificação e acompanhamento da classificação entre outras operações executadas. A classificação em diâmetro dos frutos é dimensionado em décimos

de milímetros, para definição da coloração, existem vários algoritmos de seleção de cor, divididos em graduações de cores.

- Capacidade de classificação do equipamento: aproximadamente 8 toneladas/hora de produto.
- Motor e transportador de lona para enviar o produto ao classificador.
- Pré-alinhador de frutos para classificação.
- Classificador eletrônico (leitor óptico) de 2 linhas de corrente inteligente.
- Números de saídas de classificação: 32 saídas – 16 saídas de cada lado do equipamento, sendo as saídas acolchoadas para diminuir o impacto do produto.

F- Etapa de embalagem

Frutos são embalados com a seguinte descrição e componentes:

- Embalagem dos frutos na caixa é realizada manualmente.
- Motor e transportador de lona localizado entre as saídas da classificação para enviar as caixas de produtos para pesagem.
- Esteira de roletes localizada no final do equipamento para transporte manual das caixas de produtos para pesagem.
- Bancada com balança para pesagem dos produtos embalados.



FIGURA 01. Equipamento de beneficiamento com sistema eletrônico de classificação – etapas de lavagem, secagem e polimento.



FIGURA 02. Equipamento de beneficiamento com sistema eletrônico de classificação – etapa de classificação

4.1.2- Equipamento com Sistema Mecânico de Classificação

Localização: Unidade de Beneficiamento de Tomate de Mesa Santa Cruz, Município de Santana do Parnaíba – Estado de São Paulo.

Procedência do equipamento: Brasil

A seguir a descrição das etapas deste equipamento (Figuras 03 e 04):

A- Etapa de Recebimento e Seleção

Nesta etapa os produtos entram no equipamento para iniciarem a seleção dos frutos com defeitos para descarte e a classificação manual da coloração, sendo descrita a seguir:

- Dimensão: 6,30 m de comprimento e 1,30 m de largura.
- Roletes transversais de 50,00 mm de diâmetro.
- Divisória ao meio da mesa de roletes para realização da classificação manual dos frutos em coloração.
- Motor que gira os roletes para facilitar a seleção dos frutos com defeitos para descarte e transferência para outra etapa.
- Rampa com 10° (graus) inclinação de 2,00 m de comprimento localizada ao final da etapa.

B- Etapa de Lavagem

A lavagem do produto inicia através dos seguintes componentes e descrição:

- Dimensão: 1,00 m de comprimento e 1,30 m de largura.
- Possui 13 escovas de nylon.

- Usa o método de aspersão de água para lavagem dos frutos.
- Motor gira as escovas para facilitar a lavagem dos frutos e enviá-los a outra etapa.

C- Etapa de Secagem

Os frutos são secados através dos seguintes componentes e descrição:

- Dimensão: 1,00 m de comprimento e 1,30 m de largura.
- Possui 10 rolos de espuma e 4 escovas de pêlo de cavalo.
- Rampa com 10° de inclinação.
- Os rolos e as escovas giram através de um motor.

D- Etapa de Polimento

Nesta etapa os frutos passam pelo polimento, através dos seguintes componentes e descrição:

- Dimensão: 1,20 m de comprimento e 1,30 m de largura.
- Possui 17 escovas de pêlo de cavalo.
- Ventilador com movimentação de ar a frio ou a quente.
- Rampa com 10° de inclinação indo até o final da etapa.
- Motor que gira as escovas para enviar os frutos a outra etapa.

D- Etapa de Classificação

Nesta etapa é realizada a classificação do produto, contendo os seguintes componentes a seguir descritos:

- Sistema mecânico de classificação por diâmetro através de correia furada.
- Capacidade de classificação do equipamento: aproximadamente 4 toneladas/hora de produto.
- Possui 4 correias furadas para classificação em diâmetro assim definida: correia nº 1 = 55,00 mm (milímetros), correia nº 2 = 65,00 mm, correia nº 3 = 75,00 mm e correia nº 4 = 80,00 mm, e ao final da linha de classificação existe uma saída para frutos maiores que 80,00 mm.

- Número de saídas de classificação: 10 saídas no total, sendo 4 de cada lado do equipamento, de acordo com as correias e 2 saídas ao final da linha de classificação. Essas saídas são acolchoadas para diminuir o impacto do fruto após a classificação.
- Motor posicionado em cada correia classificadora para girá-la, classificar e enviar o fruto adiante.

E- Etapa de Embalagem

Os frutos nesta etapa são colocados em embalagem, tendo a descrição e os componentes a seguir:

- A embalagem do fruto na caixa é realizada manualmente.
- Em cada saída da correia classificadora existe posicionado uma esteira de lona onde o fruto fica armazenado para ser embalado.
- Existe uma bancada com balança em cada saída do classificador para a pesagem dos frutos na caixa.



FIGURA 03. Equipamento de beneficiamento com sistema mecânico de classificação – etapa de recebimento



FIGURA 04. Equipamento de beneficiamento com sistema mecânico de classificação – etapa de classificação.

4.2. AVALIAR A CONFORMIDADE DE CLASSIFICAÇÃO POR DIÂMETRO E COLORAÇÃO

A avaliação da conformidade de classificação por diâmetro e coloração foi realizada nas duas unidades de beneficiamento, equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno para tomate de mesa cultivar Carmen. Avaliou-se a classificação do produto em diâmetro e coloração que cada unidade estava empregando naquele dia, ou seja, a regulagem dos equipamentos ficou a critério de cada unidade de beneficiamento. Portanto, estas avaliações ocorreram com o funcionamento normal da unidade de beneficiamento.

Para cada unidade foram avaliadas cinco classificações, as principais comercializadas, e para cada classificação, cinco caixas de tomate foram coletadas, perfazendo um total de 25 caixas analisadas. Todos os frutos foram submetidos a passarem por todas as etapas do equipamento, do recebimento até a embalagem do produto. Para cada caixa amostrada avaliou-se todos os tomates quanto à homogeneidade de diâmetro e coloração, baseando-se na norma de classificação do PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003), perfazendo um total aproximado de 800 frutos por classificação,

A norma estabelece que o calibre (diâmetro) do tomate é definido pelo diâmetro equatorial do fruto e para a garantia de homogeneidade visual de diâmetro, o mínimo permitido é de 90% de frutos dentro da mesma classe de diâmetro (Item 3.3.2 - Quadro 01) ou

seja admita-se uma tolerância de 10% da mistura de outras classes de diâmetro no mesmo lote, mas sendo permitido nesta mistura somente frutos de classes imediatamente superior ou inferior a classe de diâmetro declarada.

Para aferição da classificação por diâmetro dos tomates usou-se uma régua calibradora (Figura 05), contendo todos os calibres contemplados pela norma de classificação.



FIGURA 05. Régua calibradora – classes 0 – 40 – 50 – 60 – 70 – 80 – 90 - 100

Na coloração, o amadurecimento do tomate é determinado pela mudança de coloração externa e caracterizada em 3 subgrupos, pintando (tomate com ápice amarelecendo), colorido (tomate com coloração entre o subgrupo pintando e 90% da coloração final) e maduro (tomate com mais de 90% da coloração final), e para a garantia da homogeneidade visual de coloração a norma estabelece o mínimo permitido de 80% de frutos dentro do mesmo subgrupo de coloração ou uma tolerância de 20% de mistura de outros subgrupos no lote, mas somente permitindo nessa mistura frutos do subgrupo imediatamente superior ou inferior do subgrupo declarado.

Para avaliar a uniformidade da coloração desenvolveu-se uma sequência de evolução da coloração externa dos tomates (Figura 06), contendo os três subgrupos, pintando, colorido e maduro (PROGRAMA BRASILEIRO PARA MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003).

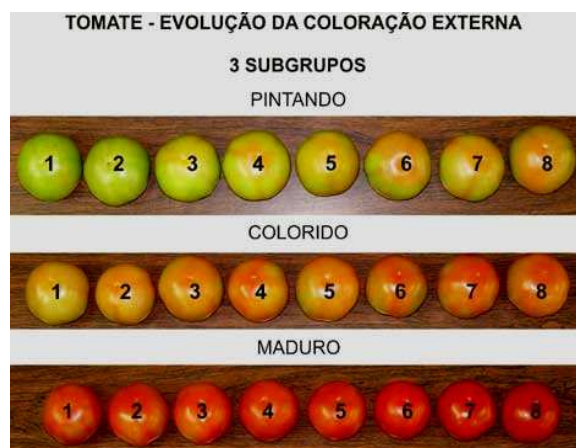


FIGURA 06. Evolução da coloração externa do tomate.

4.3. VERIFICAR A CONFORMIDADE DOS EQUIPAMENTOS NA CLASSIFICAÇÃO POR DIÂMETRO

A avaliação da conformidade dos equipamentos na classificação por diâmetro foi realizada após a avaliação das classificações em diâmetro e coloração nas unidades de beneficiamento. Das 5 caixas de cada classificação retirou-se 20 frutos de cada caixa, perfazendo um total de 100 frutos por classificação. Portanto, para as cinco classificações obteve-se um total geral de 500 frutos. Utilizou-se como testemunha uma amostra de 100 tomates, frutos beneficiados desde as etapas de recebimento até polimento, sendo retirados a seguir antes da entrada da etapa de classificação. Essa amostra apresentava frutos de diâmetros e colorações correspondentes às classificações avaliadas. Os 500 frutos provenientes de todas as classificações avaliadas e os 100 frutos da amostra testemunha foram transportados imediatamente para o laboratório da Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, Campinas, SP, para a avaliação da conformidade de classificação por diâmetro obtida, nos equipamentos com a regulação programada pela unidade.

Inicialmente os 600 frutos foram medidos no diâmetro equatorial e longitudinal máximo, utilizando como equipamento o paquímetro digital (Digimatic Caliper, code nº 500-171, model CD-6”, Mitutoyo Corporation, Japan). A unidade da medida utilizada foi em milímetros (mm). A avaliação da conformidade de classificação do equipamento foi realizada nas cinco classificações para verificação da eficiência da classificação por diâmetro. A classificação obtida foi comparada com a regulação programada nos equipamentos, através

do diâmetro equatorial medido dos frutos e assim verificou-se a eficiência do equipamento na classificação.

4.4. ACOMPANHAMENTO DA VIDA PÓS-COLHEITA DOS TOMATES

O acompanhamento da vida pós-colheita dos tomates foi realizado em laboratório nos frutos que passaram pelas avaliações de classificação. Para cada classificação os tomates foram numerados de 1 a 100 e colocados em bandejas plásticas e armazenados por um período de 20 dias em câmara de refrigeração (Figura 07) a temperatura ambiente de $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$.



FIGURA 07. Tomates na câmara de refrigeração

Durante o armazenamento foram realizadas análises destrutivas e não destrutivas dos frutos, visando o comportamento da vida pós-colheita dos tomates.

4.4.1. Análises Não Destrutivas

As seguintes análises não destrutivas foram realizadas durante o período de armazenamento: perda de massa, qualidade visual e coloração dos tomates. A seguir descrição das análises e periodicidade.

4.4.1.1. Perda de Massa

Todos os tomates foram pesados no primeiro dia de laboratório e a cada 2 dias, realizando 11 análises de perda de massa no tempo de armazenamento de 20 dias. A pesagem dos tomates foi realizada com uma balança Marte, modelo AL 500, com 0,01 g de precisão e 500 g de carga máxima. A unidade métrica utilizada para descrever a massa do tomate foi em gramas (g). A porcentagem da perda de massa (PM) do fruto foi mensurada pela relação da diferença entre a massa inicial (Mi) e a final do fruto (Mf), dividida pela massa inicial e multiplicada por 100, conforme a seguinte equação:

$$PM(\%) = \left(\frac{Mi - Mf}{Mi} \right) \times 100 \dots\dots\dots(Equação 01)$$

4.4.1.2. Qualidade Visual

Nesta análise foi observada a qualidade externa de todos os frutos para o aparecimento de descarte que depreciam a qualidade e aparência geral dos frutos. A avaliação foi realizada na entrada do produto no laboratório e a cada 2 dias em todos os tomates, durante o período de armazenamento de 20 dias, totalizando 11 análises. Frutos foram avaliados pela aparência externa, utilizando uma escala de notas baseada nas normas e padrões (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003) para definir os defeitos dos frutos, descrita a seguir: (1) Fruto sadio (isento de defeito); (2) Fruto com enrugamento (perda de brilho e elasticidade, flácido); (3) Fruto com podridão (decomposição, deterioração ou fermentação dos tecidos); (4) Fruto com vazamento de polpa (perda de líquido por ruptura da casca). Os frutos que se enquadravam na escala numérica (2), (3) e (4) eram descartados do lote de tomates.

Nesta avaliação procurou-se observar a qualidade externa de todos os tomates que foram classificados pelos equipamentos e mais a testemunha, referente ao aparecimento de descartes os quais possam depreciar a qualidade e aparência geral dos frutos.

4.4.1.3- Coloração

A avaliação das alterações na coloração de todos os tomates foi acompanhada desde a entrada dos frutos no laboratório e a cada 2 dias durante todo o tempo de armazenamento.

Utilizou-se uma seqüência de evolução da coloração externa do tomate (Figura 06) para verificar em qual estágio o fruto se encontrava. Nesta figura estão inclusos todos os subgrupos de coloração: pintando, colorido e maduro, baseados da norma de classificação do PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003). Em cada subgrupo de coloração elaborou-se uma numeração crescente da evolução da coloração. Ficando a coloração pintando do número 1 ao 8, colorido do 1 ao 8 e maduro do 1 ao 8. Dessa forma os frutos foram enquadrados dependendo do estágio da coloração externa no dia da avaliação como, por exemplo, P2 (pintando 2) ou C6 (colorido 6) ou M4 (maduro 4).

A análise estatística dos resultados do comportamento e evolução da coloração das classificações de tomates baseou-se na figura 06, sendo convertida para pintado – 1 a 8, colorido – 9 a 16 e maduro – 17 a 24.

4.4.2. Análises Destrutivas

Estas análises foram realizadas no início, quando da chegada do produto em laboratório, com 7, 14 e 20 dias do tempo de armazenamento, perfazendo para cada experimento um total de 4 análises. As análises foram: firmeza e químicas (pH, sólido solúvel, acidez titulável) e cálculo da relação sólido solúvel/acidez titulável.

4.4.2.1. Firmeza

Essa análise foi realizada no início, com 7, 14 e 20 dias do tempo de armazenamento. Dos 600 frutos de cada experimento foram sorteados 10 frutos de cada classificação e da testemunha, total de 60 frutos para cada análise. Para o teste de firmeza foram realizados ensaios de compressão no ponto mediano sobre o diâmetro equatorial de cada tomate por meio de pratos planos (BOURNE, 1980; MOHSENIN, 1986), com texturômetro (Ottawa Texture Measuring System, Cannery Machinery Limited Simcoe, Canada). Modelo da prensa: D18040, com carga máxima 450 kg e modelo do controlador de velocidade da prensa: MC1061. A prensa trabalhou à velocidade de 20 mm.min^{-1} (equivalente a $0,33 \text{ mm.s}^{-1}$), de acordo com MOHSENIN (1986) e BATU (2004). Os resultados do teste, força (N) e tempo (s), foram coletados pelo software SPIDER. Os raios de curvatura R₁ (raio equatorial do fruto) e R₂ (raio longitudinal do fruto) foram mensurados no primeiro dia do acompanhamento da pós-colheita com paquímetro já descrito.

A deformação específica do fruto (D) foi calculada em função da velocidade da prensa ($0,33 \text{ mm.s}^{-1}$) e do tempo (t) de duração do teste vinte segundos (20 s), conforme a seguinte equação:

$$D = v * t = 20 * 0,33 = 6,60 \text{ mm} \dots\dots\dots (\text{Equação 02})$$

A equação utilizada para o cálculo da firmeza do fruto, foi a seguinte:

$$\text{Firmeza} = \frac{0.530F}{D^{3/2}} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (\text{Equação 03})$$

Onde:

F = força

D = deformação específica (equação 02)

R₁ = raio de curvatura 1 (mm)

R₂ = raio de curvatura 2 (mm)

A unidade da firmeza do fruto é expressa (N.mm^{-1}) (Newton/ milímetro)

Com os dados da deformação específica e da força de aplicação nos 20 s de teste, calculou-se a firmeza (N.mm^{-1}) de acordo Mohsenin (1986), equação 03. Os valores obtidos representam o índice de firmeza do fruto e os maiores valores correspondem a frutos mais firmes.

A variação percentual acumulada do índice de firmeza foi calculada através do índice de firmeza entre o início e nos 20 dias de armazenamento para verificar onde ocorreram as maiores perdas na firmeza.

4.4.2.2- Análises Químicas

Na análise química foram determinados o potencial hidrogeniônico (pH), sólido solúvel (SS), acidez titulável (AT) e cálculo da relação sólido solúvel e acidez titulável

(SS/AT). O método usado para a determinação das análises químicas foi descrito por Carvalho et al. (1990).

4.4.2.2.1. pH

O equipamento adotado para a realização dessa análise foi um medidor de pH/mV Quimis Q-400A, com eletrodo de vidro Quimis modelo SC09. A medição do pH foi feita pelo método eletrométrico, procedimentos descritos por Carvalho et al. (1990), resultados expressos em número puro com duas casas decimais.

4.4.2.2.2. Acidez Titulável

De acordo com procedimentos descritos por Carvalho et al. (1990), a acidez foi dada em gramas de ácido cítrico por 100 g de suco de tomate (g.100g^{-1}). O equipamento é o mesmo descrito para a determinação do pH, adicionando-se o uso de agitador magnético Fisatom modelo 752. Entre as leituras, manuseio com o eletrodo, seguiu mesmo procedimento descrito no item anterior.

4.4.2.2.3. Sólido Solúvel

A análise de sólido solúvel foi realizada com um refratômetro Abbe Refractometer, tipo WYA. Essa análise realizou-se de acordo com procedimentos descritos por Carvalho et al. (1990). Entre leituras, o prisma era lavado com água destilada e enxuto com papel. Essa determinação é dada em graus Brix ($^{\circ}\text{Brix}$).

Para avaliar o equilíbrio doce-ácido do produto durante o amadurecimento do fruto foi calculado a relação entre sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT). Os resultados são expressos em número puro, com duas casas decimais.

4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a interpretação dos resultados obtidos da avaliação da classificação dos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação nas safras de verão e inverno, foram aplicados testes estatísticos.

Na avaliação da conformidade de classificação dos tomates em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA

(2003) foi aplicado o teste Z ao nível de 1 e 5% (SNEDECOR e COCHRAN, 1989), que avalia a eficácia da classificação de acordo com a norma de classificação do Programa

O teste de Qui-Quadrado com correção de Yates (CONOVER, 1999) foi aplicado na avaliação da qualidade visual dos tomates classificados pelos equipamentos eletrônico e mecânico com o objetivo de estimar a frequência dos tomates sadios em relação aos defeitos que depreciam a qualidade dos frutos.

A ANOVA (MONTGOMERY, 1991) foi aplicada para as variáveis perda de massa, coloração, firmeza e químicas (pH, Acidez titulável e Sólido Solúvel) e relação sólido solúvel e acidez titulável em relação às classificações de tomates para verificar a existência de diferenças entre as médias, ao nível de significância de 5% nas análises realizadas no período de armazenamento. Para identificar quais as análises que se diferiram, foi aplicado o teste de médias de Tukey (BUSSAD E MORETTIN, 1981) ao nível de significância de 5%.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise, interpretação dos resultados e discussão estão apresentados por equipamento: sistema eletrônico e mecânico de classificação e por safra: verão e inverno.

5.1- AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE CLASSIFICAÇÃO POR DIÂMETRO E COLORAÇÃO

A avaliação da conformidade de classificação por diâmetro e coloração será baseada no PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003), em equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação nas safras de verão e inverno.

5.1.1 Sistema Eletrônico de Classificação

A unidade de beneficiamento com equipamento de classificação com sistema eletrônico apresentava, no dia da realização do experimento nas safras de verão e inverno, tomates nas seguintes classificações: tomate A salada (AS), tomate A colorido (AC), tomate A maduro (AM), tomate AA colorido (AAC) e tomate AA maduro (AAM). As denominações utilizando a letra A são em função do diâmetro do fruto (A e AA), sendo que para coloração utilizava-se a seguinte classificação: salada, colorido e maduro. O termo coloração salada corresponde na norma de classificação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura ao subgrupo de coloração pintando. O equipamento com sistema eletrônico avaliado na safra de verão só atendeu às exigências de homogeneidade para classificação em diâmetro no tomate A Salada (Tabela 1), o qual respeitava a tolerância de 10% de misturas (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003). A norma estabelece que o mínimo permitido é de 90% de frutos dentro da mesma classe de diâmetro, ou seja, uma tolerância de 10% da mistura de outras classes de diâmetro no mesmo lote. A menor conformidade ocorreu no tomate A Maduro e AA Maduro, com menos de 90% dos frutos dentro do padrão da norma (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003). Só houve conformidade com as exigências de homogeneidade de coloração nos tomates A Salada e A Maduro, que estavam acima do limite mínimo permitido de 80% de frutos dentro do mesmo subgrupo de coloração ou da tolerância de 20% de mistura de outros subgrupos no lote (PROGRAMA BRASILEIRO

PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003) (Tabela 01). Portanto, somente o tomate A Salada, atendeu às exigências de diâmetro e coloração.

TABELA 01. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).

Tomates	Classificação em diâmetro ³		Classificação em Coloração ⁴	
	Classificação do Equipamento (%)	P	Classificação do Equipamento (%)	P
A Salada ⁵	93,38	0,0112 ¹	100,00	<0,0001 ²
A Colorido ⁶	85,29	0,0023 ²	56,00	<0,0001 ²
A Maduro ⁷	61,85	<0,0001 ²	100,00	<0,0001 ²
AA Colorido ⁸	76,06	<0,0001 ²	54,10	<0,0001 ²
AA Maduro ⁹	61,06	<0,0001 ²	63,33	<0,0001 ²

¹ Significativos ao nível de 5% de significância.

² Significativos ao nível de 1% de significância.

³ Nível mínimo permitido classificação por diâmetro 90%.

⁴ Nível mínimo permitido classificação por coloração 80%.

⁵ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 55,05 e 70,00 mm

⁶ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 50,00 e 70,00 mm.

⁷ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 53,92 e 70,00 mm.

⁸ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 60,00 e 81,62 mm.

⁹ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 60,00 e 82,05 mm.

No mesmo equipamento, na safra de inverno, só foi observada conformidade de diâmetro com a norma de classificação para o tomate A Colorido (Tabela 02) e conformidade para coloração nos tomates A Salada, A Maduro e AA Maduro, mas nenhuma classificação do tomate atendeu às exigências de diâmetro e coloração.

TABELA 02. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).

Classificação em diâmetro ³			Classificação em Coloração ⁴	
Tomates	Classificação do Equipamento (%)	P	Classificação do Equipamento (%)	P
A Salada ⁵	84,80	<0,0001 ²	100,00	<0,0001 ²
A Colorido ⁶	91,30	0,3571	62,98	<0,0001 ²
A Maduro ⁷	70,37	<0,0001 ²	100,00	<0,0001 ²
AA Colorido ⁸	79,38	<0,0001 ²	64,56	<0,0001 ²
AA Maduro ⁹	60,92	<0,0001 ²	100,00	<0,0001 ²

² Significativos ao nível de 1% de significância.

³ Nível mínimo permitido classificação por diâmetro 90%.

⁴ Nível mínimo permitido classificação por coloração 80%.

⁵ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 60,67 e 73,57 mm

⁶ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 59,01 e 70,00 mm.

⁷ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 57,17 e 70,00 mm.

⁸ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 66,64 e 88,47 mm.

⁹ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 64,69 e 87,69 mm.

5.1.2 Sistema Mecânico de Classificação

O equipamento com sistema de classificação mecânico avaliado na safra de verão, não apresentou conformidade de diâmetro em nenhuma classificação de tomate e só apresentou conformidade de coloração para o tomate AA Salada (Tabela 03). Nenhuma outra classificação atendeu às exigências de diâmetro e coloração.

TABELA 03. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).

Classificação em diâmetro ³			Classificação em Coloração ⁴	
Tomates	Classificação do Equipamento (%)	P	Classificação do Equipamento (%)	P
A Colorido ⁵	75,63	<0,0001 ²	30,09	<0,0001 ²
A Maduro ⁶	84,88	0,001 ²	19,54	<0,0001 ²
AA Salada ⁷	78,98	<0,0001 ²	100,00	<0,0001 ²
AA Colorido ⁸	64,01	<0,0001 ²	0,00	<0,0001 ²
AA Maduro ⁹	60,17	<0,0001 ²	20,06	<0,0001 ²

² Significativos ao nível de 1% de significância.

³ Nível mínimo permitido classificação por diâmetro 90%.

⁴ Nível mínimo permitido classificação por coloração 80%.

⁵ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 53,49 e 70,00 mm.

- ⁶ A = Classe de diâmetro 60 – frutos entre 59,20 e 74,49 mm.
⁷ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 66,10 e 83,32 mm.
⁸ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 63,05 e 80,22 mm.
⁹ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 64,44 e 75,05 mm.

O mesmo equipamento avaliado na safra de inverno não apresentou conformidade de diâmetro em nenhuma classificação de tomate e só apresentou conformidade para coloração no tomate AA Salada. Nenhuma classificação de tomate atendeu às exigências de diâmetro e coloração (Tabela 04).

TABELA 04. Avaliação da conformidade da classificação do equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno em diâmetro e coloração com o PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).

Tomates	Classificação em diâmetro ³		Classificação em Coloração ⁴	
	Classificação do Equipamento (%)	P	Classificação do Equipamento (%)	P
AA Salada ⁵	61,94	<0,0001 ²	100,00	<0,0001 ²
AA Colorido ⁶	55,07	<0,0001 ²	37,30	<0,0001 ²
AA Maduro ⁷	69,64	<0,0001 ²	29,93	<0,0001 ²
AAA Colorido ⁸	79,00	<0,0001 ²	39,04	<0,0001 ²
AAA Maduro ⁹	71,80	<0,0001 ²	28,76	<0,0001 ²

² Significativos ao nível de 1% de significância.

³ Nível mínimo permitido classificação por diâmetro 90%.

⁴ Nível mínimo permitido classificação por coloração 80%.

⁵ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 63,62 e 77,92 mm.

⁶ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 63,85 e 80,59 mm.

⁷ AA = Classe de diâmetro 70 – frutos entre 65,04 e 75,93 mm.

⁸ AAA = Classe de diâmetro 80 – frutos entre 70,60 e 92,22 mm.

⁹ AAA = Classe de diâmetro 80 – frutos entre 70,11 e 98,32 mm.

Na avaliação para classificação realizada nos equipamentos de classificação mecânica e eletrônica, notou-se um melhor desempenho em atendimento a norma do PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003) para o equipamento de classificação eletrônica, atendendo às exigências de homogeneidade para diâmetro (>90%) e coloração (>80%) nas safras de verão e inverno, quando comparado ao equipamento mecânico. A classificação eletrônica da cor mostrou-se mais eficiente que a classificação realizada manualmente pelos operários no equipamento mecânico. Kader (2002) relata que a classificação e a normatização identificam os padrões de qualidade de um produto, os quais são valiosos instrumentos na comercialização de frutas e hortaliças, proporcionando

uma linguagem comum entre produtores, intermediários e consumidores, incentivando pagamentos diferenciados para produtos de melhor qualidade.

A classificação adotada pelos atacadistas da CEAGESP, segundo Andreuccetti, Ferreira e Tavares (2004), qualifica os tomates através do diâmetro equatorial, ou seja, quanto mais graúdo for o fruto, maior valor comercial. As denominações de tamanhos diferem entre os atacadistas e o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, sendo classificados pelos atacadistas como 1A, 2A e 3A, e pelo Programa definido por diâmetros de 10 em 10 mm. A nomenclatura de classificação utilizada pelos atacadistas é de difícil reprodução e não proporciona transparência na comercialização dos produtos.

Lopez Camelo, Horvitz e Gomez (2003) relatam em pesquisa realizada com cebola a dificuldade de estabelecer padrões de classificação para esse produto, e que as diferenças de classificação podem ser atribuídas principalmente à sequência de operações e à velocidade das correias de transporte dos produtos no equipamento de classificação. No caso dos tomates isso não é verdadeiro, pois o equipamento com sistema eletrônico de classificação, por exemplo, possui tecnologia que permite a classificação dos frutos em diâmetro, por décimos de milímetros e escala de coloração com tonalidade de acordo com cada subgrupo de coloração do tomate (RODAMAF, 2005), permitindo a sua regulação para o atendimento às exigências da norma do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura. Por sua vez, no equipamento de classificação mecânica, a unidade de beneficiamento deverá adequar o equipamento, através do dimensionamento correto das correias de lonas, responsáveis pela classificação do produto, de acordo com os diâmetros estabelecidos pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura. Normalmente os diâmetros das correias são estabelecidos, sem critérios claros do fabricante ou por recomendação da unidade.

Em ambas as safras e equipamentos, com sistema eletrônico e mecânico de classificações avaliadas, observamos que as unidades de beneficiamento não atenderam totalmente às exigências da norma de classificação do tomate de mesa (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003). A classificação é um importante instrumento na comercialização dos produtos vegetais para obter transparência de mercado e confiabilidade nas transações comerciais, e é regulamentada pela Lei nº 9.972, de 25 de Maio de 2000, e obrigatória em todo território nacional (MAPA, 2000). As unidades de beneficiamento aparentam ignorar a legislação de classificação de produtos

vegetais, classificando os frutos em diâmetro e cor de acordo com as exigências na comercialização do produto, adotando a denominação de classificação de mercado e, segundo Belém (2003), citado por Andreuccetti, Ferreira e Tavares (2004), a classificação garante um padrão único para os produtores, atacadistas e consumidores finais, promove maior facilidade na comercialização, dando a possibilidade de que os melhores agricultores possam ter seus produtos valorizados, diminuam as perdas, além de garantir ao consumidor elevado padrão de qualidade de frutas e hortaliças.

5.2- VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE DOS EQUIPAMENTOS NA CLASSIFICAÇÃO POR DIÂMETRO

O objetivo desta experimentação foi avaliar a conformidade da classificação obtida para diâmetro com a regulação programada nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação pela unidade de beneficiamento.

5.2.1 Sistema Eletrônico de Classificação

A unidade de beneficiamento com sistema eletrônico de classificação estabeleceu a regulação do equipamento para a classificação do tomate, na safra de verão, para quatro tipos de diâmetros: tomate extrinha (fruto com diâmetro menor que 55,00 mm), tomate A (fruto com diâmetro entre 55,00 mm e 64,30 mm), tomate AA (fruto com diâmetro entre 64,31 mm e 78,50 mm) e tomate AAA (fruto com diâmetro maior que 78,50 mm).

A conformidade de diâmetro entre a classificação programada e a obtida ocorreu para a classificação AA, a qual demonstrou 92% de eficiência (Tabela 05). Por sua vez, para a classificação A, ocorreu uma mistura de diâmetros, a qual apresenta 40,67% de tomates AA.

O valor do tomate é determinado de acordo com a sua classificação por diâmetro. Quanto maior o diâmetro, maior valor num lote de tomates de mesma qualidade, segundo Andreuccetti, Ferreira e Tavares (2004), a classificação adotada no mercado valoriza o tamanho, pois quanto mais graúdo, maior o valor comercial. Os diâmetros reportados, nesse caso, são: 1A (miúdo), 2A (tamanho intermediário) e 3A (graúdo).

No dia da avaliação o valor da caixa de tomate AA foi de R\$ 28,20 e o da caixa de tomate A de R\$ 23,00, uma diferença de R\$ 5,20/caixa (SIM CEAGESP, 2005). A baixa conformidade na classificação em 40,67% para tomates A significa uma perda financeira no valor de R\$ 2,11 por caixa.

TABELA 05. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de verão, do equipamento com sistema eletrônico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.

Regulagem Programada da Classificação				
	Tomate Extrinha	Tomate A	Tomate AA	Tomate AAA
Classificação A obtida	5,33%	54,00%	40,67%	0,00%
Classificação AA obtida	0,00%	5,00%	92,00%	3,00%

Na safra de inverno, a unidade de beneficiamento estabeleceu nova regulagem do equipamento para 4 tipos de diâmetros: tomate extrinha (fruto com diâmetro menor que 54,50mm), tomate A (fruto com diâmetro entre 54,50mm e 66,50mm), tomate AA (fruto com diâmetro entre 66,51mm e 82,00mm) e tomate AAA (fruto com diâmetro maior que 82,00mm).

A conformidade de diâmetro entre a classificação programada e obtida ocorreu somente para a classificação AA, com 88,50% de eficiência (Tabela 06). A classificação A, a exemplo da safra de verão, apresentou uma grande ocorrência do tomate AA (46,63%), de maior valor na comercialização. No dia da avaliação o valor da caixa de tomate AA foi de R\$ 28,60 e o do A foi de R\$ 22,80, uma diferença de R\$ 5,80 (SIM CEAGESP, 2005). A baixa conformidade na classificação em 46,63% da classificação A significa uma perda financeira de R\$ 2,70 por caixa.

TABELA 06. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de inverno, do equipamento com sistema eletrônico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.

Regulagem Programada da Classificação				
	Tomate Extrinha	Tomate A	Tomate AA	Tomate AAA
Classificação A obtida	0,00%	53,67%	46,63%	0,00%
Classificação AA obtida	0,00%	0,50%	88,50%	11,00%

O equipamento de classificação com sistema eletrônico permite a regulagem do diâmetro desejada dos frutos em décimos de milímetros (RODAMAF, 2005). A baixa

conformidade entre a classificação programada e obtida nas safras de verão e inverno, principalmente nos frutos de menor diâmetro pode ter causas como: lâmpada queimada no leitor óptico, velocidade inadequada, regulagem incorreta, entre outras. Portanto, uma demonstração da falta de monitoramento do equipamento e de avaliação da classificação obtida, o que leva a uma perda financeira conforme já mencionado. Segundo Sargent et al. (1991), a calibração do equipamento deve ser realizada com frequência e rigor e a velocidade das esteiras transportadoras monitoradas. No caso do não cumprimento da norma de classificação, segundo Lopez Camelo, Horvitz e Gomez (2003), as atribuições podem ser dadas à sequência de operações e à velocidade das correias de transporte do produto no equipamento. Logo, a calibração dos equipamentos deve ser feita frequentemente, com o intuito de evitar a desvalorização ou a supervalorização, rotulando-se o produto de acordo com a legislação, não prejudicando os consumidores finais. Faz-se necessário à realização de treinamento dos operadores, a fim de que esses possam efetuar a adequação dos equipamentos às classificações, conforme os diferentes diâmetros e variedades existentes, comparando-se o diâmetro classificado com aquele indicado pela norma.

5.2.2 Sistema Mecânico de Classificação

O sistema do equipamento de classificação mecânica utiliza as correias de lonas com dimensões das furações estabelecidas pelo fabricante e ou pela unidade de beneficiamento, visando a classificação de 5 tipos de diâmetros: tomate extrinha (frutos com diâmetro menor que 55,00mm), tomate A (frutos com diâmetro entre 55,00mm a 65,00mm), tomate AA (frutos com diâmetro entre 65,01mm e 75,00mm), tomate AAA (frutos com diâmetro entre 75,01 mm e 80,00mm) e tomate AAAA (frutos com diâmetro maior que 80,00mm), nas safras de verão e inverno.

Na safra de verão, não houve conformidade de diâmetro entre a classificação programa e obtida para as classificações avaliadas: A e AA (Tabela 07). Para a classificação AA a eficiência foi 71,66%, já a classificação A apresentou valores inferiores, 66,00%. No dia da avaliação o valor da caixa de tomate AA foi de R\$ 27,80 e o do tipo A de R\$ 22,00, uma diferença de R\$ 5,80 (SIM CEAGESP, 2005). A baixa conformidade na classificação em 33,50% da classificação A significa uma perda financeira de R\$ 1,94 por caixa.

TABELA 07. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de verão, do equipamento com sistema mecânico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.

Regulagem Programada da Classificação					
	Tomate Extrinha	Tomate A	Tomate AA	Tomate AAA	Tomate AAAA
Classificação A obtida	0,50%	66,00%	33,50%	0,00%	0,00%
Classificação AA obtida	0,00%	1,67%	71,66%	23,00%	3,67%

Na safra de inverno, os tomates AA e AAA foram avaliados. A conformidade de diâmetro entre a classificação programada e a obtida ocorreu somente para a classificação AA, com 95% de eficiência (Tabela 08). Houve baixa conformidade na classificação AAA, composto de 24% do tomate AA e 43% do tomate AAAA.

No dia da avaliação o valor das caixas de tomate AAA e AAAA foi de R\$ 24,40 e o da caixa de tomate AA de R\$ 21,60, portanto uma diferença de R\$ 2,80 (SIM CEAGESP, 2005). A baixa conformidade causada pela ocorrência de classificação em 24,00% da classificação AA, de menor valor, levou a um ganho financeiro de R\$ 0,67 por caixa. Um ganho pequeno quando se considera a possível perda de credibilidade da empresa.

TABELA 08. Verificação da conformidade da classificação por diâmetro, na safra de inverno, do equipamento com sistema mecânico de classificação com a regulagem programada pela unidade de beneficiamento.

Regulagem Programada da Classificação					
	Tomate Extrinha	Tomate A	Tomate AA	Tomate AAA	Tomate AAAA
Classificação AA obtida	0,00%	1,00%	95,00%	3,67%	0,33%
Classificação AAA obtida	0,00%	0,00%	24,00%	33,00%	43,00%

O equipamento de classificação mecânica obteve baixa conformidade de classificação com a programada, a separação do diâmetro dos frutos é realizada através de correia de lonas furada, sistema ainda muito utilizado no Brasil pelos produtores de tomate. As furações são circulares e os frutos de tomate de cultivar “Carmen” possuem formato achatado, de diâmetro equatorial e comprimento variável, o que leva a uma mistura de tamanhos na classificação,

que pode ser agravada pela velocidade inadequada das correias em funcionamento. Sargent et al. (1991) relatam que um dos equipamentos de classificação mais utilizados para tomate de mesa no sul da Florida têm sido esteiras de lona emborrachadas ou metálicas. Este sistema pode apresentar alguns problemas que afetam o seu funcionamento. Considerando-se os frutos individuais, o tamanho para classificação é determinado baseando-se na maior dimensão do fruto orientado em um plano horizontal, quando do movimento do fruto. Todavia, tomates movimentam-se em uma linha de beneficiamento ao acaso, sendo que o formato do fruto e o posicionamento deste no equipamento de classificação pode afetar a eficiência do sistema em cumprir as normas e padrões estipulados.

A mudança constante da regulagem do equipamento eletrônico nas safras de verão e inverno para a obtenção de uma classificação (Tabela 09), mostra com clareza a inexistência de um padrão de diâmetro para cada classificação de mercado na mesma unidade de beneficiamento. As diferenças de regulagem e das classificações de mercado entre as unidades de beneficiamento nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação também são evidências da inexistência de um padrão de diâmetro. Sargent et al. (1991) relatam que na avaliação de padrões de classificação de tomate, que as dimensões propostas para classificação por tamanho em diversas unidades de beneficiamento avaliadas não estavam adequadas e, portanto, se faziam necessárias alterações nas unidades classificadoras.

TABELA 09. Classificações utilizadas pelas unidades de beneficiamento através da regulagem dos equipamentos nas safras de verão e inverno.

Classificações	Equipamentos			
	Eletrônico		Mecânico	
	Verão *	Inverno *	Verão *	Inverno*
Extrinha	Menor 55,00mm	Menor 54,50mm	Menor 55,00mm	Menor 55,00mm
A	55,00 a 64,30mm	54,50 a 66,50mm	55,00 a 65,00mm	55,00 a 65,00mm
AA	64,31 a 78,50mm	66,51 a 82,00mm	65,01 a 75,00mm	65,01 a 75,00mm
AAA	Maior 78,50mm	Maior 82,00mm	75,01 a 80,00mm	75,01 a 80,00mm
AAAA	---	----	Maior 80,00mm	Maior 80,00mm

* Regulagem estabelecida em diâmetros para as classificações dos tomates.

5.3- AVALIAÇÃO DA QUALIDADE VISUAL DOS TOMATES

Nesta avaliação procurou-se observar a qualidade externa dos tomates referente ao aparecimento de descartes, os quais possam depreciar a qualidade e aparência geral dos frutos. Foram realizadas 11 análises a cada 2 dias no tempo de armazenamento de 20 dias, em todos os tomates classificados pelos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação e mais à testemunha, nas safras de verão e inverno.

5.3.1 Sistema Eletrônico de Classificação

Para os frutos classificados no equipamento eletrônico, na safra de verão, observou-se após armazenamento por 20 dias, que 55,28% dos tomates estavam sadios e adequados para consumo, e dentre esses uma variação entre 63,33% (tomate A Maduro e AA Maduro) até 43,33% (tomate A Salada) de frutos sadios (Tabela 10). A testemunha apresentou um valor acima da média, mas inferior aos tomates A Maduro e AA Maduro. Frutos no estágio maduro, em geral são mais sensíveis ao manuseio, porém por se tratar de um cultivar longa vida, a colheita realizada neste estágio pode proporcionar uma melhor condição fisiológica pós-colheita.

TABELA 10. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates classificado no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão.

Classificação de Tomates	% Sadios	% Descartados
Testemunha	56,67%	43,33%
A Salada	43,33%	56,67%
A Colorido	48,33%	51,67%
A Maduro	63,33%	36,67%
AA Colorido	56,67%	43,36%
AA Maduro	63,33%	36,67%
Valor Médio	55,28%	44,72%

A avaliação dos descartes, mostrou o enrugamento (54,04%), como a principal razão, seguido pela podridão (39,13%) e pelo vazamento de polpa (6,83%) (Tabela 11). Houve uma variação na importância de cada descarte por classificação de tomate. Entre os tomates descartados, não houve associação ao nível de 5% de significância de acordo com o teste Qui-Quadrado com correção de Yates (CONOVER, 1999). As classificações de tomates A Salada

e A Colorido apresentaram maior porcentagem de descartes por enrugamento 32,18% e 27,59% respectivamente e a classificação de tomate AA Colorido apresentou maior incidência de podridão, 25,40% dos tomates. Tomates maduros apresentaram maior porcentagem de perda por podridão, o que pode estar relacionado ao estágio de amadurecimento do fruto.

TABELA 11. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão.

Classificação de Tomates	% Enrugamento *	% Podridão *	% Vazamento de Polpa *
Testemunha	16,09	14,29	27,27
A Salada	32,18	7,94	9,09
A Colorido	27,59	9,52	9,09
A Maduro	5,75	22,22	27,27
AA Colorido	8,05	25,40	27,27
AA Maduro	10,34	20,63	0,00
Descarte total de frutos	54,04	39,13	6,83

* Teste Qui-Quadrado com correção de Yates (P = 0,0005).

A avaliação da qualidade visual dos frutos classificados no equipamento com sistema eletrônico de classificação, na safra de inverno, mostrou 63,33% dos frutos sadios (Tabela 12), e uma variação entre os tomates sadios de 80,00% e 76,67% (tomate A Colorido e A Salada respectivamente) e 43,33% (tomate AA Maduro). A baixa incidência de frutos sadios A Maduro está relacionado ao estágio de amadurecimento do fruto.

TABELA 12. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates classificado no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno.

Classificação de Tomates	% Sadios	% Descartados
Testemunha	60,00%	40,00%
A Salada	76,67%	23,33%
A Colorido	80,00%	20,00%
A Maduro	58,33%	41,67%
AA Colorido	61,67%	38,33%
AA Maduro	43,33%	56,67%
Valor Médio	63,33%	36,67%

Na avaliação dos descartes, o enrugamento (75,00%) foi o principal, seguido pela podridão (23,48%) e pelo vazamento de polpa (1,52%) (Tabela 13). Esta maior incidência de frutos descartados devido a enrugamento pode estar relacionada a fatores pré-colheita, por se tratar da produção no período de inverno. Novamente, frutos no estágio Maduro apresentaram maiores perdas por enrugamento. Entre os tomates descartados, não houve associação ao nível de significância de 5% de acordo com o teste Qui-Quadrado com correção de Yates (CONOVER, 1999).

TABELA 13. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno.

Classificação de Tomates	% Enrugamento *	% Podridão *	% Vazamento de Polpa *
Testemunha	18,18	19,35	0,00
A Salada	8,08	19,35	0,00
A Colorido	8,08	12,90	0,00
A Maduro	21,21	12,90	0,00
AA Colorido	15,15	22,58	50,00
AA Maduro	29,29	12,90	50,00
Descarte total de frutos	75,00	23,48	1,52

* Teste Qui-Quadrado com correção de Yates (P = 0,8202)

5.3.2 Sistema Mecânico de Classificação

A avaliação da qualidade visual dos frutos classificados no equipamento com sistema mecânico de classificação, na safra de verão, mostrou-se 71,39% dos frutos sadios e uma variação entre os tomates de 95,00% e 81,67%, tomate AA Salada, tomates A Colorido e testemunha, respectivamente e 50,00% para o tomate AA Maduro (Tabela 14). O tomate no estágio de coloração Salada apresenta maior resistência ao manuseio entre os tomates no estágio de coloração Colorido e Maduro, portanto apresentam-se em maior número de frutos sadios.

TABELA 14. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates classificado no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão.

Classificação de Tomates	% Sadios	% Descartados
Testemunha	81,67%	18,33%
A Colorido	81,67%	18,33%
A Maduro	63,33%	36,67%
AA Salada	95,00%	5,00%
AA Colorido	56,67%	43,33%
AA Maduro	50,00%	50,00%
Valor Médio	71,39%	28,61%

Na avaliação dos descartes dos frutos, mostrou-se a podridão (81,55%) como sendo o principal, seguido pelo vazamento de polpa (15,53%) e o enrugamento (2,92%) (Tabela 15). Houve uma baixa incidência de enrugamento nos frutos, mas em relação à podridão foi alta, que pode estar relacionado com manuseio excessivo através de impactos nos frutos na pré e pós-colheita. Entre os tomates descartados, não houve associação ao nível de significância de 5% de acordo com o teste Qui-Quadrado com correção de Yates (CONOVER, 1999), entre os tomates com as causas de descarte.

TABELA 15. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão.

Classificação de Tomates	% Enrugamento *	% Podridão *	% Vazamento de Polpa *
Testemunha	0,00	13,10	0,00
A Colorido	0,00	11,90	6,25
A Maduro	0,00	22,62	18,75
AA Salada	0,00	2,38	6,25
AA Colorido	66,67	28,57	0,00
AA Maduro	33,33	21,43	68,75
Descarte total de frutos	2,92	81,55	15,53

* Teste Qui-Quadrado com correção de Yates (P = 0,0891)

A avaliação da qualidade visual dos frutos classificados no equipamento com sistema mecânico de classificação, na safra de inverno, mostrou 31,11% dos frutos sadios e uma variação entre os tomates de 55,00% e 46,67% (tomate AA Salada e AA Colorido

respectivamente) a 10,00% (tomate AAA Maduro) (Tabela 16). Essa baixa porcentagem de frutos sadios também poderá estar relacionada com o manuseio dos frutos nas etapas de pré e pós-colheita dos frutos. Os tomates AA e AAA Maduro por apresentarem estágio de amadurecimento avançado são mais sensíveis ocorrendo os maiores descartes.

TABELA 16. Resultado da avaliação visual por classificação de tomate classificado no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de inverno.

Classificação de Tomates	% Sadios	% Descartados
Testemunha	31,67%	68,33%
AAS	55,00%	45,00%
AAC	46,67%	53,33%
AAM	18,33%	81,67%
AAAC	25,00%	75,00%
AAAM	10,00%	90,00%
Valor Médio	31,11%	68,89%

A avaliação dos descartes mostrou o enrugamento (55,24%) como o principal, seguido pela podridão (42,34%) e vazamento de polpa (2,42%) (Tabela 17). As maiores incidências de descarte por enrugamento ocorreu para o tomate AAA Colorido e para podridão nos tomates AA e AAA Maduro evidenciado pelo seu estágio de madurez. Entre os tomates descartados, não houve associação ao nível de significância de 5% de acordo com o teste Qui-Quadrado com correção de Yates (CONOVER, 1999), entre os tomates com as causas de descarte.

TABELA 17. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de inverno.

Classificação de Tomates	% Enrugamento*	% Podridão*	% Vazamento de Polpa*
Testemunha	23,42	13,33	16,67
AAS	16,22	8,57	0,00
AAC	13,51	15,24	16,67
AAM	20,72	21,90	50,00
AAAC	25,23	16,19	0,00
AAAM	24,32	24,76	16,67
Descarte total de frutos	55,24	42,34	2,42

* Teste Qui-Quadrado com correção de Yates (P= 0,0001).

Analisando a avaliação da qualidade visual entre os equipamentos, com sistema eletrônico e mecânico de classificação, foi aplicada a ANOVA (MONTGOMERY, 1991) para a comparação dos equipamentos de acordo com os descartes: enrugamento, podridão e vazamento de polpa para as safras de verão e inverno (Tabelas 18). Com 95% de confiança foi verificada diferença significativa entre os equipamentos em relação à média de tomates com enrugamento na safra de verão e com podridão na safra de inverno.

Os resultados mostraram que a ocorrência de descartes na safra de verão foi maior no equipamento eletrônico com enrugamento e podridão e vazamento de polpa no equipamento mecânico. Na safra de inverno o equipamento mecânico apresentou maior incidência dos descartes comparada ao eletrônico (Anexo 01).

TABELA 18. Resultado da avaliação visual por classificação de tomates em relação aos descartes, classificados pelo equipamento com sistema eletrônico e mecânico de classificação na safra de verão e inverno.

Avaliação Visual						
Descartes	Verão**		P*	Inverno**		P*
	Eletrônico	Mecânico		Eletrônico	Mecânico	
Enrugamento	14,50a	0,50b	0,0048*	16,50	18,50	0,6993
Podridão	10,50	14,00	0,3669	5,17b	17,50a	0,0007*
Vazamento de polpa	1,83	2,67	0,6549	0,33	1,00	0,2073

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância 5%.

A ocorrência de descarte cresce consistentemente em cada elo da cadeia de produção. As anomalias ocorrem durante o processo de produção do fruto e não evoluem com o aumento do manuseio na cadeia e são caracterizadas como, lesão cicatrizada, dano por praga e dano fisiológico. A ocorrência de dano por doença e de dano mecânico pós-colheita evoluem com o aumento do manuseio do fruto e apresentam uma relação linear positiva e significativa (GUTIERREZ, 2005).

Dentre os descartes ocorridos, a vazamento de polpa foi o de menor incidência comparado com enrugamento e podridão. Com o amadurecimento dos frutos ocorre a perda de água, e resulta em muitas vezes, enrugamento dos frutos, e esse descarte foi mais freqüente no equipamento com sistema eletrônico de classificação em ambas as safras. A perda de massa

dos frutos que foi em média de 4 e 7% entre os tomates, nos experimentos das safras de verão e inverno (Item 5.4). Andrade Júnior (1999) relata que no tomate, uma perda de 3 a 6% em base de peso é o suficiente para a depreciação do produto, e estas perdas ocorrem principalmente pelo ponto de inserção do pedúnculo.

Em relação à podridão, sua ocorrência foi com maior intensidade, nos tomates classificados pelo equipamento com sistema mecânico, principalmente na safra de verão, e pode estar relacionada com os impactos que o fruto sofre durante o processo de beneficiamento ou relacionado a não higienização adequada do equipamento, favorecendo o aparecimento de podridões. Pode também ter sido ocasionado por inóculo proveniente do campo. O desenvolvimento de podridão, o dano mais grave, inviabiliza o consumo da unidade do produto e até a venda do lote, em virtude do seu potencial de disseminação para os outros frutos. Os agentes causais associados à podridão são fungos e bactérias que ocorrem no ar e no solo (ZAGORY, 1999).

Os tomates no estágio de coloração maduro foram os que apresentaram maior número de frutos com defeitos, tanto para os tomates classificados pelos equipamentos com sistema eletrônico, como para o de sistema mecânico em ambas as safras. Segundo Sargent, Brecht e Zoellner (1992), os tomates no estágio maduro, são menos firmes que os tomates no estágio de verde-maduro, e, portanto mais sensíveis a danos mecânicos, especialmente os danos internos.

5.4. PERDA DE MASSA

Na avaliação da perda de massa foram realizadas 11 análises a cada 2 dias no tempo de armazenamento de 20 dias, em todos os tomates classificados pelos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação e mais a testemunha, nas safras de verão e inverno.

5.4.1. Sistema Eletrônico de Classificação

Houve diferença significativa ao nível de 5%, na perda de massa em todos os tomates classificados no equipamento eletrônico, nas safras de verão e inverno, durante o armazenamento (Anexos 02 e 04). A perda de massa quando comparamos as classificações de tomates no tempo de armazenamento, foi significativa ao nível de 5%.

No equipamento eletrônico na safra de verão, a maior perda de massa (Tabela 19) ocorreu para os tomates AA Maduro, testemunha e A Colorido, respectivamente, com diferença significativa de 5%, detectada pelo teste de Tukey (BUSSAB e MORETTIN, 1981), quando comparados aos tomates A Salada e A Maduro. No mesmo equipamento, na safra de inverno, a maior perda de massa (Tabela 19) aconteceu para o tomate AA Maduro, com diferença significativa de 5% detectada pelo teste de Tukey (BUSSAB e MORETTIN, 1981) em relação aos tomates A Salada e A Colorido.

TABELA 19. Perda de massa acumulada dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico de classificação, nas safras de verão e inverno, no final do armazenamento.

Equipamento Eletrônico		
Classificações	Verão*	Inverno*
Testemunha	4,40a	6,24ab
Tomate A Salada	4,23b	6,01b
Tomate A Colorido	4,56a	6,15b
Tomate A Maduro	3,53b	6,28ab
Tomate AA Colorido	4,10a	6,41ab
Tomate AA Maduro	4,61a	6,85a

* Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

5.4.2. Sistema Mecânico de Classificação

Houve diferença significativa ao nível de 5%, na perda de massa entre os tomates classificados no equipamento mecânico, nas safras de verão e inverno, durante o armazenamento (Anexos 06 e 08). A perda de massa quando comparamos as classificações de tomates no tempo de armazenamento, foi significativa ao nível de 5% e as diferenças estatísticas foram semelhantes em ambas às safras.

No equipamento com sistema mecânico de classificação, na safra de verão, a maior perda de massa (Tabela 20) aconteceu no tomate A Maduro, seguido pelo tomate A Colorido e AA Colorido, que representaram diferenças significativas ao nível de 5%, detectada pelo teste de Tukey (BUSSAB e MORETTIN, 1981), em relação aos tomates AA Salada e testemunha. Na safra de inverno, a maior perda de massa aconteceu no tomate AA Maduro (Tabela 20), com diferença significativa ao nível de 5%, detectada pelo teste de Tukey (BUSSAB e MORETTIN, 1981), entre os tomates AA Salada e AA Maduro.

Tomates não submetidos à classificação demonstraram uma perda de massa intermediária em relação aos tomates classificados (Tabela 19) no equipamento eletrônico nas duas safras. Por sua vez, no equipamento mecânico de classificação, a testemunha apresentou um comportamento diferente, com a menor perda de massa na safra de verão e a segunda menor perda na safra de inverno (Tabela 20). O tomate testemunha foi submetido ao processo de seleção, lavagem, secagem e polimento dos frutos, antes da sua coleta no equipamento.

TABELA 20. Perda de massa acumulada dos tomates classificados nos equipamentos com sistema mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no final do armazenamento.

Equipamento Mecânico			
Classificações	Verão*	Classificações	Inverno*
Testemunha	4,29c	Testemunha	7,79b
Tomate A Colorido	5,12ab	Tomate AA Salada	6,98c
Tomate A Maduro	5,20a	Tomate AA Colorido	7,85b
Tomate AA Salada	4,01c	Tomate AA Maduro	8,99a
Tomate AA Colorido	4,93ab	Tomate AAA Colorido	7,55bc
Tomate AA Maduro	4,54b	Tomate AAA Maduro	8,15b

* Médias na coluna sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Na avaliação da perda de massa entre os equipamentos eletrônico e mecânico (Tabela 21) (Anexo 10), houve diferença significativa de perda de massa entre os equipamentos eletrônico e mecânico de classificação nas safras de verão e inverno para todas as classificações de tomates, com exceção do tomate testemunha na safra de verão. A perda média de massa acumulada foi maior no equipamento com sistema de classificação mecânica.

Foi constatada para os dois equipamentos nas duas safras, verão e inverno, uma maior perda de massa no inverno. Apesar das condições monitoradas do armazenamento, o período seco é caracterizado por temperaturas mais baixas e menor umidade ambiental. A transpiração é o principal processo envolvido na perda de massa. Ela é consequência do déficit de pressão do vapor (DPV) e do coeficiente de transpiração.

TABELA 21. Perda de massa acumulada dos tomates classificados pelo equipamento com sistema eletrônico e mecânico de classificação nas safras de verão e inverno, no final do armazenamento.

Perda de Massa						
Equipamentos						
Classificações de tomates	Verão		P*	Inverno		P*
	Eletrônico	Mecânico		Eletrônico	Mecânico	
Testemunha	4,40	4,29	0,5235	6,24	7,79	<0,0001*
Tomates classificados	4,18	4,72	<0,0001*	6,32	8,03	<0,0001*

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

A maior perda de massa acumulada ocorreu no equipamento mecânico quando comparada ao equipamento eletrônico (Tabela 21), podendo ser um indicativo de manuseio mais intenso no fruto, ocorrendo maior transpiração e conseqüentemente uma maior perda de massa.

Segundo Ferreira et al. (2003), a perda de massa é cumulativa durante as etapas de pós-colheita, podendo atingir em um sistema tradicional até 7%, considerando desde a etapa de colheita até a comercialização em entrepostos. Foi observada nestes experimentos uma perda média de massa de 4,55% na safra de verão e 7,12% na safra de inverno, onde o equipamento mecânico acusou maior valor entre os equipamentos.

A perda de massa pode se tornar um bom instrumento de medida do efeito do manejo de pós-colheita de frutos para a determinação dos pontos críticos da pós-colheita por técnicos de campo e produtores. A medida da perda de massa, operação muito simples e rápida, não exige conhecimentos especiais e o equipamento para sua execução é de custo baixo e fácil de encontrar (GUTIERREZ, 2005). Portanto, fica constatada a necessidade de adequações e modificações nos equipamentos avaliados e nos processos de beneficiamento do produto, contribuindo assim para melhorar a qualidade e diminuir as perdas.

5.5- COLORAÇÃO

Na análise da evolução da coloração foram realizadas 11 avaliações da coloração do fruto a cada 2 dias no tempo de armazenamento de 20 dias, em todas as classificações de

tomates classificados pelos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno. Os estádios de evolução da coloração considerados foram, pintando, colorido e maduro (Item 4.2 – Figura 06). Para a análise do comportamento e evolução da coloração das classificações de tomates, a figura 06 foi convertida para pintado – 1 a 8, colorido – 9 a 16 e maduro – 17 a 24.

5.5.1. Sistema Eletrônico de Classificação

Houve diferença significativa ao nível de 5%, na coloração em todos os tomates classificados no equipamento eletrônico de classificação, nas safras de verão e inverno, no decorrer do armazenamento (Anexos 03 e 05) e conseqüentemente um crescimento da intensidade de coloração. A evolução da coloração quando comparada as diferentes classificações de tomates em cada avaliação, apresentou diferença significativa ao nível de 5%.

No equipamento eletrônico na safra de verão (Figura 8), o tomate A Salada mudou rapidamente para o estágio colorido com apenas 2 dias de armazenamento (índice 9,28) e para o início do estágio maduro com 8 dias (índice 18,01). Os tomates A e AA Colorido atingiram o estágio maduro em 4 dias, (índices 17,92 e 17,57 respectivamente) por sua vez, os tomates A e AA maduro chegaram ao final dos 20 dias de armazenamento com índices (23,42 e 23,17 respectivamente) de coloração próxima da coloração máxima do tomate (24,00).

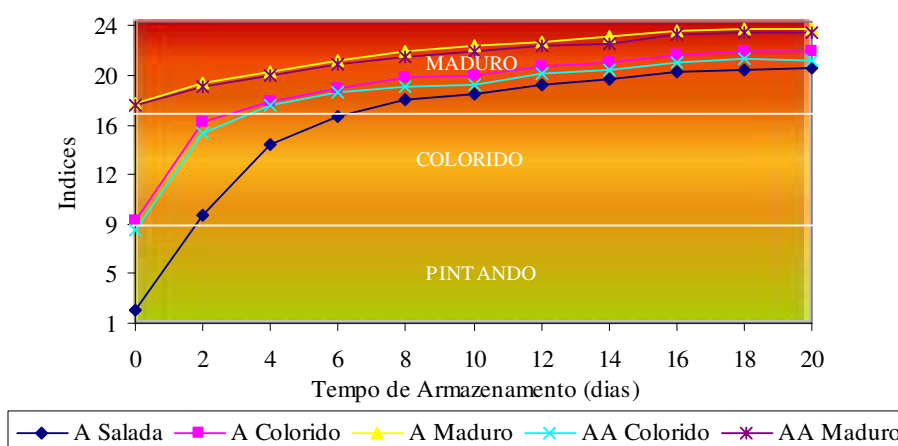


FIGURA 08. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de verão, armazenados a temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $75 \pm 5\%$.

Todavia, no mesmo equipamento, na safra de inverno (Figura 09) a evolução de estágio de coloração do tomate AA Salada foi diferente, atingindo o estágio colorido em um período maior, 6 dias (índice 9,81) e com 14 dias o início do estágio maduro (índice 14,07). Os tomates A e AA Colorido evoluíram a coloração para o estágio maduro em 8 dias (índices 17,82 e 17,76 respectivamente). Os tomates A e AA maduro ficaram abaixo do índice máximo (22,71 e 23,39 respectivamente) de coloração final do tomate, todos os tomates nesta safra evoluíram mais lentamente a intensidade de coloração em relação a safra de verão.

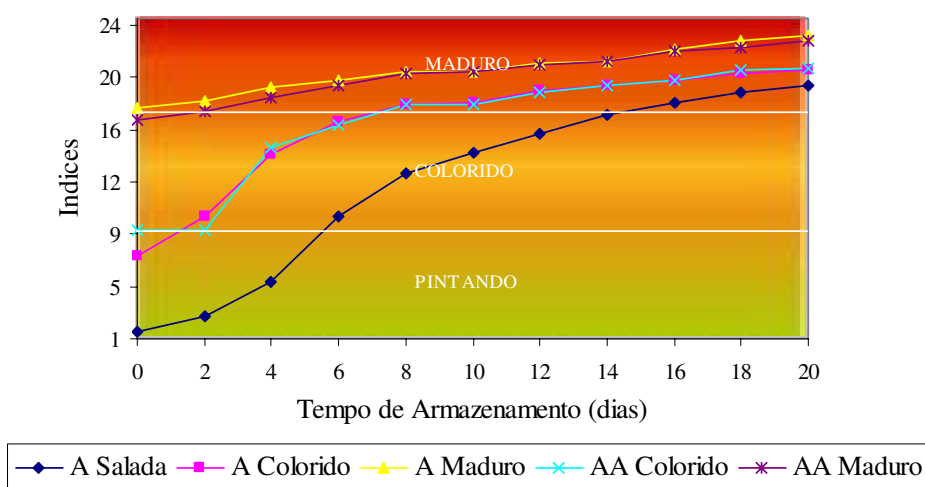


FIGURA 09. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno, armazenados a temperatura $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$.

5.5.2. Sistema Mecânico de Classificação

Houve diferença significativa ao nível de 5%, na coloração em todos os tomates classificados no equipamento mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no decorrer do armazenamento (Anexos 07 e 09) e conseqüentemente um crescimento da intensidade de coloração. A evolução da coloração quando comparada as diferentes classificações de tomates em cada avaliação, foi significativa ao nível de 5%.

Para o equipamento mecânico, safra verão (Figura 10), a evolução da coloração dos tomates AA Salada de estágio de coloração salada para o estágio colorido foi em 6 dias (índice 11,54) e para o estágio maduro em 12 dias (índice 17,27). Os tomates A e AA Colorido evoluíram sua coloração para o estágio maduro entre 10 e 8 dias (índices 17,81 e 17,44

respectivamente), os tomates A e AA maduro chegaram ao final com índices (21,25 e 21,53 respectivamente) não atingindo a coloração máxima final do tomate de 24,00.

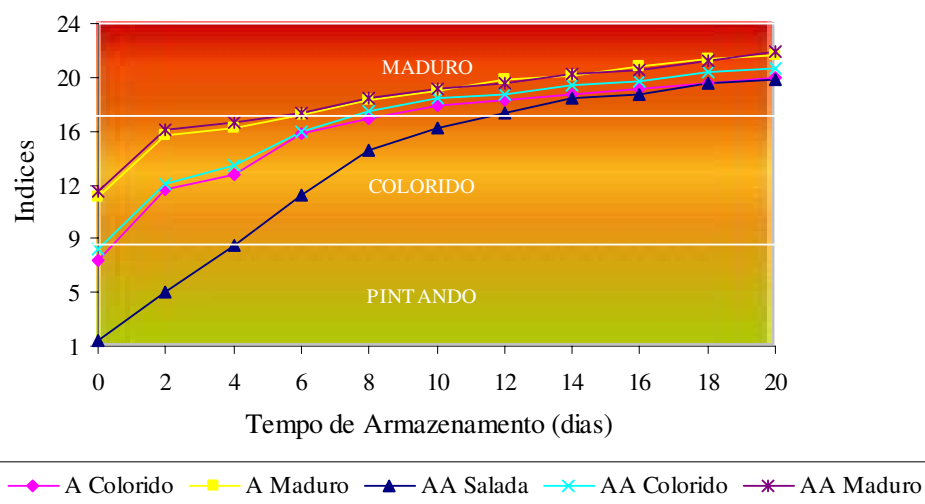


FIGURA 10. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de verão, armazenados a temperatura $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$.

Os tomates da safra de inverno classificados no mesmo equipamento (Figura 11) demonstraram para o tomate A Salada evolução da coloração em 6 dias para o estágio colorido (índice 9,63) e de 12 dias para alcançar o início da coloração do estágio maduro (índice 17,10). Os tomates A e AA Colorido atingiram a coloração maduro em apenas 6 dias de armazenamento (17,24 e 17,61 respectivamente). Os tomates AA e AAA maduro evoluíram até próximo a coloração máxima prevista para o tomate (índices 23,31 e 23,53).

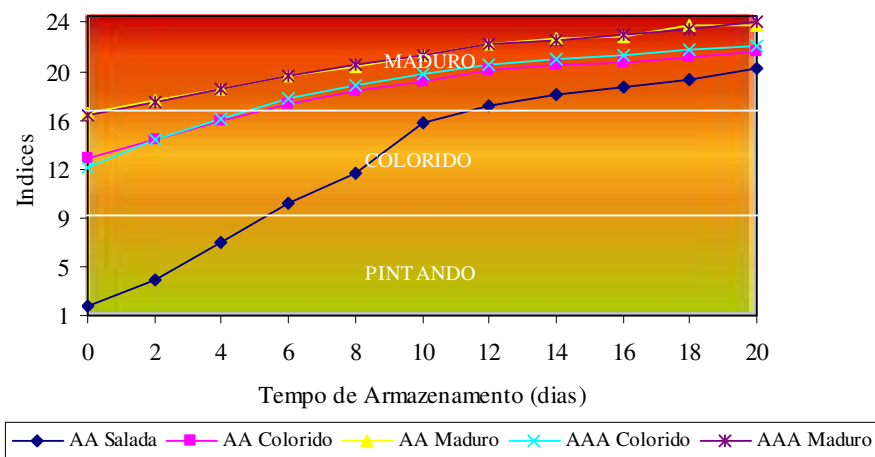


FIGURA 11. Evolução da coloração dos tomates classificados no equipamento com sistema mecânico de classificação na safra de inverno, armazenados a temperatura $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $75 \pm 5\%$.

A evolução da coloração dos tomates em todos os equipamentos e safras foi mais rápida nos tomates A e AA Salada, a mudança do estágio salada para o maduro foram de aproximadamente 12 dias, com exceção ao tomate A Salada da safra de verão no equipamento eletrônico que adquiriu a coloração maduro em apenas 8 dias de armazenamento. Os tomates de coloração no estágio salada e colorido não atingiram o índice máximo da coloração final do tomate, o índice mais próximo foi do tomate AAA Colorido com 21,77. Essa evolução da coloração deve-se a degradação da clorofila conforme relatam Chitarra e Chitarra (1990).

Os tomates no estágio colorido adquiriram a coloração maduro mais lentamente em média 8 dias e os tomates já no estágio maduro chegaram bem próximo do índice máximo estabelecido da cor final do tomate. Lahue e Johnson (1989) relatam que o amadurecimento envolve mudanças que levam a fruta completamente desenvolvida a se tornar uma fruta em condições de consumo. Essas alterações são a perda da cor verde e o desenvolvimento das cores amarela, vermelha e outras tonalidades características de cada cultivar.

Após 20 dias de armazenamento ocorreu diferença significativa na intensidade de coloração final entre os equipamentos de classificação eletrônica e mecânica (Tabela 22) (Anexo 11), para todas as classificações de tomates, nas safras de verão e inverno, ao nível de 5% detectada pela ANOVA (MONTGOMERY, 1991). Na safra de verão os tomates classificados no equipamento eletrônico apresentaram uma intensidade de coloração maior que

os tomates classificados no equipamento mecânico, por sua vez, na safra de inverno foi constatada a situação inversa.

TABELA 22. Coloração adquirida dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.

Classificações de tomates	Equipamentos					
	Verão		P ¹	Inverno		P ¹
	Eletrônico	Mecânico		Eletrônico	Mecânico	
Tomate Salada ²	20,39	19,61	0,0234 ²	19,19	19,94	0,0045 ²
Tomate Colorido ³	21,31	20,08	<0,0001 ²	20,32	21,51	0,0001 ²
Tomate Maduro ⁴	23,30	21,39	<0,0001 ²	22,55	23,42	0,0001 ²

¹ Significativo ao nível de 5% de significância.

² Correspondem aos tomates A e AA Salada.

³ Correspondem aos tomates A, AA e AAA Colorido.

⁴ Correspondem aos tomates A, AA e AAA Maduro.

Os tomates submetidos à classificação nos equipamentos eletrônico e mecânico, nas safras de verão e inverno, evoluíram sua coloração durante o período de armazenamento de acordo com seu estágio de coloração no início de armazenamento, alguns evoluíram mais rapidamente sua coloração que outros, com isso adquirem mais coloração no período de armazenamento (Figura 12). Para obter essa coloração acumulada, fez-se a diferença entre o índice de coloração obtido no início e com 20 dias de armazenamento dos tomates classificados. Maiores valores para coloração acumulada foram obtidos para tomate Salada em ambos os equipamentos. Observou-se também uma diferença de comportamento na evolução da coloração no tomate colorido no equipamento mecânico, na safra de inverno e no tomate maduro no equipamento mecânico na safra de verão.

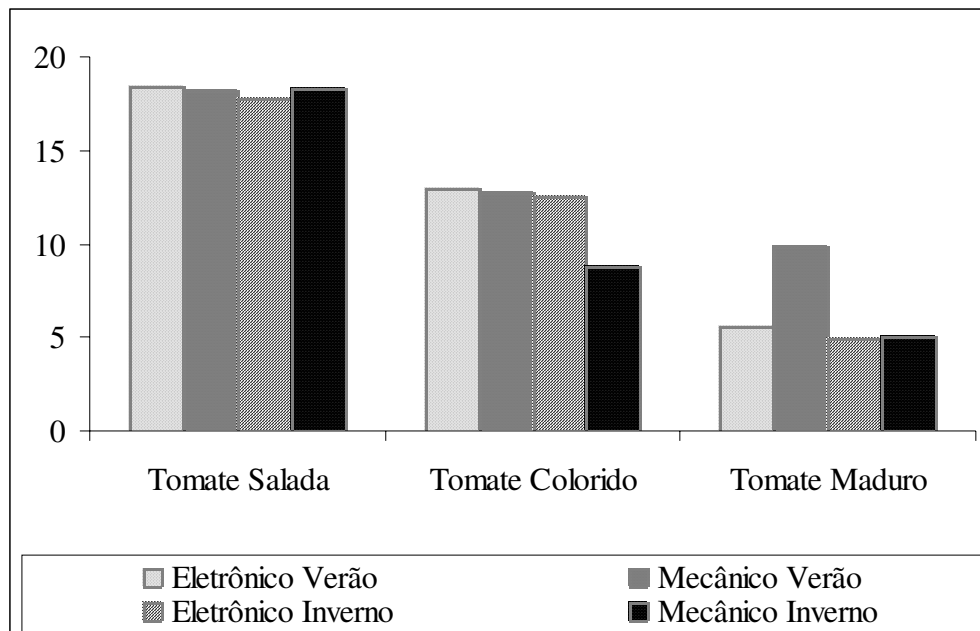


FIGURA 12. Coloração acumulada das classificações de tomates nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.

A coloração no tomate é um importante parâmetro utilizado na comercialização do produto. Lote de tomates com a coloração homogênea bem definida, salada (pintando), colorido e maduro (PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA, 2003) são mais valorizados comercialmente.

A coloração do tomate em condições normais de ambiente, evolui rapidamente para o estágio máximo de coloração final, e em condições de temperatura baixas, a mudança de estágio de coloração é mais lenta. Um bom exemplo é a constatação da ausência no mercado consumidor de tomates de coloração maduro na estação de inverno; devido às baixas temperaturas, o tomate demora a adquirir a coloração madura, com isso os preços ao consumidor do tomate de coloração no estágio maduro ficam mais elevados. A evolução da coloração dos tomates nos experimentos foi mais lenta, nas condições de temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $75 \pm 5\%$, comparado com tomates em condições normais de ambiente, isso evidencia que em condições de temperatura e umidade controlada sua vida pós-colheita será mais longa.

5.6- FIRMEZA

Para avaliação da perda de firmeza foram realizadas quatro análises ao longo do tempo de armazenamento de 20 dias, em 40 frutos de todos os tomates classificados pelos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno.

5.6.1. Sistema Eletrônico de Classificação

Observou-se uma diferença significativa ao nível de 5%, na perda de firmeza nos tomates A Salada e A Colorido no equipamento eletrônico de classificação, na safra de verão, em cada avaliação durante o período de armazenamento (Anexo 12). A perda de firmeza quando comparamos entre as classificações de tomates, foi significativa ao nível de 5% em todas as avaliações durante o armazenamento.

Os tomates apresentaram comportamento semelhante durante armazenamento, perdendo rapidamente sua firmeza com 7 dias de armazenamento, com exceção da testemunha que obteve uma menor perda de firmeza durante o armazenamento (Figura 13). Os tomates A Salada e A Colorido, com índices iniciais respectivamente de 0,88 e 0,74N.mm⁻¹, com 7 dias de armazenamento diminuíram rapidamente a sua firmeza, obtendo ao final respectivamente os índices 0,38 e 0,40N.mm⁻¹, portanto, perdendo aproximadamente metade de seu índice de firmeza. Nos 20 dias durante armazenamento o tomate testemunha teve o maior índice, mantendo-se o fruto mais firme com índice 0,53N.mm⁻¹ e os tomates A Maduro e AA Maduro os menores, com índices 0,34 e 0,33N.mm⁻¹ entre as classificações de tomates.

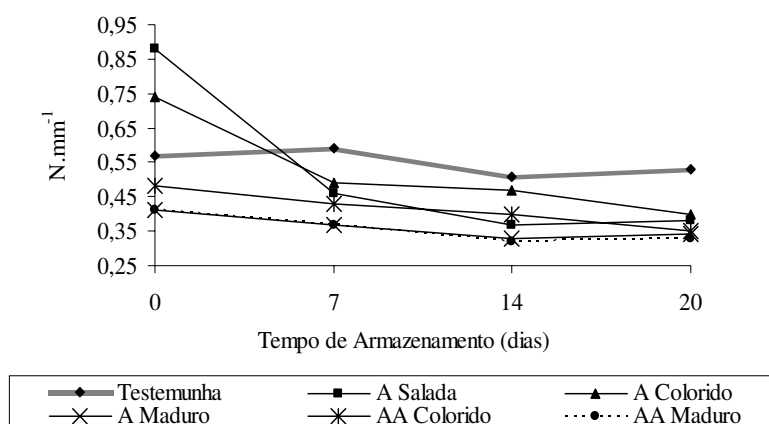


FIGURA 13. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico de classificação na safra de verão

Na safra de inverno, para o mesmo equipamento, houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, em todas as classificações realizadas e também para a testemunha (Anexo 13). A perda de firmeza entre os tomates foi significativa ao nível de 5%, no início e com 7 dias de armazenamento, quando comparamos as classificações de tomates. Todos os tomates tiveram o comportamento semelhante durante armazenamento (Figura 14), com a diminuição no índice de firmeza. Na avaliação com 7 dias de armazenamento notou-se que todas as classificações de tomates diminuíram rapidamente sua firmeza. O tomate A Salada apresentava no início o índice $0,79\text{N.mm}^{-1}$ e com 7 dias reduziu a $0,42\text{N.mm}^{-1}$, embora ao final dos 20 dias de armazenamento obteve o índice de $0,34\text{N.mm}^{-1}$, maior valor obtido entre as classificações.

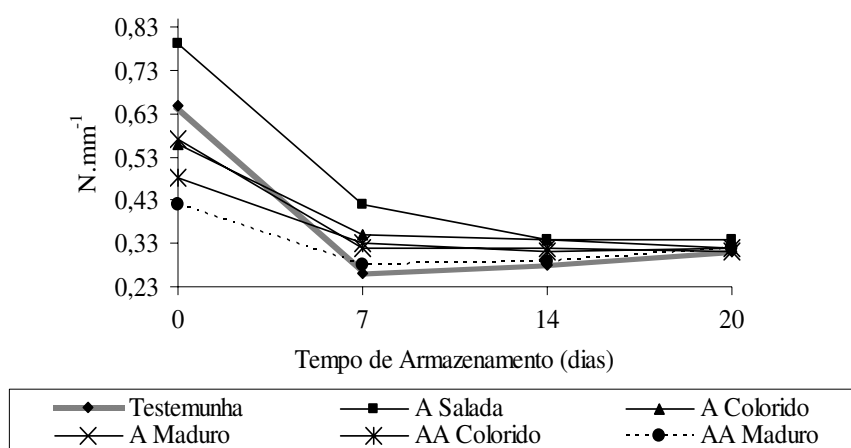


FIGURA 14. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema eletrônico de classificação na safra de inverno.

5.6.2. Sistema Mecânico de Classificação

Na safra de verão (Figura 15) no equipamento mecânico, houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, para todos os tomates (Anexo 14). A perda de firmeza quando comparamos entre as classificações de tomates, foi significativa ao nível de 5% no início, com 7 e 14 dias de armazenamento. Observou-se que os tomates armazenados demonstraram uma perda repentina de firmeza nos primeiros sete dias de armazenamento, principalmente para o tomate A Colorido, com índice inicial de $0,73\text{N.mm}^{-1}$ e reduziu a $0,43\text{N.mm}^{-1}$ ao final do armazenamento e ainda manteve o maior índice de firmeza entre os tomates. O menor índice de firmeza foi para o tomate AA Colorido com $0,39\text{N.mm}^{-1}$.

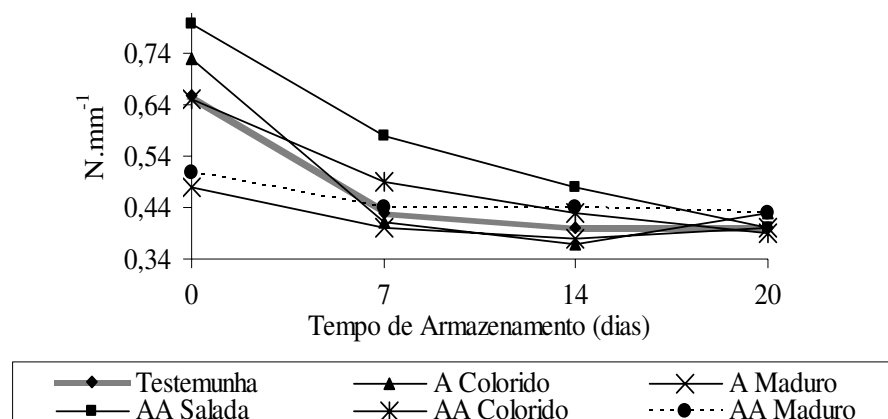


FIGURA 15. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema mecânico de classificação na safra de verão

Na (Figura 16), da safra de inverno do equipamento mecânico, houve diferença significativa ao nível de 5% de significância, para todos os tomates (Anexo 15). A perda de firmeza quando comparamos entre as classificações de tomates, também foi significativa ao nível de 5% no início, com 7 e 14 dias de armazenamento, comportamento semelhante à safra de verão. As maiores perdas com 7 dias de armazenamento ocorreram nos tomates AA Salada com índice inicial de $0,73\text{N.mm}^{-1}$ e reduzindo a $0,44\text{N.mm}^{-1}$ e no tomate AA e AAA Colorido com índices iniciais respectivamente de $0,62$ e $0,66\text{N.mm}^{-1}$ e diminuindo respectivamente para $0,39$ e $0,34\text{N.mm}^{-1}$, o menor índice de firmeza foi para o tomate AAA Colorido com $0,27\text{N.mm}^{-1}$.

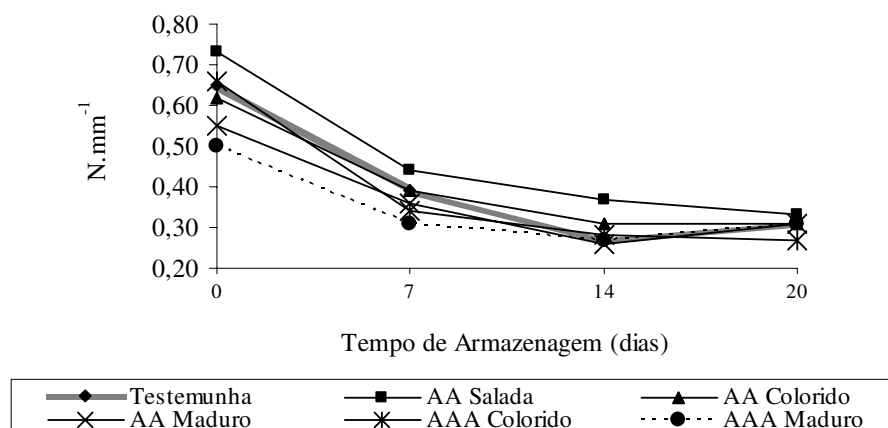


FIGURA 16. Variação do índice de firmeza dos tomates classificados nos equipamentos com sistema mecânico de classificação na safra de inverno.

A firmeza do fruto é um importante verificador de qualidade do consumidor, pois o ato de comprimir o fruto possibilita avaliar a sua firmeza e conseqüentemente sua qualidade. Embora este critério de avaliação de qualidade possa causar danos e diminuir a vida pós-colheita do fruto, é comum o seu uso pelo consumidor, e se deve à desconfiança deste na hora de adquirir um produto e à ausência de orientação, informação e de transparência na comercialização dos produtos hortícolas. Calbo e Nery (1995) relatam que um produto sensorialmente firme ao tato deve apresentar frescor e viço que o torna atraente e comercialmente valioso.

Foi observado nos experimentos realizados que houve uma variação do índice de firmeza ao longo do armazenamento, deixando os frutos com menos firmeza, e essa perda de firmeza ocorreu com o amadurecimento dos tomates. Essa afirmação é comprovada por Labavitch (1981) e Huber (1983), que a perda de firmeza é um processo que acompanha o amadurecimento de muitos frutos.

As maiores variações percentuais acumuladas de firmeza ocorreram para tomate Salada (A e AA) e Colorido (A, AA e AAA) em ambos os equipamentos e safras (Tabelas 23 e 24). Os tomates Salada apresentaram maiores reduções de firmeza durante armazenamento, mas ficaram com índice de firmeza maior entre as classificações de tomates, ou seja, do início aos 7 dias de armazenamento os tomates no estágio de coloração salada e colorido perderam aproximadamente 50% de sua firmeza nesse período, mas o tomate no estágio de coloração salada foi mais firme que o tomate colorido e conseqüentemente o tomate colorido mais firme que o tomate maduro. A evolução da coloração do tomate salada para o colorido e depois para o maduro diminui gradativamente a sua firmeza, sendo comprovada por Sargent, Brecht e Zoellner (1992), que afirmam que existe uma relação entre a maturidade do tomate e firmeza. Portanto estágio de coloração dos tomates influenciou na firmeza dos frutos, nos equipamentos eletrônico e mecânico e nas safras de verão e inverno.

TABELA 23. Variação percentual do índice de firmeza acumulada dos tomates classificados no equipamento com sistema eletrônico, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.

Equipamento Eletrônico		
Variação do Índice de Firmeza Acumulada (%)		
Classificações de Tomates	Verão	Inverno
Tomate A Salada	56,80	56,96
Tomate A Colorido	45,94	42,86
Tomate A Maduro	17,07	45,61
Tomate AA Colorido	27,08	33,33
Tomate AA Maduro	19,51	23,81
Média	33,28	40,51

TABELA 24. Variação percentual do índice de firmeza acumulada dos tomates classificados no equipamento com sistema mecânico, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.

Equipamento Mecânico			
Variação do Índice de Firmeza Acumulada (%)			
Classificações de tomates	Verão	Classificações de tomates	Inverno
Tomate A Colorido	41,09	Tomate AA Salada	54,71
Tomate A Maduro	16,67	Tomate AA Colorido	50,00
Tomate AA Salada	50,00	Tomate AA Maduro	43,64
Tomate AA Colorido	40,00	Tomate AAA Colorido	59,09
Tomate AA Maduro	15,69	Tomate AAA Maduro	38,00
Média	32,69	Média	49,09

Na (Figura 17), é possível visualizar a variação percentual acumulada do índice de firmeza para as classificações salada, colorido e maduro. Nos tomates de estágio de coloração salada no equipamento eletrônico em ambas as safras ocorreu o maior variação percentual acumulada do índice de firmeza. Em relação aos tomates no estágio de coloração colorido e maduro esse percentual foi maior no equipamento de classificação mecânica na safra de inverno do que comparado ao equipamento eletrônico. Este comportamento é semelhante ao encontrado para perda acumulada de massa. O tomate testemunha teve o menor percentual

acumulado de firmeza entre as classificações de tomates, no equipamento eletrônico na safra de verão. Na (Figura 17), o tomate Salada corresponde aos tomates (A e AA Salada), o tomate Colorido corresponde aos tomates (A, AA e AAA Colorido) e o tomate Maduro correspondem aos tomates (A, AA e AAA Maduro). Os índices médios de firmeza das classificações de tomates obtidos no período do armazenamento no equipamento eletrônico, nas safras de verão e inverno foram respectivamente 0,46 e 0,39 N.mm⁻¹ e no mecânico foram respectivamente 0,48 e 0,40 N.mm⁻¹, essa proximidade dos índices de firmeza não evidenciou claramente a influência do equipamento em relação à firmeza dos frutos.

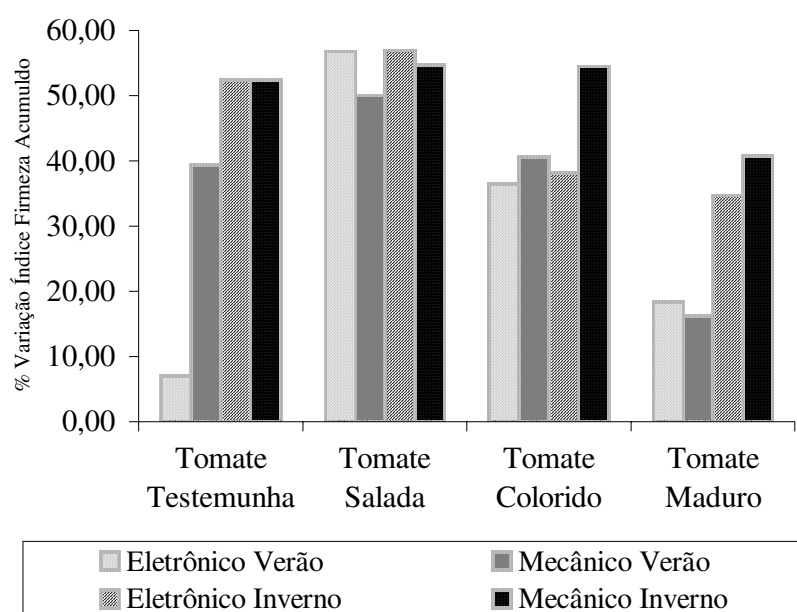


FIGURA 17. Variação percentual acumulada do índice de firmeza dos tomates nos equipamentos com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno, no tempo de armazenamento.

5.7- COMPORTAMENTO E EVOLUÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

A verificação do comportamento e evolução das características químicas (pH, sólido solúvel e acidez titulável) e do cálculo da relação sólido solúvel/acidez titulável foram realizadas em tomates submetidos à classificação em equipamento com sistema eletrônico e mecânico de classificação, nas safras de verão e inverno.

5.7.1. pH

5.7.1.1. Sistema Eletrônico de Classificação

Nos frutos classificados pelo equipamento eletrônico na safra de verão, avaliando as características químicas, para pH, houve diferença significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 16), durante armazenamento para os tomates testemunha, A Salada, A Maduro, AA Maduro e AA Colorido, com um aumento no valor de pH (Figura 18). Quando comparamos os valores de pH entre os tomates, não ocorre diferença significativa no início do armazenamento, mas esta diferença ocorre aos 7, 14 e 20 dias de armazenamento. Ao final do período de armazenamento o maior valor para pH foi obtido para a classificação A Maduro. Os valores ficaram entre 4,18 e 4,44 no final do período de armazenamento. Hobson (1982) corrobora com estes resultados, relatando que a acidez diminui com o amadurecimento dos frutos.

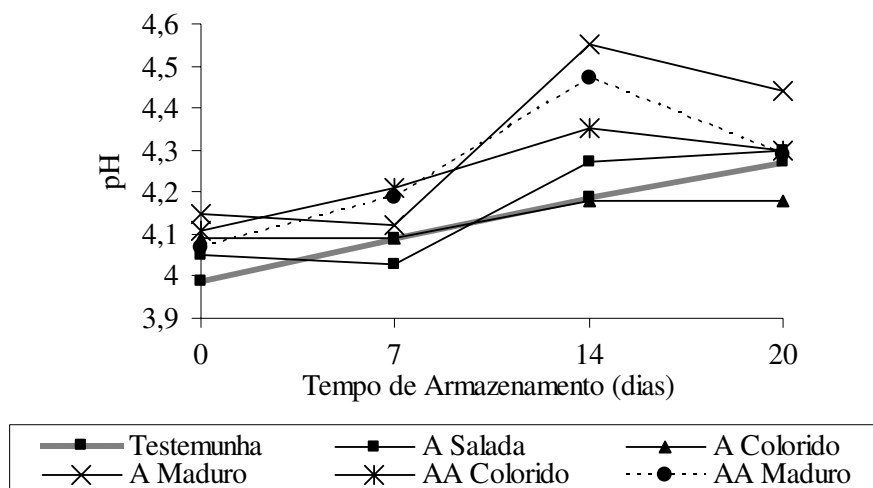


FIGURA 18. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

No mesmo equipamento na safra de inverno, ocorreram diferenças significativas ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 17), em todos os tomates e na comparação dos valores entre os tomates. As diferenças significativas ocorreram aos 7, 14 e 20 dias de armazenamento. Novamente os maiores valores de pH ocorreram para a classificação AA Maduro. Os valores de pH foram crescentes para todos os tomates, obtendo índices entre 4,31 e 4,43 ao final do período de armazenamento (Figura 19).

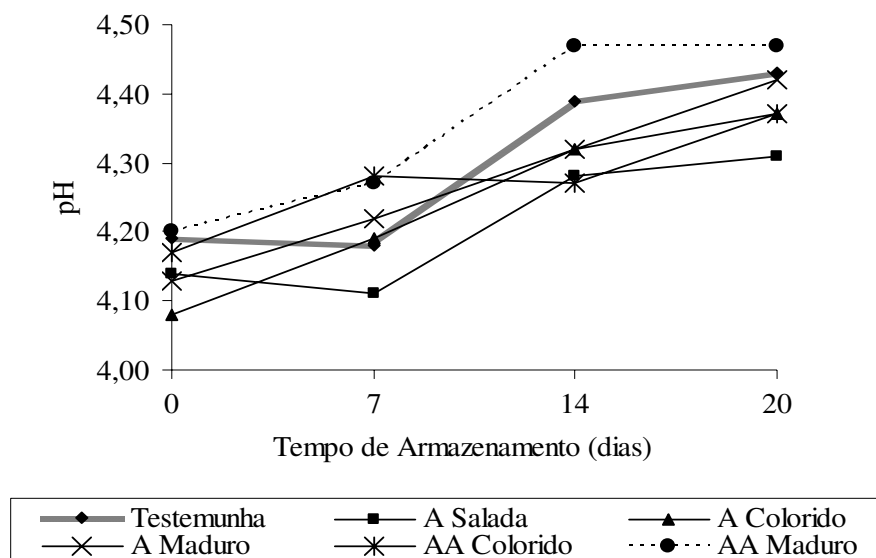


FIGURA 19. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

5.7.1.2. Sistema Mecânico de Classificação

Na safra de verão, com equipamento de classificação mecânica, avaliando as características químicas para pH, houve diferença significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 18), durante armazenamento em todos os tomates. Todavia, entre os tomates, somente aos 14 dias de armazenamento ocorreu diferença significativa entre valores. Os valores de pH aumentaram durante armazenamento, entretanto com 20 dias de armazenamento, os tomates testemunha, A Maduro, AA Colorido e AA Maduro demonstraram uma redução no valor do pH em relação à análise anterior com 14 dias. Os valores obtidos ficaram entre 4,26 e 4,33 (Figura 20).

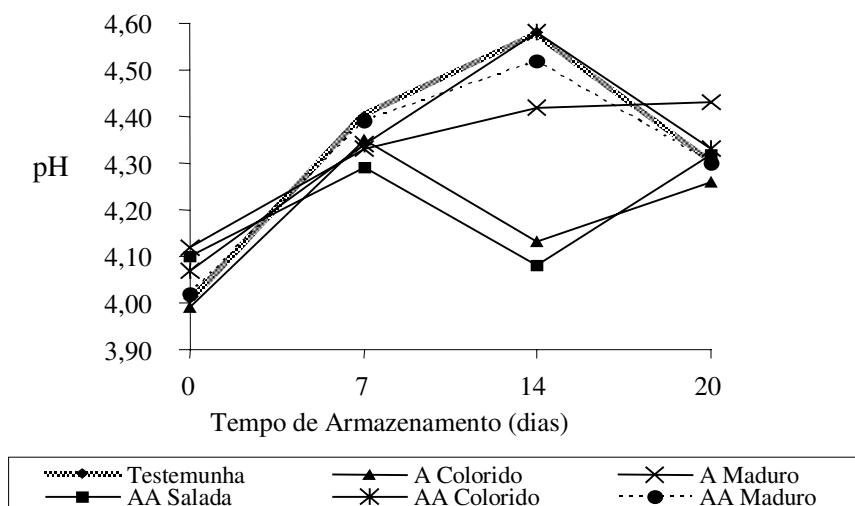


FIGURA 20. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

Para o equipamento mecânico, na safra de inverno, observou-se diferença significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 19), entre os valores de pH durante armazenamento para todos os tomates. Todavia, entre os tomates, ocorreram diferenças significativas, com 7 e 20 dias de armazenamento. O pH cresceu em todos os tomates (Figura 21).

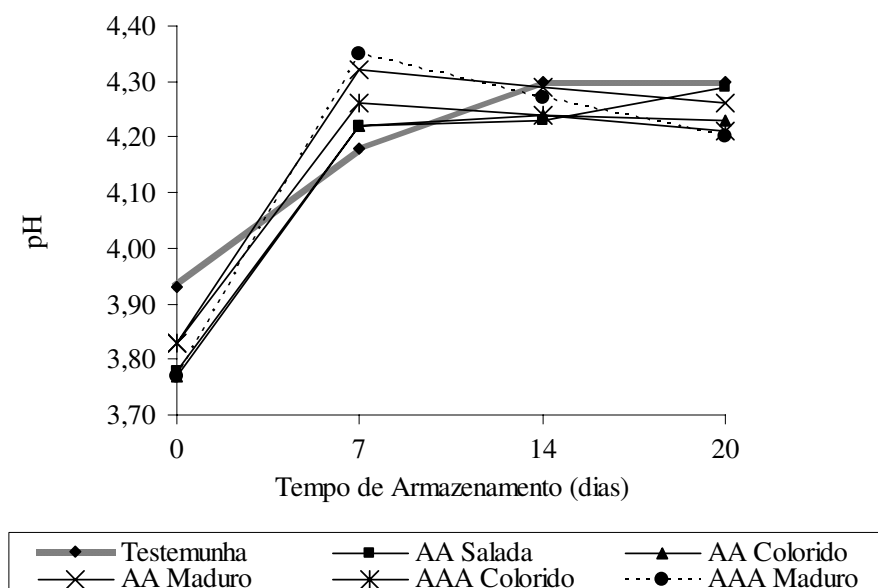


FIGURA 21. Valores médios de pH dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

Os valores de pH para tomates podem variar, segundo Gould (1974), entre 3,9 e 5,0 com maior frequência para pH igual a 4,3. Gómez et al. (2004) estudaram doze cultivares diferentes e consideraram pH menor ou igual a 4,45 como sendo adequado para promover bom sabor ao tomate, o menor valor encontrado para essa variável foi 4,14. Os valores médios dos resultados de pH obtidos entre os tomates, entre os estádios de coloração salada, colorido e maduro, nas análises realizadas ficaram entre 4,15 e 4,28 para o tomate cultivar Carmen, portanto dentro da normalidade.

5.7.2. Acidez Titulável

5.7.2.1. Sistema Eletrônico de Classificação

Para o equipamento eletrônico na safra de verão, os valores de acidez titulável foram significativos ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 16), para todos os tomates, com exceção somente para o tomate testemunha, que obteve valor acima dos tomates, ao final do armazenamento. Na comparação dos valores entre os tomates, as diferenças significativas ocorreram em 7 e 14 dias de armazenamento. Os valores mínimo e máximo alcançado foram 0,20 a 0,32g.100g⁻¹ e foram decrescentes durante o armazenamento para todos os tomates com o amadurecimento do fruto (Figura 22).

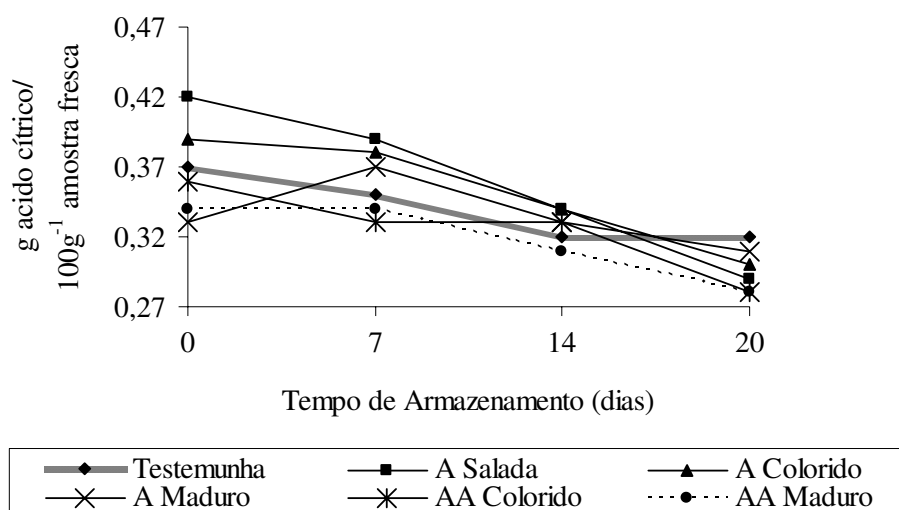


FIGURA 22. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

Para o mesmo equipamento, na safra de inverno, a acidez titulável foi significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 17), para todos os tomates com a redução dos valores durante o armazenamento e na comparação dos valores entre os tomates a significância ocorreu somente com 7 dias de armazenamento, onde tomate A Salada obteve o maior valor. A acidez titulável apresentou um decréscimo em todos os tomates e, segundo Hobson (1982), a acidez titulável máxima dos frutos encontra-se nos primeiros sinais de pigmentação amarela, e diminuem progressivamente com o amadurecimento. Os valores obtidos ficaram entre 0,28 e 0,31g.100g⁻¹ (Figura 23).

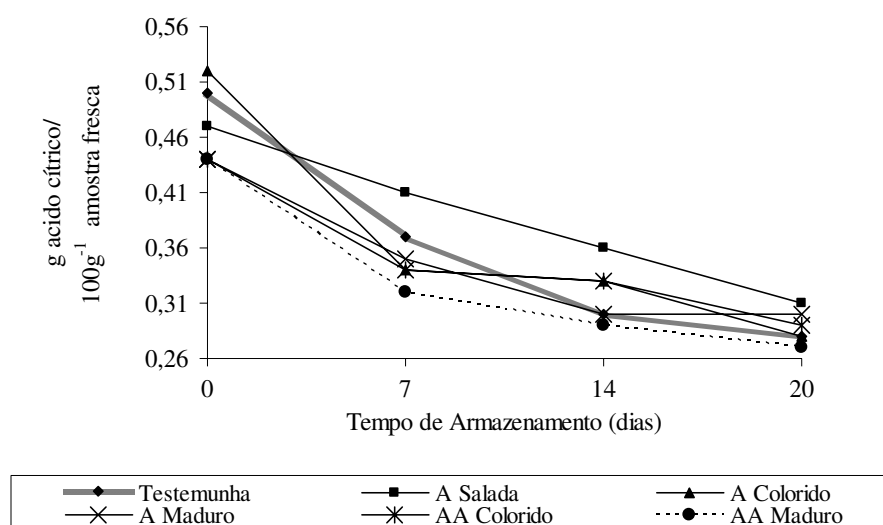


FIGURA 23. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

5.7.2.2. Sistema Mecânico de Classificação

Para o equipamento mecânico, safra verão, a acidez titulável foi significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 18), para todos os tomates, com exceção ao tomate A Maduro, que obteve ao final do armazenamento o menor valor. Na comparação dos valores entre os tomates não foi significativa. Todos os tomates apresentaram um decréscimo da acidez durante o armazenamento, comportamento semelhante nos experimentos realizados. Os valores obtidos ficaram entre 0,14 e 0,20g.100g⁻¹ (Figura 24).

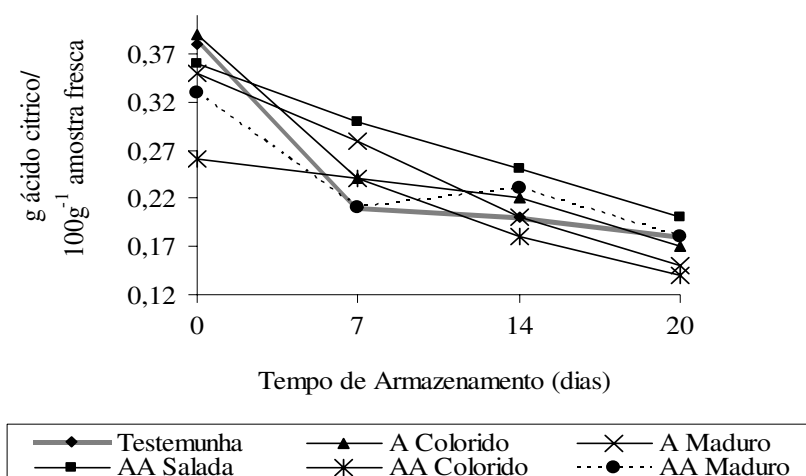


FIGURA 24. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

Para o mesmo equipamento, safra inverno, a acidez titulável foi significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 19), para os tomates testemunha, AA Colorido e AAA Colorido, que apresentaram os menores valores ao final do armazenamento. Em comparação dos valores entre os tomates não houve diferença significativa em nenhuma das análises no tempo de armazenamento. Todos os tomates tiveram uma redução da acidez durante o armazenamento, confirmando a afirmação de Hobson (1982), que o fruto diminui a acidez com seu amadurecimento. Os valores obtidos ficaram entre 0,19 e 0,25g.100g⁻¹ (Figura 25).

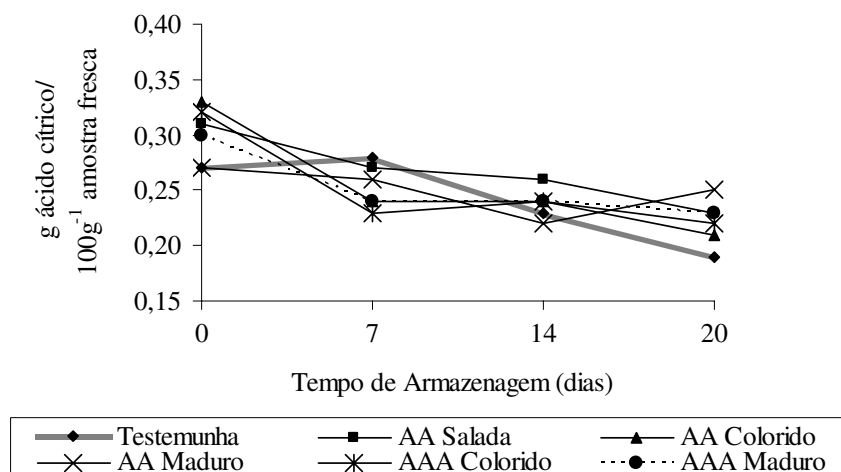


FIGURA 25. Valores médios de acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

Na acidez titulável, Sadler e Murphy (1978) relatam que os maiores valores encontrados para frutos no estágio vermelho, ficaram com variação de 0,29-0,43, e variação de 0,23-0,32 para frutos no estágio de amadurecimento vermelho-maduro. Os valores médios dos resultados para acidez titulável obtidos nas análises para tomates no estágio colorido foram 0,24 a 0,34 e para os tomates de estágio maduro a variação de 0,25 a 0,35 estando dentro da variação estabelecida pelos autores.

Hobson (1982) relatou que a acidez máxima coincide com os primeiros sinais de pigmentação amarela ocorrendo diminuição progressiva até o amadurecimento completo do fruto de tomateiro, concordando com Sadler e Murphy (1998), estas afirmações são comprovadas através dos resultados obtidos, com uma redução da acidez dos tomates do início e a 20 dias durante o armazenamento, nas safras de verão e inverno nos experimentos realizados.

5.7.3. Sólido Solúvel

5.7.3.1. Sistema Eletrônico de Classificação

Para equipamento eletrônico, safra verão, os valores de sólido solúvel apresentaram diferença significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 16), somente para o tomate A Colorido, que obteve uma redução do teor de sólido solúvel com 14 dias de armazenamento e elevou seu teor de sólido solúvel no final do período. Os demais tomates tiveram crescimento do teor de sólido solúvel. Comparando os valores entre os tomates ocorreram diferenças significativas no início e em 20 dias do tempo de armazenamento, pois os teores de sólidos solúveis estavam variáveis nos tomates no início e mantidos essa variação de valores ao final do período de armazenamento. O teor de sólido solúvel foi crescente para todos os tomates, obtendo um teor de sólidos entre 4,20°Brix para o tomate AA Colorido e 5,05° Brix para o tomate A Maduro no final do período de armazenamento (Figura 26).

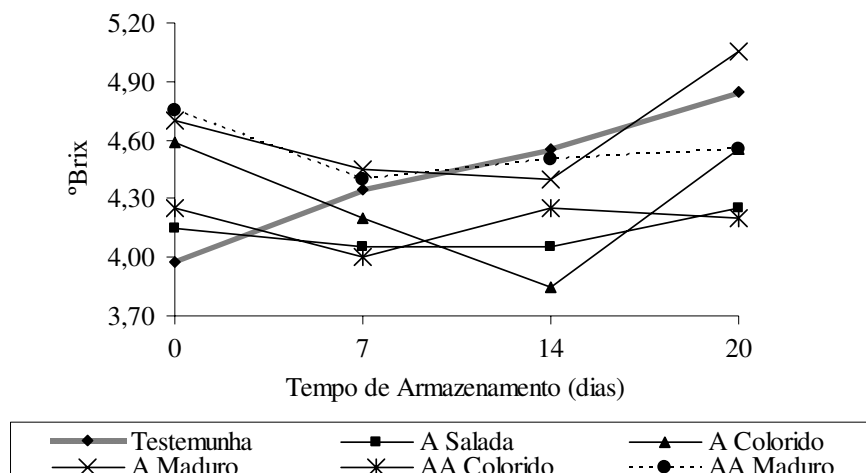


FIGURA 26. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

Equipamento eletrônico, safra inverno, em relação a sólido solúvel apresentou diferença significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 17), para todos os tomates, com exceção para o tomate A Maduro, que obteve um redução do teor de sólido solúvel com 20 dias de armazenamento. Na comparação dos valores entre os tomates foi significativa com 20 dias de armazenamento, onde os tomates obtiveram valores entre 2,40°Brix a 3,15°Brix. Esse comportamento dos tomates nesta safra com redução do teor de sólido solúvel foi diferente dos demais experimentos, onde houve aumento do teor de sólido solúvel. Essa redução do teor de sólido solúvel poderá estar relacionada ao consumo respiratório dos tomates, relatado por Young, Juvik e Sullivan (1993) e Carvalho et al. (1984) (Figura 27).

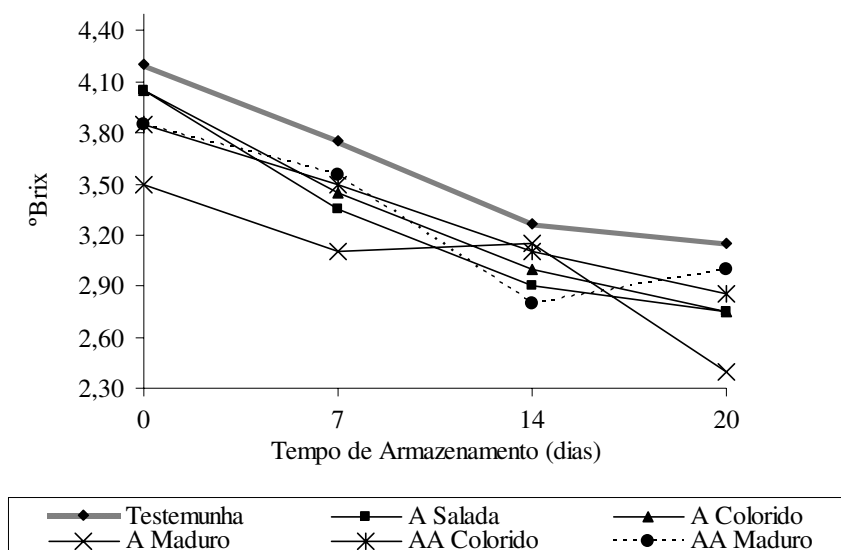


FIGURA 27. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

5.7.3.2. Sistema Mecânico de Classificação

Para equipamento mecânico, safra verão, o sólido solúvel apresentou diferença significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 18), durante o armazenamento somente para os tomates testemunha e AA Salada, que apresentaram uma variação na evolução do teor sólido solúvel, atingindo ao final do armazenamento, respectivamente o menor e maior teor de sólido solúvel. Na comparação dos valores entre os tomates houve diferença significativa no início, com 7 e 14 dias de armazenamento (Anexos 23 e 24), com os tomates apresentando variação entre os teores de sólido solúvel. Os valores obtidos apresentaram crescimento, exceção apenas do tomate testemunha, que reduziu o teor de sólido solúvel. Os maiores teores foram dos tomates AA Salada 3,90° Brix, seguidos pelos tomates A Colorido e AA Maduro 3,75° Brix (Figura 28).

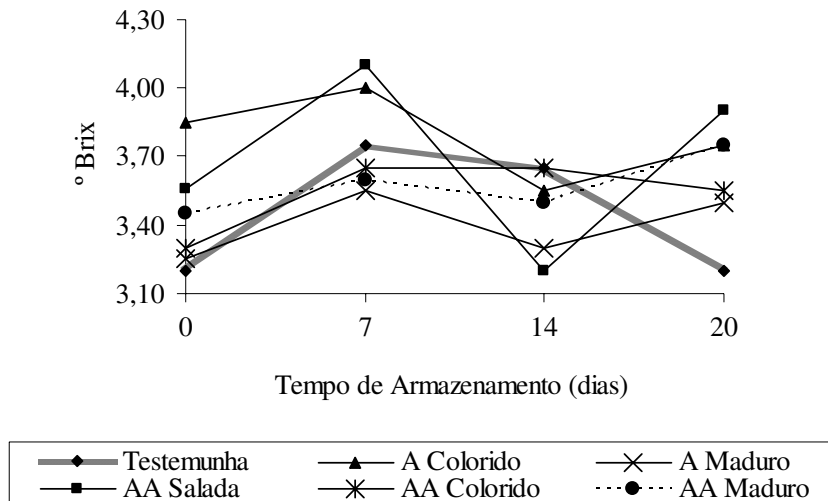


FIGURA 28. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

Na avaliação da característica química, sólido solúvel, para a safra de inverno no mesmo equipamento, apresentou diferença significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 19), somente para os tomates testemunha e AA Colorido, onde o tomate testemunha apresentou com 14 dias o maior valor e o tomate AA Colorido com valor abaixo dos demais tomates com 20 dias de armazenamento. Na comparação dos valores entre os tomates houve diferença significativa somente com 14 e 20 dias de armazenamento, havendo variações nos valores entre os tomates. Os tomates tiveram um comportamento variável aumentando e diminuindo o teor de sólido solúvel, mas somente os tomates AA Colorido e AA Maduro regrediram o teor de sólido solúvel em relação ao início do armazenamento. Os valores ficaram entre 3,40°Brix e 3,92° Brix. (Figura 29).

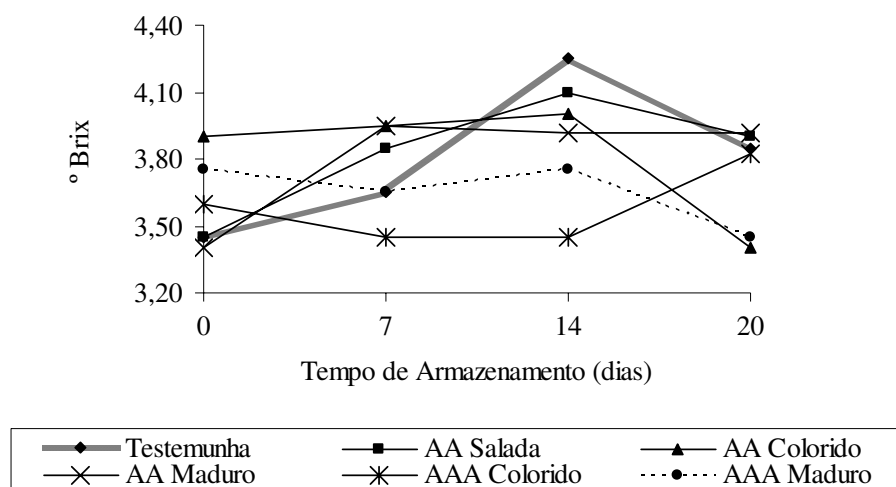


FIGURA 29. Valores médios de sólido solúvel dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

Os tomates utilizados nos experimentos para as análises foram provenientes de regiões produtoras diferentes e safras de verão e inverno, onde não se sabe qual o procedimento adotado no manejo da cultura, portanto sendo difícil determinar as condições de desenvolvimento do produto, pois conforme relatam Kader e Mitchell (1989); Crisosto, Mitchell e Johnson (1995); Kluge et al., (2002), o teor de sólidos aumenta conforme o desenvolvimento do fruto e varia de acordo com a cultivar, região, safra, manejo do pomar e localização do fruto na árvore.

Nas análises realizadas foi constatado aumento do teor de sólido solúvel, conforme afirmações de Sadler e Murphy (1998); Tucker (1993); Andrade Júnior (1999), que a concentração de sólidos solúveis aumenta com o amadurecimento e este aumento varia entre diferentes cultivares. A redução do teor de sólido solúvel somente foi verificada nos frutos da safra de inverno classificados pelo equipamento eletrônico, podendo ocorrer segundo Young, Juvik e Sullivan (1993) e Carvalho et al. (1984), pois a redução na porcentagem de sólidos solúveis durante o amadurecimento do tomate é devido ao consumo respiratório.

5.7.4. Relação SS/AT

5.7.4.1. Sistema Eletrônico de Classificação

Os resultados para a relação SS/AT do equipamento eletrônico na safra de verão, foram significativos ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 16), para todos os tomates, com exceção somente para o tomate testemunha, que apresentou um crescimento constante da relação SS/AT, e comparando os valores entre os tomates houve diferença significativa somente no início do armazenamento. A relação SS/AT obteve um comportamento crescente em todos os tomates, onde os valores foram discrepantes entre os tomates. O menor valor da relação obtido ao final do armazenamento foi 14,48 para os tomates A e AA Maduro e o maior de 16,53 para o tomate A e AA Maduro, obtendo assim os tomates no estágio de coloração maduro maior doçura (Figura 30).

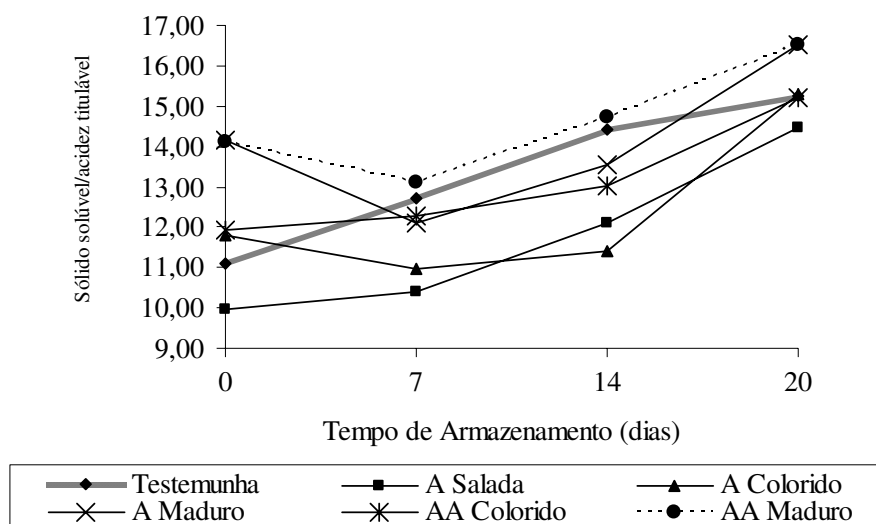


FIGURA 30. Valores médios de sólido solúvel/acidéz titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

Na relação SS/AT, para o equipamento eletrônico na safra de inverno não foi significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 17), para todos os tomates analisados e na comparação dos valores entre os tomates nas análises durante o armazenamento, pois os tomates tiveram um comportamento variável nos valores da relação SS/AT, aumentando e reduzindo durante o período. Todos os tomates aumentaram os valores da relação SS/AT, com 7 dias de armazenamento, com exceção ao tomate AA Salada. Aos 14 dias reduziram os valores da relação SS/AT, com exceção apenas do tomate A Maduro que o

valor regrediu ao final do armazenamento. Os demais tomates aumentaram a relação SS/AT com o amadurecimento. Kader e Mitchell (1989) relatam que a relação do teor de sólido solúvel e acidez titulável variam de acordo com o cultivar, região produtora e safra. As relações máxima e mínima obtidas ao final do armazenamento foram 11,18 para o tomate testemunha e 8,15 para o tomate A Maduro (Figura 31).

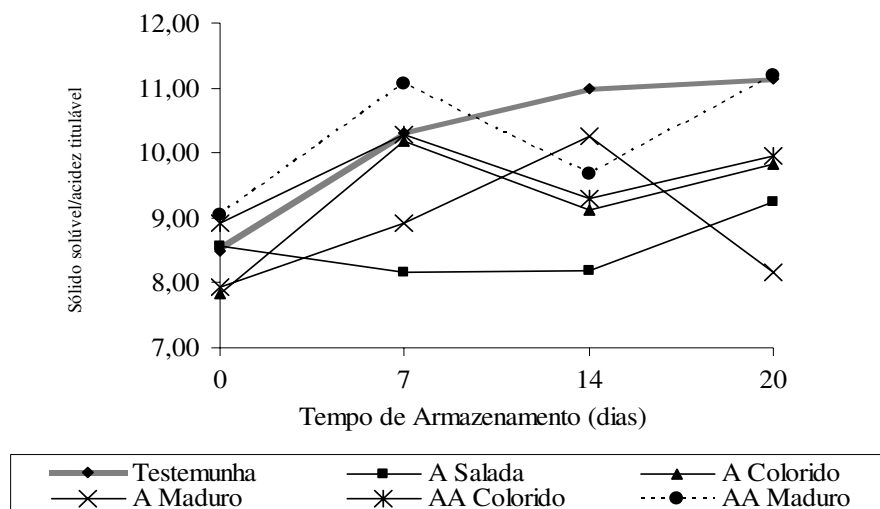


FIGURA 31. Valores médios de sólido solúvel/acidez titulável dos tomates classificados pelo equipamento eletrônico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

5.7.4.2. Sistema Mecânico de Classificação

A relação SS/AT para o equipamento mecânico na safra de verão foi significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 18), para todos os tomates, pois os tomates tiveram um comportamento semelhante com elevação da relação SS/AT, mas na comparação dos valores entre os tomates não foi significativa entre as análises, não sofrendo variação no período de armazenamento, aumentando progressivamente os valores da relação SS/AT com o amadurecimento dos frutos. Todos os tomates tiveram crescimento da relação, obtendo valores ao final do armazenamento entre 19,82 para o tomate testemunha a 27,19 para o tomate A Maduro (Figura 32).

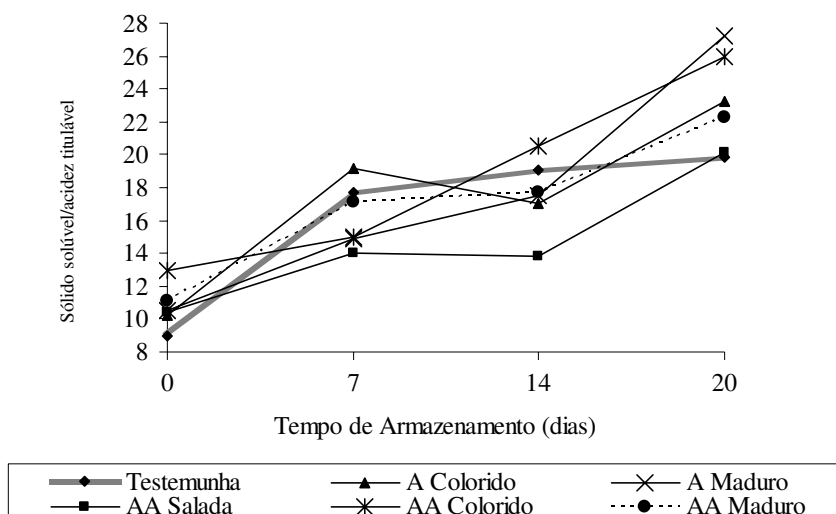


FIGURA 32. Valores médios de sólido solúvel/acidéz titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de verão, no tempo de armazenamento.

A relação SS/AT para o mesmo equipamento na safra de inverno foi significativa ao nível de 5%, ANOVA (MONTGOMERY, 1991) (Anexo 19), para os tomates testemunha, AA Salada e AAA Colorido, pois apresentaram um comportamento diferente entre eles, onde o tomate testemunha apresentou a maior relação SS/AT e o AA Salada e AAA Colorido valores menores e iguais ao final do período de armazenamento. Na comparação dos valores entre os tomates não foi significativa. Todos os tomates apresentaram um aumento da relação SS/AT com o amadurecimento do fruto durante o armazenamento. O tomate testemunha obteve o maior valor entre os tomates 20,69 e o menor foi AA maduro (Figura 33).

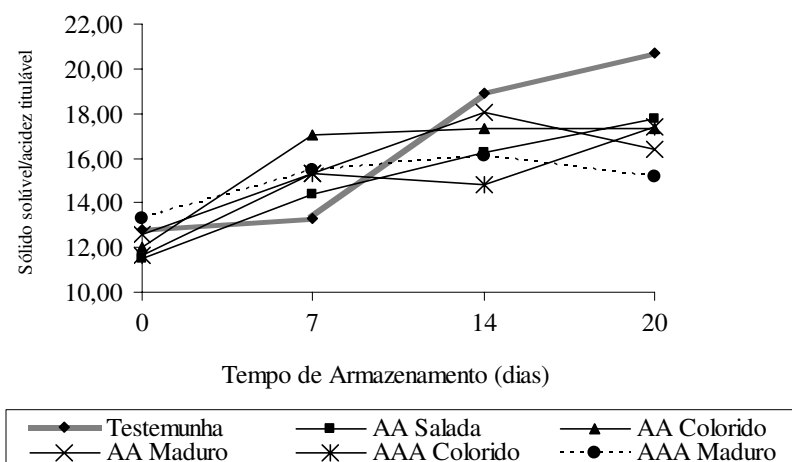


FIGURA 33. Valores médios de sólido solúvel/acidéz titulável dos tomates classificados pelo equipamento mecânico, na safra de inverno, no tempo de armazenamento.

Os valores médios obtidos nas análises variaram entre 9,45 e 16,93 para a relação sólido solúvel e acidez titulável, 0,24 a 0,36 para acidez titulável e 3,57 a 4,37 de sólido solúvel. Essa variabilidade de valores confirma a diferença de clima e tratos culturais no desenvolvimento do produto mencionados anteriormente por Kader e Mitchell (1989); Crisosto, Mitchell e Johnson (1995) e Kluge et al. (2002).

As características químicas analisadas (pH, AT, SS) e relação SS/AT apresentaram um comportamento semelhante a outros estudos realizados com tomate (GOULD, 1974; HOBSON, 1982; KADER e MITCHELL, 1989; CRISOSTO, MITCHELL e JOHNSON, 1995; KLUGE et al., 2002; GÓMEZ et al., 2004). Não foi possível detectar diferença significativa entre os equipamentos de classificação com sistema eletrônico e mecânico, nas safras de verão e inverno das características químicas analisadas.

6- CONCLUSÕES

Com realização dos experimentos e a apresentação dos resultados chegou-se as seguintes conclusões:

- Não há conformidade da classificação por diâmetro e coloração obtidas nos equipamentos eletrônico e mecânico, nas safras de verão e inverno, com a norma de classificação do tomate de mesa do PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA (2003).
- A conformidade da classificação por diâmetro obtida, com a regulação programada, varia com o equipamento e safra. O equipamento eletrônico e mecânico só apresentam boa conformidade na classe de maior diâmetro.
- A obtenção de frutos sadios ao final do experimento, não apresenta diferença significativa entre os equipamentos, na safra de verão. Na safra de inverno o equipamento eletrônico apresentou uma maior porcentagem de frutos sadios que o mecânico.
- A avaliação dos descartes, só mostra diferença significativa na safra de verão para enrugamento, e na safra de inverno para podridão. O equipamento eletrônico apresenta maior ocorrência de enrugamento na safra de verão e menor incidência de podridões na safra de inverno, comparado ao equipamento mecânico. Na safra de inverno os descartes foram mais frequentes no equipamento mecânico.
- A perda de massa acumulada é maior no equipamento mecânico nas safras de verão e inverno, o que pode estar relacionado com uma operação de classificação em que o fruto é submetido a um maior impacto.
- A evolução da coloração varia com a safra. Na avaliação com 20 dias de armazenamento, safra de inverno, o equipamento mecânico apresenta maior intensidade de coloração e na safra de verão, a menor intensidade quando comparado com o equipamento eletrônico.
- Os índices de firmeza obtidos durante o armazenamento comparando os equipamentos e safras demonstram pela equivalência que não interferiram na firmeza dos frutos, embora o percentual acumulado de firmeza nos tomates de estágio de coloração salada foi maior no equipamento eletrônico em ambas as safras. Para tomates no estágio de

coloração colorido e maduro esse percentual foi maior no equipamento de classificação mecânica na safra de inverno.

- Não foi possível detectar diferença significativa para as características químicas analisadas entre equipamentos de classificação com sistema eletrônico e mecânico, nas safras de verão e inverno. Os resultados demonstraram comportamento semelhante a outros estudos realizados com tomate.
- O equipamento com sistema eletrônico de classificação apresentou melhor desempenho comparado ao equipamento com sistema mecânico em relação a classificação do fruto (diâmetro e coloração), menor ocorrência de perda de massa e menor incidência de defeitos nos frutos. Apesar do diferencial na execução das atividades e da alta tecnologia aplicada, o equipamento eletrônico deverá ser monitorado constantemente durante as atividades visando seu melhor desempenho e em função do seu alto custo financeiro.
- No equipamento com sistema mecânico, rever o sistema de classificação de correia de lona furada em atendimento a legislação da classificação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, bem como as etapas de lavagem, secagem e polimento visando melhor desempenho.
- Os frutos da safra de inverno comparados com os da safra de verão, estavam com maior peso, apresentaram maior perda de massa, maior incidência de podridão e enrugamento, menor firmeza, maior acidez e menor teor de sólido solúvel.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOT, J. A. Quality Measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 207 – 225, 1999.

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira-2001**. São Paulo: FNP, 2001. 560 p.

ANDRADE JÚNIOR, V. C. **Avaliação do potencial produtivo e da firmeza pós-colheita de frutos em híbridos de tomateiro**. 1999. 52 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; TAVARES, M. Classificação e padronização dos tomates cv. Carmem e Débora dentro da CEAGESP (SP). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 24, n. 3, p. 790-798, set./dez. 2004.

ASAE STANDARDS: ASAE S368.1. Compression test of food materials of convex shape. **ASAE STANDARDS**. St Joseph, MI, 36, p. 368-371, 1989.

AWETA. Disponível em: < <http://www.aweta.nl/uk/index.htm>>. Acesso em: 28 out. 2004.

BATU, A. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. **Journal of Food Engineering**, v.61, p.471-475, 2004.

BELÉM, M. Q. de. Padronização das frutas. **Revista Agroamazônica**. Disponível em: <<http://www.revistaagroamazonia.com.br/12fruticultura-04.htm>>. Acesso em: 10 set. 2003.

BIRTH, G. S.; NORRIS, K. H.; YEATMAN, J. N. Nondestructive Measurement of Internal Color of Tomatoes by Spectral Transmission. **Food Technologi**, 11(11), p. 552-557, 1957.

BITTNER, D. R.; STEPHENSON, K. O. **Reflectance and Transmittance Properties of Tomatoes vs. Maturity**. ASAE, St. Joseph, MI 49085. ASAE Paper n. 68-329. 1968.

BOILEAU, T. W.; LIAO, Z. M.; KIM, S.; LEMESHOW, S.; ERDMAN, J. W.; CLINTON, S.K. Prostate carcinogenesis in N-methyl-Nnitrosourea (NMU)–testosterone-treated rats fed with tomato powder, lycopene, or energyrestricted diets. **Journal of the National Cancer Institute**, v. 95, n. 21, p.1578-1586, 2003.

BOURNE, M. C. Texture evaluation of horticultural crops. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.1, p.51-56, fevereiro 1980.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Métodos Quantitativos Estatística Básica**. 4. ed. São Paulo, 1981. 321 p.

CALBO, A.G.; CALBO, M.E. Medição e importância do potencial de parede. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.1, n.1, p.41-45, 1989.

CALBO, A. G.; NERY, A. A. Medida de firmeza em hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.13, n.1, p.14-18, maio 1995.

CARVALHO, C. R. L.; MANTOVANI, D. M.; CARVALHO, P. R. N.; MORAES, R. M. **Análises Químicas de Alimentos (Manual Técnico)**. Campinas: Biblioteca do ITAL, 1990.

CARVALHO, V. D.; SOUZA, S. M. C.; CHITARRA, M. I. F.; CARDOSO, D. A. M.; CHITARRA, A. B. Qualidade de tomates da cultivar Gigante Kada amadurecidos na planta e fora da planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.4, p.489-493, abr. 1984.

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós- Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 3.ed. New York: Wiley & Sons, 1999.

COSTA, F. G.; CAIXETA FILHO, J. V. Análise das Perdas na Comercialização de Tomate: um estudo de caso. **Informações Econômicas**, SP, 26 (12), p. 9-24, dez. 1996.

CRAMER, D. W.; KUPER, H.; HARLOW, B. L.; TITUS-ERNSTOFF, L. Carotenoids, antioxidants and ovarian cancer risk in pre- and postmenopausal women. **International Journal of Cancer**, v. 94, n.1, p.128-134, 2001.

CRISOSTO, C. H.; MITCHELL, F. G.; JOHNSON, S. Factors in fresh market stone fruit quality. **Central Valley Postharvest Newsletter**, Parlier, CA, v. 6, n. 1, p. 17-21, 1995.

DAVIS, J. M.; GARDNER, R. G. Harvest maturity affects fruits yields, size, and grade of fresh-market tomato cultivars. **HortScience**, v.29, n.6, p.613-615, 1994.

Diário Oficial da União. (D.O.U.). **Lei nº 8.171 de 17 de janeiro de 1.991**. Brasília, 18 de janeiro de 1.991. p. 1330. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legbras>>. Acesso em: 05 out. 2004.

Diário Oficial da União. (D.O.U.). **Lei 9.712 de 20 de novembro de 1.998**. Brasília, 23 de novembro de 1.998. p.01. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legbras>>. Acesso em: 20 out. 2004.

Diário Oficial da União. (D.O.U.). **Lei 9.972 de 25 de maio de 2.000**. Brasília, 26 de maio de 2.000a. p.01. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legbras>>. Acesso em: 21 out. 2004.

Diário Oficial da União. (D.O.U.). **Decreto nº 3.664, de 17 de novembro de 2.000**. Brasília, 20 de novembro de 2000b. p. 01. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/legbras>>. Acesso em: 20 out. 2004.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (EMBRAPA). **Produção agrícola 2004**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/utl/tabelas/2004/situacao_por_hortaliças_2004.xls>. Acesso em: 06 dez. 2005.

FERREIRA, M. D. **Galpões de Beneficiamento e Classificação**. Disponível em: <<http://www.agr.unicamp.br>>. Acesso em: 04 nov. 2005.

FERREIRA, M. D.; FRANCO, T. O. A.; FERRAZ, A. C. O.; CORTEZ, L. A. B.; CAMARGO, G. G. T.; SHU, A. T. Qualidade do tomate de mesa cv. 'Débora' em diferentes etapas na pós-colheita em sistema tradicional utilizando-se caixa K. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., Recife, 2003. **Anais...** Recife: Sociedade de Olericultura do Brasil, 2003.

FOMESA. Disponível em: <<http://www.fomesa.com>>. Acesso em: 04 nov. 2005.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO). **Produção agrícola 2004**. Disponível em:
<<http://faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=agriculture>>.
Acesso em: dez. 2005.

GALVIS-VANEGAS, J. A. **Fisiologia pós-colheita de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivar Ângela**. 1997. 123 p. Dissertação (Mestrado Engenharia Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA), Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas.

GIOVANNUCCI, E. **Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature**. J Natl Cancer Inst 1999; 91(4):317-31.

GODDARD, W. B.; OBRIEN, M.; LORENZEN, C.; WILLIAMS, D. W. Development of Criteria for Mechanization of Grading Processing Tomatoes. **Transaction of The Asae**. AMER Soc Agricultural Engineers, 18 (1), p. 190-193, 1975.

GÓMEZ, R.; COSTA, J. AMO, M; ALVARRUIZ, A.; PICAZO, M.; PARDO, J. E. Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in SE Spain. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, p.1101-1105, 2004.

GOULD, W. A. Total acidity and pH. In: GOULD, W. A. **Tomato production, processing and quality evaluation**. Westport, Connecticut: Avi Publishing Company, Inc. 1974. p.268-276.

GREEFA. Disponível em: <<http://www.greefa.nl/home.asp>>. Acesso em: 14 out. 2004.

GRIERSON, D.; KADER, A.A. Fruit ripening and quality. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (ed.) **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1986. Cap. 6, p.241-280.

GRIERSON, W.; WARDOWSKI, W. F. Relative humidity effects on the postharvest life in fruits and vegetables. **HortScience**, v.13, n.5, p.22-26, 1978.

GUTIERREZ, A. S. D.; REZENDE, V. A automação dos supermercados e a classificação de produtos hortifrutícolas. **Informações Econômicas**, SP, v. 29, n. 12, dez. 1999.

GUTIERREZ, A. S. D.; GORENSTEIN, O. Esforço de modernização do mercado de frutas e hortaliças frescas no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v. 30, n. 04, abr. 2000.

GUTIERREZ, A. S. D. **O negócio das frutas frescas**. Instituto de Economia Agrícola. Banco de Texto. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/frutas_frescas.htm>. Acesso em: 13 fev. 2000.

GUTIERREZ, A. S. D.; REZENDE, V. Classificação de frutas: governo corre contra o tempo para atender europeus. **Informações Econômicas**, SP, v. 32, n. 11, nov. 2002.

GUTIERREZ, A. S. D. **Danos Mecânicos Pós-colheita em Pêssego Fresco**. 2005. 124 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HAHN, F. Multi-spectral Prediction of Unripe Tomatoes, **Biosystems Engineering**, v. 81(2), p. 147-155. 2002.

HALL, C.B.; AUGUSTINE, J.J. Fruit firmness of tomato cultivars ripened in storage at 20°C for extended periods. **HortScience**, Alexandria, v.16, n.6, p.780-781, Dec. 1981.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 130p.

HOBSON, G. E. Controlling the ripening of tomato fruit. **Span**, Foston, v.25, p.21-23, 1982.

HERON, J. R.; ZACHARIAN, G. L. Automatic Sorting of Processing Tomatoes. **Transaction of the ASAE**, 17(5), p. 987-992, 1974.

HOBSON, G. E.; DAVIES, J. N. The tomato. In: HULME, A. C. (Ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. v. 2. London: Academic Press Inc. Ltda., 1971. p. 437-482.

HUBER, D.J. **The role of cell wall hydrolases in fruit softening**. Horticultural Review, v.5, p.169-219, 1983.

HYDE, G. M.; ZHANG, W. **Apple Bruising Research Update: Packingline Impact Evaluations**. Tree Fruit Postharvest Journal 3 (3), p. 12-15, August 1992.

INSTITUTO ANTONIO HOUAISS DE LEXICOGRAFIA. **Dicionário houaiss da língua portuguesa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 3992 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE). **Produção agrícola 2004**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/download/tomate-7.csv>>. Acesso em: 02 dez. 2005.

Instituto de Economia Agrícola. (IEA). **Produção agrícola 2004**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/download/ps-1104.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2005.

JAHNS, G.; NIELSEN, H. M.; WOLFGANG, P. Measuring image analysis attributes and modelling fuzzy consumer aspects for tomato quality grading. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.31. p. 17-29. 2001

KADER, A. A.; MORRIS, L. L.; STEVENS, M. A.; ALBRIGHT-HORTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.1, p.6-13, jan. 1978.

KADER, A. A.; MITCHELL, F. G. **Maturity and quality**. In: LARUE, J. H.; JOHNSON, R. S. (Ed.). **Peaches, plums and nectarines: growing and handling for fresh market**. Davis: University of California, 1989. p. 191-196.

KADER, A. A. Standardization and inspection of fresh fruits and vegetables. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. California: University of California, Agricultural and Natural Resources, 2002. p. 287-9. (Publication, 3311).

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHAVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214p.

LABAVITCH, J. M. Cell wall turnover in plant development. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 32, p. 385-406, 1981.

LAHUE, J. H.; JOHNSON, R. S. **Peaches, plums and nectarines: growing and handling for fresh market**. California: Division of Agriculture and Natural Resources, 1989. (Publication, 3331).

LOPEZ CAMELO, A. F.; HORVITZ, S.; GOMEZ, P. A. An approach for the evaluation of efficiency of onion packinghouse operations. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p. 51-4, 2003.

MILLER, A. R. Physiology, biochemistry and detection of bruising (mechanical stress) in fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, v.3, n.3, p.53-58, 1992.

MILLER, W. M.; ISMAIL, M. A. **Injury Assessment in Citrus Packing Operations**. Disponível em: <<http://www.fcprac.ifas.ufl.edu/UF%20IFAS%20Short%20Course%20Proceedings/qualitycontrolassessment.htm>>. Acesso em: 07 fev. 2004.

MILLER, W. M.; WARDOWSKI, W. F.; GRIERSON, W. Packingline Machinery for Florida Citrus Packinghouses. **Extension Bulletin 239**. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. April, 2001, 26 p. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_AE184>. Acesso em: 07 fev. 2004.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (MAPA). **Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2.000**. Brasília. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso: 22 set. 2004.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (MAPA). **Programa. Área Vegetal. Classificação**. Brasília. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso: 14 jan. 2004.

MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. 3. ed. New York: John Wiley, 1991.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. v. I. New York: Gordon Beach Science Publishers, 1986. 841 p.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A.; HUBER, D. J.; CALBO, A. G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule, and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 1998, v. 123, n. 4, p. 656-600.

NGUYEN, M.L.; SCHWARTZ, S.J. Lycopene: chemical and biological properties. **Food Technology**, v.53, n.2, p.38-45. 1999.

PELEG, K. **Produce handling, packaging, and distribution**. The avi publishing company, inc., 1985.

PETRACEK, P. D., KELSEY, D. F.; DAVIS, C. Response of citrus fruit to high-pressure washing. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 123(4), p. 661-667. 1998.

POLDER, G. van der HEIJDEN, G. W. A. M.; YOUNG, I.T. Tomato sorting using independent component analysis on spectral images. **Real-Time Imaging**, v.9, p. 253-259. 2003.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Norma de Classificação do Tomate**. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura – CQH/CEAGESP, 2003. (CQH. Documentos, 26).

RODAMAF. Optiscan II – **Manual de utilization**. Valência: RODAMAF, 2005. 79p.

SADLER, G. D.; MURPHY, P. A. pH and titratable acidity. In: NIELSEN, S. S. **Food analysis**. 2. ed. New York: Aspen Publishers, Inc.1998. p.99-117.

SARGENT, S. A. Handling and Cooling Techniques for Maintaining Postharvest Quality. In: HOCHMUTH, G. J., MAYNARD, D. N. **Vegetable Production Guide for Florida**. Gainesville: University of Florida, 1998. Chapter 17.

SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; TALBOT, M. T.; ZOELNER, J.J. Performance of perforated-belt sizers as affected by size standards for fresh market tomatoes. **Applied Engineering in Agriculture**, 7(6), p. 724-728, 1991.

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**, 1992, 117(1), p. 119-123.

SARKAR, N.; WOLFE, R. R. Computer Vision Based System for Quality Separator of Fresh-Market Tomatoes. **Transaction of The Asae, AMER Soc Agricultural Engineers**, 28 (5), p. 1714-1718. 1985.

SHERMAN, M; SHOWALTER, R. K.; BARTZ, J. R.; SIMONE, G. W. **Tomato Packinghouse Use Dump Tank Sanitation**. Vegetable Crops Fact Sheet (VC-31). Florida: University of Florida.

SHIRAI, Y.; KONDO, N.; FUJIURA, T. Machine Vision. **Transaction of The Asae**. N. Kondo and K. C. Ting, mai. 1980.

SHOWALTER, R. K. **Postharvest water loss control for vegetables**. Vegetable Crops Fact Sheet, VC-28. Gainesville: Vegetable Crops Department, University of Florida, 1981. 4 p.

SILVEIRA, M.A. **Herança do formato e outras características morfológicas de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), em um cruzamento biparental**. Lavras: UFLA, 1995. 53p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).

Sistema de informação de mercado da companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo (SIM CEAGESP). **Tomate Comercializado no Entrepasto Terminal de São Paulo**. São Paulo: CEAGESP, Seção de Economia e Desenvolvimento, 2005. Não publicado.

SMITH, T. J.; HUGGINS, R. A. Tomato Classification by Spectrophometry. **Electronics**, p. 92-94, January, 1952.

SNEDECOR, W. G.; COCHRAN, W. G. **Statistical Methods**. 8. ed. Iowa State, 1989. 71p.

SOUTH AUSTRALIAN RESEARCH AND DEVELOPMENT INSTITUTE. (SARDI). 10th September 2001. Disponível em:
<http://www.sardi.sa.gov.au/pages/horticulture/citrus/cit_page.htm:sectID=184&tempID=93>
Acesso: 13 mar. 2004.

STEPHENSON, K. O. Color Sorting System for Tomatoes. **Transaction of the ASAE**, 17(6)1185-1186. 1974.

STEVENS, M. A; KADER, A. A.; ALBRIGHT-HOLTON, M.; ALGAZI, M. Genotypic variation for flavor and composition in fresh market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.102, n.5, p.680-689, set. 1977.

STEPHENSON, K. O. Color Sorting System for Tomatoes. **Transaction of the ASAE**, 17(6)1185-1186. 1974.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Eds.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.01-51.

VECCHIA, P.T.D; KOCH, P.S. Tomates longa vida: O que são, como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 3-4, mar. 2000.

VON BECKMAN, J. W. **Development of an Electronic Sizer and Color Grader for Tomatoes**. 1976. Unpublished Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Vancouver, B.C.

VON BECMANN, J. W.; BULLEY, N. R. Eletronic Sizer and Color Grader for Tomatoes. **Transaction Asae, AMER Soc Agricultural Engineers**, 21 (1), p. 25-30. 1978.

WAGNER, A. B.; SAULS, J. W. **Packingline Operations**. Disponível em: <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/l2292.htm>>. Acesso: 07 abr. 2004.

YOUNG, T. E.; JUVIK, J. A.; SULLIVAN, J. G. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.2, p.286-292, mar. 1993.

ZAGORY, D. Effects of post-processing handling and packaging on microbial populations. **Postharvest Biology and Tecnology**, v. 15, p. 313-321, 1999.

ANEXOS

ANEXO 01. QUALIDADE VISUAL

Análise de Variância para a qualidade visual das classificações de tomates para os equipamentos eletrônico e mecânico na safra de verão.

Descartes	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Podridão	Tratamento (Equipamentos)	1	588,0000	588,0000	12,9801	0,0048*
	Resíduos	10	453,0000	45,3000		
	Total	11	1041,0000			
Enrugamento	Tratamento (Equipamentos)	1	2,0833	2,0833	0,2122	0,6549
	Resíduos	10	98,1660	9,8166		
	Total	11	100,2493			
Vazamento de polpa	Tratamento (Equipamentos)	1	36,7500	36,7500	0,8931	0,3669
	Resíduos	10	411,5000	41,1500		
	Total	11	448,2500			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para a qualidade visual das classificações de tomates para os equipamentos eletrônico e mecânico na safra de verão.

Descartes	Equipamentos	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Enrugamento	Eletrônico	14,5a	9,48	65,37
	Mecânico	0,50b	0,84	168,00
Podridão	Eletrônico	10,5	4,51	42,95
	Mecânico	14	7,87	56,21
Vazamento de polpa	Eletrônico	1,83	1,33	72,68
	Mecânico	2,67	4,23	158,43

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para a qualidade visual das classificações de tomates para os equipamentos

eletrônico e mecânico na safra de inverno.

Descartes	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Podridão	Tratamento (Equipamentos)	1	12,0000	12,0000	0,1581	0,6993
	Resíduos	10	759,0000	75,9000		
	Total	11	771,0000			
Enrugamento	Tratamento (Equipamentos)	1	1,3333	1,3333	14,1815	0,2073
	Resíduos	78	7,3333	0,0940		
	Total	79	8,6666			
Vazamento de polpa	Tratamento (Equipamentos)	1	456,3333	456,3333	23,0084	0,0007*
	Resíduos	10	198,3333	19,8333		
	Total	11	654,6666			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para a qualidade visual das classificações de tomates para os equipamentos eletrônico e mecânico na safra de inverno.

Descartes	Equipamentos	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Enrugamento	Eletrônico	16,5	8,07	48,91
	Mecânico	18,5	9,31	50,32
Podridão	Eletrônico	5,17b	1,33	25,73
	Mecânico	17,5a	6,16	35,20
Vazamento de polpa	Eletrônico	0,33	0,52	157,58
	Mecânico	1	1	100,00

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 02. PERDA DE MASSA – ELETRÔNICO VERÃO

Análise de Variância da perda de massa das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
2	Tratamento (Tomates)	5	39,2165	7,8433	27,1080394	<0,0001*
	Resíduo	534	154,5048	0,289334831		
	Total	539	193,7213			
4	Tratamento (Tomates)	5	35,0326	7,00652	22,2490304	<0,0001*
	Resíduo	526	165,6445	0,314913498		
	Total	531	200,6771			
6	Tratamento (Tomates)	5	31,4342	6,28684	17,2123931	<0,0001*
	Resíduo	449	163,9976	0,36525078		
	Total	454	195,4318			
8	Tratamento (Tomates)	5	25,4671	5,09342	11,0601361	<0,0001*
	Resíduo	433	199,4054	0,460520554		
	Total	438	224,8725			
10	Tratamento (Tomates)	5	23,0356	4,60712	9,79549579	<0,0001*
	Resíduo	417	196,1278	0,470330456		
	Total	422	219,1634			
12	Tratamento (Tomates)	5	26,6958	5,33916	6,41367908	<0,0001*
	Resíduo	411	342,1429	0,832464477		
	Total	416	368,8387			
14	Tratamento (Tomates)	5	24,4121	4,88242	6,82622773	<0,0001*
	Resíduo	312	223,1562	0,715244231		
	Total	317	247,5683			
16	Tratamento (Tomates)	5	28,6645	5,7329	7,85471469	<0,0001*
	Resíduo	282	205,8226	0,729867376		
	Total	287	234,4871			
18	Tratamento (Tomates)	5	32,8521	6,57042	7,82889647	<0,0001*
	Resíduo	273	229,1159	0,839252381		
	Total	278	261,968			
20	Tratamento (Tomates)	5	35,9637	7,19274	8,56574856	<0,0001*
	Resíduo	254	213,2862	0,839709449		
	Total	259	249,2499			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

ANEXO 03. COLORAÇÃO – ELETRÔNICO VERÃO

Análise de Variância da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	4	18376,78	4594,195	803,175	<0,0001*
	Resíduo	495	2831,42	5,720040404		
	Total	499	21208,2			
2	Tratamento (Tomates)	4	5920,7111	1480,177775	245,069	<0,0001*
	Resíduo	445	2687,7333	6,039850112		
	Total	449	8608,4444			
4	Tratamento (Tomates)	4	1719,6801	429,920025	119,192	<0,0001*
	Resíduo	437	1576,2384	3,60695286		
	Total	441	3295,9185			
6	Tratamento (Tomates)	4	950,3699	237,592475	111,052	<0,0001*
	Resíduo	374	800,163	2,139473262		
	Total	378	1750,5329			
8	Tratamento (Tomates)	4	734,8773	183,719325	106,883	<0,0001*
	Resíduo	359	617,0786	1,718881894		
	Total	363	1351,9559			
10	Tratamento (Tomates)	4	691,5176	172,8794	132,205	<0,0001*
	Resíduo	344	449,8348	1,307659302		
	Total	348	1141,3524			
12	Tratamento (Tomates)	4	525,8026	131,45065	123,241	<0,0001*
	Resíduo	339	361,5811	1,066610914		
	Total	343	887,3837			
14	Tratamento (Tomates)	4	411,4045	102,851125	87,839	<0,0001*
	Resíduo	258	302,0935	1,170905039		
	Total	262	713,498			
16	Tratamento (Tomates)	4	350,0519	87,512975	68,8939	<0,0001*
	Resíduo	235	298,5105	1,270257447		
	Total	239	648,5624			
18	Tratamento (Tomates)	4	337,5299	84,382475	67,1002	<0,0001*
	Resíduo	227	285,4658	1,25755859		
	Total	231	622,9957			
20	Tratamento (Tomates)	4	304,1183	76,029575	63,5996	<0,0001*
	Resíduo	208	248,6516	1,195440385		
	Total	212	552,7699			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	P
Início	AS	1,97c	0,99	50,25	<0,0001*
	AC	8,82b	2,78	31,52	
	AM	17,77a	1,37	7,71	
	AAC	8,14b	4,02	49,39	
	AAM	17,6a	1,38	7,84	

2	AS	9,28d	4,48	48,28	<0,0001*
	AC	16,39b	1,5	9,15	
	AM	19,37a	0,98	5,06	
	AAC	15,53c	2,44	15,71	
	AAM	18,99a	0,98	5,16	
4	AS	14,67c	3,65	24,88	<0,0001*
	AC	17,92b	0,93	5,19	
	AM	20,1a	0,85	4,23	
	AAC	17,57b	1,5	8,54	
	AAM	19,88a	0,8	4,02	
6	AS	16,69c	2,64	15,82	<0,0001*
	AC	18,94b	0,87	4,59	
	AM	20,97a	0,79	3,77	
	AAC	18,62b	1,29	6,93	
	AAM	20,77a	0,75	3,61	
8	AS	18,01e	2,11	11,72	<0,0001*
	AC	19,68c	0,98	4,98	
	AM	21,75a	0,86	3,95	
	AAC	19d	1,29	6,79	
	AAM	21,3b	0,87	4,08	
10	AS	18,49e	1,49	8,06	<0,0001*
	AC	19,93c	1,03	5,17	
	AM	22,11a	0,85	3,84	
	AAC	19,24d	1,37	7,12	
	AAM	21,66b	0,86	3,97	
12	AS	19,18d	1,28	6,67	<0,0001*
	AC	20,61b	1,07	5,19	
	AM	22,41a	0,82	3,66	
	AAC	20,04c	1,23	6,14	
	AAM	22,11a	0,67	3,03	
14	AS	16,57e	1,33	8,03	<0,0001*
	AC	20,87c	0,88	4,22	
	AM	22,8a	0,88	3,86	
	AAC	20,27d	1,37	6,76	
	AAM	22,3b	0,79	3,54	
16	AS	20,12d	1,42	7,06	<0,0001*
	AC	21,51b	1,03	4,79	
	AM	23,24a	0,75	3,23	
	AAC	20,87c	1,52	7,28	
	AAM	22,96a	0,7	3,05	
18	AS	20,3d	1,37	6,75	<0,0001*
	AC	21,7b	1,09	5,02	
	AM	23,42a	0,66	2,82	
	AAC	21,1c	1,54	7,30	
	AAM	23,17a	0,7	3,02	
20	AS	20,39d	1,35	6,62	<0,0001*
	AC	21,73b	1,12	5,15	
	AM	23,42a	0,65	2,78	
	AAC	21c	1,48	7,05	
	AAM	23,17a	0,71	3,06	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 04. PERDA DE MASSA – ELETRÔNICO INVERNO

Análise de Variância da perda de massa das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
2	Tratamento (Tomates)	5	8,1133	1,6227	10,3849	<0,0001*
	Resíduos	534	83,4387	0,1563		
	Total	539	91,5520			
4	Tratamento (Tomates)	5	8,4402	1,6880	3,5780	0,0034*
	Resíduos	534	251,9354	0,4718		
	Total	539	260,3756			
6	Tratamento (Tomates)	5	25,7995	5,1599	6,7501	<0,0001*
	Resíduos	534	408,1967	0,7644		
	Total	539	433,9962			
8	Tratamento (Tomates)	5	51,6587	10,3317	8,7527	<0,0001*
	Resíduos	533	629,1588	1,1804		
	Total	538	680,8175			
10	Tratamento (Tomates)	5	30,9177	6,1835	4,2989	0,0008*
	Resíduos	463	665,9763	1,4384		
	Total	468	696,8940			
12	Tratamento (Tomates)	5	38,6389	7,7278	4,1686	0,001*
	Resíduos	461	854,6060	1,8538		
	Total	466	893,2449			
14	Tratamento (Tomates)	5	46,3881	9,2776	5,1901	0,0001*
	Resíduos	444	793,6699	1,7875		
	Total	449	840,0580			
16	Tratamento (Tomates)	5	29,8403	5,9681	4,0060	0,0015*
	Resíduos	369	549,7223	1,4898		
	Total	374	579,5626			
18	Tratamento (Tomates)	5	26,7937	5,3587	3,3945	0,0052*
	Resíduos	344	543,0594	1,5787		
	Total	349	569,8531			
20	Tratamento (Tomates)	5	22,6369	4,5274	2,8004	0,0171*
	Resíduos	324	523,8048	1,6167		
	Total	329	546,4417			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

ANEXO 05. COLORAÇÃO – ELETRÔNICO INVERNO

Análise de Variância da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	4	18729,6320	4682,4080	645,9772	<0,0001*
	Resíduos	495	3588,0400	7,2486		
	Total	499	22317,6720			
2	Tratamento (Tomates)	4	14191,3644	3547,8411	493,4436	<0,0001*
	Resíduos	445	3199,5333	7,1900		
	Total	449	17390,8977			
4	Tratamento (Tomates)	4	10996,7644	2749,1911	604,6409	<0,0001*
	Resíduos	445	2023,3333	4,5468		
	Total	449	13020,0977			
6	Tratamento (Tomates)	4	5531,9866	1382,9967	319,0575	<0,0001*
	Resíduos	445	1928,9111	4,3346		
	Total	449	7460,8977			
8	Tratamento (Tomates)	4	3059,6752	764,9188	226,2387	<0,0001*
	Resíduos	444	1501,1755	3,3810		
	Total	448	4560,8507			
10	Tratamento (Tomates)	4	1771,0735	442,7684	177,1660	<0,0001*
	Resíduos	384	959,6822	2,4992		
	Total	388	2730,7557			
12	Tratamento (Tomates)	4	1309,4883	327,3721	166,7714	<0,0001*
	Resíduos	382	749,8656	1,9630		
	Total	386	2059,3539			
14	Tratamento (Tomates)	4	785,2888	196,3222	110,7602	<0,0001*
	Resíduos	367	650,5068	1,7725		
	Total	371	1435,7956			
16	Tratamento (Tomates)	4	653,0258	163,2565	99,4497	<0,0001*
	Resíduos	307	503,9709	1,6416		
	Total	311	1156,9967			
18	Tratamento (Tomates)	4	531,7828	132,9457	79,4003	<0,0001*
	Resíduos	285	477,1965	1,6744		
	Total	289	1008,9793			
20	Tratamento (Tomates)	4	494,5117	123,6279	79,6989	<0,0001*
	Resíduos	269	417,2692	1,5512		
	Total	273	911,7809			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	AS	1,44d	0,61	42,36	<0,0001*
	AC	6,88c	3,83	55,67	
	AM	17,58a	0,9	5,12	
	AAC	8,76b	4,4	50,23	
	AAM	16,76a	1,01	6,03	

2	AS	2,64d	1,51	57,20	<0,0001*
	AC	9,79b	3,91	39,94	
	AM	18,03a	0,84	4,66	
	AAC	8,76c	4,4	50,23	
	AAM	17,36a	0,78	4,49	
4	AS	5,13c	3,08	60,04	<0,0001*
	AC	14,18b	2,54	17,91	
	AM	19a	0,81	4,26	
	AAC	14,69b	2,37	16,13	
	AAM	18,29a	0,74	4,05	
6	AS	9,81c	3,75	38,23	<0,0001*
	AC	16,58b	1,77	10,68	
	AM	19,58a	0,82	4,19	
	AAC	16,32b	1,83	11,21	
	AAM	19,22a	0,7	3,64	
8	AS	12,93c	3,4	26,30	<0,0001*
	AC	17,82b	1,48	8,31	
	AM	20,16a	0,82	4,07	
	AAC	17,76b	1,42	8,00	
	AAM	20a	0,65	3,25	
10	AS	14,39c	2,71	18,83	<0,0001*
	AC	17,89b	1,41	7,88	
	AM	20,22a	0,8	3,96	
	AAC	17,83b	1,35	7,57	
	AAM	20,13a	0,7	3,48	
12	AS	15,75c	2,2	13,97	<0,0001*
	AC	18,85b	1,4	7,43	
	AM	20,79a	0,83	3,99	
	AAC	18,7b	1,24	6,63	
	AAM	20,7a	0,73	3,53	
14	AS	17,04c	2,12	12,44	<0,0001*
	AC	19,12b	1,26	6,59	
	AM	20,9a	0,83	3,97	
	AAC	19,13b	1,14	5,96	
	AAM	20,92a	0,75	3,59	
16	AS	17,91c	1,91	10,66	<0,0001*
	AC	19,49b	1,21	6,21	
	AM	21,74a	0,91	4,19	
	AAC	19,6b	1,14	5,82	
	AAM	21,59a	0,82	3,80	
18	AS	18,64c	1,91	10,25	<0,0001*
	AC	20,09b	1,15	5,72	
	AM	22,43a	1,07	4,77	
	AAC	20,31b	1,05	5,17	
	AAM	21,87a	0,92	4,21	
20	AS	19,19c	1,7	8,86	<0,0001*
	AC	20,24b	1,75	8,65	
	AM	22,71a	1,1	4,84	
	AAC	20,4b	1,11	5,44	
	AAM	22,39a	0,91	4,06	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 06. PERDA DE MASSA – MECÂNICO VERÃO

Análise de Variância da perda de massa das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
2	Tratamento (Tomates)	4	1,8062	0,4516	3,7775	<0,0001*
	Resíduos	445	53,1935	0,1195		
	Total	449	54,9997			
4	Tratamento (Tomates)	4	3,5542	0,8886	6,1646	<0,0001*
	Resíduos	441	63,5646	0,1441		
	Total	445	67,1188			
6	Tratamento (Tomates)	4	5,9682	1,4921	7,1842	<0,0001*
	Resíduos	441	91,5890	0,2077		
	Total	445	97,5572			
8	Tratamento (Tomates)	4	8,7259	2,1815	6,3681	<0,0001*
	Resíduos	390	133,5987	0,3426		
	Total	394	142,3246			
10	Tratamento (Tomates)	4	17,9618	4,4905	8,3218	<0,0001*
	Resíduos	374	201,8100	0,5396		
	Total	378	219,7718			
12	Tratamento (Tomates)	4	26,0874	6,5219	10,4934	<0,0001*
	Resíduos	358	222,5047	0,6215		
	Total	362	248,5921			
14	Tratamento (Tomates)	4	41,5396	10,3849	10,7089	<0,0001*
	Resíduos	309	299,6503	0,9697		
	Total	313	341,1899			
16	Tratamento (Tomates)	4	39,0800	9,7700	11,0985	<0,0001*
	Resíduos	269	236,8000	0,8803		
	Total	273	275,8800			
18	Tratamento (Tomates)	4	41,7537	10,4384	10,4012	<0,0001*
	Resíduos	253	253,9044	1,0036		
	Total	257	295,6581			
20	Tratamento (Tomates)	4	57,6539	14,4135	12,1316	<0,0001*
	Resíduos	248	294,6467	1,1881		
	Total	252	352,3006			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

ANEXO 07. COLORAÇÃO – MECÂNICO VERÃO

Análise de Variância da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	4	7053,0720	1763,2680	327,1823	<0,0001*
	Resíduos	495	2667,6800	5,3893		
	Total	499	9720,7520			
2	Tratamento (Tomates)	4	6450,9850	1612,7463	236,4462	<0,0001*
	Resíduos	424	2892,0079	6,8208		
	Total	428	9342,9929			
4	Tratamento (Tomates)	4	3679,5856	919,8964	164,3530	<0,0001*
	Resíduos	421	2356,3697	5,5971		
	Total	425	6035,9553			
6	Tratamento (Tomates)	4	1899,9272	474,9818	80,3883	<0,0001*
	Resíduos	438	2587,9644	5,9086		
	Total	442	4487,8916			
8	Tratamento (Tomates)	4	684,9563	171,2391	43,0043	<0,0001*
	Resíduos	390	1552,9423	3,9819		
	Total	394	2237,8986			
10	Tratamento (Tomates)	4	388,5695	97,1424	32,3842	<0,0001*
	Resíduos	374	1121,8820	2,9997		
	Total	378	1510,4515			
12	Tratamento (Tomates)	4	248,1026	62,0257	23,3629	<0,0001*
	Resíduos	358	950,4482	2,6549		
	Total	362	1198,5508			
14	Tratamento (Tomates)	4	146,5179	36,6295	15,9948	<0,0001*
	Resíduos	309	707,6380	2,2901		
	Total	313	854,1559			
16	Tratamento (Tomates)	4	143,5805	35,8951	14,7969	<0,0001*
	Resíduos	269	652,5542	2,4259		
	Total	273	796,1347			
18	Tratamento (Tomates)	4	145,8211	36,4553	13,2912	<0,0001*
	Resíduos	253	693,9307	2,7428		
	Total	257	839,7518			
20	Tratamento (Tomates)	4	148,2041	37,0510	12,1363	<0,0001*
	Resíduos	248	757,1238	3,0529		
	Total	252	905,3279			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	AC	7b	2,9	41,43	<0,0001*
	AM	11,42a	1,65	14,45	
	AAS	1,4c	0,75	53,57	
	AAC	7,72b	3,71	48,06	
	AAM	11,78a	1,23	10,44	

2	AC	11,96b	3,41	28,51	<0,0001*
	AM	15,68a	1,41	8,99	
	AAS	4,74c	2,26	47,68	
	AAC	12,34b	3,69	29,90	
	AAM	16,11a	1,28	7,95	
4	AC	13,02b	2,82	21,66	<0,0001*
	AM	16,2a	1,58	9,75	
	AAS	8,04c	2,72	33,83	
	AAC	13,67b	3,01	22,02	
	AAM	16,66a	1,2	7,20	
6	AC	15,77b	1,64	10,40	<0,0001*
	AM	17,19a	1,35	7,85	
	AAS	11,54c	4,48	38,82	
	AAC	15,93b	2,07	12,99	
	AAM	17,21a	0,98	5,69	
8	AC	16,81c	1,66	9,88	<0,0001*
	AM	18,17ab	1,43	7,87	
	AAS	14,71d	3,38	22,98	
	AAC	17,44b	1,48	8,49	
	AAM	18,35a	1,16	6,32	
10	AC	17,81b	1,79	10,05	<0,0001*
	AM	18,78a	1,45	7,72	
	AAS	16,19c	2,52	15,57	
	AAC	18,29b	1,33	7,27	
	AAM	19,01a	1,15	6,05	
12	AC	18,16c	1,85	10,19	<0,0001*
	AM	19,54a	1,47	7,52	
	AAS	17,27d	2,02	11,70	
	AAC	18,58b	1,38	7,43	
	AAM	19,3ab	1,19	6,17	
14	AC	18,55b	1,76	9,49	<0,0001*
	AM	19,81a	1,53	7,72	
	AAS	18,25b	1,61	8,82	
	AAC	19,26a	1,29	6,70	
	AAM	19,98a	1,24	6,21	
16	AC	18,98c	1,86	9,80	<0,0001*
	AM	20,46a	1,57	7,67	
	AAS	18,62c	1,64	8,81	
	AAC	19,41b	1,29	6,65	
	AAM	20,25ab	1,18	5,83	
18	AC	19,38b	1,98	10,22	<0,0001*
	AM	21a	1,62	7,71	
	AAS	19,26b	1,78	9,24	
	AAC	20,14ab	1,34	6,65	
	AAM	20,95a	1,17	5,58	
20	AC	19,76c	2,04	10,32	<0,0001*
	AM	21,25ab	1,74	8,19	
	AAS	19,61c	1,83	9,33	
	AAC	20,4b	1,5	7,35	
	AAM	21,53a	1,29	5,99	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 08. PERDA DE MASSA – MECÂNICO INVERNO

Análise de Variância da perda de massa das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
2	Tratamento (Tomates)	5	5,8245	1,1649	7,7481	<0,0001*
	Resíduos	534	80,2850	0,1503		
	Total	539	86,1095			
4	Tratamento (Tomates)	5	15,4381	3,0876	5,5395	<0,0001*
	Resíduos	534	297,6436	0,5574		
	Total	539	313,0817			
6	Tratamento (Tomates)	5	16,1128	3,2226	3,6391	0,003*
	Resíduos	515	456,0514	0,8855		
	Total	520	472,1642			
8	Tratamento (Tomates)	5	22,2285	4,4457	3,2829	0,0063*
	Resíduos	513	694,7014	1,3542		
	Total	518	716,9299			
10	Tratamento (Tomates)	5	58,7476	11,7495	6,5132	<0,0001*
	Resíduos	443	799,1471	1,8039		
	Total	448	857,8947			
12	Tratamento (Tomates)	5	65,5709	13,1142	6,2742	<0,0001*
	Resíduos	413	863,2465	2,0902		
	Total	418	928,8174			
14	Tratamento (Tomates)	5	100,9236	20,1847	8,1299	0,0001*
	Resíduos	387	960,8346	2,4828		
	Total	392	1061,7582			
16	Tratamento (Tomates)	5	81,7577	16,3515	5,9944	<0,0001*
	Resíduos	315	859,2555	2,7278		
	Total	320	941,0132			
18	Tratamento (Tomates)	5	88,8941	17,7788	7,1709	<0,0001*
	Resíduos	259	642,1425	2,4793		
	Total	264	731,0366			
20	Tratamento (Tomates)	5	97,7537	19,5507	6,9057	<0,0001*
	Resíduos	252	713,4356	2,8311		
	Total	257	811,1893			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

ANEXO 09. COLORAÇÃO – MECÂNICO INVERNO

Análise de Variância da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	14701,2600	2940,2520	333,7696	<0,0001*
	Resíduos	594	5232,6800	8,8092		
	Total	599	19933,9400			
2	Tratamento (Tomates)	5	11661,2833	2332,2567	315,5878	<0,0001*
	Resíduos	534	3946,3667	7,3902		
	Total	539	15607,6500			
4	Tratamento (Tomates)	5	8669,9203	1733,9841	241,6573	<0,0001*
	Resíduos	534	3831,6555	7,1754		
	Total	539	12501,5758			
6	Tratamento (Tomates)	5	5947,4389	1189,4878	157,6752	<0,0001*
	Resíduos	515	3885,1138	7,5439		
	Total	520	9832,5527			
8	Tratamento (Tomates)	5	4161,8559	832,3712	139,0852	<0,0001*
	Resíduos	512	3064,1227	5,9846		
	Total	517	7225,9786			
10	Tratamento (Tomates)	5	1366,6143	273,3229	91,7892	<0,0001*
	Resíduos	443	1319,1317	2,9777		
	Total	448	2685,7460			
12	Tratamento (Tomates)	5	1095,3241	219,0648	101,8243	<0,0001*
	Resíduos	413	888,5279	2,1514		
	Total	418	1983,8520			
14	Tratamento (Tomates)	5	822,0690	164,4138	89,3511	<0,0001*
	Resíduos	387	712,1136	1,8401		
	Total	392	1534,1826			
16	Tratamento (Tomates)	5	603,8450	120,7690	74,0509	<0,0001*
	Resíduos	315	513,7312	1,6309		
	Total	320	1117,5762			
18	Tratamento (Tomates)	5	543,4633	108,6927	79,4964	<0,0001*
	Resíduos	259	354,1215	1,3673		
	Total	264	897,5848			
20	Tratamento (Tomates)	5	391,6127	78,3225	52,2858	<0,0001*
	Resíduos	252	377,4880	1,4980		
	Total	257	769,1007			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da evolução da coloração das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	AAS	1,69d	0,88	52,07	<0,0001*
	AAC	13,09b	3,59	27,43	
	AAM	16,47a	0,77	4,68	
	AAAC	12,3c	3,87	31,46	
	AAAM	16,41a	0,82	5,00	

2	AAS	3,73c	2,97	79,62	<0,0001*
	AAC	14,49b	2,92	20,15	
	AAM	17,46a	0,84	4,81	
	AAAC	14,47b	3,13	21,63	
	AAAM	17,42a	0,81	4,65	
4	AAS	6,64c	4,63	69,73	<0,0001*
	AAC	15,94b	2,26	14,18	
	AAM	18,36a	0,72	3,92	
	AAAC	16,07b	2,31	14,37	
	AAAM	18,4a	0,75	4,08	
6	AAS	9,63c	5,5	57,11	<0,0001*
	AAC	17,24b	1,66	9,63	
	AAM	19,47a	0,65	3,34	
	AAAC	17,61b	1,72	9,77	
	AAAM	19,47a	0,63	3,24	
8	AAS	11,94c	4,8	40,20	<0,0001*
	AAC	18,19b	1,6	8,80	
	AAM	20,17a	0,68	3,37	
	AAAC	18,63b	1,59	8,53	
	AAAM	20,31a	0,67	3,30	
10	AAS	15,78c	2,69	17,05	<0,0001*
	AAC	18,99b	1,67	8,79	
	AAM	21,03a	0,73	3,47	
	AAAC	19,51b	1,64	8,41	
	AAAM	20,92a	0,59	2,82	
	AAS	17,1c	1,79	10,47	<0,0001*
	AAC	19,9b	1,55	7,79	
	AAM	21,88a	0,65	2,97	
	AAAC	20,29b	1,71	8,43	
	AAAM	21,85a	0,63	2,88	
14	AAS	18c	1,42	7,89	<0,0001*
	AAC	20,3b	1,48	7,29	
	AAM	22,28a	0,7	3,14	
	AAAC	20,73b	1,82	8,78	
	AAAM	22,11a	0,64	2,89	
16	AAS	18,6d	1,23	6,61	<0,0001*
	AAC	20,4c	1,43	7,01	
	AAM	22,38a	0,68	3,04	
	AAAC	21,04b	1,44	6,84	
	AAAM	22,63a	0,6	2,65	
18	AAS	19,07d	0,93	4,88	<0,0001*
	AAC	20,77c	1,38	6,64	
	AAM	23,23a	0,81	3,49	
	AAAC	21,38b	1,27	5,94	
	AAAM	23,03a	0,71	3,08	
20	AAS	19,94d	0,92	4,61	<0,0001*
	AAC	21,24c	1,48	6,97	
	AAM	23,31a	0,77	3,30	
	AAAC	21,77b	1,44	6,61	
	AAAM	23,53a	0,66	2,80	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 10. PERDA DE MASSA – ELETRÔNICO E MECÂNICO

Análise de Variância para perda de massa das classificações de tomates para o equipamento eletrônico e mecânico na safra de verão.

Classificações	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Testemunha	Tratamento (Equipamentos)	1	32,4253	32,4253	0,5421	0,5233
	Resíduos	1669	99832,9382	59,8160		
	Total	1670	99865,3635			
Tomates Classificados	Tratamento (Equipamentos)	1	685,4433	685,4433	108,1164	<0,0001*
	Resíduos	8354	52963,2394	6,3399		
	Total	8355	53648,6827			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para perda de massa das classificações de tomates para o equipamento eletrônico e mecânico na safra de verão.

Classificações	Equipamentos	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Testemunha	Eletrônico	4,4	0,89	20,23	0,5233
	Mecânico	4,29	0,81	18,88	
Tomates classificados	Eletrônico	4,18	1	23,98	<0,0001*
	Mecânico	4,72	1,18	25,00	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para perda de massa das classificações de tomates para o equipamento eletrônico e mecânico na safra de inverno.

Classificações	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Testemunha	Tratamento (Equipamentos)	1	44,1258	44,1258	18,6081	<0,0001*
	Resíduos	7851	18617,2309	2,3713		
	Total	7852	18661,3567			
Tomates Classificados	Tratamento (Equipamentos)	1	60,4321	60,4321	29,0712	<0,0001*
	Resíduos	1618	3363,4320	2,0788		
	Total	1619	3423,8641			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para perda de massa das classificações de tomates para o equipamento eletrônico e mecânico na safra de inverno.

Classificações	Equipamentos	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Testemunha	Eletrônico	6,24	1,13	18,11	<0,0001*
	Mecânico	7,79	1,78	22,85	
Tomates classificados	Eletrônico	6,32	1,32	20,89	<0,0001*
	Mecânico	8,03	3,29	40,97	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 11. COLORAÇÃO – ELETRÔNICO E MECÂNICO

Análise de Variância da evolução da coloração das classificações de tomates para os equipamentos eletrônico e mecânico na safra de verão.

Classificações	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Salada	Tratamento (Equipamentos)	1	2940,3125	2940,3125	3,8007	0,0234*
	Resíduos	78	60343,4353	773,6338		
	Total	79	63283,7478			
Colorido	Tratamento (Equipamentos)	1	1886,6531	1886,6531	125,6487	<0,0001*
	Resíduos	78	1171,1937	15,0153		
	Total	79	3057,8468			
Maduro	Tratamento (Equipamentos)	1	1891,5125	1891,5125	615,9285	<0,0001*
	Resíduos	78	239,5375	3,0710		
	Total	79	2131,0500			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da evolução da coloração das classificações de tomates para os equipamentos eletrônico e mecânico na safra de verão.

Classificações	Equipamentos	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Salada	Eletrônico	20,39a	1,35	6,62	0,0234*
	Mecânico	19,61b	1,83	9,33	
Colorido	Eletrônico	21,31a	0,99	4,65	<0,0001*
	Mecânico	20,08b	1,68	8,37	
Maduro	Eletrônico	23,30a	0,47	2,02	<0,0001*
	Mecânico	21,39b	1,25	5,84	

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância da evolução da coloração das classificações de tomates para os equipamentos eletrônico e mecânico na safra de inverno.

Classificações	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Salada	Tratamento (Equipamentos)	1	0,1161	0,1161	27,9155	0,0045*
	Resíduos	78	0,3244	0,0042		
	Total	79	0,4405			
Colorido	Tratamento (Equipamentos)	1	45,5125	45,5125	61,9085	<0,0001*
	Resíduos	78	57,3423	0,7352		
	Total	79	102,8548			
Maduro	Tratamento (Equipamentos)	1	30,6281	30,6281	165,6354	<0,0001*
	Resíduos	78	14,4232	0,1849		
	Total	79	45,0513			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para a evolução da coloração das classificações de tomates para os equipamentos eletrônico e mecânico na safra de inverno.

Classificações	Equipamentos	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Salada	Eletrônico	19,19b	1,1	5,73	0,0045*
	Mecânico	19,94a	0,77	3,79	
Colorido	Eletrônico	20,32b	1,07	5,27	<0,0001*
	Mecânico	21,51a	0,84	3,91	
Maduro	Eletrônico	22,55b	0,92	4,09	0,0001*
	Mecânico	23,42a	1,36	5,81	

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 12. FIRMEZA – ELETRÔNICO VERÃO

Análise de Variância da firmeza das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	1,8479	0,3696	8,1256	<0,0001*
	Resíduos	54	2,4561	0,0455		
	Total	59	4,3040			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,3654	0,0731	5,5457	0,0003*
	Resíduos	54	0,7116	0,0132		
	Total	59	1,0770			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,5541	0,1108	9,0370	<0,0001*
	Resíduos	54	0,6622	0,0123		
	Total	59	1,2163			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,2887	0,0577	13,4802	<0,0001*
	Resíduos	54	0,2313	0,0043		
	Total	59	0,5200			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da firmeza das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,57bc	0,15	26,32	<0,0001*
	AS	0,88a	0,31	35,23	
	AC	0,74ab	0,32	43,24	
	AM	0,41c	0,13	31,71	
	AAC	0,48bc	0,12	25,00	
	AAM	0,41c	0,13	31,71	
7	Testemunha	0,59a	0,13	22,03	0,0003*
	AS	0,46ab	0,13	28,26	
	AC	0,49ab	0,1	20,41	
	AM	0,37b	0,06	16,22	
	AAC	0,43b	0,14	32,56	
	AAM	0,37b	0,1	27,03	
14	Testemunha	0,51ab	0,05	9,80	<0,0001*
	AS	0,37bc	0,03	8,11	
	AC	0,47a	0,22	46,81	
	AM	0,33c	0,08	24,24	
	AAC	0,4bc	0,1	25,00	
	AAM	0,32c	0,07	21,88	
20	Testemunha	0,53a	0,1	18,87	<0,0001*
	AS	0,38b	0,06	15,79	
	AC	0,4b	0,06	15,00	
	AM	0,34b	0,06	17,65	
	AAC	0,35b	0,05	14,29	
	AAM	0,33b	0,05	15,15	

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 13. FIRMEZA – ELETRÔNICO INVERNO

Análise de Variância da firmeza das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,8631	0,1726	14,4788	<0,0001*
	Resíduos	54	0,6438	0,0119		
	Total	59	1,5069			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,1615	0,0323	5,6907	0,0003*
	Resíduos	54	0,3065	0,0057		
	Total	59	0,4680			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0305	0,0061	1,9218	0,1057
	Resíduos	54	0,1714	0,0032		
	Total	59	0,2019			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0053	0,0011	0,3340	0,8892
	Resíduos	54	0,1714	0,0032		
	Total	59	0,1767			

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da firmeza das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,65b	0,11	16,92	<0,0001*
	AS	0,79a	0,17	21,52	
	AC	0,56bcd	0,07	12,50	
	AM	0,57bc	0,08	14,04	
	AAC	0,48cd	0,11	22,92	
	AAM	0,42d	0,07	16,67	
7	Testemunha	0,26b	0,05	19,23	0,0003*
	AS	0,42a	0,12	28,57	
	AC	0,35ab	0,06	17,14	
	AM	0,32ab	0,07	21,88	
	AAC	0,33ab	0,08	24,24	
	AAM	0,28b	0,06	21,43	
14	Testemunha	0,28	0,06	21,43	0,1057*
	AS	0,34	0,04	11,76	
	AC	0,34	0,05	14,71	
	AM	0,32	0,06	18,75	
	AAC	0,31	0,06	19,35	
	AAM	0,29	0,06	20,69	
20	Testemunha	0,31	0,02	6,45	0,8892*
	AS	0,34	0,06	17,65	
	AC	0,32	0,04	12,50	
	AM	0,31	0,09	29,03	
	AAC	0,32	0,05	15,63	
	AAM	0,32	0,06	18,75	

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 14. FIRMEZA – MECÂNICO VERÃO

Análise de Variância da firmeza das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,7417	0,1483	4,3299	0,0022*
	Resíduos	54	1,8500	0,0343		
	Total	59	2,5917			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,2275	0,0455	2,6402	0,0331*
	Resíduos	54	0,9306	0,0172		
	Total	59	1,1581			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0740	0,0148	2,5379	0,0385*
	Resíduos	54	0,3149	0,0058		
	Total	59	0,3889			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0141	0,0028	0,8818	0,4996
	Resíduos	54	0,1727	0,0032		
	Total	59	0,1868			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da firmeza das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,66ab	0,21	31,82	0,0022*
	AC	0,73ab	0,35	47,95	
	AM	0,48c	0,07	14,58	
	AAS	0,8a	0,13	16,25	
	AAC	0,65ab	0,1	15,38	
	AAM	0,51b	0,08	15,69	
7	Testemunha	0,43ab	0,11	25,58	0,0331*
	AC	0,41ab	0,08	19,51	
	AM	0,4b	0,08	20,00	
	AAS	0,58a	0,22	37,93	
	AAC	0,49ab	0,16	32,65	
	AAM	0,44ab	0,06	13,64	
14	Testemunha	0,4ab	0,09	22,50	0,0385*
	AC	0,37c	0,06	16,22	
	AM	0,38b	0,04	10,53	
	AAS	0,48a	0,1	20,83	
	AAC	0,43ab	0,08	18,60	
	AAM	0,44ab	0,06	13,64	
20	Testemunha	0,4	0,07	17,50	0,4996*
	AC	0,43	0,05	11,63	
	AM	0,4	0,06	15,00	
	AAS	0,4	0,05	12,50	
	AAC	0,39	0,05	12,82	
	AAM	0,43	0,05	11,63	

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 15. FIRMEZA – MECÂNICO INVERNO

Análise de Variância da firmeza das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,3257	0,0651	5,1127	0,0007*
	Resíduos	54	0,6880	0,0127		
	Total	59	1,0137			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,1001	0,0200	3,1290	0,0149*
	Resíduos	54	0,3455	0,0064		
	Total	59	0,4456			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0865	0,0173	6,7354	<0,0001*
	Resíduos	54	0,1387	0,0026		
	Total	59	0,2252			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0139	0,0028	1,1347	0,3503
	Resíduos	54	0,1323	0,0025		
	Total	59	0,1462			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey da firmeza das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,65abc	0,14	21,54	0,0007*
	AAS	0,73a	0,12	16,44	
	AAC	0,62abc	0,1	16,13	
	AAM	0,55ab	0,15	27,27	
	AAAC	0,66ab	0,06	9,09	
	AAAM	0,5c	0,08	16,00	
7	Testemunha	0,39ab	0,08	20,51	0,0149*
	AAS	0,44a	0,15	34,09	
	AAC	0,39ab	0,07	17,95	
	AAM	0,36ab	0,04	11,11	
	AAAC	0,34ab	0,05	14,71	
	AAAM	0,31b	0,03	9,68	
14	Testemunha	0,27b	0,04	14,81	<0,0001*
	AAS	0,37a	0,07	18,92	
	AAC	0,31ab	0,05	16,13	
	AAM	0,26b	0,04	15,38	
	AAAC	0,28b	0,06	21,43	
	AAAM	0,27b	0,05	18,52	
20	Testemunha	0,31	0,04	12,90	0,3503*
	AAS	0,33	0,06	18,18	
	AAC	0,31	0,04	12,90	
	AAM	0,31	0,05	16,13	
	AAAC	0,27	0,04	14,81	
	AAAM	0,31	0,06	19,35	

* ANOVA significativa ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 16. ANÁLISES QUÍMICAS - ELETRÔNICO VERÃO

Análise de Variância para pH das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0699	0,0140	2,0598	0,1075
	Resíduos	23	0,1561	0,0068		
	Total	28	0,2260			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,1162	0,0232	2,8870	0,0353*
	Resíduos	24	0,1932	0,0081		
	Total	29	0,3094			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,5730	0,1146	6,9825	0,0004*
	Resíduos	24	0,3939	0,0164		
	Total	29	0,9669			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,1776	0,0355	10,3331	<0,0001*
	Resíduos	24	0,0825	0,0034		
	Total	29	0,2601			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para pH das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	3,99	0,09	2,26	0,1075*
	AS	4,05	0,1	2,47	
	AM	4,15	0,1	2,41	
	AC	4,09	0,06	1,47	
	AAM	4,07	0,06	1,47	
	AAC	4,11	0,09	2,19	
7	Testemunha	4,09ab	0,09	2,20	0,0353*
	AS	4,03b	0,06	1,49	
	AM	4,12ab	0,11	2,67	
	AC	4,09ab	0,1	2,44	
	AAM	4,19ab	0,08	1,91	
	AAC	4,21a	0,09	2,14	
14	Testemunha	4,19c	0,07	1,67	0,0004*
	AS	4,27bc	0,06	1,41	
	AM	4,55a	0,27	5,93	
	AC	4,18c	0,04	0,96	
	AAM	4,47ab	0,08	1,79	
	AAC	4,35abc	0,1	2,30	
20	Testemunha	4,27bc	0,09	2,11	<0,0001*
	AS	4,3b	0,06	1,40	
	AM	4,44a	0,04	0,90	
	AC	4,18c	0,04	0,96	
	AAM	4,29bc	0,05	1,17	
	AAC	4,3b	0,05	1,16	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	2,5496	0,5099	3,1061	0,0266*
	Resíduos	24	3,9400	0,1642		
	Total	29	6,4896			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,8854	0,1771	0,6882	0,6370
	Resíduos	24	6,1750	0,2573		
	Total	29	7,0604			
14	Tratamento (Tomates)	5	1,8666	0,3733	1,9372	0,1252
	Resíduos	24	4,6250	0,1927		
	Total	29	6,4916			
20	Tratamento (Tomates)	5	2,7437	0,5487	3,1734	0,0244*
	Resíduos	24	4,1500	0,1729		
	Total	29	6,8937			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início***	Testemunha	3,98c	0,48	12,06	0,0266*
	AS	4,15bc	0,52	12,53	
	AM	4,7ab	0,21	4,47	
	AC	4,59ab	0,44	9,59	
	AAM	4,75a	0,25	5,26	
	AAC	4,25abc	0,43	10,12	
7	Testemunha	4,35	0,78	17,93	0,637*
	AS	4,05	0,27	6,67	
	AM	4,45	0,51	11,46	
	AC	4,2	0,48	11,43	
	AAM	4,4	0,14	3,18	
	AAC	4	0,59	14,75	
14	Testemunha	4,55	0,54	11,87	0,1252*
	AS	4,05	0,21	5,19	
	AM	4,4	0,76	17,27	
	AC	3,85	0,22	5,71	
	AAM	4,5	0,35	7,78	
	AAC	4,25	0,25	5,88	
20	Testemunha	4,85ab	0,52	10,72	0,0244*
	AS	4,25ab	0,25	5,88	
	AM	5,05a	0,67	13,27	
	AC	4,55ab	0,37	8,13	
	AAM	4,55ab	0,33	7,25	
	AAC	4,2b	0,11	2,62	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

*** Para SS foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de significância para identificar as diferenças significativas entre os tomates, uma vez que o teste de tukey não conseguiu identificar.

Análise de Variância para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0264	0,0053	2,3554	0,0709
	Resíduos	24	0,0538	0,0022		
	Total	29	0,0802			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,0177	0,0035	3,0128	0,0302*
	Resíduos	24	0,0282	0,0012		
	Total	29	0,0459			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0036	0,0007	1,3606	0,2723
	Resíduos	24	0,0127	0,0005		
	Total	29	0,0163			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0067	0,0013	3,0340	0,0288*
	Resíduos	24	0,0106	0,0004		
	Total	29	0,0173			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,37	0,07	18,92	0,0709*
	AS	0,42	0,04	9,52	
	AM	0,33	0,03	9,09	
	AC	0,39	0,06	15,38	
	AAM	0,34	0,03	8,82	
	AAC	0,36	0,04	11,11	
7***	Testemunha	0,35abc	0,05	14,29	0,0302*
	AS	0,39a	0,04	10,26	
	AM	0,37abc	0,02	5,41	
	AC	0,38ab	0,04	10,53	
	AAM	0,34bc	0,02	5,88	
	AAC	0,33c	0,02	6,06	
14	Testemunha	0,32	0,03	9,38	0,2723*
	AS	0,34	0,02	5,88	
	AM	0,33	0,02	6,06	
	AC	0,34	0,03	8,82	
	AAM	0,31	0,01	3,23	
	AAC	0,33	0,03	9,09	
20	Testemunha	0,32a	0,02	6,25	0,0288*
	AS	0,29ab	0,01	3,45	
	AM	0,31ab	0,01	3,23	
	AC	0,3ab	0,03	10,00	
	AAM	0,28b	0,02	7,14	
	AAC	0,28b	0,02	7,14	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

*** Para AT foi aplicado o teste de Duncan ao nível de 5% de significância para identificar as diferenças significativas entre os tomates, uma vez que o teste de tukey não conseguiu identificar.

Análise de Variância para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	69,3299	13,8660	5,6568	0,0014*
	Resíduos	24	58,8288	2,4512		
	Total	29	128,1587			
7	Tratamento (Tomates)	5	27,5110	5,5022	2,1390	0,0952
	Resíduos	24	61,7347	2,5723		
	Total	29	89,2457			
14	Tratamento (Tomates)	5	41,9438	8,3888	2,5498	0,0549
	Resíduos	24	78,9586	3,2899		
	Total	29	120,9024			
20	Tratamento (Tomates)	5	16,6308	3,3262	0,8560	0,5244
	Resíduos	24	93,2588	3,8858		
	Total	29	109,8896			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	11,09ab	2,35	21,19	0,0014*
	AS	9,97b	1,23	12,34	
	AM	14,15a	1,31	9,26	
	AC	11,78ab	1,32	11,21	
	AAM	14,1a	0,65	4,61	
	AAC	11,94ab	1,95	16,33	
7	Testemunha	12,73	2,83	22,23	0,0952*
	AS	10,4	1,05	10,10	
	AM	12,1	1,42	11,74	
	AC	10,96	0,77	7,03	
	AAM	13,12	0,65	4,95	
	AAC	12,29	1,81	14,73	
14	Testemunha	14,44	2,39	16,55	0,0549*
	AS	12,11	1,12	9,25	
	AM	13,54	2,54	18,76	
	AC	11,42	0,76	6,65	
	AAM	14,73	1,45	9,84	
	AAC	13,02	1,91	14,67	
20	Testemunha	15,24	2,22	14,57	0,5244*
	AS	14,48	1,2	8,29	
	AM	16,53	2,3	13,91	
	AC	15,31	2,17	14,17	
	AAM	16,53	2,3	13,91	
	AAC	15,19	1,27	8,36	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 17. ANÁLISES QUÍMICAS – ELETRÔNICO INVERNO

Análise de Variância para pH das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0493	0,0099	1,1832	0,3471
	Resíduos	24	0,2000	0,0083		
	Total	29	0,2493			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,0998	0,0200	7,9840	0,0002*
	Resíduos	24	0,0600	0,0025		
	Total	29	0,1598			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,1374	0,0275	6,4977	0,0006*
	Resíduos	24	0,1015	0,0042		
	Total	29	0,2389			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0765	0,0153	2,7651	0,0413*
	Resíduos	24	0,1328	0,0055		
	Total	29	0,2093			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para pH das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	4,19	0,1	2,39	0,3471*
	AS	4,14	0,1	2,42	
	AC	4,08	0,04	0,98	
	AM	4,13	0,09	2,18	
	AAC	4,17	0,13	3,12	
	AAM	4,2	0,07	1,67	
7	Testemunha	4,18bc	0,05	1,20	0,0002*
	AS	4,11c	0,06	1,46	
	AC	4,19abc	0,07	1,67	
	AM	4,22ab	0,05	1,18	
	AAC	4,28a	0,02	0,47	
	AAM	4,27ab	0,04	0,94	
14	Testemunha	4,39ab	0,09	2,05	0,0006*
	AS	4,28b	0,04	0,93	
	AC	4,32b	0,04	0,93	
	AM	4,32b	0,07	1,62	
	AAC	4,27b	0,04	0,94	
	AAM	4,47a	0,08	1,79	
20	Testemunha	4,43ab	0,11	2,48	0,0413*
	AS	4,31b	0,09	2,09	
	AC	4,37ab	0,06	1,37	
	AM	4,42ab	0,07	1,58	
	AAC	4,37ab	0,06	1,37	
	AAM	4,47a	0,04	0,89	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	1,4916	0,2983	1,2084	0,3353
	Resíduos	24	5,9250	0,2469		
	Total	29	7,4166			
7	Tratamento (Tomates)	5	1,1750	0,2350	0,8057	0,5569
	Resíduos	24	7,0000	0,2917		
	Total	29	8,1750			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,7460	0,1492	0,3657	0,8669
	Resíduos	24	9,7915	0,4080		
	Total	29	10,5375			
20	Tratamento (Tomates)	5	1,6416	0,3283	3,5414	0,0154*
	Resíduos	24	2,2250	0,0927		
	Total	29	3,8666			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	4,2	0,41	9,76	0,3353*
	AS	4,05	0,69	17,04	
	AC	4,05	0,48	11,85	
	AM	3,5	0,43	12,29	
	AAC	3,85	0,52	13,51	
	AAM	3,85	0,38	9,87	
7	Testemunha	3,75	0,64	17,07	0,5569*
	AS	3,35	0,52	15,52	
	AC	3,45	0,76	22,03	
	AM	3,1	0,42	13,55	
	AAC	3,5	0,4	11,43	
	AAM	3,55	0,41	11,55	
14	Testemunha	3,27	0,77	23,55	0,8669*
	AS	2,9	0,29	10,00	
	AC	3	0,47	15,67	
	AM	3,15	1,1	34,92	
	AAC	3,1	0,49	15,81	
	AAM	2,8	0,33	11,79	
20	Testemunha	3,15a	0,38	12,06	0,0154*
	AS	2,75ab	0,31	11,27	
	AC	2,75ab	0,18	6,55	
	AM	2,4b	0,29	12,08	
	AAC	2,85ab	0,22	7,72	
	AAM	3a	0,4	13,33	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0296	0,0059	1,2870	0,3011
	Resíduos	24	0,1104	0,0046		
	Total	29	0,1400			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,0258	0,0052	3,6424	0,0136*
	Resíduos	24	0,0340	0,0014		
	Total	29	0,0598			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0163	0,0033	2,0920	0,1007
	Resíduos	24	0,0374	0,0016		
	Total	29	0,0537			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0042	0,0008	0,6567	0,6587
	Resíduos	24	0,0307	0,0013		
	Total	29	0,0349			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento

Dias	Classificações	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,5	0,06	12,00	0,3011*
	AS	0,47	0,06	12,77	
	AC	0,52	0,03	5,77	
	AM	0,44	0,04	9,09	
	AAC	0,44	0,12	27,27	
	AAM	0,44	0,06	13,64	
7	Testemunha	0,37ab	0,03	8,11	0,0136*
	AS	0,41a	0,07	17,07	
	AC	0,34b	0,04	11,76	
	AM	0,35ab	0,02	5,71	
	AAC	0,34ab	0,01	2,94	
	AAM	0,32b	0,02	6,25	
14	Testemunha	0,3	0,04	13,33	0,1007*
	AS	0,36	0,05	13,89	
	AC	0,33	0,02	6,06	
	AM	0,3	0,05	16,67	
	AAC	0,33	0,02	6,06	
	AAM	0,29	0,04	13,79	
20	Testemunha	0,28	0,02	7,14	0,6587*
	AS	0,31	0,06	19,35	
	AC	0,28	0,03	10,71	
	AM	0,3	0,03	10,00	
	AAC	0,29	0,03	10,34	
	AAM	0,27	0,03	11,11	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	6,1003	1,2201	0,7211	0,6140
	Resíduos	24	40,6053	1,6919		
	Total	29	46,7056			
7	Tratamento (Tomates)	5	28,7021	5,7404	2,2620	0,0807
	Resíduos	24	60,9053	2,5377		
	Total	29	89,6074			
14	Tratamento (Tomates)	5	23,2886	4,6577	1,3263	0,2867
	Resíduos	24	84,2822	3,5118		
	Total	29	107,5708			
20	Tratamento (Tomates)	5	33,1858	6,6372	1,9149	0,1291
	Resíduos	24	83,1860	3,4661		
	Total	29	116,3718			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento eletrônico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento

Dias	Classificações	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	P
Início	Testemunha	8,5	1,72	7,98	0,614*
	AS	8,57	1,73	8,92	
	AC	7,84	0,71	7,76	
	AM	7,93	0,55	8,06	
	AAC	8,92	1,01	8,86	
	AAM	9,04	1,97	8,71	
7	Testemunha	10,3	2,14	9,44	0,0807*
	AS	8,15	0,73	8,09	
	AC	10,19	1,88	9,27	
	AM	8,93	1,63	9,06	
	AAC	10,28	1,35	10,16	
	AAM	11,07	1,46	11,01	
14	Testemunha	10,98	3,18	8,99	0,2867*
	AS	8,19	1,3	7,43	
	AC	9,13	1,61	9,44	
	AM	10,27	2,03	10,13	
	AAC	9,31	1,1	9,63	
	AAM	9,67	1,18	9,9	
20	Testemunha	11,13	1,72	11,15	0,1291*
	AS	9,25	2,253	8,04	
	AC	9,82	1,18	10,14	
	AM	8,15	1,49	8,21	
	AAC	9,96	1,5	11,8	
	AAM	11,18	2,36	11,05	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 18. ANÁLISES QUÍMICAS – MECÂNICO VERÃO

Análise de Variância para pH das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0659	0,0132	1,5013	0,2263
	Resíduos	24	0,2107	0,0088		
	Total	29	0,2766			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,0466	0,0093	1,1101	0,3924
	Resíduos	24	0,2015	0,0084		
	Total	29	0,2481			
14	Tratamento (Tomates)	5	1,2943	0,2589	15,7721	<0,0001*
	Resíduos	24	0,3939	0,0164		
	Total	29	1,6882			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0810	0,0162	1,5247	0,2195
	Resíduos	24	0,2550	0,0106		
	Total	29	0,3360			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para pH das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	4,01	0,1	2,49	0,2263
	AC	3,99	0,1	2,51	
	AM	4,12	0,11	2,67	
	AAS	4,1	0,05	1,22	
	AAC	4,07	0,06	1,47	
	AAM	4,02	0,12	2,99	
7	Testemunha	4,4	0,04	0,91	0,3924
	AC	4,35	0,14	3,22	
	AM	4,33	0,15	3,46	
	AAS	4,29	0,04	0,93	
	AAC	4,34	0,05	1,15	
	AAM	4,39	0,05	1,14	
14	Testemunha	4,58a	0,07	1,53	<0,0001*
	AC	4,13b	0,14	3,39	
	AM	4,42a	0,1	2,26	
	AAS	4,08b	0,18	4,41	
	AAC	4,58a	0,06	1,31	
	AAM	4,52a	0,17	3,76	
20	Testemunha	4,3	0,13	3,02	0,2195
	AC	4,26	0,08	1,88	
	AM	4,43	0,12	2,71	
	AAS	4,32	0,08	1,85	
	AAC	4,33	0,04	0,92	
	AAM	4,3	0,13	3,02	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	1,4785	0,2957	3,2674	0,0217*
	Resíduos	24	2,1720	0,0905		
	Total	29	3,6505			
7	Tratamento (Tomates)	5	1,2687	0,2537	3,0073	0,0302*
	Resíduos	24	2,0250	0,0844		
	Total	29	3,2937			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,8688	0,1738	0,8920	0,5020
	Resíduos	24	4,6750	0,1948		
	Total	29	5,5438			
20	Tratamento (Tomates)	5	1,5354	0,3071	2,7551	0,0419*
	Resíduos	24	2,6750	0,1115		
	Total	29	4,2104			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	3,2b	0,21	6,56	0,0217*
	AC	3,85a	0,29	7,53	
	AM	3,25b	0,35	10,77	
	AAS	3,56ab	0,33	9,27	
	AAC	3,3ab	0,27	8,18	
	AAM	3,45ab	0,33	9,57	
7	Testemunha	3,75abc	0,31	8,27	0,0302*
	AC	4ab	0,43	10,75	
	AM	3,55c	0,27	7,61	
	AAS	4,1a	0,22	5,37	
	AAC	3,65bc	0,29	7,95	
	AAM	3,6bc	0,14	3,89	
14	Testemunha	3,65	0,14	3,84	0,502
	AC	3,55	0,76	21,41	
	AM	3,3	0,27	8,18	
	AAS	3,2	0,62	19,38	
	AAC	3,65	0,29	7,95	
	AAM	3,5	0,18	5,14	
20	Testemunha	3,2b	0,21	6,56	0,0419*
	AC	3,75ab	0,47	12,53	
	AM	3,5ab	0,47	13,43	
	AAS	3,9a	0,22	5,64	
	AAC	3,55ab	0,33	9,30	
	AAM	3,75ab	0,18	4,80	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0555	0,0111	1,0362	0,4183
	Resíduos	24	0,2571	0,0107		
	Total	29	0,3126			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,0323	0,0065	1,0016	0,4379
	Resíduos	24	0,1548	0,0065		
	Total	29	0,1871			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0171	0,0034	0,7657	0,5745
	Resíduos	24	0,1072	0,0045		
	Total	29	0,1243			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0110	0,0022	0,7686	0,5818
	Resíduos	24	0,0687	0,0029		
	Total	29	0,0797			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,38	0,12	31,58	0,4183
	AC	0,39	0,09	23,08	
	AM	0,35	0,16	45,71	
	AAS	0,36	0,08	22,22	
	AAC	0,26	0,05	19,23	
	AAM	0,33	0,07	21,21	
7	Testemunha	0,21	0,03	14,29	0,4379
	AC	0,24	0,12	50,00	
	AM	0,28	0,14	50,00	
	AAS	0,3	0,06	20,00	
	AAC	0,24	0,02	8,33	
	AAM	0,21	0,01	4,76	
14	Testemunha	0,2	0,04	20,00	0,5745
	AC	0,22	0,07	31,82	
	AM	0,2	0,06	30,00	
	AAS	0,25	0,07	28,00	
	AAC	0,18	0,03	16,67	
	AAM	0,23	0,11	47,83	
20	Testemunha	0,18	0,08	44,44	0,5818
	AC	0,17	0,06	35,29	
	AM	0,15	0,08	53,33	
	AAS	0,2	0,02	10,00	
	AAC	0,14	0,01	7,14	
	AAM	0,18	0,04	22,22	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	41,9846	8,3969	1,0666	0,4032
	Resíduos	24	188,9501	7,8729		
	Total	29	230,9347			
7	Tratamento (Tomates)	5	96,9417	19,3883	1,2501	0,3173
	Resíduos	24	372,2224	15,5093		
	Total	29	469,1641			
14	Tratamento (Tomates)	5	128,0730	25,6146	1,1193	0,3767
	Resíduos	24	549,2359	22,8848		
	Total	29	677,3089			
20	Tratamento (Tomates)	5	225,8370	45,1674	0,8927	0,5016
	Resíduos	24	1214,3611	50,5984		
	Total	29	1440,1981			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de verão em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão.	Coeficiente de Variação	P
Início	Testemunha	8,97	2,5	27,87	0,4032
	AC	10,21	2,18	21,35	
	AM	10,49	3,91	37,27	
	AAS	10,44	2,59	24,81	
	AAC	12,91	1,9	14,72	
	AAM	11,08	3,25	29,33	
7	Testemunha	17,68	1	5,66	0,3173
	AC	19,13	6,62	34,61	
	AM	14,87	5,84	39,27	
	AAS	14,06	3,05	21,69	
	AAC	15,01	1,55	10,33	
	AAM	17,17	1,54	8,97	
14	Testemunha	19,09	3,42	17,92	0,3767
	AC	17,05	4,79	28,09	
	AM	17,53	4,97	28,35	
	AAS	13,79	5,21	37,78	
	AAC	20,52	1,9	9,26	
	AAM	17,75	6,87	38,70	
20	Testemunha	19,82	6,64	33,50	0,5016
	AC	23,29	7,48	32,12	
	AM	27,19	12,2	44,87	
	AAS	20,11	2,47	12,28	
	AAC	25,92	3,84	14,81	
	AAM	22,24	5,82	26,17	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

ANEXO 19. ANÁLISES QUÍMICAS – MECÂNICO INVERNO

Análise de Variância para pH das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0934	0,0187	3,5384	0,0154*
	Resíduos	24	0,1267	0,0053		
	Total	29	0,2201			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,1053	0,0211	4,3237	0,006*
	Resíduos	24	0,1169	0,0049		
	Total	29	0,2222			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0227	0,0045	1,1028	0,3848
	Resíduos	24	0,0988	0,0041		
	Total	29	0,1215			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0480	0,0096	3,2360	0,0225*
	Resíduos	24	0,0712	0,0030		
	Total	29	0,1192			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para pH das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	3,93a	0,05	1,27	0,0154*
	AAS	3,78b	0,12	3,17	
	AAC	3,77b	0,06	1,59	
	AAM	3,83ab	0,04	1,04	
	AAAC	3,83ab	0,08	2,09	
	AAAM	3,77b	0,06	1,59	
7	Testemunha	4,18b	0,12	2,87	0,006*
	AAS	4,22ab	0,04	0,95	
	AAC	4,22ab	0,04	0,95	
	AAM	4,32ab	0,07	1,62	
	AAAC	4,26ab	0,05	1,17	
	AAAM	4,35a	0,06	1,38	
14	Testemunha	4,3	0,08	1,86	0,3848*
	AAS	4,23	0,05	1,18	
	AAC	4,24	0,05	1,18	
	AAM	4,29	0,07	1,63	
	AAAC	4,24	0,07	1,65	
	AAAM	4,27	0,05	1,17	
20	Testemunha	4,3a	0,05	1,16	0,0225*
	AAS	4,29ab	0,04	0,93	
	AAC	4,23ab	0,07	1,65	
	AAM	4,26ab	0,08	1,88	
	AAAC	4,21ab	0,03	0,71	
	AAAM	4,2b	0,04	0,95	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,9854	0,1971	2,0344	0,1098
	Resíduos	24	2,3250	0,0969		
	Total	29	3,3104			
7	Tratamento (Tomates)	5	1,0000	0,2000	1,6000	0,1982
	Resíduos	24	3,0000	0,1250		
	Total	29	4,0000			
14	Tratamento (Tomates)	5	1,9854	0,3971	4,5861	0,0045*
	Resíduos	24	2,0780	0,0866		
	Total	29	4,0634			
20	Tratamento (Tomates)	5	1,3845	0,2769	3,1347	0,0257*
	Resíduos	24	2,1200	0,0883		
	Total	29	3,5045			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Sólido Solúvel das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	3,45	0,21	6,09	0,1098*
	AAS	3,45	0,21	6,09	
	AAC	3,9	0,22	5,64	
	AAM	3,4	0,52	15,29	
	AAAC	3,6	0,29	8,06	
	AAAM	3,75	0,31	8,27	
7	Testemunha	3,65	0,38	10,41	0,1982*
	AAS	3,85	0,52	13,51	
	AAC	3,95	0,21	5,32	
	AAM	3,95	0,37	9,37	
	AAAC	3,45	0,21	6,09	
	AAAM	3,65	0,34	9,32	
14	Testemunha	4,25a	0,31	7,29	0,0045*
	AAS	4,1a	0,22	5,37	
	AAC	4ab	0,25	6,25	
	AAM	3,92ab	0,45	11,48	
	AAAC	3,45b	0,11	3,19	
	AAAM	3,75ab	0,31	8,27	
20	Testemunha	3,85ab	0,14	3,64	0,0257*
	AAS	3,9a	0,38	9,74	
	AAC	3,4c	0,49	14,41	
	AAM	3,92a	0,17	4,34	
	AAAC	3,82ab	0,24	6,28	
	AAAM	3,45bc	0,21	6,09	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	0,0135	0,0027	0,9833	0,4472
	Resíduos	24	0,0659	0,0027		
	Total	29	0,0794			
7	Tratamento (Tomates)	5	0,0122	0,0024	1,3493	0,2761
	Resíduos	24	0,0434	0,0018		
	Total	29	0,0556			
14	Tratamento (Tomates)	5	0,0040	0,0008	0,4455	0,8072
	Resíduos	24	0,0431	0,0018		
	Total	29	0,0471			
20	Tratamento (Tomates)	5	0,0095	0,0019	1,2562	0,3129
	Resíduos	24	0,0363	0,0015		
	Total	29	0,0458			

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

Análise de Variância e Teste de Tukey para Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	0,27	0,03	11,11	0,4472*
	AAS	0,31	0,06	19,35	
	AAC	0,33	0,03	9,09	
	AAM	0,27	0,03	11,11	
	AAAC	0,32	0,07	21,88	
	AAAM	0,3	0,07	23,33	
7	Testemunha	0,28	0,06	21,43	0,2761*
	AAS	0,27	0,04	14,81	
	AAC	0,24	0,04	16,67	
	AAM	0,26	0,05	19,23	
	AAAC	0,23	0,03	13,04	
	AAAM	0,24	0,03	12,50	
14	Testemunha	0,23	0,04	17,39	0,8072*
	AAS	0,26	0,05	19,23	
	AAC	0,24	0,05	20,83	
	AAM	0,22	0,04	18,18	
	AAAC	0,24	0,05	20,83	
	AAAM	0,24	0,02	8,33	
20	Testemunha	0,19	0,04	21,05	0,3129*
	AAS	0,23	0,06	26,09	
	AAC	0,21	0,04	19,05	
	AAM	0,25	0,04	16,00	
	AAAC	0,22	0,02	9,09	
	AAAM	0,23	0,02	8,70	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Análise de Variância para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Início	Tratamento (Tomates)	5	12,4605	2,4921	0,5283	0,7256
	Resíduos	24	113,2066	4,7169		
	Total	29	125,6671			
7	Tratamento (Tomates)	5	39,1031	7,8206	0,9649	0,4587
	Resíduos	24	194,5214	8,1051		
	Total	29	233,6245			
14	Tratamento (Tomates)	5	55,8028	11,1606	1,1604	0,3571
	Resíduos	24	230,8245	9,6177		
	Total	29	286,6273			
20	Tratamento (Tomates)	5	85,0198	17,0040	1,6683	0,1806
	Resíduos	24	244,6212	10,1926		
	Total	29	329,6410			

* ANOVA ao nível de 5% de significância

Análise de Variância e Teste de Tukey para a Relação Sólido Solúvel/Acidez Titulável das classificações de tomates para o equipamento mecânico na safra de inverno em relação aos dias de armazenamento.

Dias	Classificações	Média**	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	P
Início	Testemunha	12,81	1,9	14,83	0,7526*
	AAS	11,53	2,21	19,17	
	AAC	12,02	1,14	9,48	
	AAM	12,62	1,82	14,42	
	AAAC	11,66	1,82	15,61	
	AAAM	13,32	3,44	25,83	
7	Testemunha	13,3	2,62	19,70	0,4587*
	AAS	14,4	3,47	24,10	
	AAC	17,06	3,3	19,34	
	AAM	15,34	2,75	17,93	
	AAAC	15,32	1,92	12,53	
	AAAM	15,48	2,76	17,83	
14	Testemunha	18,93	2,8	14,79	0,3571*
	AAS	16,24	3,31	20,38	
	AAC	17,36	3,34	19,24	
	AAM	18,05	4,01	22,22	
	AAAC	14,8	2,31	15,61	
	AAAM	16,09	2,23	13,86	
20	Testemunha	20,69	3,13	15,13	0,1806*
	AAS	17,75	2,44	13,75	
	AAC	17,35	5,36	30,89	
	AAM	16,37	3,27	19,98	
	AAAC	17,43	1,99	11,42	
	AAAM	15,16	1,44	9,50	

* ANOVA ao nível de 5% de significância.

** Médias sob letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.