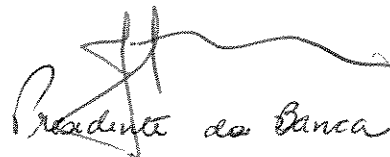


Parar

Este exemplar corresponde a redação final da dissertação de Mestrado defendida por Celina de Almeida e aprovada pela Comissão Julgadora em 22 de dezembro de 1995, em Campinas, 24 de junho de 1996.


Presidente da Banca

**DETERMINAÇÃO DA FIRMEZA E COR DO TOMATE (*Lycopersicon esculentum*
Mill), VISANDO O ESTABELECIMENTO DE CORRELAÇÕES ENTRE
MEDIDAS SENSORIAIS E FÍSICAS AO LONGO DO TEMPO DE MATURAÇÃO
POR
CELINA DE ALMEIDA**

Dissertação de mestrado apresentada à
Faculdade de Engenharia Agrícola da
Universidade Estadual de Campinas

Orientador: Prof Dr. JOSÉ TADEU JORGE

Campinas, 1995

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

Al64d Almeida, Celina de
Determinação da firmeza e cor de tomate
(*Lycopersicum esculentum* mill), visando o
estabelecimento de correlações entre medidas sensoriais e
físicas ao longo do tempo de maturação / Celina de
Almeida.--Campinas, SP: [s.n.], 1995.

Orientador: José Tadeu Jorge.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Tomate. 2. Tomate - Armazenamento. 3. Avaliação
sensorial. 4. Análise instrumental. I. Jorge, José Tadeu.
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Agrícola. III. Título.

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE PRÉ PROCESSAMENTO DE
PRODUTOS AGROPECUÁRIOS

**DETERMINAÇÃO DA FIRMEZA E COR DO TOMATE (*Lycopersicum*
esculentum Mill), VISANDO O ESTABELECIMENTO DE**
CORRELAÇÕES ENTRE MEDIDAS SENSORIAIS E FÍSICAS AO
LONGO DO TEMPO DE MATURAÇÃO

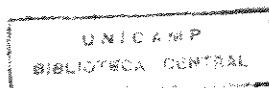
CELINA DE ALMEIDA

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOSÉ TADEU JORGE

Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na área de Pré Processamento em Engenharia Agrícola.

Campinas- 1995

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



9622366

**DETERMINAÇÃO DA FIRMEZA E COR DO TOMATE (*Lycopersicum esculentum*
Mill), VISANDO O ESTABELECIMENTO DE CORRELAÇÕES ENTRE
MEDIDAS SENSORIAIS E FÍSICAS AO LONGO DO TEMPO DE MATURAÇÃO**

CELINA DE ALMEIDA

Aprovada em : 22 / 12 / 1995

Comissão julgadora:

unidade

Prof. Dr José Tadeu Jorge

FEAGRI / UNICAMP

Prof. Dr. Inácio M. Dal Fabbro

FEAGRI / UNICAMP

Profª Drª Maria Aparecida A. P. Silva

FEA / UNICAMP

orientador

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo apoio financeiro a pesquisa.

A Faculdade de Engenharia Agrícola pelo desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Tadeu Jorge pela orientação eficiente e apoio sempre presente.

A Prof^a Dr^a Maria Aparecida A. P. Silva do Departamento de Alimentos e Nutrição FEA/UNICAMP, pela atenção e colaboração fornecidas no decorrer do trabalho

Ao Instituto de Química - UNICAMP, pela utilização do espectrofotômetro.

A Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP, pela utilização do “MTS” Material Test System.

A André Luis Gunes Rodrigues, pelo incentivo e participação dedicada

A Ailton de Almeida pelo apoio em todos os momentos

A amiga Ana Cláudia Oliveira Rolim, pela sua dedicação e amizade.

Ao Técnico Paulo E. Bonafe do Laboratório de Materiais de Construção Mecânica.

Ao Sr. José Quinderé pela sua gentil colaboração.

Aos amigos que participaram dos testes sensoriais.

A todos que auxiliaram e tornaram possível a realização deste trabalho

“Vindes, pois, a mim, e eu vos farei pescador de homens”

Mat, 4:19 - Mc, 1:17

43
r

**A Deus,
sempre presente em meu caminho.**

.....

**Aos meus pais, Antonio e Teresa,
pelo suporte e incentivo durante toda minha formação,
e a meu irmão Ailton,
sempre amigo**

**Ao meu marido André Luis e a
pequena Carolinee com amor**

SUMÁRIO

PÁGINA DE ROSTO.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
SUMÁRIO.....	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. PRELIMINÁRES	3
2.2. ASPECTOS GERAIS SOBRE FIRMEZA	5
2.3. FIRMEZA INSTRUMENTAL.....	6
2.4. FIRMEZA INSTRUMENTAL E FIRMEZA SENSORIAL.....	11
2.5. ASPECTOS GERAIS SOBRE COR.....	13
2.6. COR INSTRUMENTAL.....	14
2.7. COR SENSORIAL.....	18
2.8. COR INSTRUMENTAL E COR SENSORIAL.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1. MATERIAL.....	24
3.1.1. MATÉRIA PRIMA.....	24
3.1.2. EQUIPAMENTOS.....	25
3.1.2.1. MATERIAL TEST SYSTEM - MTS	25
3.1.2.2. ESPECTROFOTÔMETRO DE REFLECTÂNCIA DIFUSA.....	26
3.1.2.3. OUTROS EQUIPAMENTOS.....	29

3.2. MÉTODOS	30
3.2.1. ANÁLISE INICIAL DE CARACTERIZAÇÃO.....	30
3.2.1.1. CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL.....	30
3.2.1.2. TAMANHO	30
3.2.1.3. PESO ESPECÍFICO REAL.....	30
3.2.1.4. PESO ESPECÍFICO APARENTE	31
3.2.1.5. POROSIDADE.....	31
3.2.2. ANÁLISES EXPERIMENTAIS	32
3.2.2.1. SELEÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS PARA ANÁLISE SENSORIAL.....	32
3.2.2.2. DETERMINAÇÃO SENSORIAL DA FIRMEZA E COR DOS TOMATES, AO LONGO DO TEMPO DE MATURAÇÃO.....	33
3.2.2.3. DETERMINAÇÃO INSTRUMENTAL DA FIRMEZA COR DE TOMATES AO LONGO DO TEMPO DE MATURAÇÃO.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1. ANÁLISES PRELIMINARES.....	38
4.1.1. CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL.....	38
4.1.2. PESO ESPECÍFICO REAL, PESO ESPECÍFICO APARENTE E. POROSIDADE.....	39
4.2. COR E FIRMEZA: RESULTADOS SENSORIAIS E INSTRUMENTAIS.....	39
4.3. ESTABELECIMENTO DAS CORRELAÇÕES E ANÁLISE DAS EQUAÇÕES RESULTANTES DO PROCESSO DE REGRESSÃO LINEAR	54
5. CONCLUSÕES.....	89
6. ANEXOS.....	90
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 4.1 RESULTADO MÉDIO PARA P_r , P_a , P , T	39
TABELA 4.2- MÉDIA DIÁRIA (20 TOMATES) DO VALORES OBTIDOS NOS EXPERIMENTOS PARA TODOS OS PARÂMETROS ANALISADOS (DADOS ORIGINAL NO ANEXO)	40
TABELA 4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA), PARA AS VARIÁVEIS ESTUDADAS NAS AMOSTRAS DE TOMATES, REFERENTES AO PERÍODO DE MATURAÇÃO.....	41
TABELA 4.4 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY ,PARA FIRMEZA DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	42
TABELA 4.5 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY, PARA COR DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	44
TABELA 4.6- RESULTADO DO TESTE DE TUKEY, PARA FORÇA DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	45
TABELA 4.7 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY, PARA COR “a” DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	47
TABELA 4.8 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY, PARA COR “c” DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	49

TABELA 4.8 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY, PARA COR “c” DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	49
TABELA 4.9 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY, PARA COR “H” DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO	50
TABELA 4.10- RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA VARIAÇÃO TOTAL DA COR DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	52
TABELA 4.11- RESULTADO DO TESTE DE TUKEY, PARA COR “L” DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO.....	53
TABELA 4.12- EQUAÇÕES OBTIDAS PELA REGRESSÃO LINEAR, COM RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E SIGNIFICÂNCIA.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. - Curva força x deformação característica para materiais biológicos.....	8
FIGURA 2.2. - Corte esquemático do sólido de cores de Munsell, LOZANO (1977).....	15
FIGURA 3.1.- “MTS” material test system, utilizado para aplicação e registro de força de compressão	28
FIGURA 3.2. Espectrofotômetro de Reflectância Difusa- MACBET modelo 1500 plus, utilizado para medir a reflectância e registrar em forma de tonalidade, saturação e luminosidade.....	28
FIGURA 3.3.- Fonte de luz do espectrofotômetro em detalhe.....	27
FIGURA 3.4.- Três dimensões para medir cor instrumental.....	29
FIGURA 3.5.- Ficha para avaliação sensorial da cor.....	34
FIGURA 3.6. - Ficha para avaliação sensorial da firmeza.....	35
FIGURA 3.7 - Posição do tomate na placa plana do MTS.....	37
FIGURA 4.1. - Regressão linear simples entre firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	56
FIGURA 4.2. - Regressão linear simples entre cor sensorial (0 = totalmente verde 9=totalmente vermelho) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	57
FIGURA 4.3. - Regressão linear simples entre força (kgf) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	58
FIGURA 4.4. - Regressão linear simples entre cor a instrumental (-20 = verde e +20 = vermelho) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	59
FIGURA 4.5 - Regressão linear simples entre cor c instrumental (cromaticidade) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	60

FIGURA 4.5 - Regressão linear simples entre cor c instrumental (cromaticidade) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	60
FIGURA 4.6. - Regressão linear simples entre cor “H” instrumental (tonalidade) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	61
FIGURA 4.7. - Regressão linear simples entre cor “L” instrumental (luminosidade) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$	62.
FIGURA 4.8. - Regressão linear simples entre cor b instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0011$	63
FIGURA 4.9. - Regressão linear simples entre cor “ΔE” instrumental (variação total da cor do fruto) e tempo (dias) de maturação, apresenta $p \leq 0.0001$	64
FIGURA 4.10. - Regressão linear simples entre força instrumental (kgf) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$	65
FIGURA 4.11- Regressão linear simples entre cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$	66
FIGURA 4.12. - Regressão linear simples entre cor “a” instrumental (-20 = verde e 20 = vermelho) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$	67
FIGURA 4.13. - Regressão linear simples entre cor “c” instrumental (cromaticidade) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0041$	68
FIGURA 4.14. - Regressão linear simples entre cor “H” instrumental (tonalidade) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$	69
FIGURA 4.15. - Regressão linear simples entre cor “L” instrumental (luminosidade) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$	70
FIGURA 4.16. - Regressão linear simples entre cor “b” instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0012$	71
FIGURA 4.17. - Regressão linear simples entre cor “ΔE” instrumental (variação total da cor do fruto) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$	72.

FIGURA 4.18. - Regressão linear simples entre força instrumental (kgf) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$	73
FIGURA 4.19. - Regressão linear simples entre cor “a” instrumental (-20 = verde e + 20 = vermelho) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$	74
FIGURA 4.20. - Regressão linear simples entre cor “c” instrumental (cromaticidade) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0002$	75
FIGURA 4.21. - Regressão linear simples entre cor ”H’ instrumental (tonalidade) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$	76
FIGURA 4.22. - Regressão linear simples entre cor “L” instrumental (luminosidade) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$	77
FIGURA 4.23. - Regressão linear simples entre cor “b” instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e cor sensorial (0= tomate totalmente verde e 9= tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0030$	78
FIGURA 4.24. - Regressão linear simples entre cor “ΔE” instrumental (variação total da cor do fruto) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$	79
FIGURA 4. 25. - Regressão linear simples entre cor “a” instrumental (-20 = verde e 20 = vermelho) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$	80
FIGURA 4.26 - Regressão linear simples entre cor “c” instrumental (cromaticidade) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0015$	81
FIGURA 4.27. - Regressão linear simples entre cor “H “ instrumental (tonalidade) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$	82
FIGURA 4.28. - Regressão linear simples entre cor “L” instrumental (luminosidade) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$	83
FIGURA 4. 29 - Regressão linear simples entre cor “b” instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0117$	84
FIGURA 4.30 - Regressão linear simples entre cor “ΔE” instrumental (variação total da cor do fruto) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$	85

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

PB - Ponto da biofalha	—
PI - Ponto de inflexão	—
PR - Ponto de ruptura	—
ΔE - Variação total de cor	—
ΔL - Variação da luminosidade	—
Δa - Variação verde a vermelho	—
ΔC - Variação de cromaticidade	—
ΔH - Variação da tonalidade	—
Δb - Variação de azul a amarelo	—
P_r - Peso específico real	g/ml
P_d - Peso da água deslocada	g
D_{H_2O} - Densidade da água	g/ml
P_f - Peso da fruta	g
V_r - Volume do recipiente	ml
P - Porosidade	%
P_{ap} - Peso específico aparente..	g/ml
T - tempo	dias

Prov - provador...	_____	_____
Rep - repetição	_____	
Fir - Firmeza Sensorial	_____	
Cor.	_____	
Forc - Força		kgf
Def - deformação		mm

RESUMO

Tomates da cultivar Santa Clara 5300 foram estudados, durante a maturação, determinando-se cor e firmeza, através de métodos sensoriais e instrumentais, com o objetivo de verificar a existência de correlações entre estas medidas.

A cor e firmeza foram avaliadas subjetivamente e sensorialmente, utilizando tomates uniformes, em função do tempo de maturação. Os frutos foram apresentados a um painel de nove voluntários treinados, marcando em escala não estruturada sua nota, para os dois parâmetros estudados e analisados separadamente..

Para a cor instrumental do fruto do tomate, foram realizados em um espectrofotômetro (Macbeth), no sistema HUNTERLab, em cinco pontos ao redor do eixo equatorial do fruto. Em seguida, foi realizado o teste de firmeza instrumental, comprimindo o fruto individualmente até a ruptura, através do aparelho “MTS“ Material Test System, entre em duas superfícies planas, com velocidade de 1mm/seg, obtendo-se um gráfico força (x) em função da deformação (y).

Todos os valores obtidos para as variáveis estudadas, foram utilizados para verificar a existência de relação entre as grandezas, analisando-as duas a duas.

As equações obtidas mostraram que, com exceção das tentativas de estabelecer relação com a deformação, todos os parâmetros apresentaram-se correlacionados.

ABSTRACT

Tomatoes from Cultivar Santa Clara 5300 were studied during the maturation, determining colour and firmness through sensorials and instrumentals methods. The aim was verify the existence of correlations amongst these measures.

The colour and firmness were evaluated through sensitivity subjectives tests, utilizing uniformed tomatoes, due to the time of maturation. The fruits were presented to a panel of nine trained panelists, they assigned values for the fruits, from 1 to 10, in a no structured scale, for both studied parameters and analysed separately.

The tests for instrumental colour of the tomato fruit were accomplished in a tristimulus colorimeter (Macbeth), HUNTERLab system, in five points around the equatorial axle of the fruit.

Secondly the instrumental firmness test was realized, by compressing the fruit individually until the rupture through the “MTS” Material Test System, between two flat-plate, with the speed of 1 mm/seg, obtaining a plot force (x) in function of the deformation (y).

All of the values obtained for the variable studied, were utilized in order to verify the existence of linear relation amongst the dimensions analyzing two by two.

The equations obtained showed that, except for the attempts of establishing relation with the parameters presented conelations

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), é um fruto destinado à alimentação humana como fruto e/ou industrializado. Em 1992 o Brasil produziu cerca de 2132681t de tomate, com um rendimento médio de 41157kg/ha. IBGE (1993)

Apesar dos aumentos na produção e consequente expansão do mercado interno, a comercialização de tomate está limitada, por esse ser relativamente perecível e manuseado sob condições ambientais que aceleram a perda de qualidade.

O conhecimento das propriedades físicas dos materiais biológicos tem contribuído para classificar os produtos hortícolas pós-colheita. Porém , a maior parte dos estudos foram realizados nos países de clima subtropical e não podem ser aplicados as nossas condições ambientais.

Para abranger o período normal de aproveitamento comercial do fruto, procurou-se estudar a maturação pós-colheita do tomate, cultivar Santa Clara 5300, mantendo-se as condições ambientais.

O presente trabalho, tem como principais objetivos determinar a firmeza e a cor dos tomates, através de medidas físicas e sensoriais, em função da sua maturação, e verificar a existência de correlações entre estas medidas.

O tomate foi ensaiado, obtendo-se suas propriedades físicas, considerando o fato de ser um produto agrícola. Estes conhecimentos serão aplicados nas especificações de projetos de máquinas, na seleção dos frutos e no desenvolvimento de indicador seguro de maturação. Os resultados obtidos, além de ampliar o conhecimento, vão permitir aplicá-los de maneira prática, rápida e objetiva. Em outro aspecto, possibilitará avaliar a cultivar para o fim que se destina, pelas suas características mais favoráveis, mantendo seu valor comercial.

A escolha do fruto está baseada:

- na importância econômica para o país;
- por apresentar forma e tamanho homogêneo;
- por ser um fruto climatérico e apresentar estágios de maturação com grande variação de cor e firmeza.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRELIMINARES

O aumento do uso de máquinas em colheita e manuseio de produtos na agricultura despertou o interesse dos pesquisadores para propriedades e conhecimento da qualidade de produtos agrícolas, MOHSEENIM et al (1963) e MOHSEENIN, GOHLISH (1962)

Segundo ROOD (1957), o princípio básico para comercialização de frutas é definir o equilíbrio a nível de maturidade fisiológica na colheita, como transporte adequado para pretendida venda, sendo que, o aumento da maturidade ao nível de colheita caracterizou decréscimo de firmeza do material.

MILES, et al (1969) , estudaram as propriedades do tomate utilizando-se da engenharia e adicionando os conhecimentos provenientes das propriedades físicas aplicadas à matérias agrícolas. Observando visualmente o fruto, o descreveram como esférico e com uma estrutura interna complexa. Sua camada superficial é pouco espessa, não é claramente distinguida quando vista em seção transversal. No interior desta membrana a parte interna

da casca forma paredes ovárias para compor as seções características do fruto. Concavidade entre, a parede ovária e parede transversal são parcialmente preenchidas com placenta.

Segundo GORMLEY, KEPPEL (1976), os custos de produção de tomates estão aumentando com conseqüente aumento de preço no varejo. Sendo assim, os consumidores exigem um nível maior de qualidade, enquanto que os produtores estão voltados para o aumento das colheitas e métodos de produção modificados, com o intuito de diminuir os custos e manter a qualidade pós-colheita.

Segundo BITTNER, NORRIS, (1968), a qualidade do tomate no geral é função de alguns fatores, pelos quais o consumidor faz sua decisão. Um sistema de seleção de cor no amadurecimento do tomate foi desenvolvido por BITTNER, STEPHENSON (1968), utilizando a reflectância da luz na superfície do tomate.

Para medir a dureza, GODDARD et al (1975) utilizaram a firmeza obtida por compressão instrumental. No desenvolvimento de critérios para mecanização no processo de classificação de tomates, RESSUREIÇÃO (1988) apresentou uma revisão de técnicas disponíveis, para ajudar a entender as propriedades medidas na avaliação sensorial da qualidade do produto.

Características de qualidade, na comercialização, são aquelas que podem ser percebidas por senso da visão, tato e cheiro, sem a ingestão do produto, e são importantes na diferenciação do produto, particularmente na decisão de compra. THAI, SHEWFELT (1991).

Na indústria de alimentos, a tecnologia de avaliação sensorial tem avançado, principalmente nos últimos trinta anos, segundo PERYAM (1990). Para os consumidores,

a compra dos alimentos baseia-se na percepção da qualidade e na disposição a pagar o preço de mercado, Kramer, Twigg, apud THAI, SHEWFELT (1991). Segundo BITTNIER et al (1983), firmeza e cor são as características primárias na qualidade de compra de tomates.

A estabilidade de produtos no transporte, estocagem, venda e durante armazenagem em casa é essencial para manter a satisfação do consumidor. Para análise da estabilidade pós-colheita do produto, inicialmente uma amostra representativa deve ser obtida e avaliada. O controle deve ser feito com a amostra da mesma produção e do mesmo lote, ou através da amostra teste, e deve possuir condições iguais às conhecidas para manter a qualidade original, segundo IFT (1981).

2.2. ASPECTOS GERAIS SOBRE FIRMEZA

MILES et al (1969) concluíram que o tomate se comporta como um material viscoelástico, mostrando-se com baixa resistência.

Segundo HICKS, HAYSLIP (1975), estudar a firmeza do fruto durante o amadurecimento oferece a possibilidade de colheita tardia, com qualidade na uniformidade para o consumo.

GORMLEY, KEPPEL (1976) estudaram a variação da firmeza em lotes de tomates e verificaram que, os resultados foram confiáveis para ensaios com 25 frutos/caixa de 5,443 kg (12 lb), quando as cultivares de tomates estão misturados. Para lotes de tomates de mesmo cultivar, são necessários 15 frutos, para obter os valores de firmeza.

Segundo GORMLEY, KEPPEL (1976), é importante que um método prático simples esteja disponível para medir a firmeza do fruto, dada sua importância para a venda no varejo e para a exportação.

Apesar do aumento na produção e venda de tomates no mercado interno, a comercialização desta cultura está limitada porque o tomate é relativamente perecível e manuseado sob condições ambientais que aceleram a rápida perda de qualidade. Injúrias mecânicas tem sido identificadas entre as causas principais de perda na qualidade pós colheita de frutos CHITARRA, CHITARRA (1990).

O tomate é muito sensível a choques, especialmente após o início da etapa de amadurecimento. Uma queda de 10 cm é suficiente para causar descoloração interna em até 77% das frutas nesta etapa, porém nas frutas ainda verdes, apenas 45% apresentaram esse tipo de injúria SARGENT et al (1992).

2.3 FIRMEZA INSTRUMENTAL

Um dos primeiros estudos de propriedades mecânicas do tomate foi elaborado por JOHANNESSES (1949). Ele projetou e usou uma máquina que gravou a força necessária para puncionar um fruto com um pequeno arame de platina.

HAMSON (1952) relatou que era impossível avaliar o tomate pelo tato, e que o sensor de pressão MAGNESS TAYLOR não foi suficientemente sensível para determinar firmeza entre os lotes de frutas.

MOHSENIN (1965) referenciou pesquisas já realizadas e enfatizou o futuro do estudo das propriedades mecânicas, procurando despertar interesse dos pesquisadores para o assunto.

VOISEY (1965) desenvolveu um aparelho para puncionar os frutos, o qual poderia testar até 100 frutos por hora, e descreveu os testes de tensão na pele do tomate, mostrando-se como um diafragma quando pressurizada. A sua conclusão foi que a robustez da pele é um dos importantes componentes em resistência ao rachamento.

BOURNE et al (1966) utilizaram um Instron Universal Testing Machine, em experiência com vários alimentos, e obtiveram medidas físicas significativas na interpretação dos resultados dos ensaios de compressão.

SHAMA, SHERMAN (1973) estudaram a aplicação da força de compressão e a influência da velocidade da carga que comprime o alimento, encontrando valores coerentes com os obtidos por SHELEF, MOHSENIN (1967).

Segundo ARNOLD, MOHSENIN (1971) e FRIDLEY et al (1968), os testes de compressão de materiais biológicos intactos é um método objetivo para determinação das propriedades mecânicas, significativas na avaliação da quantidade e controle da máxima carga estática permissível, visando minimizar os danos mecânicos. Estes testes simplificados dão informações que podem ser usadas para determinar quantitativamente as diferentes causas, tais como: variedade, temperatura de secagem, técnicas de armazenagem, maturação e técnicas de processamento. As análises podem ser baseadas nos pontos plotados no gráfico da força em função da deformação, Figura 2.1..

- ♦ Curva de força x deformação: um diagrama plotado com valores de deformação na abscissa e valores de força na ordenada;
- ♦ Ponto da biofalha (PB): o acréscimo na deformação resulta em um decréscimo no valor da força;
- ♦ Ponto da inflexão (PI): Uma típica curva força x deformação, com o trecho inicial da curva com concavidade para cima seguido de uma concavidade para baixo. O ponto onde ocorre a mudança na inclinação da curva, é chamado ponto de inflexão.
- ♦ Ponto de Ruptura (PR): Este ponto é detectado perto de um decréscimo de carregamento no diagrama força x deformação.

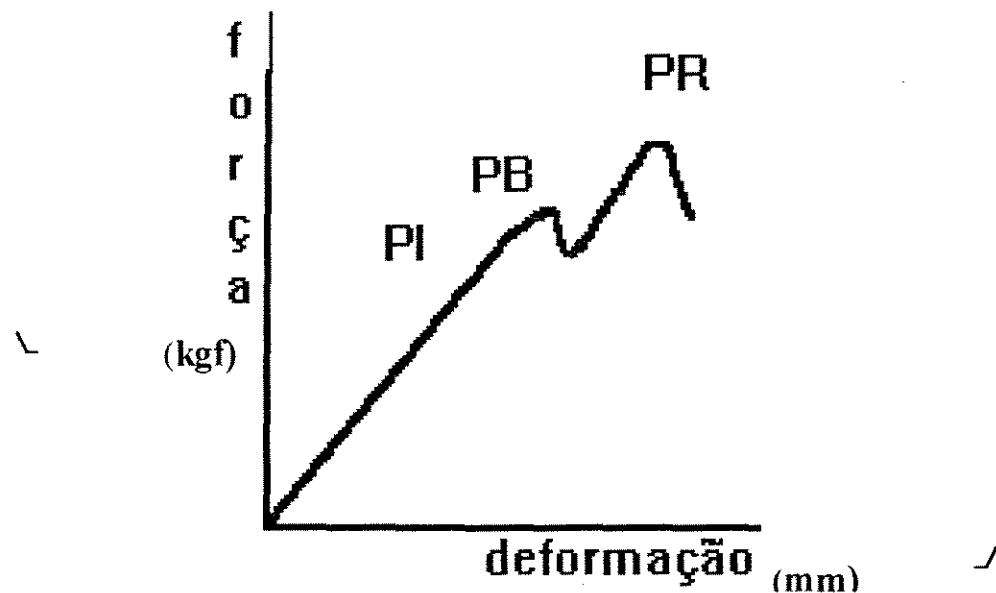


Figura 2.1. - Curva força (kgf) x deformação (mm) característica para materiais biológicos.

MILES et al (1969), submeteram tomates ao teste de compressão em prato plano, com carga e deslocamento constantes, utilizando a máquina de testes TINUS-OLSON, sob condições variadas, estudando a importância da pele e do fluido interno natural do tomate, em relação às forças externas aplicadas. A orientação dos tomates, testadas pelo método de carga de placa-plana, variou de acordo com o eixo dado do fruto (uma linha conectando o talo e a parte inferior do fruto). Para os frutos apresentando o seu eixo no plano vertical observaram que a rachadura começou no canto superior esquerdo do fruto testado. Com uma deformação contínua, verificaram que a rachadura estendeu-se através da parede ovária. Quando a rachadura tornou-se suficientemente grande, o fluido (placenta do tomate) foi forçado a sair. Já o resultado do sobre carregamento na posição natural do tomate, em seu eixo no plano horizontal mostrou a falha começando no meio, entre os pratos, progredindo verticalmente. Concluíram que a direção da propagação da rachadura no processo de danificação é função da direção da força aplicada; e que o dano em tomates submetidos à carga entre pratos planos é resultado da força, expandindo o diâmetro do fruto.

Os tomates descascados deformam mais quando comparados aos tomates naturais. Concluíram que a pele é um importante componente do tomate, conforme mencionada com relação a resistência mecânica. Ela age como uma membrana envolvendo uma massa de material. Na pele, inicia sua deformação, e retirando a pele suas características são alteradas, MILES et al (1969).

VOISEY (1971) analisou, os tipos de aplicação de forças, descreveu o equipamento INSTRON e as suas características, como força e deformação a serem

determinadas, e modernizou a instrumentação para obtenção da textura de alimentos, incluindo vários sistemas para conduzir aos testes de compressão.

GORMLEY, KEPPEL (1976) modificaram a tensão de cisalhamento usando um sistema de medição de tensão descrito por estes autores em 1975. Cada tomate foi comprimido até 5mm, para uma taxa constante, entre as superfícies planas. Uma velocidade de 4,5 mm por segundo foi usada em todos os testes. Durante a compressão, o fruto apresentou seu eixo longitudinal paralelo ao placa plana. Uma amostra de vinte e cinco frutos foram testados no período de dez minutos usando este sistema.

Testes de compressão foram conduzidos durante os dias de maturação dos tomates, onde três sucessivas compressões foram feitas em cada fruto com um intervalo de uma hora entre elas. Os testes eram não destrutíveis, não provocando danos visíveis no fruto. Entretanto, ocorreu alguma mudança permanente no formato dos tomates. Isto foi descoberto quando se efetuou a segunda compressão. O valor médio da firmeza variou consideravelmente entre a primeira e a segunda compressão. Concluíram que os tomates deveriam ser comprimidos apenas uma vez. GORMLEY, KEPPEL (1976).

VANEGAS (1987) em seu trabalho verificou a resistência do tomate à compressão, durante o amadurecimento, utilizando o aparelho INSTRON UNIVERSAL. A ruptura dos tomates, conservados a temperatura ambiente, foi obtida através de uma força média de 12 kgf no primeiro dia, e de 2,9 kgf no 15º dia. Os tomates mantidos a 15°C resistiram a uma força de ruptura média de 14,5 kgf no primeiro dia, diminuindo para 1,69 kgf no final da maturação (31º dia). Para tomates mantidos a 10°C, resistiram a uma força de ruptura de 16,8 kgf no primeiro dia, que decresceu para 1,8 kgf no 39º dia.

JACKMAN et al (1988) realizaram trabalhos para determinar se a compressão dos tomates em placas planas é diferenciada na obtenção da firmeza. Para os testes de compressão foram realizados no “MTS”- MATERIAL TEST SYSTEM, o fruto foi colocado em uma chapa estacionária paralelo ao seu eixo longitudinal. Uma célula de carga foi utilizada para comprimir os tomates, com uma força de 5kgf e velocidade de deformação de 10 mm/min. A força de ruptura e a deformação foram obtidas pelo perfil de deformação da curva para cada fruto comprimido em prato plano. Os valores da firmeza foram calculados com a média da inclinação da curva força x deformação para o ponto de ruptura ou pico de força x deformação, conhecido também por ponto de ruptura. Concluíram que a força de ruptura foi influenciada pela maturação, sendo que a firmeza do tomate diminuiu progressivamente com o tempo de maturação.

2.4. FIRMEZA INSTRUMENTAL E FIRMEZA SENSORIAL

VOISEY, CRETI (1973) realizaram testes de compressão em tomates utilizando os frutos no ângulo referente ao eixo do ápice à ferida estiolar, sendo que a decisão para usar esta orientação nos tomates foi por haver uma alta correlação entre a tensão de cisalhamento e os testes sensoriais..

GORMLEY, KEPPEL (1976) correlacionaram tensão cisalhante com o teste subjetivo da sensibilidade, usando tomates perfeitamente selecionados em base de cor e tamanho. Vinte frutos para cada estágio verde/ maduro foram colhidos. Todos os frutos foram armazenados a 18°C e em dezoito dias os frutos foram apresentados a um painel de

doze voluntários experimentados na produção e mercado de tomates. Eles foram questionados, colocando o fruto em ordem (1-10) para a firmeza em base de sensibilidade (apertando com os dedos). Os testes foram realizados em sala escura (para remover a influência da cor), e cada voluntário marcou um campo que variou de firme a muito mole. Após esta avaliação, os frutos foram comprimidos, individualmente por uma tensão de cisalhamento. Os resultados foram registrados em uma carta graduada, apresentando um pico de força correspondente a cada compressão. Para tomates pós-colheita foi correlacionada a ordem de firmeza no painel sensorial com a tensão de cisalhamento. A faixa do coeficiente de correlação, obtida para a firmeza do tomate, foi de 0,988. Os valores da firmeza pela tensão de cisalhamento foram satisfatórios, sendo correspondente a ordem dos resultados obtidos no painel sensorial.

RODRIGO et al (1977) estudaram maturidade de azeitonas verdes e obtiveram o ponto ótimo de colheita, utilizando para isso análise objetiva de textura, correlacionada a grandeza sensorial.

PERRY (1977) aperfeiçoou um método para obtenção de firmeza instrumental, visando a não destruição do produto e permitindo sua classificação comercial, feito através da análise da firmeza instrumental em substituição a análise sensorial.

JORGE (1979) utilizou tomates da variedade Santa Cruz e uma equipe de nove provadores. A análise sensorial consistiu em assinalar numa escala não estruturada, a textura do tomate, baseada na pressão do fruto com os dedos. Por outro lado, os tomates foram comprimidos em um Instron Universal com uma força de 1kgf. Concluiu que as correlações entre os dados sensoriais e instrumentais foram altamente significativos. Na

maioria dos casos, obteve coeficientes de correlação superior a 0.80, com elevada significância.

2.5. ASPECTOS GERAIS SOBRE COR

McCollum (1956), estudando amadurecimento dos tomates, observou as frutas que exibiram as primeiras mudanças na cor estiolar, e concluíram que na duração de um dia os frutos são considerados de mesma maturação.

DALAL (1965) observou que os tomates quando colhidos verdes, ainda muito pequenos (imaturamente fisiologicamente), não amadurecem, ou quando amadurecem, a qualidade dos frutos é prejudicada.

A cor depende de alguns fatores: dos pigmentos que ocorrem em várias combinações nos frutos, dos tipos de distribuição na sua estrutura física e da forma física destes. Mudanças leves das cores são resultados de fatores, tais como: maturidade, exposição a energia radiante, variação de pH, variação em tamanho, queimadura, bronzeamento e outros, LITTLE (1973).

Existem dois aspectos importantes a respeito das tomadas de medidas de cor e evoluções visuais, para a indústria. Em primeiro lugar, o que se refere ao controle e classificação dos produtos, em segundo, a evolução visual e/ou sua exposição a público. Outra tendência é controlar cada vez mais a cor de alguns produtos alimentícios, entre eles as frutas, os legumes e produtos industrializados em geral LOZANO (1977).

SHEWFELT et al (1987), estudaram o efeito da maturidade fisiológica na colheita, através da cor e firmeza, na qualidade de pêras mantidas em condição normal de estocagem. Os resultados do estudo demonstraram que o amolecimento, associado ao amadurecimento, ocorreu mais intensamente com frutas mais maduras na colheita. Os frutos sujeitos, a vida em prateleira em altas temperaturas apresentaram baixa firmeza, causando uma limitada saída para o comércio.

2.6. COR INSTRUMENTAL

BITTNER, MORRIS (1968) obtiveram as curvas de reflectância espectral para seleção de maçãs, pêsegos e pêras, nas estações destes cultivos. Estas curvas de reflectância para as regiões entre 250 e 2100 nm, foram obtidas com um espectrofotômetro, apresentando valores de cromaticidade pelo sistema da Comissão Internacional de Iluminação (CIE), e razão de reflectância computada e comparada com a maturação da fruta. As correlações computadas da data de colheita e os valores de cromaticidade e de reflectância, dentro da visibilidade, foram altas. Os valores da reflectância na região entre 400 e 700 nm são muito importantes para caracterização da aparência, informações sobre as regiões com comprimento de ondas extensos são necessárias para uma plena compreensão das propriedades ópticas e das mudanças nos valores da cor no amadurecimento da fruta.

AULENBACH, WORTHINGTON (1973) escolheram alternativas objetivas e métodos para determinar cor, no qual mediram a reflectância de luz, incluindo diferentes espectrofotômetro.

Segundo Nickerson, apud LOZANO (1977), a cor pode ser especificada mediante um sistema apropriado, baseado na tonalidade, luminosidade e a cromaticidade de nossas sensações, em lugar de procurar descrevê-los. Munsell desenvolveu um sistema que estabelecia as três dimensões de cores medindo cada uma delas mediante uma escala apropriada; observar a Figura 2.2.

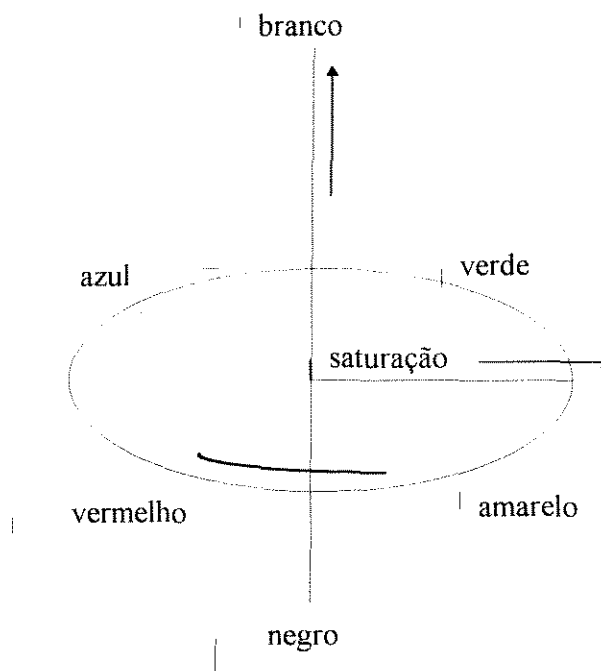


Figura 2.2. - Corte esquemático do sólido de cores de Munsell, LOZANO (1977)

As vantagens do sistema foram descritas como:

- ♦ Substitui definições vagas e abstratas de cor por uma anotação definida;

- ♦ Cada nome de cor auto define um grau de tonalidade;
- ♦ Cada cor pode ser registrada e comunicada mediante um código;
- ♦ Escrever as especificação de uma cor e verificá-la mediante aspecto físico;
- ♦ As cores novas de nenhum modo perturbam a classificação ordenada, a que está reservado um lugar;
- ♦ O descoloramento pode ser definido e representado graficamente.

Diante do que foi exposto, há muitos trabalhos para melhorar o sistema de MUNSELL e adaptá-lo as necessidades da indústria Nickerson, apud LOZANO (1977).

VON BECKMANN, BULLEY (1980), realizaram trabalho com seleção de tomates de acordo com a cor, tamanho, bem como seu aspecto geral. Elaboraram um sistema automatizado de seleção, para ser usado pelo produtor ou embalador, eliminando as variações nas escolhas subjetivas. Trabalharam com características físicas e ponderações da superfície do tomate, numa escala de tamanho pequeno a muito grande em fase de amadurecimento verde a maduro. Estas propriedades físicas foram avaliadas para o projeto de um equipamento classificador automático, de cinco categorias de tamanho e quatro cores. Conseguiram obter uma separação de categorias bem cuidadosa para cor dos tomate, com um comprimento de onda de 550/680 nm. Esses dados foram também obtidos por GODDARD et al (1975).

Segundo SETSER (1984), características de superfície variam e devem ser padronizadas ao serem submetidas ao instrumento. Se a distribuição do pigmento não é homogênea, a leitura instrumental repetida é necessária para aumentar a confiabilidade dos

dados. Um outro fator, no planejamento do experimento, é o coeficiente de variação das medidas tomadas. Finalmente, é necessário considerar não só uma técnica analítica para obter altas correlações de leituras visuais e instrumentais, mas também ter senso comum para interpretação dos resultados. Um método objetivo para colocar tomates em vários estágios de maturação, realizado por HOBSON et al (1983), definiu graus de cor quando da mudança de composição durante o amadurecimento. Inicialmente restringiram-se aos tomates de um cultivar, e utilizaram um espectrofotômetro no sistema HUNTER Lab. Mediram a diferença de cor durante o amadurecimento do fruto, sendo que os tomates já haviam sido visualmente graduados em uma sequência de estágios de cor. A investigação determinou a aplicabilidade do sistema para frutos de outros cultivares, em vários estágios de amadurecimento. Concluíram que o sistema pode ser aplicado a tomate de outras cultivares.

TIMOTHY, ROBSON (1984) realizaram medidas de cor em 5 classes de amadurecimento de tomate. Após a avaliação subjetiva à luz do dia, passando por dois investigadores experientes e independentes, os tomates foram analisados por um espectrofotômetro. As leituras da cor instrumental foram feitas em:

- ♦ Áreas comparáveis em oposição aos lados das frutas, entre a cicatriz estiolar e o lado.
- ♦ Duas áreas adjacentes à cicatriz estiolar, tão próximas quanto possível.
- ♦ A área ao redor do fruto, incluindo a cicatriz do estiole do fruto (topo).

As leituras realizadas nas proximidades da ferida estiolar deram separações mais pobres do estágio de maturação, quando comparadas com as outras duas posições tomadas. Concluíram que as medidas de cor repetidas ao redor da fruta foram mais precisas,

quando comparadas a dados próximos a ferida estiolar, as quatro leituras a intervalos de 90° no equador e ao redor do tomate, apresentaram os resultados mais desejáveis.

Segundo SETSER (1984), a variação total da cor é dada por $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ (1), onde “ΔE” representa a variação total da cor; “L” luminosidade; “a” variação verde- vermelho e “b” variação azul-amarelo. O ΔE raramente é usado para alimentos, é mais indicado para materiais com grande diferença cromática.

SHEWFELT et al (1987) utilizaram para análise da cor da fruta um espectrofotômetro “Gardner XL-854” as medidas foram tiradas em quatro pontos no equador de cada pêra , 90° entre as leituras, e obtiveram a média da cor.

THAI, SHEWFELT (1991) analisaram medidas físicas de cor em tomates, através de um espectrofotômetro sistema HUNTER Lab, calibrado com um modelo padrão rosa. Realizaram oito leituras igualmente espaçadas, ao redor do equador do fruto, que foram gravadas em um “software” e trabalhadas em modelo matemático para C e H, onde “C” é cromaticidade e “H” tonalidade, analisadas estatisticamente. Observaram que o L, H e C correlacionaram-se bem com a percepção de cor subjetiva (sensorial).

2.7 COR SENSORIAL

LOZANO (1977) definiu cor como um atributo da luz que faz corresponder univocamente a cada distribuição espectral uma sensação. A sensação está condicionada pela intensidade e duração do estímulo, estado de adaptação do observador, área da retina

afetada e contraste luminoso e cromático com que se percebe. Quando um observador vê uma cor, pode discriminar sua claridade, seu tom e sua saturação (cor) é um atributo de cor que faz corresponder a cada um dos elos uma equivalência com uma escala de acinzentados; o tom é atributo que adiciona a cor de uma acuidade que se define como amarelo, verde, azul, vermelho e qualquer combinação delas; a saturação é um atributo que, firma o tom, descreve a cor por sua semelhança com uma cor espectral pura, quanto mais parecido a esse, tanto mais saturado. O observador não pode, em compensação, decidir sobre a composição espectral do estímulo. Na especificação da cor o observador define o estímulo de acordo com a igualdade ou diferença de sensações.

Segundo KADER, MORRIS (1978), os tomates geralmente são classificados visualmente na sua classe de amadurecimento com ajuda de um mapa de cores. A exatidão da igual avaliação visual é limitada por fatores diferentes, incluindo:

- ◆ espectro habilitado para diferentes cores, treino experiência e fadiga;
- ◆ maior intensidade no exame ao redor do fruto;
- ◆ características ópticas da cor.

Categoria de escala (estruturada e não estruturada), classifica as amostras que são apresentadas simultaneamente e sequencialmente em uma ordem equilibrada, com diferentes variações de membros de um painel individual. Uma amostra simples, de um produto avaliado, é raramente empregada sendo que muitos percentuais de julgamento são relativos. A escala de categorias é constituída de séries de palavras (advérbios ou adjetivos modificados), estruturadas em ascendente e descendente, na ordem de intensidade usada para medir os atributos especificados (doçura, cheiro, etc). A escala alternativa de

procedimento tem uma estrutura de linha vertical ou horizontal com uma âncora verbal no final de cada linha para descrever ou limitar o atributo. Para fim das análises, sucessivos dígitos são posteriormente atribuídos para cada ponto representado na escala, usualmente início e fim representando intensidade zero. Uma análise estatística (análise de variância) da intensidade dos pontos médios de cada amostra deve ser utilizada para determinar diferenças significantes entre a média dos pontos representados, segundo IFT (1981).

THAI, SHEWFELT (1991) utilizaram tomates adquiridos no mercado e tomates colhidos no “pé”. Os tomates foram guardados a 15, 18, 21 e 25°C sob atmosfera normal. Foram avaliadas um total de 113 amostras aleatórias de tomate, para as temperaturas, onde as características de cor sensorial foram obtidas sob luz fluorescente. Avaliaram a cor externa do fruto usando o método descrito por SHEWFELT et al. (1987), adaptado para tomates. Este método foi conformado segundo as normas apresentadas no IFT (1981). Os voluntários foram treinados para atribuir nota, em uma escala não estruturada, em uma longa linha de 150 mm, onde constava uma marcação inicial, para orientação, de 0 a 12 mm indicando não vermelho, próximo 75 mm vermelho claro e próximo de 138 mm vermelho total.

2.8. COR INSTRUMENTAL E COR SENSORIAL

Segundo LITTLE (1973) em uma escala subjetiva as pessoas dariam valores diferentes para um mesmo tomate vermelho claro; mas em uma escala analítica (objetiva) os valores seriam similares. Sendo assim, a escala de categoria analítica indicaria um

relacionamento mais próximo com dados obtidos pelo sistema instrumental de HUNTER Lab.

LITTLE (1976) propôs um método para determinar algumas das interrelações envolvidas na avaliação de alimentos, visualmente e instrumentalmente. O alimento pode ser um sólido opaco, um semi sólido, um gel translúcente ou purê, ou um líquido transparente. O estado físico determinará se o alimento absorverá, refletirá, ou transmitirá e qual propriedade deve ser avaliada.

KADER , MORRIS (1978) observaram que devido à forma do fruto, medidas feitas nos espectrofotômetro eram limitadas em uma pequena área (círculo de 1-2cm de diâmetro) na superfície do fruto, para obter um valor médio representando todas as cores. Em geral, a média da cor visual avaliada (subjetiva), correlacionada com a instrumental, apresentou menor sensibilidade na determinação de pequenas cores diferentes.

Trabalhando com vários cultivares de tomates, foram selecionadas visualmente seis classes de maturação, analisadas por pessoas sobre certas condições de luz, para todos os testes. As medidas de reflectância foram feitas individualmente por tomates, em cada classe de maturação e obtidas as médias e desvio padrão para cada lote. Seus resultados mostraram uma boa correlação entre a leitura da reflectância e a classe de cor visual para os cultivares testados. Pequenas variações, entre as cultivares, foram notadas e podem ser relatadas pelos diferentes genótipos para a uniformidade das cores das amostras. Confirmaram a utilidade do método não destrutivo, objetivo e rápido, podendo ser utilizado para outros frutos, onde verde e vermelho são cores dominantes, KADER, MORRIS (1978).

LITTLE (1982) calculou os coeficientes de correlação quando estudou o relacionamento entre medidas sensoriais e instrumentais para cor, analisou a cor tridimensional e no sistema HUNTER Lab, L, a, b onde “ θ ” (tonalidade, também representado por “H”) é calculado por $\text{tg}^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$ (2) e “SI” (cromaticidade, também representada por “C”) é indicado pelo comprimento dessa linha formada por $\sqrt{(a^2 + b^2)}$ (3), “L” a luminosidade, “a” do verde ao vermelho, “b” do azul ao amarelo. Com L, θ e SI foram realizadas múltiplas correlações para determinar se apenas um deles, dois ou todos três atributos de cor são necessários. Concluiu que o sistema HUNTER Lab, “a” e “b”, são inapropriados como atributos usados separadamente para designar a cor de um alimento.

Análises sensoriais podem ser custosas e demoradas, difíceis de serem obtidas no tempo desejado, enquanto que, instrumentos são mais prováveis de estarem disponíveis quando necessário, SETSER (1984).

SABATKA et al (1984) comparou cores de músculos bovinos usando o espectrofotômetro no sistema HUNTER Lab e um experimentado painel de laboratório com 10 voluntários. Obtiveram coeficientes de correlação com alta significância para cor de músculos crus, entre sensorial e o instrumental.

THAI, SHEWFELT (1991) trabalharam com o objetivo de encontrar a correlação entre medidas físicas de cor externa de tomates e sua equivalência sensorial. Utilizaram o programa estatístico SAS para realizar possíveis correlações entre medidas do espectrofotômetro (H, C, L) e as notas de oito voluntários. Obtiveram correlações lineares

a nível de significância de 0.0001. A medida “C” apresentou, comparativamente, a mais baixa correlação, apresentando coeficiente de correlação com valores de 0.7493 a 0.8256.

HALL, AUGUSTINE (1981), em seus estudos com tomates, desenvolveram um trabalho envolvendo firmeza e cor dos frutos de diversas variedades. A firmeza dos tomates foram obtidas através de um instrumento (CORNELL PRESSURE TEST), e a cor do fruto por um espectrofotômetro no sistema HUNTER Lab. Os resultados obtidos mostraram que alguns cultivares de tomates exibiram maior firmeza durante o amadurecimento, e outros exibiram cores tardias ao amadurecimento e apresentaram menor firmeza. Concluíram que o ponto de amadurecimento aceitável está condicionado ao manuseio de alguns cultivares, para que não haja problemas com a firmeza dos frutos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL.

3.1.1. MATÉRIA-PRIMA.

Para o desenvolvimento deste estudo, utilizou-se tomate *Lycopersicum esculentum* Mill, cultivar Santa Clara 5300, destinado à mesa. A escolha da cultivar foi realizada pela maior produção do tomate na região de Campinas.

Os frutos foram colhidos em 26 de junho de 1993, no sítio Sta. Maria do Tijuco Preto, localizado na cidade de Elias Fausto.

A colheita dos tomates foi realizada no período da manhã, a uniformidade foi fator extremamente importante na colheita, além dos cuidados com apertões e batidas, conforme IFT (1981). Os tomates escolhidos e colhidos eram colocados em pequenos cestos de vime e levados até o galpão onde se encontravam as caixas de madeira tipo k (490 x 350 x 240 mm). Os tomates foram transportados a temperatura ambiente até o Laboratório de Matérias Primas Agropecuárias, na Faculdade de Engenharia Agrícola, da Universidade Estadual de Campinas. Nesse local, os tomates foram mantidos em condições normais de temperatura

ambiente, para posterior retirada das amostra para a execução dos experimentos neste trabalho.

3.1.2. EQUIPAMENTOS

3.1.2.1. MATERIAL TEST SYSTEM - MTS

A textura dos frutos, durante o período de maturação foi obtida através de testes de aplicação de força de compressão nos tomates utilizado-se o Material Test System - MTS. Este equipamento pertence à Faculdade de Engenharia Mecânica, da Universidade Estadual de Campinas. Nesse local foram realizados os testes de compressão.

Esse equipamento é constituído, basicamente, de duas partes: um mecanismo de direção onde se move, em sentido vertical, , por meio de um sistema hidráulico com velocidade constante, apresentando uma célula de carga, e um sistema de registro em carta graduada, da força em função do deslocamento, com escala (x) de 5mm/cm e escala (y) de 5 kgf/cm, respectivamente, Figura (3.1).

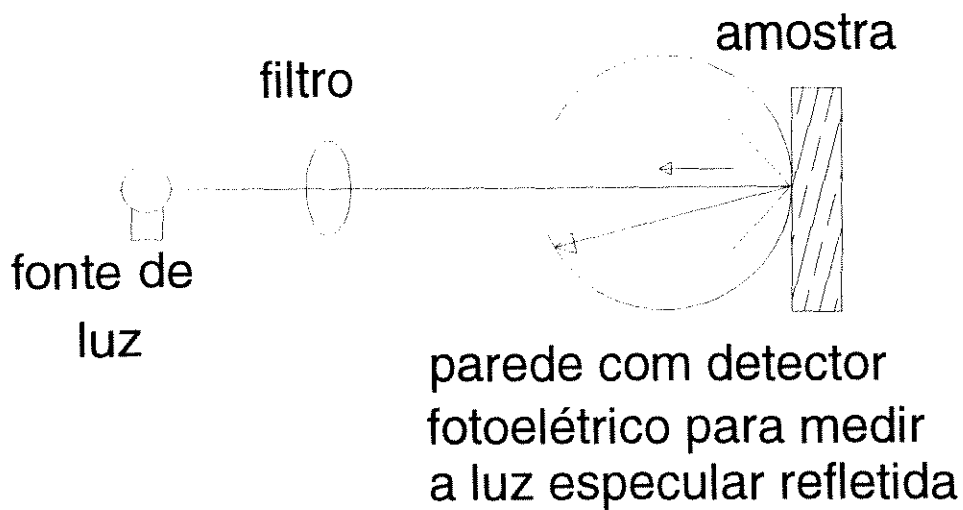
Para a utilização deste equipamento na aplicação de forças de compressão, dispunha-se de uma célula de carga fixa a um êmbolo contendo uma placa plana na extremidade, a velocidade de 1 mm/seg; com escala de 5kgf/cm para a célula de carga. Na parte inferior do aparelho, colocou-se outra placa plana, suporte para as amostras, conforme ASAE Standard (1993).

3.1.2.2. ESPECTROFOTÔMETRO DE REFLETÂNCIA DIFUSA

Nos testes para análise da cor do tomate durante o período de armazenamento utilizou-se o espectrofotômetro de Reflectância Difusa - MACBET modelo 1500 plus. Este aparelho pertence ao Instituto de Química, da Universidade Estadual de Campinas. Nesse local foram realizados os testes de cor física, em todos os tomates amostrados.

As leituras feitas pelo espectrofotômetro eram transmitidas automaticamente para um “software”, onde eram codificadas e armazenadas pelo sistema, observar a Figura (3.2).

No espectrofotômetro (Hunter), ao medir-mos a reflectância de uma amostra, o feixe de luz que incide sobre ela é refletido de forma difusa em vários feixes luminosos, que são coletados e medidos pela esfera, conforme mostra a Figura (3.3). O espectrofotômetro apresenta um feixe proveniente da fonte luminosa inclinada, de forma que o feixe luminoso não incida perpendicularmente sobre a amostra, no caso optou-se por um o componente especular (luz refletida pela superfície do tomate , devido a sua forma arredondada) incluído na leitura colorimétrica



Figura(3.3.)- Detalhe do interior do espectrofotômetro

Para a leitura colorimétrica de reflectância, feita com o componente especular, a fonte de luz do aparelho se apresentava inclinada, e um ladrilho perfeitamente branco se apresentava na saída da luz da esfera, como mostra a Figura (3.3.).

O espectrofotômetro utilizado é baseado no Opponent-Process Theory de Hering (1878), desenvolvido em 1950 por Hunter. A medida instrumental de cor do fruto fez comparação entre as cores vermelho e verde e as cores amarela e azul. Apresentando disposição tridimensional para representar seu resultado, onde: 1) a dimensão $+a$ $-a$, associada com a cromaticidade vermelho-verde, 2) a dimensão $+b$ $-b$ que é associada com a cromaticidade amarelo-azul, 3) a dimensão L que mede luminosidade, Figura (3.4.).

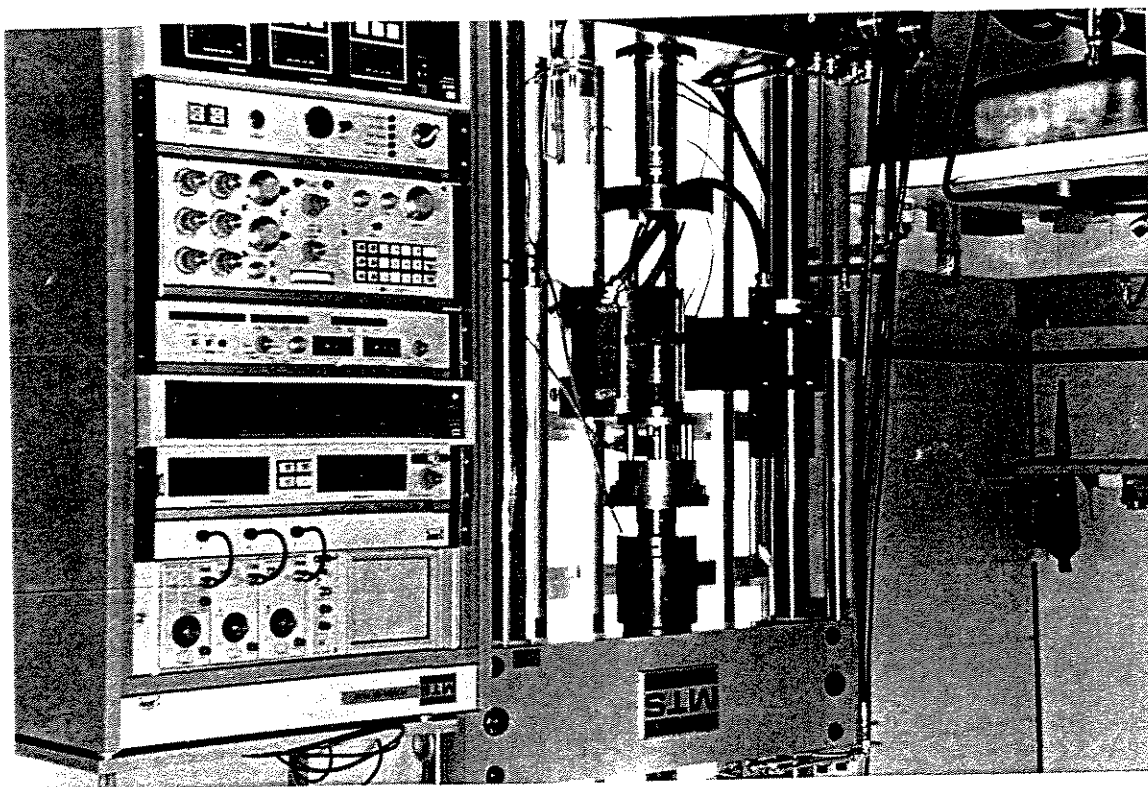


FIGURA (3.1.)- “MTS” material test system, utilizado para aplicação e registro de força de compressão

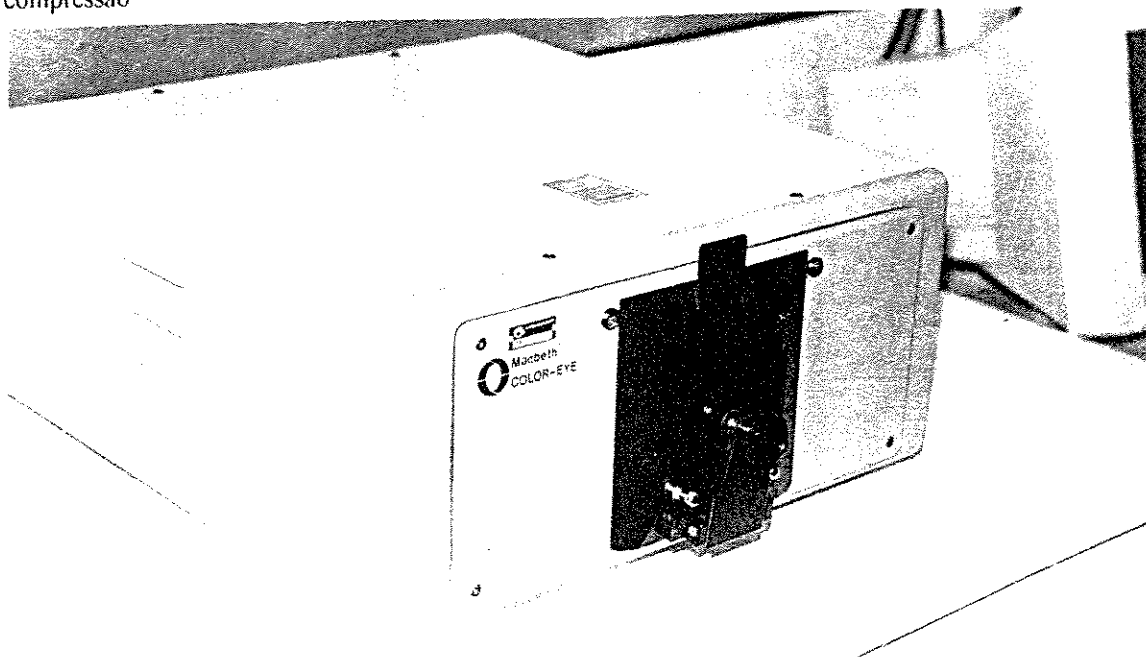


FIGURA (3.2.) Espectrofotômetro de Reflectância Difusa- MACBET modelo 1500 plus, utilizado para medir a reflectância e registrar em forma de tonalidade, saturação e luminosidade

A cromaticidade da amostra foi obtida calculando-se $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ (1), que é a hipotenusa do triângulo retângulo cujos outros dois lados são dados pelos valores “a” e “b”, conforme mostrado na Figura (2.3). A tonalidade foi obtida através do ângulo “H”, calculado por $\text{tg}^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$ (2). A variação total da cor do tomate durante o amadurecimento é dada por

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (3)$$

onde ΔL , Δa e Δb , são a diferença entre o primeiro dia e o segundo dia de observação e assim sucessivamente, segundo LITTLE (1982).

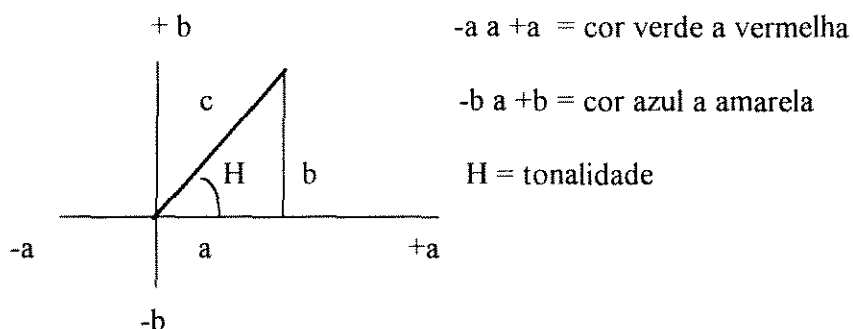


FIGURA (3.4.)- Três dimensões para medir cor instrumental.

3.1.2.3. OUTROS EQUIPAMENTOS

Durante a realização do trabalho utilizou-se :

- Paquímetro de precisão em centésimos de milímetro;
- Proveta de 1000 ml com precisão de 10 ml;
- Balança semi analítica , precisão de 0,01g;
- Balança de 25 kg em com precisão de 10 g.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. ANÁLISES INICIAIS DE CARACTERIZAÇÃO

3.2.1.1. CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL

A classificação comercial do tomate destinado ao consumo “in natura” no mercado interno, foi baseada na portaria do Ministério da Agricultura e nas resoluções para classificação de produtos agrícolas aprovadas pelo Conselho do Comércio Exterior CONCEX (1974)

3.2.1.2 TAMANHO

As dimensões dos tomates foram determinadas utilizando-se de um paquímetro. Foram selecionados 24 frutos, ao acaso, e as medidas tomadas levando em conta o formato do fruto.

3.2.1.3. PESO ESPECÍFICO REAL

A determinação do peso específico real foi realizado pelo Princípio de Arquimedes. O tomate foi colocado em uma proveta de 1000 ml contendo 500 ml de água, imerso sem tocar nas paredes do recipiente. Analisando-se o volume de água deslocada, foi calculado o peso específico real pela relação:

$$Pr = \frac{Pf \cdot D_{H_2O}}{Pd} \quad (4) \text{ , onde}$$

- P_r = peso específico real , em g/ml; - D_{H_2O} = densidade da água, em g/cm³;

- P_d = peso da água deslocada, em g; - P_f = peso da fruta, em g;

3.2.1.4 PESO ESPECÍFICO APARENTE.

Para a determinação do peso específico aparente utilizou-se um recipiente com as seguintes dimensões 31x18x11cm . O volume desse recipiente (6138cm³) foi preenchido com os tomates de forma livre, sem qualquer interferência, sem excesso ou falta. Por diferença entre esse valor e o peso do recipiente, o peso do produto existente foi calculado. Desta maneira pode-se calcular o peso específico aparente pela equação:

$$Pap = \frac{m}{Vr} \quad (5) \text{ , onde}$$

- P_{ap} = Peso específico aparente, em g/ml; - V_r = volume do recipiente, em ml;

- m = massa do produto, em g;

3.2.1.5. POROSIDADE

Após a determinação do peso específico real e aparente, calculou-se a porosidade, pela equação:

$$P = \left(1 - \frac{Pap}{Pr} \right) 100 \quad (6) \text{ , onde}$$

- P = porosidade, em %; - P_r = peso específico real, em g/ml

- P_{ap} = peso específico aparente, em g/ml;

3.2.2 . ANÁLISES EXPERIMENTAIS

3.2.2.1 *SELEÇÃO DOS JULGADORES PARTICIPANTES DA ANÁLISE SENSORIAL*

Esta etapa foi realizada nas três semanas anteriores a fase sensorial do trabalho, onde, inicialmente trinta pessoas entre homens e mulheres se apresentaram como voluntário. A acuidade visual desses indivíduos foram avaliada conforme FARNSWORTH MUSELL - 100-HUE (1957) para discriminação de cor. A partir dos resultados obtidos selecionou-se vinte e três indivíduos com visão normal para cores.

Sequencialmente, realizou-se uma segunda seleção dos julgadores com base no poder discriminativo, reprodutividade do julgamento e consenso com os demais membros do grupo com relação a cor e firmeza dos tomates, apresentando diferenças sensíveis entre si.

Segundo a norma da IFT (1981), foi utilizada uma categoria de escala não estruturada de nove centímetros ancorada nos extremos em termos “nenhum” e “muito” e cor “bem característica” para o atributo de cor e nos termos “pouco firme” e “bem firme” para a textura. Para fim das análises, escrevendo valores componentes aos centímetro entre o extremo esquerdo da escala e o ponto marcado pelo provador representa a magnitude da característica medida, Figuras (3.5.) e (3.6.). O teste de seleção dos provadores, com 5 amostras de tomate, mostrando diferença sensorial entre si, foram avaliadas em 3 repetições para cada provador.

Com os resultados individuais de cada provador calculou-se as grandezas estatísticas (média, nível de significância de F amostras e F repetição) selecionando-se nove voluntários para a etapa sensorial. Com P de F amostra ≤ 0.30 , P de repetição >0.05 , e consenso com

os demais membros da equipe e disponibilidade de tempo para participar dos testes sensoriais.

3.2.2.2. DETERMINAÇÃO SENSORIAL DA FIRMEZA E COR DOS TOMATES, AO LONGO DO TEMPO DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS

Utilizou-se uma bateria de vinte tomates por dia conforme GORMLEY, KEPPEL (1976), selecionados aleatoriamente do lote, inicial, os quais foram apresentados a um painel constituído de nove voluntários selecionados anteriormente, onde cada cinco tomates eram analisados separadamente para firmeza e para cor, por três voluntários. Cada julgador avaliou as amostras de forma individual marcando sua impressão em uma escala não estruturada de 9 cm, conforme anteriormente relatado.

As determinações foram realizadas em tempos diferente de maturação, conforme McCOLLUM (1956), onde esse período se prolongou até a fase pós climatérica com o amolecimento dos tecidos existentes no tomate., correspondendo ao décimo oitavo dia após a colheita, devido provavelmente às condições ambientais, onde a temperatura esteve em torno de 18° C. Durante esse período foram realizados um total de nove observações, em dias alternados (dia sim, dia não).

A avaliação sensorial foi realizada em salas separadas para firmeza e cor, a análise da firmeza foi conduzida em sala escura (segundo GORMLEY E KEPPEL, 1976). Para a cor as amostras foram colocadas próximas das janelas iluminadas por luz do dia, face norte e na presença de luz fluorescente, conforme realizado no teste FARNSWORTH MUSELL-100HUE (1957)

NOME _____

DATA _____

Avalie a intensidade da cor característica de tomate maduro de cada fruto, marcando com um traço a escala correspondente, o ponto que melhor corresponde à sua impressão.

Cor bem característica: tomate totalmente vermelho intenso.

Nenhuma cor característica: tomate totalmente verde.

AMOSTRA .		_____	
	nenhuma		bem característica
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	
_____		_____	

Figura (3.5.)- Ficha para avaliação sensorial da cor

NOME _____

DATA _____

FIRMEZA

Avalie manualmente a firmeza de cada fruto apertando-o delicadamente com a ponta de seus dedos. Expresse a intensidade de firmeza de cada fruto marcando com traço o ponto mais apropriado da escala.

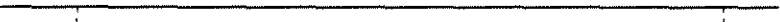
AMOSTRA	
	pouco firme bem firme
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	

Figura (3.6.) - Ficha para avaliação sensorial da firmeza

3.2.2.3 DETERMINAÇÃO INSTRUMENTAL DA FIRMEZA E COR DE TOMATES AO LONGO DO TEMPO DE MATURAÇÃO

Na sequência, após a análise sensorial, obteve-se a cor de 20 tomates através do espectrofotômetro de reflectância difusa, utilizando ângulo de observação de 10 graus, configuração CRIIS, iluminante D e padrão L, a, b. Foram feitas cinco leituras, em pontos diferentes, em cada tomate observado. Posicionando-se a abertura do aparelho no tomate. Utilizou-se o sistema proposto por Hunter Lab, conforme LITTLE (1982)

Com os resultados dos parâmetros L, a, b, c, e ΔE calcularam-se as grandezas estatísticas (média, análise de variância, coeficiente de variação, Tukey), e procurou-se estabelecer, através de regressão, possíveis correlações com valores obtidos da análise sensorial (cor e firmeza) com a cor instrumental, durante o tempo de maturação.

A firmeza instrumental foi obtida sequencialmente as análises do dia, através do MTS e de uma bateria de 20 tomates, apresentando o máximo de uniformidade, para cada tempo de maturação. A força de compressão foi aplicada como base no método recomendado por 368.2 da American Society of Agricultural Engineers (ASAE standard, 1993). Com o equipamento MTS, aplicou-se a força de compressão no tomate até sua ruptura, registrando-se todo o processo em carta graduada. A velocidade de aplicação da força foi de 1mm/seg, obtendo-se a curva força (kgf) pela deformação (mm).

A orientação dos tomates testados foi realizada conforme GORMLEY, KEPPEL (1976) e MILES et al (1969). Tomando-se um eixo no fruto, onde uma linha imaginária atravessou a ferida estiolar e a parte apical. O tomate foi posicionado no placa-plana fixo (MTS) de forma que esta linha imaginária ficou a ele paralela.

A posição do tomate no aparelho é mostrada na figura (3.7), onde a direção da força aplicada é perpendicular a linha imaginária no tomate

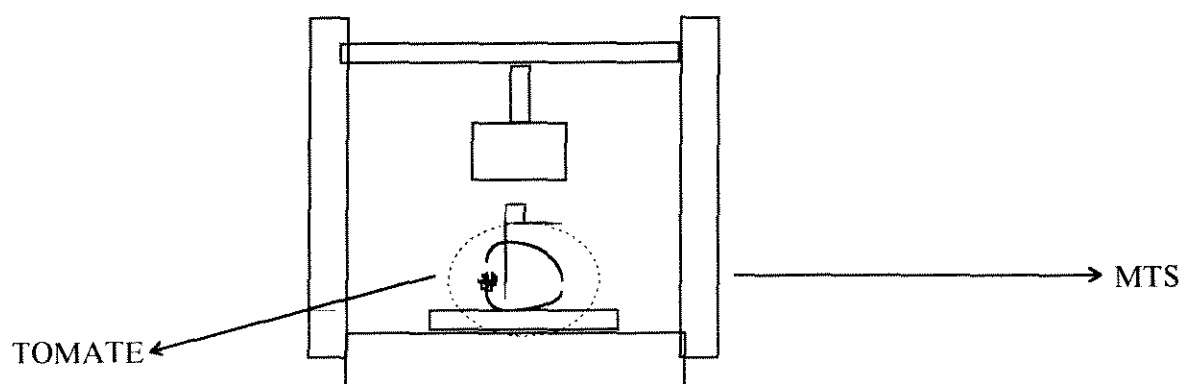


FIGURA (3.7) - Posição do tomate na placa plana do MTS.

Com resultados de força e deformação instrumentais calculou-se as grandezas estatísticas (média, análise de variância, coeficiente de variação e Tukey) e foi verificada possíveis correlações com os valores sensoriais (firmeza e cor) e instrumentais (cor e firmeza), durante a maturação, através de regressão linear simples e ajustado um modelo matemático adequado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISES PRELIMINARES

Imediatamente após a chegada dos tomates ao laboratório, foram feitas as análises de classificação comercial, tamanho do fruto, peso específico real, peso específico aparente e porosidade, demonstrando a uniformidade e o estado em que os tomates se apresentavam, condições indispensáveis para o prosseguimento do trabalho.

4.1.1. CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL

O tomate foi classificado em:

- Grupo I - Os tomates apresentaram diâmetro longitudinal maior que o transversal, apresentando dois lóculos (bilocular).
- Classe graúdo - Os tomates apresentaram diâmetro mínimo de 52 (cinquenta e dois) milímetros.
- Tipo Extra - A soma dos defeitos não excedeu 7% dos tomates da caixa

O tomate destinado ao presente trabalho apresentou as características do cultivar bem definidas, estava fisiologicamente desenvolvido, limpo, com coloração verde uniforme, livre de danos mecânicos ou fisiológicos, de pragas e doenças, isento de substâncias nocivas à saúde, permitindo-se apenas as tolerâncias previstas nas normas.

4.1.2, PESO ESPECÍFICO REAL, PESO ESP. APARENTE, POROSIDADE E TAMANHO

TABELA 4.1- RESULTADO MÉDIO PARA P_r , P_a , P , T.

AMOSTRA	PESO ESP. REAL(g/cm ³)	PESO ESP.APAR.(g/cm ³)	POROSIDADE(%)	TAMANHO (mm)	
	P_r	P_a	P	TRANS	LONG
1	0.964	0.542			
2	0.959	0.565			
3	0.957	0.550			
4	0.954	0.525			
5	0.952	0.557			
MÉDIA	0.957	0.550	43.60	66,1	68,1

4.2. COR E FIRMEZA : RESULTADOS SENSORIAIS E INSTRUMENTAIS

A tabela 4.2 apresenta os valores das médias, de todas as propriedades físicas, firmeza e cor (sensorial e instrumental) estudadas. Os resultados que deram origem a estas médias encontram-se no anexo.

TABELA 4.2- MÉDIA DIÁRIA (20 TOMATES) DOS VALORES OBTIDOS NOS EXPERIMENTOS PARA TODOS OS PARÂMETROS ANALISADOS (DADOS ORIGINAIS NO ANEXO).

dia	firmeza	cor sensorial.	força (kgf	)def. (mm)	cor "a"	cor "c"	cor "H"	cor "L"	cor "b"	cor "ΔE"
1	8.66	1.5	48.87	19.88	-5.11	21.97	103.52	49.46	21.33	54.11
3	8.44	1.33	41.12	20.97	-4.54	21.41	102.17	49.13	20.73	53.51
5	8.51	2.03	37.7	19.96	-2.98	21.56	96.72	47.16	21.02	51.72
8	6.37	3.86	25.07	20.37	6.06	23.23	76.1	42.29	21.24	50.39
10	6.42	5.5	21.37	21.1	7.98	23.76	67.38	42.02	20.94	47.62
12	5.88	6.67	17.01	19.9	15.11	25.71	53.1	40.22	19.74	47.28
15	3.67	7.54	12.44	20.77	16.24	23.97	45.4	38.09	17.73	45.04
17	4.04	7.85	11.84	19.55	17.96	25.41	45	37.75	17.88	45.47
19	4.25	8.22	12.75	21.39	20.03	26.09	40.33	36.74	17.59	45.39

Realizou-se a análise de variância e obteve-se os resultados apresentados na Tabela- 4.3.

TABELA 4.3 RESULTADOS DA ANÁLISE VARIÂNCIA (ANOVA), PARA AS VARIÁVEIS ESTUDADAS NAS AMOSTRAS DE TOMATES, REFERENTES AO PERÍODO DE MATURAÇÃO.

	P>F	C.V	R ²	média
firmeza sensorial	0.0001	36.1	0.41	6.16
cor sensorial	0.0001	40.42	0.63	5.05
força (kgf)	0.0001	35.29	0.69	25.6
cor "a"	0.0001	57.11	0.83	7.83
cor "C"	0.0001	9.66	0.37	23.66
cor "H"	0.0001	16.82	0.82	70.34
cor "E"	0.0063	121.33	0.12	11.78
cor "L"	0.0001	13.62	0.39	41.94
cor "b"	0.0151	18.2	0.11	19.34
DEF (mm)	0.4897	14.95	0.04	20.42

CV- coeficiente de variação; P> F - nível de significância; R² -coeficiente de correlação

A análise univariada dos dados de firmeza obtidos (ANOVA) indicou que pelo menos as amostras diferente entre si a $p \leq 0.05$..

Para comparação múltipla entre as médias utilizou-se o teste de Tukey, sendo que, os valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si a nível de 5% de significância.

Os resultados do teste de Tukey são apresentados a seguir, para cada grandeza estudada, analisando seu comportamento ao longo dos dias de maturação

TABELA 4.4 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA
FIRMEZA DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO

DIA	FIRMEZA		
1	8.66	a	estágio inicial
5	8.51	a	
3	8.44	a	
10	6.42	b	estágio intermediário
8	6.37	b	
12	5.88	b	
19	4.25	c	estágio final
17	4.04	c	
15	3.67	c	

Pode-se dizer que a firmeza sensorial média das amostras de tomate, referente aos dias de observação durante a maturação, não apresentou diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre os dias 1-3-5; 8-10-12; 15-17-19, mas ocorreu diferença ($p \leq 0.05$) entre esses grupos.

Os resultados indicaram que a firmeza sensorial de amostras de tomates, pertencentes a um mesmo estágio de maturação ou seja, no início, meio e final da maturação não mostraram diferença entre si. Entretanto, amostras pertencentes a diferentes estágios de maturação, diferenciaram entre si. Na média, o tomate levou entre 3 a 5 dias para passar de um estágio a outro de firmeza. Esses resultados também podem ser observados com relação à variável cor do tomate.

Três estágios de firmeza sensorial foram detectados o estágio inicial, quando o tomate apresentou-se firme, até o 5º dia de maturação; estágio intermediário, o quando o tomate apresentou-se mediantemente firme, do 8º ao 12º dia de maturação e o estágio final, quando o tomate apresentou-se pouco firme, a partir do 15º dia.

TABELA 4.5 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA
COR DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO

DIA	COR		
19	8.22	a	estágio final
17	7.85	a	
15	7.54	a	
12	6.67	a b	estágio intermediário-I
10	5.55	b	
8	3.86	c	estágio intermediário-II
5	2.03	c d	
1	1.50	d	estágio inicial
3	1.33	d	

Cor sensorial média das amostras de tomates, referente aos dias de observação durante a maturação, não apresentou diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre os dias 1-3-5; 5-8; 10-12; 12-15-17-19, mas ocorreu diferença ($p \leq 0.05$) entre esses grupos.

O tomate atingiu sua cor mais característica a partir do 12º dia. Apenas a partir do 10º dia o tomate atingiu uma cor moderadamente característica.

Os resultados indicaram que a cor sensorial não apresentou diferença no estágio inicial de maturação, ao redor de cinco dias. Após o 12º dia não houve mais diferença entre os frutos à cor determinada sensorialmente.

Pode-se verificar quatro estágios de cor sensorial: o estágio inicial, quando o tomate se apresenta verde, até o 5º dia de maturação; o estágio intermediário-I, quando o tomate apresentou-se verde-amarelado, do 5º ao 8º dia de maturação; o estágio intermediário-II, quando o tomate apresentou-se amarelo-vermelho, do 10º ao 12º dia de maturação e o estágio final, quando o tomate ficou totalmente vermelho, a partir do 12º dia.

TABELA 4.6 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA
FORÇA DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO

DIA	FORÇA	
1	48.87	a
3	41.12	a b
5	37.70	b
8	25.07	c
10	21.37	c d
12	17.01	c d e
19	12.75	d e
15	12.44	d e
17	11.84	e

Força instrumental média das amostras de tomate, referente aos dias de observação durante a maturação, não apresentou diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre os dias 1-3; 3-5; 8-10-12; 10-12-15-19 e 12-15-17-19, mas ocorreu diferença ($p \leq 0.05$) entre esses grupos.

Os resultados instrumentais de medida de textura confirmaram os resultados obtidos sensorialmente. O teste instrumental foi mais discriminativo que o teste sensorial no estágio inicial de maturação, porém apresentou o mesmo poder discriminativo que as médias sensoriais no estágio intermediário e final de maturação dos frutos. Notou-se também, que a força instrumental não diferenciou tomates em estágio de maturação ao redor de quatro dias. Após o 12º dia não houve mais diferença significativa entre os frutos com relação à textura determinada instrumentalmente. Essa tendência também foi observada com relação aos resultados sensoriais.

TABELA 4.7 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY ,PARA
COR "a" DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO

DIA	COR "a"				
19	20.03		a	estágio final	
17	17.96		a b		
15	16.24		a b	estágio intermediário-II	
12	15.11		b		
10	7.98		c	estágio intermediário-I	
8	6.06		c		
5	-2.98		d		
3	-4.54		d	estágio inicial	
1	-5.11		d		

Para o parâmetro "a" de cor, dimensão verde-vermelho, não se observou diferença significativa entre frutos pertencentes a um mesmo estágio de maturação. Os tomates não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre os dias 19-17-15; 17-15-12; 10-8; 5-3-1, mas ocorreu diferença ($p \leq 0.05$) entre esses grupos, especialmente para os dois últimos.

Os resultados indicaram que os tomates não se diferenciaram com relação ao parâmetro “a” de cor nos primeiros cinco dias. Após o 15º dia de maturação não houve mais diferença significativa entre os frutos.

Quatro estágios podem ser notados para o parâmetro “a”, dimensão verde-vermelho obtido instrumentalmente. O estágio inicial, quando o tomate apresentou-se verde, até o 5º dia de maturação; o estágio intermediário I, quando o tomate apresentou-se verde-amarelado, do 8º ao 10º dia de maturação; o estágio intermediário II, quando o tomate apresentou-se amarelo-vermelho, do 12º ao 17º dia de maturação e o estágio final, a partir do 15º dia até o 19º dia, quando o tomate tornou-se totalmente vermelho.

Esses estágios também foram observados com relação aos resultados de cor sensorial, mas com uma pequena diferença nos dias que compõem os dias dos estágios. Para os resultados instrumentais, esses grupos apresentaram-se cerca de dois dias a mais de maturação quando comparados ao sensorial.

TABELA 4.8 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA
COR "c" DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO

DIA	COR "c"			
19	26.09		a	
12	25.71		a	estágio final
17	25.41		a b	
15	23.97		a b	estágio intermediário
10	23.76		a b c	
8	23.23		b c	
1	21.97		c	estágio inicial
5	21.56		c	
3	21.41		c	

O parâmetro "c" de cor, que representa a cromaticidade média das amostras de tomates referente aos dias de observação, durante a maturação, não apresentou diferença significativa ($p \leq 0.05$) entre os dias 19-17-15-12-10; 17-15-10-8; 10-8-5-3-1. Estes resultados mostraram uma nítida transição pelos três estágios, com a cromaticidade crescendo aos poucos durante a maturação.

A cromaticidade alterou-se muito certamente no início do período, evoluindo no estágio intermediário com leve transição para o estágio final.

De maneira geral, pode-se sugerir três estágios de cromaticidade. Um estágio inicial, quando o tomate apresentou-se com menos croma, do primeiro ao oitavo dia de maturação; um estágio intermediário, quando o tomate apresentou-se com um pouco mais de croma, do oitavo ao décimo quinto dia de maturação e o estágio final, quando o tomate apresentou a maior croma, a partir do décimo quinto dia de maturação.

TABELA 4.9 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY PARA
COR "H" DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO

DIA	COR "H"			
1	103.52	 	a	estágio inicial
3	102.17		a	
5	96.72		a	
8	76.10	 	b	estágio intermediário-I
10	67.38		b	
12	53.10	 	c	estágio intermediário-II
15	45.40		c d	
17	45.00		c d	estágio final
19	40.33	 	d	

O parâmetro "H" de cor, que representa a tonalidade média das amostras de tomates referente aos dias de observação, durante a maturação, não apresentou diferença

significativa ($p \leq 0.05$) entre os dias 1-3-5; 8-10; 12-15-17; 15-17-19, mas ocorreu diferença entre esses grupos, em especial correlação aos dois primeiros.

Os resultados indicaram que a tonalidade de amostras de tomates, pertencentes a um mesmo estágio de maturação, ou seja, no início, intermediários e final da maturação não mostra diferença entre si. Na média, o tomate levou entre 3 a 6 dias para passar de um estágio de maturação a outro.

Quatro estágios de tonalidade puderam ser notados. O estágio inicial, quando o tomate apresentou-se com maior tonalidade, do primeiro ao quinto dia de maturação; o estágio intermediário-I quando o tomate apresentou tonalidade decrescente, do oitavo ao décimo dia. O estágio intermediário-II do décimo segundo ao décimo sétimo dia pode ser situado a partir do 12º dia, com transição suave para o estágio final, quando o tomate apresentou a menor tonalidade, nos últimos dias do período de maturação

TABELA 4.10 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY ,PARA
VARIAÇÃO TOTAL DA COR DURANTE OS DIAS DE
MATURAÇÃO

DIA	COR “ ΔE ”
1	54.11 a
3	53.51 a
5	51.72 a
8	50.39 a b
10	47.62 a
12	47.28 a
17	45.47 a b
19	45.39 a b
15	45.04 a b

O parâmetro “ ΔE ”, que representa a variação total da cor das amostras de tomate, referente aos dias de observação, durante a maturação, não diferenciou-se de maneira significativa ($p \leq 0.05$) ao longo dos dias de maturação. Não foi, portanto, um parâmetro importante no estudo realizado, sendo inviável utilizá-lo como critério diferenciador.

Os resultados indicam que a variação total da cor de tomates não diferenciou significativamente para os tomates entre os dias de maturação, com exceção para o oitavo dia e os últimos cinco dias de maturação.

TABELA 4.11 - RESULTADO DO TESTE DE TUKEY .PARA
COR "L" DURANTE OS DIAS DE MATURAÇÃO

DIA COR "L"				
1	49.46	a		estágio inicial
3	49.13	a		
5	47.16	a b		estágio intermediário-I
8	42.29	a b c		estágio-intermediário
10	42.02	b c d		
12	40.22	c d		estágio final
15	38.09	d		
17	37.75	d		
19	36.74	d		

O parâmetro "L", que nos dá a luminosidade instrumental média das amostras de tomate, referentes aos dias de observação, durante a maturação , não apresentou diferença

significativa ($p \leq 0.05$).entre os dias 1-3-5-8; 5-8-10; 8-10-12; 10-12-15-17-19. Estes resultados mostraram clara diferenciação entre o estágio inicial e o final, passando por etapas intermediárias de transição pouco acentuadas.

Os resultados indicaram que a luminosidade da amostras de tomates não se diferenciou durante os primeiros cinco dias. Após o décimo dia não houve mais diferença significativa entre os frutos, com relação ao parâmetro “L” de luminosidade instrumental. Essa tendência foi observada também com relação aos valores sensoriais de cor, cromaticidade, e em relação a força instrumental.

Quatro estágios de luminosidade foram notados. Um estágio inicial, quando o tomate apresentou-se com mais luminosidade, do primeiro ao quinto dia de maturação; os estágios intermediário-I e intermediário-II, quando o tomate apresentou luminosidade decrescente e pouco diferenciada estatisticamente, no período do quinto ao décimo dia de maturação e o estágio final, quando o tomate apresentou a menor luminosidade, a partir do décimo dia de maturação.

4.3. ESTABELECIMENTO DAS CORRELAÇÕES E ANÁLISE DAS EQUAÇÕES RESULTANTES DO PROCESSO DE REGRESSÃO LINEAR.

A tabela 4.12. apresenta as equações obtidas, o coeficiente de correlação e a significância, mostrando que, com exceção das tentativas de estabelecer relações com a deformação, todos os resultados são positivos. Muitas das grandezas estão relacionadas através de equações com alto valor do coeficiente de correlação e acentuada significância.

A seguir, analisa-se cada equação obtida.

TABELA 4.12- EQUAÇÕES OBTIDAS PELA REGRESSÃO LINEAR, COM RESPECTIVOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E SIGNIFICÂNCIA..

	regressão linear	coeficiente correlação	nível de significância
Firmeza X Tempo (Dia)	$y_1 = 9.26 - 0.3x$	$r^2 = 0.92$	$p < 0.0001$
Cor X Tempo (Dia)	$y_2 = 0.56 + 0.44x$	$r^2 = 0.96$	$p < 0.0001$
Força (kgf) X Tempo (Dia)	$y_3 = 46.5 - 2.11x$	$r^2 = 0.92$	$p < 0.0001$
Deformação(mm(X Tempo (Dia)		$r^2 = 0.043$	$p < 0.5934$
cor.a. X Tempo (Dia)	$y_4 = -7.8 + 1.56x$	$r^2 = 0.96$	$p < 0.0001$
cor .c. X Tempo (Dia)	$y_5 = 21.1 + 0.26x$	$r^2 = 0.96$	$p < 0.0001$
cor .H. X Tempo (Dia)	$y_6 = 109.95 - 4.0x$	$r^2 = 0.96$	$p < 0.0001$
cor . L. X Tempo (Dia)	$y_7 = 50.2 - 0.77x$	$r^2 = 0.96$	$p < 0.0001$
cor .b. X Tempo (Dia)	$y_8 = 22.1 - 0.23x$	$r^2 = 0.80$	$p < 0.0011$
cor .ΔE. X Tempo (Dia)	$y_9 = 54.43 - 0.55x$	$r^2 = 0.94$	$p < 0.0001$
Força (kgf) X Firmeza	$y_{10} = -16.37 + 6.68x$	$r^2 = 0.90$	$p < 0.0001$
Deformação (mm) X Firmeza		$r^2 = 0.03$	$p < 0.6605$
Cor X Firmeza	$y_{11} = 13.52 - 1.37x$	$r^2 = 0.93$	$p < 0.0001$
cor .a. X Firmeza	$y_{12} = 38.49 - 4.9x$	$r^2 = 0.93$	$p < 0.0001$
cor .c. X Firmeza	$y_{13} = 28.46 - 0.76x$	$r^2 = 0.72$	$p < 0.0041$
cor .H. X Firmeza	$y_{14} = -8.8 + 12.61x$	$r^2 = 0.94$	$p < 0.0001$
cor .L. X Firmeza	$y_{15} = 27.44 + 2.42x$	$r^2 = 0.94$	$p < 0.0001$
cor .b. X Firmeza	$y_{16} = 15.25 + 0.73x$	$r^2 = 0.79$	$p < 0.0012$
cor .ΔE. X Firmeza	$y_{17} = 38.18 + 1.72x$	$r^2 = 0.92$	$p < 0.0001$
Força (kgf)X Cor	$y_{18} = 48.94 - 4.77x$	$r^2 = 0.94$	$p < 0.0001$
Deformação (mm) X Cor		$r^2 = 0.03$	$p < 0.6858$
cor .a. X Cor	$y_{19} = -9.7 + 3.55x$	$r^2 = 0.99$	$p < 0.0001$
cor .c. X Cor	$y_{20} = 20.73 + 3.55x$	$r^2 = 0.88$	$p < 0.0002$
cor .H. X Cor	$y_{21} = 114.96 - 9.10x$	$r^2 = 0.99$	$p < 0.0001$
cor .L. X Cor	$y_{22} = 51.03 - 1.72x$	$r^2 = 0.97$	$p < 0.0001$
cor .b. X Cor	$y_{23} = 22.23 - 0.49x$	$r^2 = 0.74$	$p < 0.0030$
cor .ΔE. X Cor	$y_{24} = 55.1 - 1.24x$	$r^2 = 0.97$	$p < 0.0001$
Deformação (mm) X Força (kgf)		$r^2 = 0.03$	$p < 0.6412$
cor .a. X Força (kgf)	$y_{25} = 25.76 - 0.71x$	$r^2 = 0.95$	$p < 0.0001$
cor .c. X Força (kgf)	$y_{26} = 26.57 - 0.11x$	$r^2 = 0.78$	$p < 0.0001$
cor .H. X Força (kgf)	$y_{27} = 24.03 + 1.81x$	$r^2 = 0.96$	$p < 0.0001$
cor L X Força (kgf)	$y_{28} = 33.68 + 0.35x$	$r^2 = 0.97$	$p < 0.0001$
cor .b. X Força (kgf)	$y_{29} = 17.48 + 0.092x$	$r^2 = 0.62$	$p < 0.0117$
cor .ΔE. X Força (kgf)	$y_{30} = 42.58 + 0.25x$	$r^2 = 0.96$	$p < 0.0001$

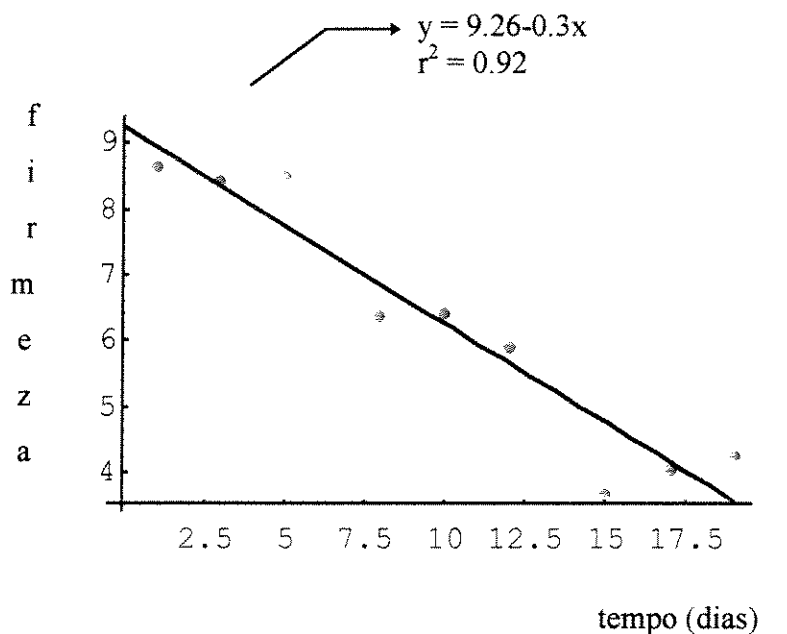


figura 4.1. - Regressão linear simples entre firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$

A Figura 4.1. apresenta o comportamento da firmeza sensorial em relação ao tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.92$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 8% das variações nos valores da firmeza sensorial do tomate que ocorre devido a fatores outros que não o tempo e armazenagem.

O coeficiente linear de regressão $b = -0.3$ indica que a cada dia de maturação implica em decréscimo nos valores da firmeza sensorial do tomate.

A firmeza do tomate, medida sensorialmente, decresce com o passar dos dias de maturação, de acordo com a equação linear acima apresentada.

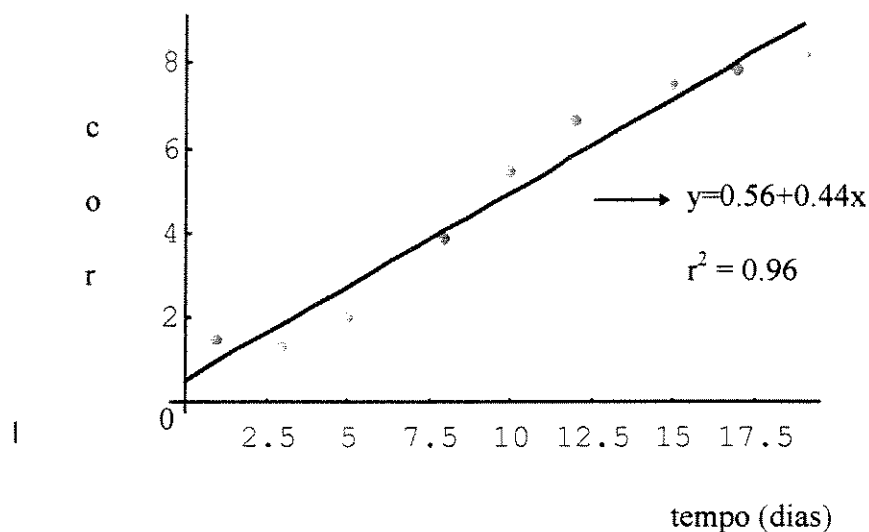


Figura 4.2. - Regressão linear simples entre cor sensorial (0 = totalmente verde e 9 = totalmente vermelho) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$.

A Figura 4.2. mostra a variação de cor sensorial em relação ao tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear $r^2 = 0.96$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 4% nos valores da cor sensorial do tomate, que ocorre devido a fatores outros que não o tempo de armazenagem.

O coeficiente linear de regressão, $b = +0.44$ indica que a cada dia de maturação implica em acréscimo nos valores de cor sensorial do tomate.

A cor do tomate passou de verde para vermelho segundo a equação apresentada acima, interpretada como uma mudança linear do ponto de vista da percepção sensorial.

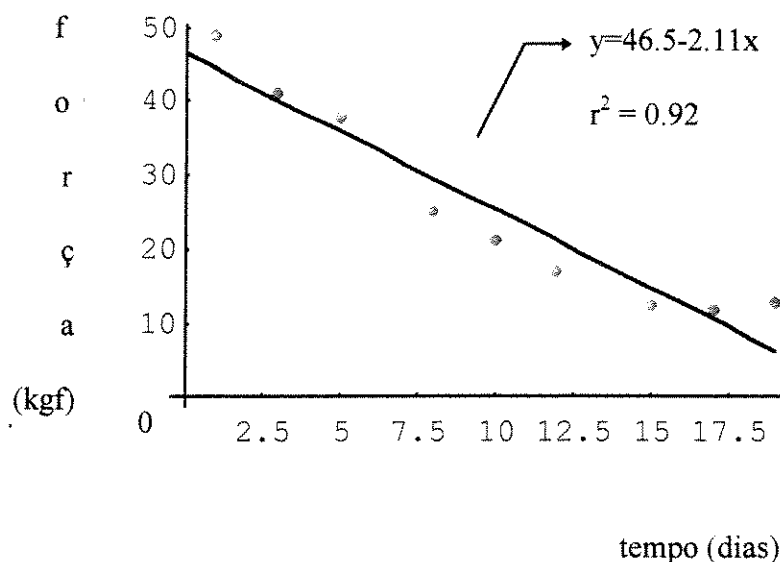


Figura 4.3. - Regressão linear simples entre força (kgf) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$.

Pela Figura 4.3. força em relação ao tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação linear existente entre as duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.92$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 8% nos valores da força instrumental do tomate que ocorre devido a fatores que não o tempo de armazenagem.

O coeficiente linear de regressão, $b = -2.11$, indica que a cada dia de maturação implica em um decréscimo nos valores da força aplicada no tomate, até seu rompimento.

Podemos verificar que com o passar dos dias de maturação a força (kgf) necessária para apertar os tomates é menor, apresentando relação linear entre esses parâmetros.

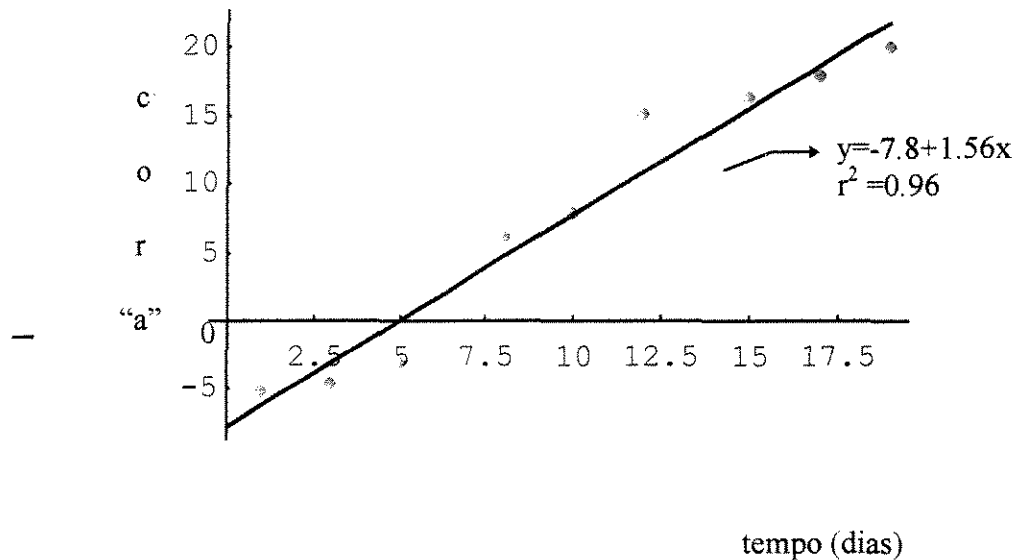


Figura 4.4. - Regressão linear simples entre cor a instrumental (-20 = verde e +20 = vermelho) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$

A Figura 4.4. apresenta a variação do parâmetro “a” de cor instrumental em relação ao tempo de maturação, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.96$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 4% nos valores do parâmetro “a” de cor do tomate que ocorre devido a fatores que não o tempo de armazenagem..

O coeficiente de regressão, $b = +1.56$, indica que a cada dia de maturação que implica em um acréscimo nos valores do parâmetro “a” de cor do tomate.

Os resultados mostram que o tomate passou de verde pouco intenso para um vermelho intenso com os dias de maturação, segundo a equação linear apresentada acima.

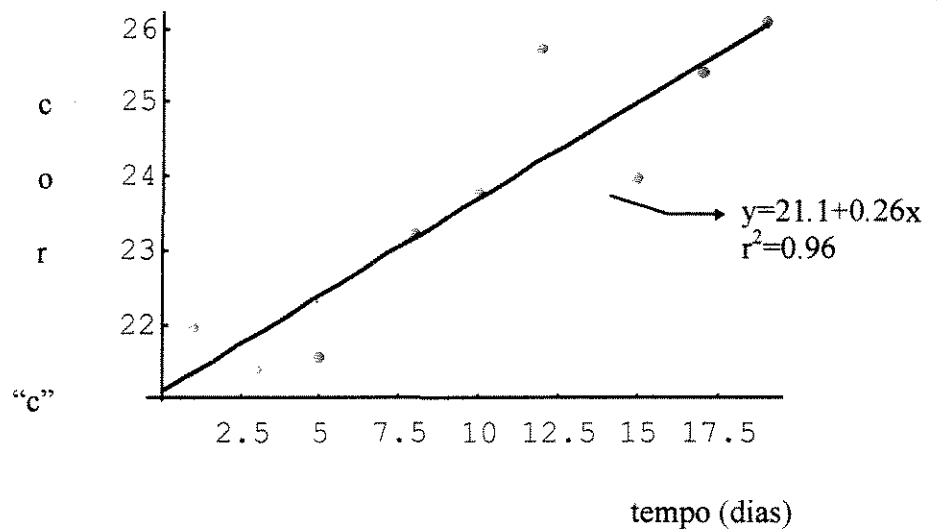


Figura 4.5 - Regressão linear simples entre cor c instrumental (cromaticidade) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$

Através da Figura 4.5. parâmetro “c” de cor em relação ao tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.96$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 4% nos valores do parâmetro “c” de cor do tomate que ocorre devido a fatores outros que não o tempo de armazenagem.

O coeficiente linear de regressão, $b = +0.26$, nos indica que o aumento de um dias de maturação implica em um acréscimo nos valores do parâmetro “c” de cor do tomate.

É inquestionável a relação linear existente entre a cromaticidade e o tempo de maturação, indicando que com o passar dos dias aumenta a cromaticidade do tomate.

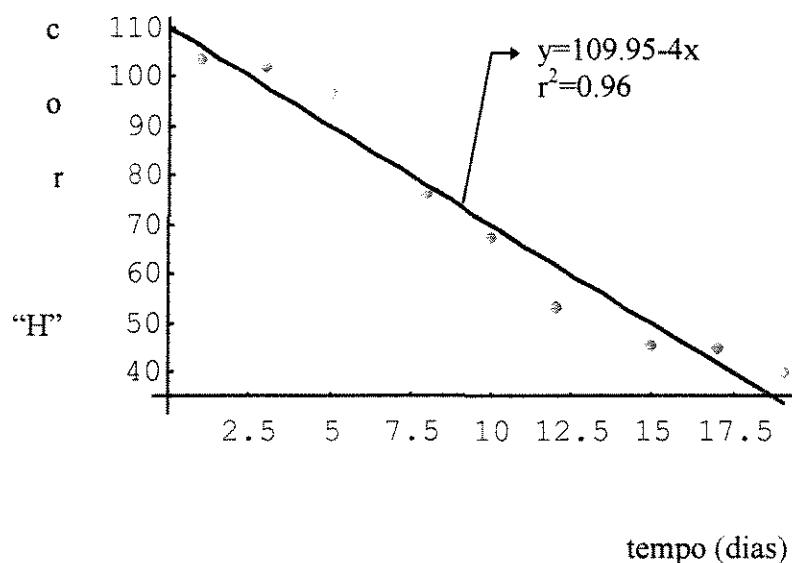


Figura 4.6. - Regressão linear simples entre cor "H" instrumental (tonalidade) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$

Pela Figura 4.6. parâmetro "H" de cor com relação ao tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.96$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 4% das variações nos valores do parâmetro "H" de cor do tomate, que ocorre devido a fatores outros que não o tempo de armazenagem.

O coeficiente linear de regressão, $b = -4.0$, indica que o aumento dia de um de maturação implica em um decréscimo no parâmetro "H" de cor do tomate.

A tonalidade do tomate decresce segundo a equação linear apresentada acima, com o passar dos dias de maturação.

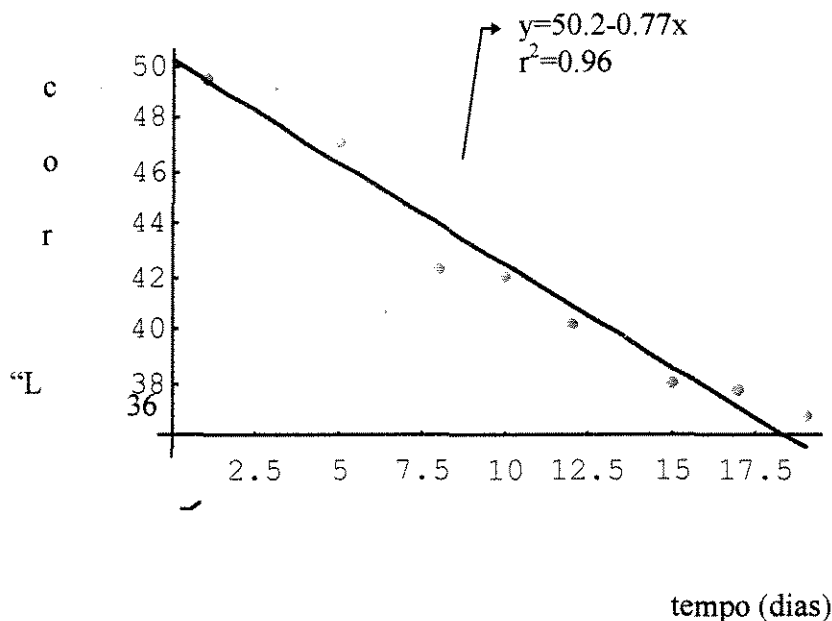


Figura 4.7. - Regressão linear simples entre cor "L" instrumental (luminosidade) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0001$

A Figura 4.7. mostra a variação parâmetro "L" de cor em relação tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.96$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 4% nos valores do parâmetro "L" de cor do tomate, que ocorre devido a fatores outros que não o tempo de armazenamento.

O coeficiente linear de regressão, $b = -0.77$, indica que a cada dia de maturação implica em um decréscimo no valor do parâmetro "L" do tomate.

A luminosidade do tomate obtida instrumentalmente diminui com os dias de maturação, apresentando comportamento linear.

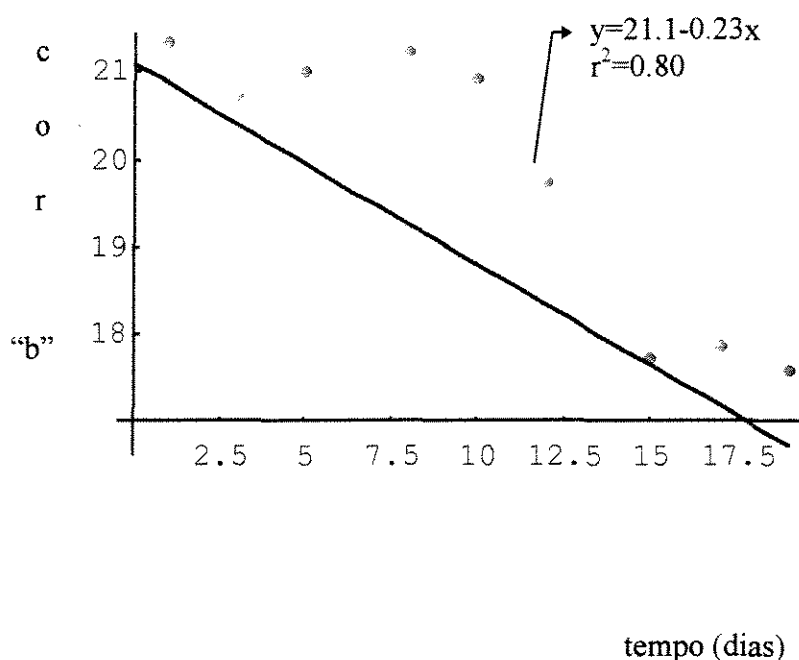


Figura 4.8. - Regressão linear simples entre cor b instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e tempo (dias) de maturação, apresentando $p \leq 0.0011$

Pela Figura 4.8. parâmetro “b” de cor pelo tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação, $r^2 = 0.80$, que pode ser considerado bom. Existe uma variação de 20% nos valores do parâmetro “b” de cor do tomate que ocorrem devido a fatores outros que não o tempo de armazenagem.

O coeficiente linear de regressão, $b = -0.23$, indica que a cada dia de maturação implica em um decréscimo no parâmetro “b” do tomate.

Podemos afirmar que com o passar dos dias o tomate perdeu a cor azul e ganhou cor amarela.

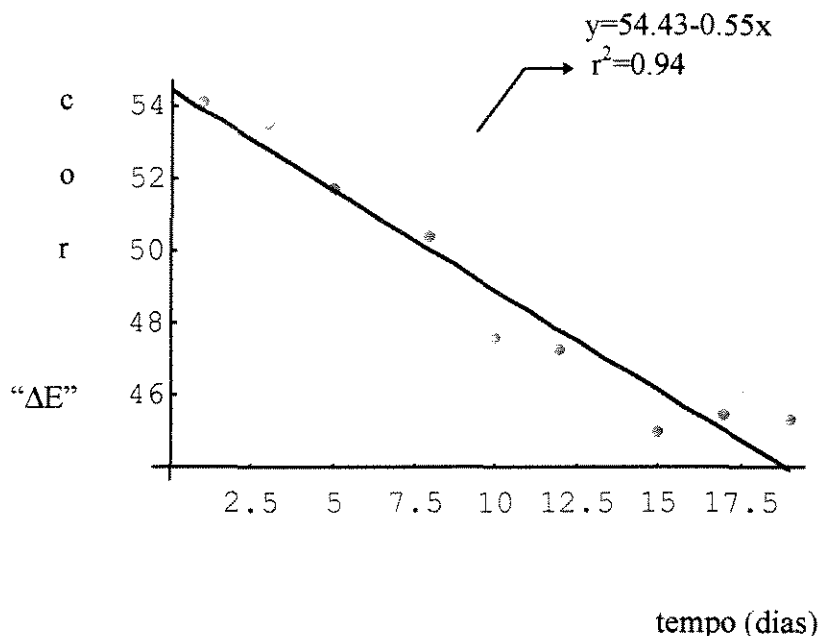


Figura 4.9. - Regressão linear simples entre cor "ΔE" instrumental (variação total da cor do fruto) e tempo (dias) de maturação, apresenta $p \leq 0.0001$

Através da Figura 4.9. parâmetro "ΔE" de cor pelo tempo de amadurecimento, verifica-se que há relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação, $r^2 = 0.94$, de valor bastante alto. Existe uma variação de 6% nos valores do parâmetro "ΔE" de cor do tomate, que ocorre devido a fatores outras que não o tempo de armazenagem.

O coeficiente linear de regressão, $b = -0.55$, indica que se ao aumentar um dia de maturação, implica em um decréscimo nos valores do parâmetro "ΔE" de cor do tomate.

A variação total da cor do tomate medida instrumentalmente, decresce com os dias de maturação, essa relação é interpretada de forma linear.

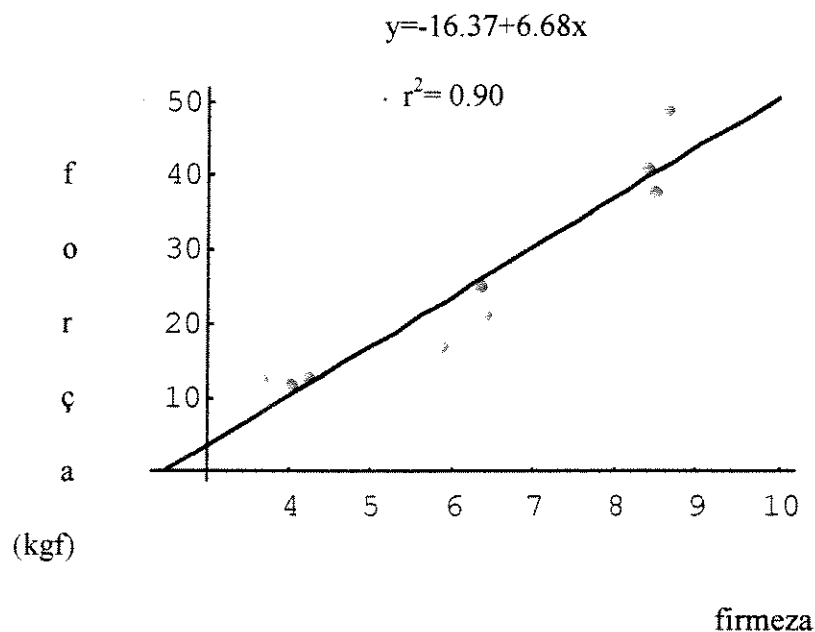


Figura 4.10. - Regressão linear simples entre força instrumental (kgf) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$

Observando a Figura 4.10 força instrumental pela firmeza sensorial verifica-se que há relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação $r^2 = 0.90$, de valor alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = +6.68$, indica que a cada aumento unitário verificado na firmeza sensorial, implica em acréscimo nos valores da força instrumental obtida para o tomate.

A força (kgf) de compressão dos tomates obtida instrumentalmente possui correlação linear com a firmeza sensorial. Podemos dizer que o consumidor ao escolher o tomate pela percepção da firmeza reproduz a resposta instrumental da força.

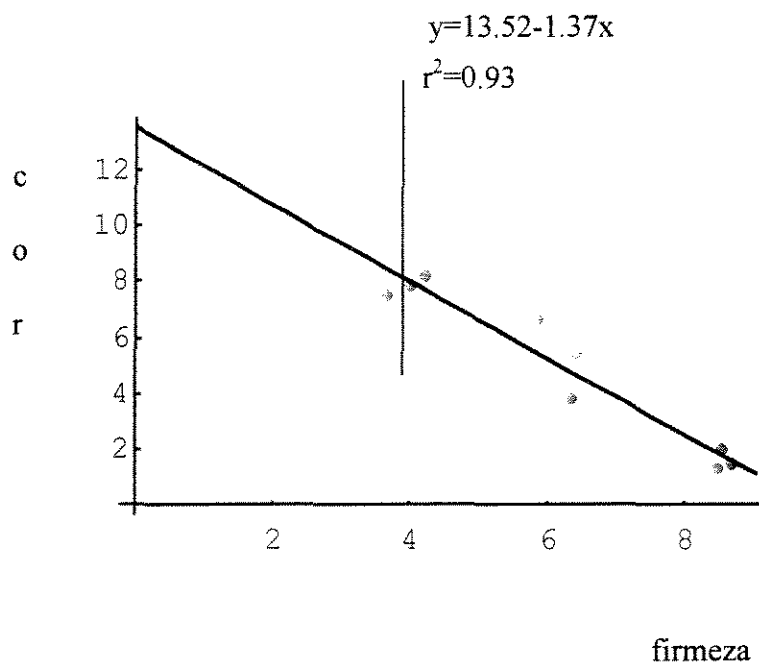


Figura 4.11- Regressão linear simples entre cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$.

Observando a Figura 4.11. cor sensorial pela firmeza sensorial, verifica-se que há relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação $r^2 = 0.93$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = -1.37$, indica que a cada aumento unitário, verificado na firmeza sensorial, implica em decréscimo nos valores cor sensorial do tomate

O provador relacionou linearmente a cor vermelha á perda de firmeza no tomate o que de fato ocorreu como foi mostrado pelos valores instrumentais.

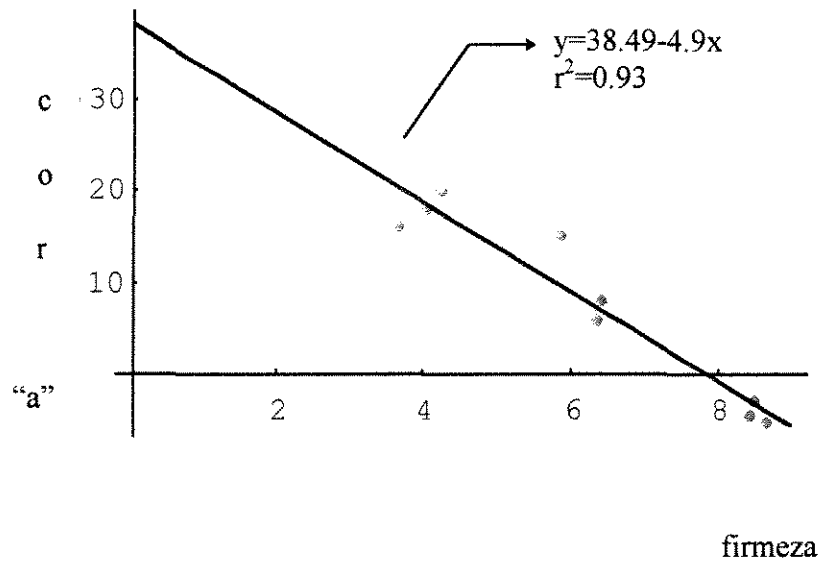


Figura 4.12. - Regressão linear simples entre cor “a” instrumental (-20 = verde e 20 = vermelho) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme, apresentando $p \leq 0.0001$

A Figura 4.12. apresenta a variação do parâmetro “a” de cor em função da firmeza sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação, $r^2 = 0.96$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = -4.9$, indica que a cada aumento unitário verificado na firmeza, implica em decréscimo nos valores do parâmetro “a” da cor do tomate.

O tomate passou de verde pouco intenso para um vermelho intenso segundo a perda da firmeza, interpretado como uma mudança linear.

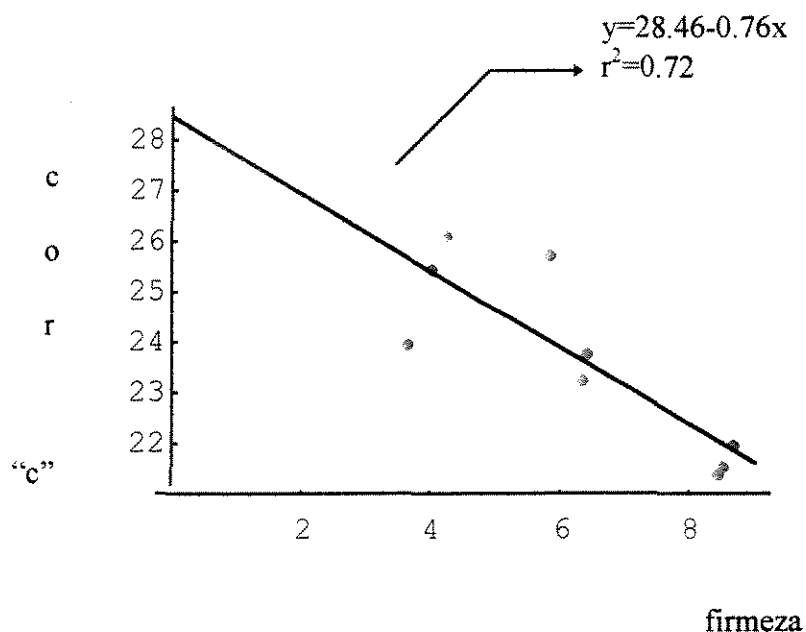


Figura 4.13. - Regressão linear simples entre cor “c” instrumental (cromaticidade) e

firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0041$

Pela Figura 4.13. parâmetro “c” de cor pela firmeza sensorial, verifica-se que há relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação, $r^2 = 0.72$, de valor médio.

O coeficiente linear de regressão, $b = -0.76$, indica que a cada aumento unitário, verificado na firmeza, implica em decréscimo nos valores do parâmetro “c” da cor do tomate.

Estes resultados mostraram, que a cromaticidade medida instrumentalmente, decresce com o aumento da firmeza verificada pelos testes sensoriais, de forma linear.

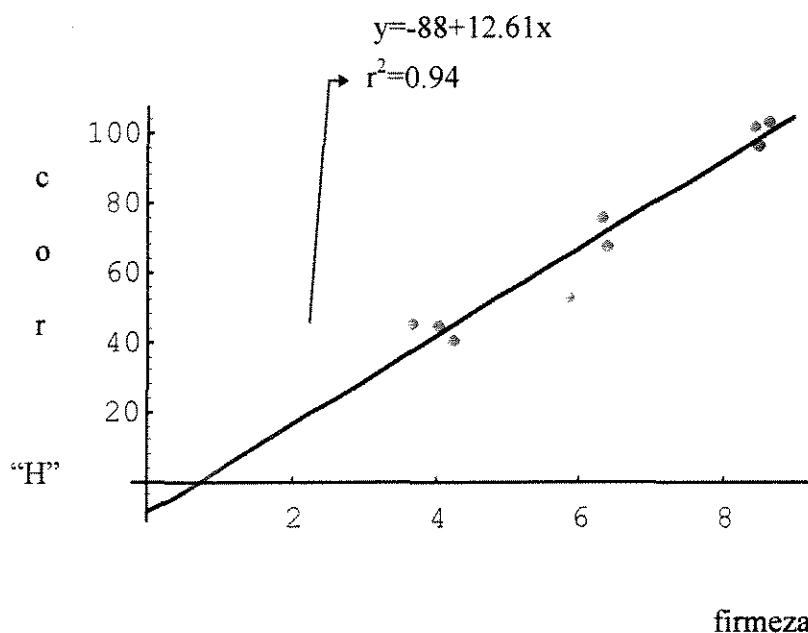


Figura 4.14. - Regressão linear simples entre cor “H” instrumental (tonalidade) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$

Através da Figura 4.14. parâmetro “H” de cor em função da firmeza sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.94$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = +12.61$, indica que a cada aumento verificado na firmeza, implica no acréscimo dos valores do parâmetro “H” da cor do tomate.

A tonalidade do tomate diminuiu com a menor firmeza verificada sensorialmente, e representada pela equação linear acima.

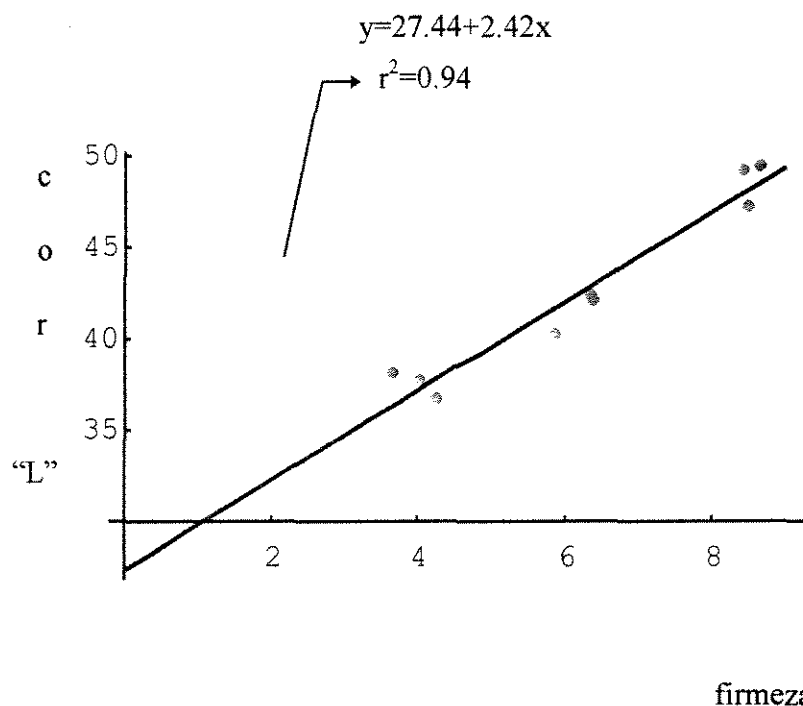


Figura 4.15. - Regressão linear simples entre cor “L” instrumental (luminosidade) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$

Com base na Figura 4.15. parâmetro “L” de cor em função da firmeza sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.94$, de valor bastante alto.

O coeficiente de regressão, $b = +2.42$, indica que a cada aumento unitário, verificado na firmeza, corresponde um acréscimo de 2.42 nos valores do parâmetro “L” da cor do tomate.

A luminosidade do tomate diminui conforme a firmeza sensorial é reduzida, sendo representada através da equação linear acima.

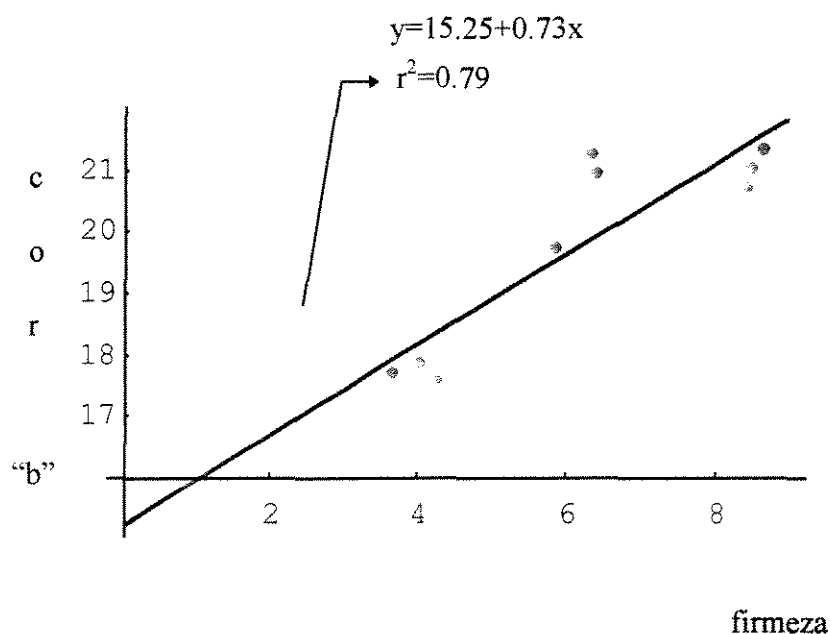


Figura 4.16. - Regressão linear simples entre cor “b” instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0012$

Observando-se a Figura 4.16. parâmetro “b” de cor em função da firmeza sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.79$, de valor médio.

O coeficiente linear de regressão, $b = +0.73$, indica que a cada aumento unitário, verificado na firmeza, implica em acréscimo nos valores do parâmetro “b” da cor do tomate.

Podemos afirmar que o tomate perde a cor azul e ganha cor amarela conforme diminui sua firmeza, verificado através de uma relação linear.

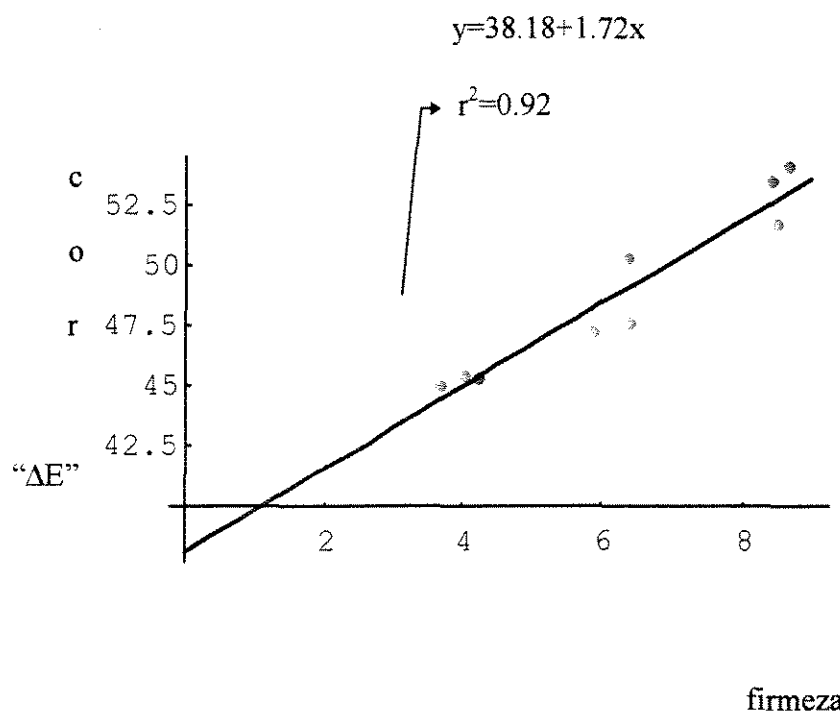


Figura 4.17. - Regressão linear simples entre cor “ΔE” instrumental (variação total da cor do fruto) e firmeza sensorial (0 = pouco firme e 9 = muito firme), apresentando $p \leq 0.0001$

Observando-se a Figura 4.17. parâmetro “ΔE” de cor em função da firmeza sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2= 0.92$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b=1.72$, indica que o aumento unitário verificado na firmeza verifica-se um acréscimo nos valores do parâmetro “ΔE” da cor do tomate.

Podemos verificar que ao diminuir a variação total da cor do tomate diminui a firmeza obtida sensorialmente, de forma linear.

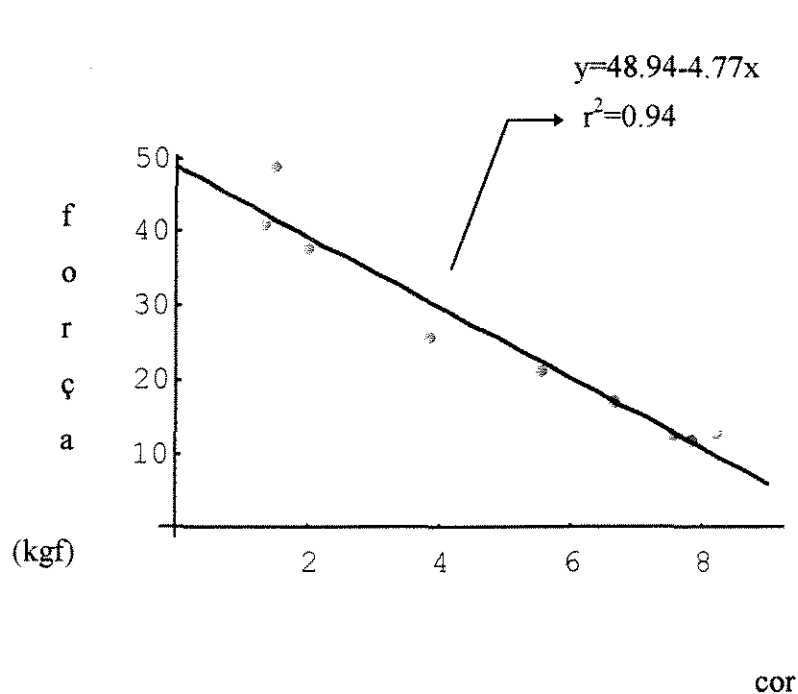


Figura 4.18. - Regressão linear simples entre força instrumental (kgf) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$

A Figura 4.18. apresenta a variação da força instrumental em função da cor sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.94$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = -4.77$, indica que um aumento unitário, verificado na cor sensorial, implica em decréscimo nos valores da força instrumental do tomate.

A firmeza detectada instrumentalmente possui correlação linear com a cor sensorial. A observação da cor, feita pelo consumidor, ao escolher tomates, reproduz os testes mecânicos de força.

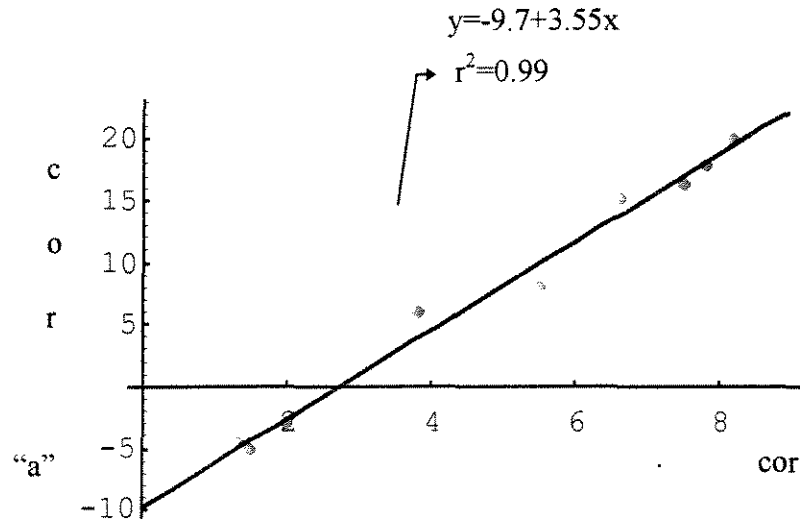


Figura 4.19. - Regressão linear simples entre cor “a” instrumental (-20 = verde e + 20 = vermelho) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$

Pela Figura 4.19. parâmetro “a” de cor instrumental em função cor sensorial, verifica-se a relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação, $r^2 = 0.99$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = +3.55$, nos indica que a cada aumento verificado na cor sensorial, implica em acréscimo nos valores do parâmetro “a” da cor do tomate.

A passagem de cor verde para vermelha, detectada instrumentalmente nos tomates, corresponde a passagem de cor verde para vermelha obtida sensorialmente. A apreciação da cor, feita pelo consumidor ao escolher tomates, reproduz os testes de cor instrumentais

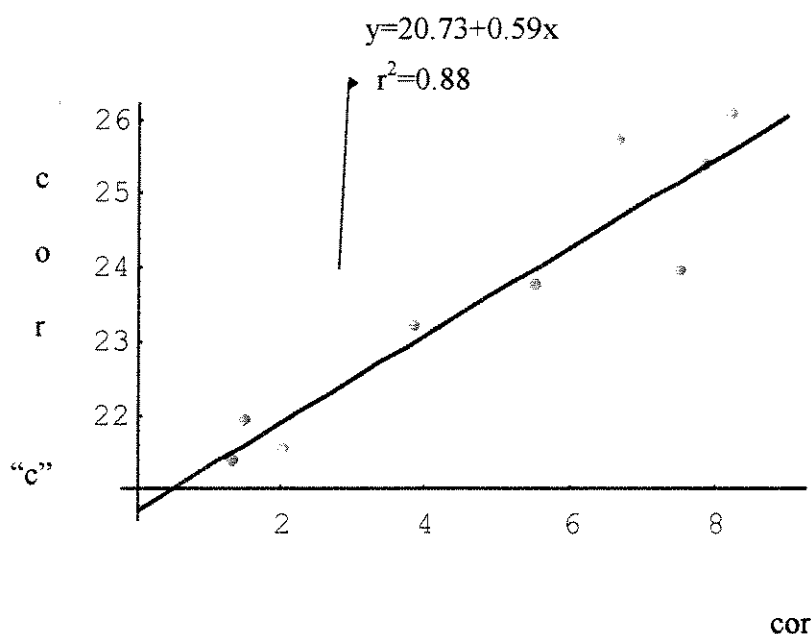


Figura 4.20. - Regressão linear simples entre cor “c” instrumental (cromaticidade) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0002$

Através da Figura 4.20. parâmetro “c” de cor instrumental em relação á cor sensorial, pode-se verificar a relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.88$, de valor alto.

O coeficiente linear de regressão, $b=+0.59$, indica que a cada aumento verificado na cor sensorial, implica em acréscimo nos valores do parâmetro “c” de cor do tomate.

Estes resultados mostraram, que a cromaticidade medida instrumentalmente, cresce com o aumento da cor vermelha verificada pelos testes sensoriais, de forma linear..

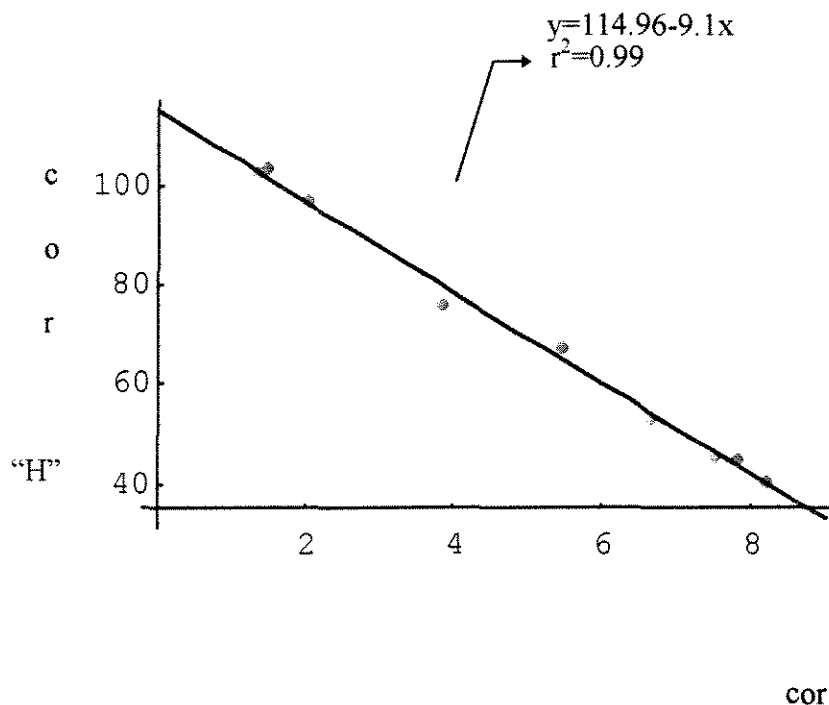


Figura 4.21. - Regressão linear simples entre cor "H" instrumental (tonalidade) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$

Com base na Figura 4.21. parâmetro "H" de cor instrumental em relação à cor sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.99$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = -9.1$, indica que a cada aumento verificado na cor sensorial, implica em decréscimo nos valores do parâmetro "H" de cor do tomate.

A tonalidade do tomate diminuiu quanto mais cor vermelho esse se apresentava, segundo a equação linear apresentada acima.

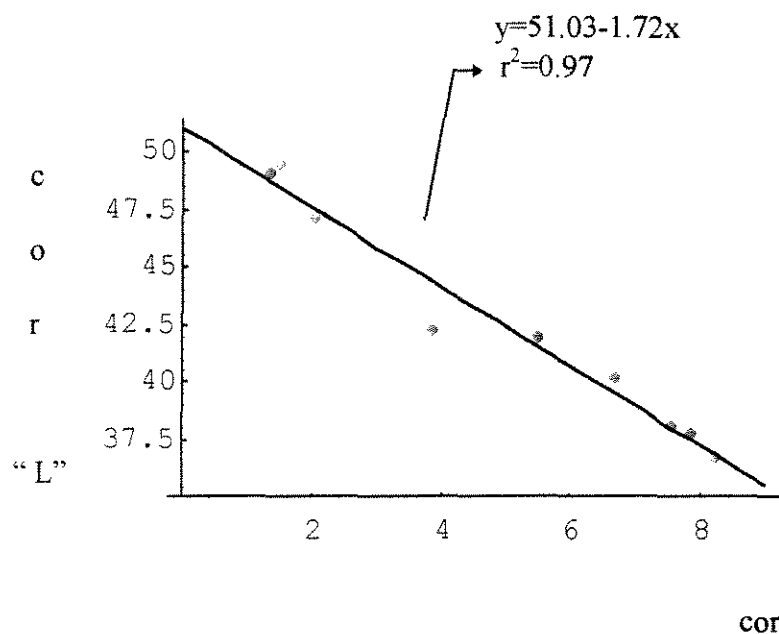


Figura 4.22. - Regressão linear simples entre cor "L" instrumental (luminosidade) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$

Observando-se a Figura 4.22. parâmetro "L" de cor instrumental em função da cor sensorial, verifica-se que há relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação, $r^2 = 0.97$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = -1.72$, indica que um aumento unitário, verificado na cor sensorial, implica em decréscimo nos valores do parâmetro "H" da cor do tomate.

Observamos que o tomate quanto mais vermelho se apresenta nos testes sensoriais, menos luminosidade terá, conforme o comportamento linear apresentado.

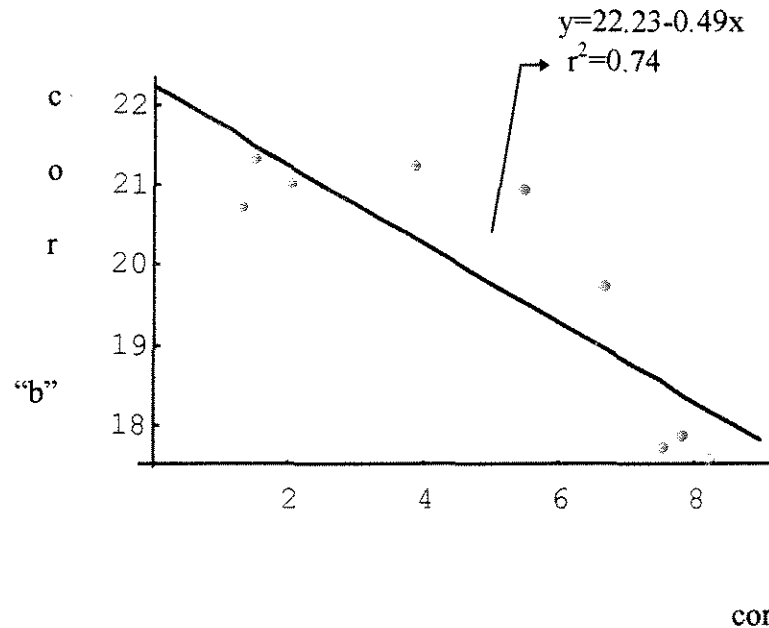


Figura 4.23. - Regressão linear simples entre cor “b” instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e cor sensorial (0= tomate totalmente verde e 9= tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0030$

Observando-se a Figura 4.23. parâmetro “b” em função cor sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.74$, de valor médio.

O coeficiente linear de regressão, $b = -0.49$, nos indica que a cada aumento, verificado na cor sensorial, implica em decréscimo nos valores do parâmetro “b” da cor do tomate.

Cada diminuição da cor amarela verificada instrumentalmente corresponde o aumento da cor vermelha obtida sensorialmente, interpretada como uma mudança linear.

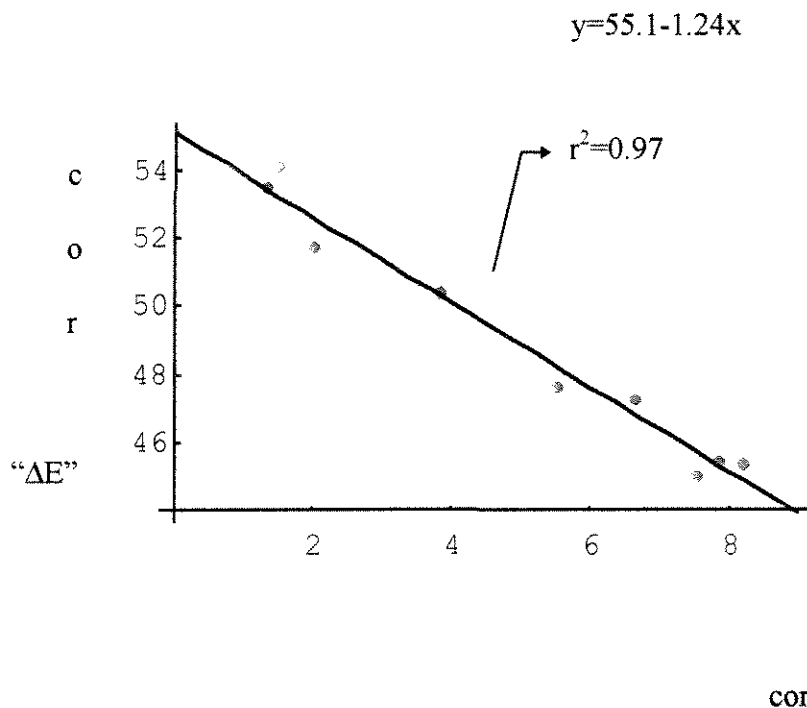


Figura 4.24. - Regressão linear simples entre cor "ΔE" instrumental (variação total da cor do fruto) e cor sensorial (0 = tomate totalmente verde e 9 = tomate totalmente vermelho), apresentando $p \leq 0.0001$

Analisando-se a Figura 4.24. parâmetro "ΔE" de cor instrumental em relação à cor sensorial, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.97$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = -1.24$, indica que um aumento verificado na cor sensorial, implica em decréscimo nos valores do parâmetro "ΔE" da cor do tomate.

Estes resultados mostraram, que a variação total da cor do fruto detectada instrumentalmente possui correlação com a verificada pelos testes sensoriais. A apreciação da cor, feita pelo consumidor, ao escolher tomates, reproduz os testes instrumentais de cor.

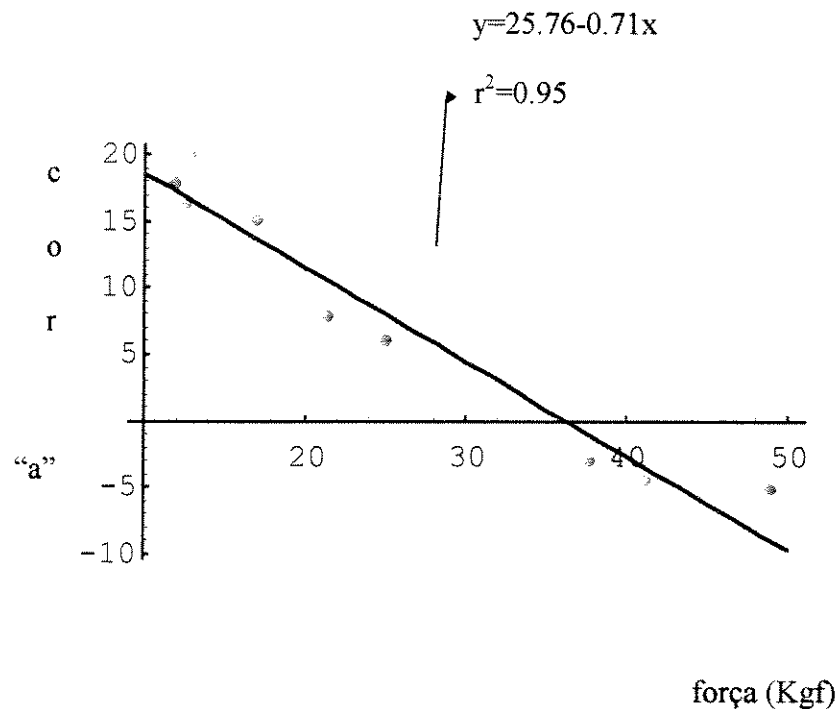


Figura 4. 25. - Regressão linear simples entre cor “a” instrumental (-20 = verde e 20 = vermelho) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$

A Figura 4.25 mostra a variação do parâmetro “a” de cor instrumental em função força instrumental, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.95$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = -0.71$, indica que a cada aumento unitário verificado no valor da força instrumental, implica em decréscimo nos valores do parâmetro “a” da cor do tomate.

A mudança de cor verde para vermelha detectada instrumentalmente possui correlação linear com a força, também verificada pelos testes instrumentais. Sendo que, quanto mais verde estiver o tomate maior será a força de compressão.

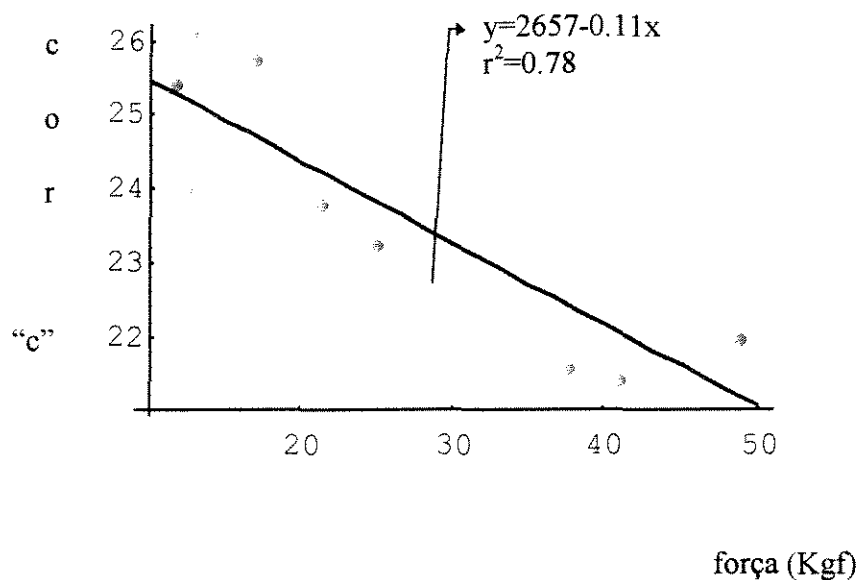


Figura 4.26 - Regressão linear simples entre cor “c” instrumental (cromaticidade) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0015$

Pela Figura 4.26. parâmetro “c” de cor instrumental em função da força instrumental, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2= 0.78$, de valor médio.

O coeficiente linear de regressão, $b=-0.11$, indica que o aumento da força instrumental, implica em decréscimo nos valores do parâmetro “c” da cor do tomate.

Os resultados mostraram que a cromaticidade do tomate diminui com o aumento da força de compressão, de acordo com a equação acima apresentada.

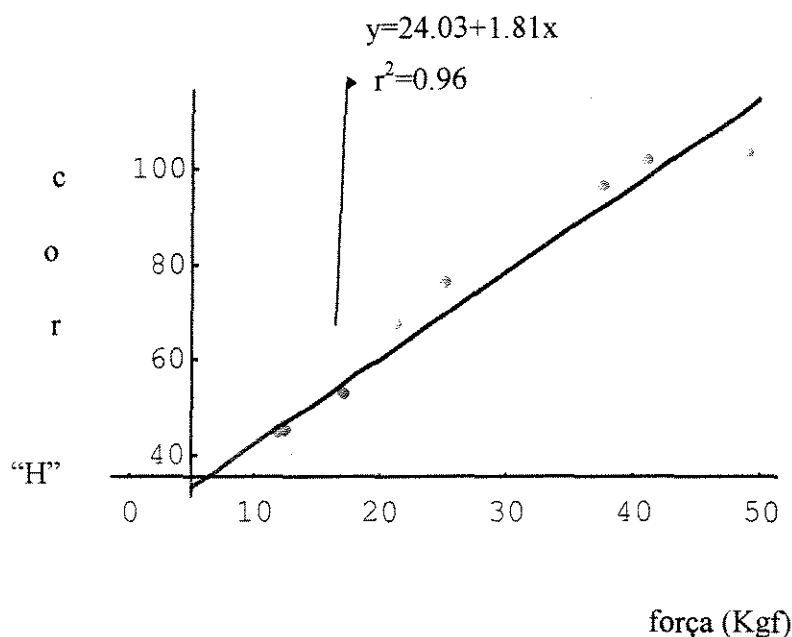


Figura 4.27. - Regressão linear simples entre cor “H” instrumental (tonalidade) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$

Através da Figura 4.27: parâmetro “H” de cor instrumental em relação à força instrumental, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2= 0.96$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b=+1.81$, indica que a cada aumento unitário, verificado no valor da força instrumental, implica em acréscimo nos valores do parâmetro “H” da cor do tomate.

A tonalidade do tomate aumentou com aumento nos valores da força de compressão, segundo a equação apresentada acima, o que pode ser interpretado como uma mudança linear

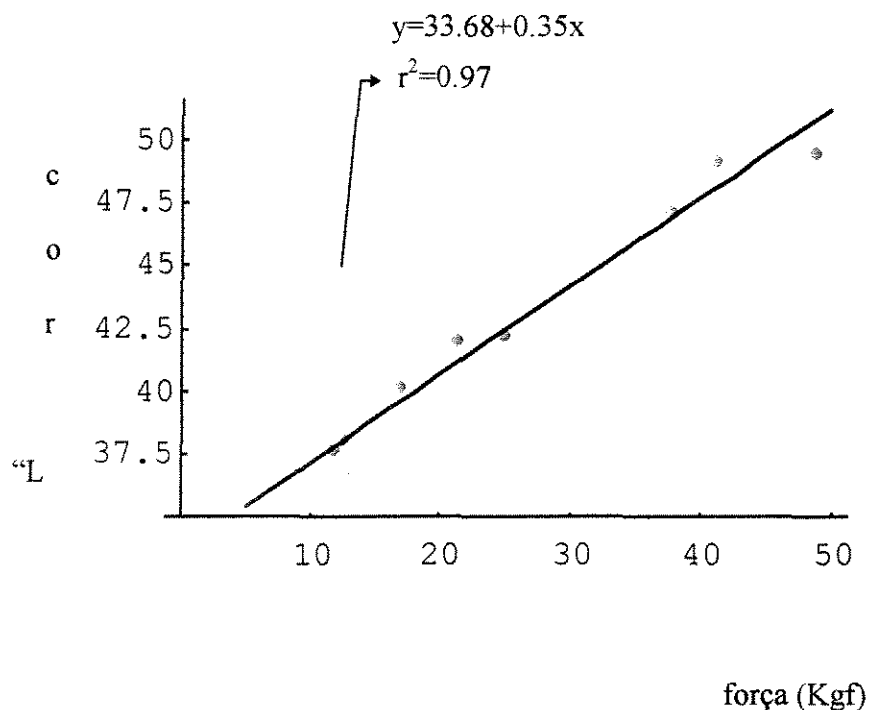


Figura 4.28. - Regressão linear simples entre cor "L" instrumental (luminosidade) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$

Com base na Figura 4.28. parâmetro "L" de cor instrumental em função da força instrumental, verifica-se que há relação das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação, $r^2 = 0.97$, de valor bastante alto.

O coeficiente linear de regressão, $b = +0.35$, indica ao aumento unitário verificado na força instrumental, implica em acréscimo nos valores do parâmetro "L" da cor do tomate.

O aumento da luminosidade refletida pelo tomate corresponde a um aumento na intensidade da força compressão, de forma linear.

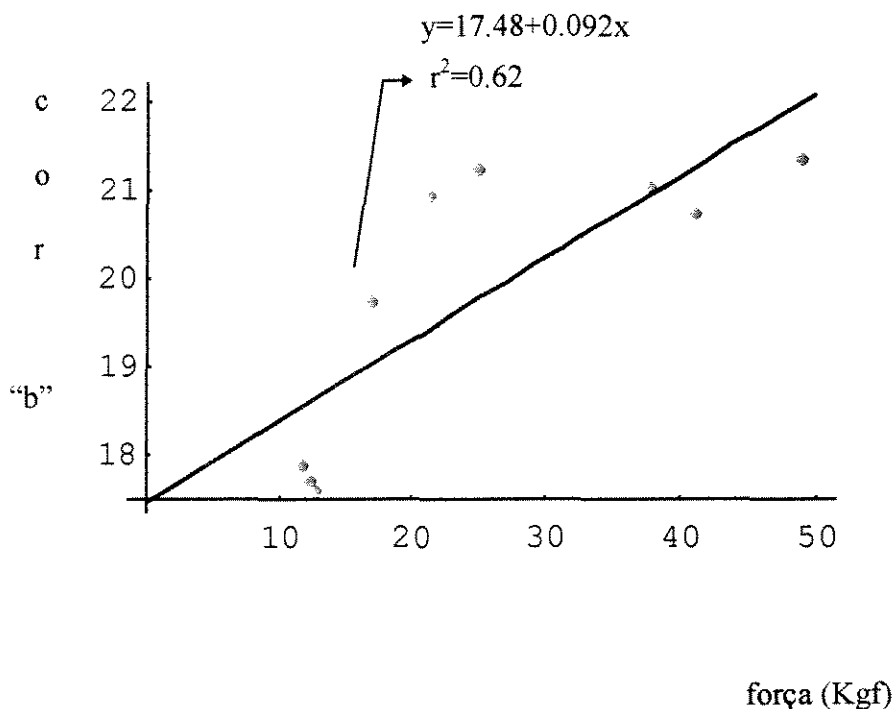


Figura 4. 29 - Regressão linear simples entre cor “b” instrumental (-20 = azul e +20 = amarelo) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0117$

Observando-se a Figura 4.29. parâmetro “b” em função da força instrumental, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.62$, de valor baixo.

O coeficiente linear de regressão, $b = +0.092$, indica que a cada aumento verificado na força instrumental, implica em acréscimo nos valores do parâmetro “b” da cor do tomate.

O aumento da cor amarela obtida instrumentalmente corresponde ao aumento de intensidade de força de compressão instrumental, de forma linear.

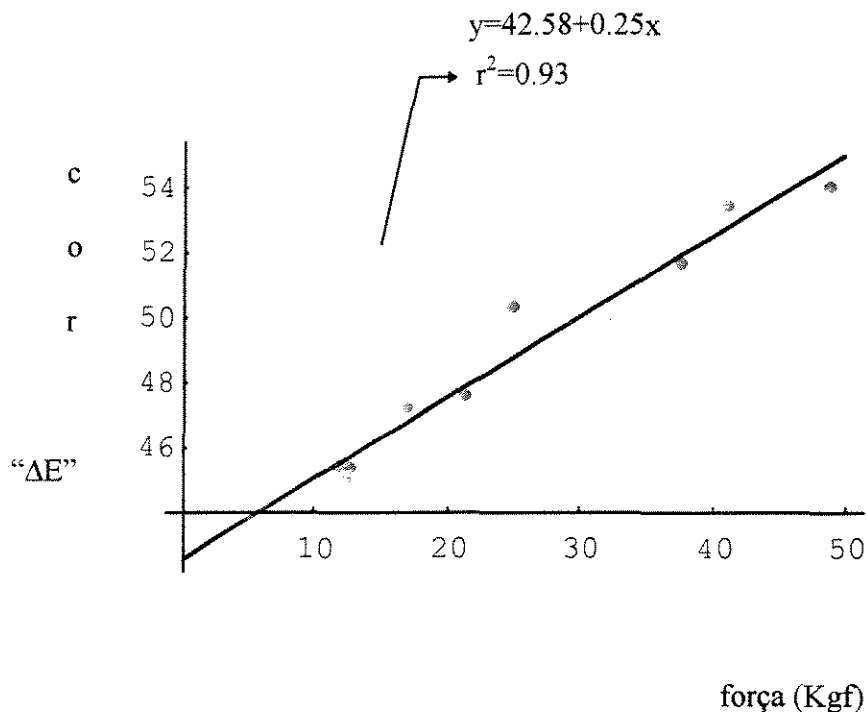


Figura 4.30 - Regressão linear simples entre cor "ΔE" instrumental (variação total da cor do fruto) e força instrumental (kgf), apresentando $p \leq 0.0001$

Analisando-se a Figura 4.30. parâmetro "ΔE" de cor instrumental em relação à força instrumental, verifica-se que há relação linear das duas variáveis, confirmando uma positiva associação com o coeficiente de correlação linear, $r^2 = 0.93$, de valor baixo.

O coeficiente linear de regressão, $b = +0.25$, indica que a cada aumento verificado na força instrumental, implica em acréscimo nos valores do parâmetro "ΔE" da cor do tomate.

O aumento da cor total do tomate corresponde a uma menor intensidade de força compressão obtida instrumentalmente.

Com exceção da deformação, todas as outras grandezas estudadas estão correlacionadas com o tempo de maturação. Excelentes resultados foram obtidos para cor sensorial, cor “a”, cor “c”, cor “H”, cor “L” (todos com $r^2 = 0.96$), com “ ΔE ” ($r^2 = 0.94$), firmeza sensorial, força instrumental (ambos com $r^2 = 0.92$). Mostrou-se apenas razoável a correlação da cor “b” com o tempo de maturação ($r^2 = 0.80$). Estes resultados permitem afirmar que todos estes parâmetros são apropriados para representar a “escolha” qualitativa do tomate, podendo ser usado isoladamente ou associados. Tomando por base os resultados deste trabalho, não se verificou o encontrado por LITTLE (1982), que analisando as correlações entre medidas sensoriais e instrumentais concluiu que, no sistema HUNTER Lab, os parâmetros “a” e “b” são inapropriados como atributos utilizados separadamente para designar a cor dos alimentos. A cor “a” apresentou excelentes correlações com todas as grandezas testadas (r^2 variando de 0.93 a 0.99); entretanto, o mesmo não pode ser afirmado para a cor “b” (r^2 variando de 0.62 a 0.80).

As correlações pesquisadas com a firmeza sensorial também apresentaram ótimos resultados, com exceção novamente da deformação. Cor “H”, cor “L” (ambas com $r^2 = 0.94$), cor sensorial, cor “a” (ambas com $r^2 = 0.93$), cor “ ΔE ” ($r^2 = 0.92$) e força instrumental ($r^2 = 0.90$) proporcionaram excelentes correlações com a firmeza sensorial. A cor “b” ($r^2 = 0.79$) e a cor “c” ($r^2 = 0.72$) apresentaram resultados uniformes, apenas razoáveis. Pode-se verificar que as correlações com a firmeza foram confirmadas por GEORMELEY, KEPPEL (1976), que obtiveram coeficiente de correlação de 0.988, com significância 0.0001, entre firmeza sensorial e firmeza instrumental, para tomates. JORGE

(1974), obteve correlação linear para estes mesmos parâmetros, com coeficiente correlação 0.95 e significância de 0.5%.

Interessantes e positivos os resultados encontrados para as correlações pesquisadas entre a cor sensorial e a cor instrumental nos diversos parâmetros utilizados. Excelentes correlações foram encontradas com a cor “a” e cor “H” ($r^2 = 0.99$); com a cor “L” e a cor “ ΔE ” ($r^2 = 0.97$), e com força instrumental ($r^2 = 0.94$). Boa correlação foi encontrada com cor “c” ($r^2 = 0.88$) e apenas razoável com a cor “b” ($r^2 = 0.74$). Pode-se afirmar que: estes resultados são perfeitamente coerentes, uma vez que predomina no tomate a relação verde-vermelha e tonalidade, sendo importante a luminosidade e a cor total. Por outro lado é secundária a importância da cromaticidade e da relação azul-amarelo. Para a cor, os resultados no geral apresentaram alta correlação com valores variando entre 0.74 a 0.99 com um intervalo de confiança de 0.0001 estes dados confirmaram os obtidos por THAI, SHEWFELT (1991), SABATKA et al. (1984) e KADER, MORRIS (1978).

As correlações entre os parâmetros de cor instrumental e força instrumental apresentaram resultados coerentes com as outras grandezas. Correlacionaram-se, de maneira excelente, com a força instrumental a cor “L” ($r^2 = 0.97$), a cor “H” e a cor “ ΔE ” ($r^2 = 0.96$) e a cor “a” ($r^2 = 0.95$). Resultados apenas razoáveis para a cor “c” ($r^2 = 0.78$) e para a cor “b” ($r^2 = 0.62$).

De maneira geral a cor “b” (r^2 variando de 0.62 a 0.80) foi o parâmetro de cor instrumental menos apropriado para descrever as alterações do tomate. Também a cor “c” mostrou resultados apenas razoáveis como parâmetro de descrição das transformações que ocorreram no tomate. Estes resultados confirmaram aqueles obtidos por THAI, SHEWFELT

(1991), cujas correlações lineares para a cromaticidade apresentaram valores entre 0.749 a 0.826, com nível de significância de 0.0001.

Pode-se afirmar, com base nos resultados, que com exceção da deformação (não existência de correlação com as outras grandezas), cor “b” e cor “c” (pouco apropriadas para descrever o fenômeno e correlações apenas razoáveis), todas as outras grandezas estudadas são adequadas para descrever as alterações do tomate durante a maturação, podendo ser utilizadas como critério qualitativo de julgamento.

5.CONCLUSÕES

1. Em relação ao tempo de maturação puderam ser detectados três estágios distintos para o processo de alterações verificadas no tomate.
2. Os melhores parâmetros para identificar a maturação foram: firmeza sensorial, cor sensorial, cor “a” e cor “H” (tonalidade).
3. Todos os parâmetros de cor instrumental apresentaram correlação com o tempo de maturação, firmeza sensorial, cor sensorial e força instrumental.
4. Apresentaram correlações significativas e com alto valor do coeficiente de correlação: cor sensorial - tempo de maturação, firmeza sensorial - tempo de maturação, força instrumental - tempo de maturação, força instrumental - firmeza sensorial, força instrumental - cor.
5. A deformação apresentada pelos frutos não correlacionou com nenhuma grandeza testada.
6. De maneira geral, os parâmetros de cor que mais estão correlacionados com as grandezas pesquisadas são: cor “a”, cor L (luminosidade) e cor “H” (tonalidade).
7. As grandezas sensoriais, cor e firmeza, mostraram excelentes correlações com o método instrumental de determinação da cor, com exceção dos parâmetros de cor “c” e cor “b”, que apresentaram correlações apenas razoáveis .
8. Com base nos resultados pode-se afirmar que a cor é a grandeza mais adequada para estabelecer a maturação do tomate, em especial, com a determinação de cor sensorial, cor “a” e cor “H” (tonalidade).

6.ANEXOS

6.1. RESULTADOS OBTIDOS PELA ANÁLISE SENSORIAL. NA SEQUÊNCIA, DIA PROVADOR, REPETIÇÃO, FIRMEZA E COR, UTILIZADOS NO PROGRAMA SAS PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA.

data tom;

input dia prov rep fir cor;

cards;

1 1 18.5 1.3	3 2 37.4 1.1	5 1 58.9 1.0	8 2 24.1 6.6	8 9 48.5 7.7
1 1 28.9 0.3	3 2 47.2 0.3	5 3 18.8 4.5	8 2 35.7 2.4	8 9 58.9 8.3
1 1 38.9 0.3	3 2 55.0 0.7	5 3 28.7 0.0	8 2 43.3 1.5	10 3 19.0 7.9
1 1 49.0 0.2	3 3 19.0 4.3	5 3 39.0 2.2	8 2 52.3 5.0	10 3 22.9 4.0
1 1 59.0 1.2	3 3 29.0 1.2	5 3 48.5 0.4	8 3 14.1 5.0	10 3 37.9 4.3
1 2 18.6 6.2	3 3 38.8 0.7	5 3 58.7 0.4	8 3 20.7 5.0	10 3 44.4 8.9
1 2 27.9 4.4	3 3 48.8 2.2	5 4 19.0 0.5	8 3 38.5 0.7	10 3 52.8 4.0
1 2 38.4 1.1	3 3 58.9 0.1	5 4 29.0 1.1	8 3 43.8 5.5	10 4 18.6 8.8
1 2 48.5 2.2	3 5 19.0 2.1	5 4 38.8 0.2	8 3 59.0 1.4	10 4 24.1 2.3
1 2 57.0 7.8	3 5 29.0 0.2	5 4 48.5 3.0	8 4 16.7 3.6	10 4 36.3 3.3
1 3 19.0 0.2	3 5 39.0 0.6	5 4 55.7 4.5	8 4 27.1 7.5	10 4 47.5 8.2
1 3 29.0 1.0	3 5 48.8 0.0	5 5 17.6 3.8	8 4 35.8 3.0	10 4 57.0 1.8
1 3 39.0 0.7	3 5 58.9 0.0	5 5 29.0 7.2	8 4 48.0 2.8	10 5 16.0 9.0
1 3 49.0 0.5	3 6 18.0 3.8	5 5 38.2 2.7	8 4 57.9 4.4	10 5 28.6 2.5
1 3 58.9 1.0	3 6 29.0 0.6	5 5 48.7 0.8	8 5 17.1 5.8	10 5 31.9 8.4
1 4 19.0 0.0	3 6 38.0 3.2	5 5 59.0 0.4	8 5 22.2 5.9	10 5 43.1 4.1
1 4 28.9 2.7	3 6 47.5 1.3	5 6 17.4 3.3	8 5 37.2 0.2	10 5 58.9 3.3
1 4 38.9 0.2	3 6 59.0 0.8	5 6 29.0 1.0	8 5 43.2 5.3	10 6 12.3 4.9
1 4 49.0 0.2	3 7 18.4 1.2	5 6 38.5 0.8	8 5 59.0 0.0	10 6 27.4 7.9
1 4 59.0 1.4	3 7 29.0 0.0	5 6 48.8 1.1	8 6 17.1 2.5	10 6 34.3 9.0
1 5 19.0 0.2	3 7 39.0 2.1	5 6 59.0 1.1	8 6 27.5 6.9	10 6 49.0 5.8
1 5 29.0 0.0	3 7 48.9 0.0	5 7 18.3 1.7	8 6 33.7 1.8	10 6 59.0 1.8
1 5 38.8 0.1	3 7 58.6 0.4	5 7 28.9 2.9	8 6 48.2 1.2	10 7 18.8 9.0
1 5 48.9 1.1	3 8 18.7 2.3	5 7 38.8 0.4	8 6 57.7 3.3	10 7 24.5 2.8
1 5 58.8 0.4	3 8 29.0 0.9	5 7 49.0 2.8	8 7 18.2 1.7	10 7 36.5 5.6
1 6 19.0 2.3	3 8 38.7 1.1	5 7 59.0 5.0	8 7 27.3 4.0	10 7 45.7 9.0
1 6 28.8 1.9	3 8 48.0 0.8	5 9 18.4 1.9	8 7 34.5 4.1	10 7 54.2 2.5
1 6 37.4 1.3	3 8 57.7 1.1	5 9 29.0 3.0	8 7 47.2 7.1	10 8 17.2 5.1
1 6 48.6 2.4	3 9 18.8 3.2	5 9 39.0 1.2	8 7 58.6 8.7	10 8 28.9 9.0
1 6 56.8 2.9	3 9 28.8 0.4	5 9 49.0 1.3	8 8 18.2 4.5	10 8 37.3 8.3
1 7 18.8 1.5	3 9 38.8 4.3	5 9 59.0 0.3	8 8 28.5 0.2	10 8 48.7 0.4
1 7 29.0 0.9	3 9 48.9 1.6	8 1 15.8 3.2	8 8 38.3 2.4	10 8 58.7 0.5
1 7 38.2 0.1	3 9 58.8 1.0	8 1 21.5 4.8	8 8 48.8 8.0	10 9 13.2 5.1
1 7 49.0 1.0	5 1 14.3 6.3	8 1 38.1 0.0	8 8 57.9 2.5	10 9 28.7 8.7
1 7 58.5 3.5	5 1 28.9 0.1	8 1 44.3 2.9	8 9 18.8 8.3	10 9 34.1 8.8
3 2 17.1 1.6	5 1 38.9 2.4	8 1 59.0 0.0	8 9 28.6 2.2	10 9 48.8 6.1
3 2 27.9 1.3	5 1 48.7 1.9	8 2 11.2 4.1	8 9 34.6 2.1	10 9 58.5 1.5

12 1 1 8.4 9.0	12 9 2 8.9 8.0	15 7 3 1.9 9.0	17 5 4 0.5 6.6	19 2 5 1.0 6.3
12 1 2 6.0 8.9	12 9 3 7.3 6.5	15 7 4 0.0 9.0	17 5 5 1.2 8.8	19 3 1 5.1 8.7
12 1 3 5.9 4.5	12 9 4 7.7 7.1	15 7 5 5.1 8.7	17 6 1 3.8 7.1	19 3 2 8.9 8.8
12 1 4 4.3 2.9	12 9 5 7.7 1.3	15 8 1 1.3 2.6	17 6 2 0.6 9.0	19 3 3 5.0 8.7
12 1 5 7.1 9.0	15 1 1 2.6 8.5	15 8 2 0.3 9.0	17 6 3 6.1 7.9	19 3 4 5.4 8.5
12 2 1 6.4 6.9	15 1 2 2.1 8.3	15 8 3 7.4 1.1	17 6 4 1.3 6.8	19 3 5 5.0 9.0
12 2 2 7.7 4.8	15 1 3 2.4 9.0	15 8 4 0.9 8.4	17 6 5 3.3 8.2	19 5 1 2.4 8.7
12 2 3 3.7 3.9	15 1 4 1.4 8.6	15 8 5 0.1 8.3	17 7 1 0.0 9.0	19 5 2 8.5 9.0
12 2 4 5.9 5.8	15 1 5 4.4 8.2	17 1 1 4.1 7.2	17 7 2 1.3 9.0	19 5 3 1.7 9.0
12 2 5 4.9 2.0	15 3 1 6.3 9.0	17 1 2 2.9 8.2	17 7 3 0.3 8.6	19 5 4 2.7 8.8
12 3 1 2.1 8.6	15 3 2 6.2 8.8	17 1 3 3.9 8.8	17 7 4 4.9 9.0	19 5 5 1.0 9.0
12 3 2 4.5 4.5	15 3 3 6.3 8.9	17 1 4 2.8 8.5	17 7 5 0.0 9.0	19 6 1 6.7 9.0
12 3 3 8.9 8.3	15 3 4 5.3 8.7	17 1 5 5.2 9.0	17 8 1 5.8 4.2	19 6 2 6.9 8.5
12 3 4 8.8 9.0	15 3 5 7.7 8.7	17 2 1 1.9 5.0	17 8 2 3.2 8.8	19 6 3 4.3 8.3
12 3 5 0.5 5.8	15 4 1 7.6 8.8	17 2 2 2.4 6.2	17 8 3 7.4 9.0	19 6 4 3.9 8.3
12 5 1 1.9 7.9	15 4 2 8.6 8.1	17 2 3 2.8 5.9	17 8 4 3.2 7.1	19 6 5 1.9 7.8
12 5 2 9.0 3.1	15 4 3 8.0 8.9	17 2 4 3.9 7.1	17 8 5 8.0 9.0	19 7 1 0.0 9.0
12 5 3 6.7 8.4	15 4 4 6.9 8.5	17 2 5 3.3 6.3	17 9 1 8.4 8.5	19 7 2 3.6 9.0
12 5 4 5.4 9.0	15 4 5 8.8 8.0	17 3 1 3.2 8.7	17 9 2 8.9 8.4	19 7 3 4.2 9.0
12 5 5 1.1 7.5	15 5 1 1.4 3.8	17 3 2 3.4 8.6	17 9 3 8.3 8.3	19 7 4 5.3 9.0
12 7 1 6.8 9.0	15 5 2 0.9 8.5	17 3 3 3.1 8.7	17 9 4 8.5 8.7	19 7 5 6.8 9.0
12 7 2 5.9 9.0	15 5 3 3.2 2.9	17 3 4 3.6 9.0	17 9 5 8.7 8.6	19 8 1 0.0 9.0
12 7 3 1.3 9.0	15 5 4 2.1 8.1	17 3 5 5.5 9.0	19 1 1 4.5 8.2	19 8 2 4.2 9.0
12 7 4 7.0 8.7	15 5 5 0.3 8.9	17 4 1 6.8 6.7	19 1 2 4.6 7.9	19 8 3 8.0 9.0
12 7 5 0.3 4.0	15 6 1 1.3 2.4	17 4 2 3.9 7.9	19 1 3 3.3 8.9	19 8 4 9.0 9.0
12 8 1 8.2 8.2	15 6 2 0.8 9.0	17 4 3 8.6 6.1	19 1 4 4.1 8.1	19 8 5 8.2 9.0
12 8 2 8.5 6.7	15 6 3 6.1 1.5	17 4 4 3.2 5.0	19 1 5 2.3 7.7	19 9 1 8.1 8.7
12 8 3 5.2 7.7	15 6 4 1.7 7.9	17 4 5 6.1 7.4	19 2 1 2.4 2.8	19 9 2 7.4 8.5
12 8 4 8.2 8.1	15 6 5 0.2 8.0	17 5 1 1.6 7.1	19 2 2 5.5 8.0	19 9 3 0.9 8.8
12 8 5 5.2 2.1	15 7 1 0.8 9.0	17 5 2 0.1 9.0	19 2 3 1.7 5.2	19 9 4 0.3 8.2
12 9 1 8.6 8.3	15 7 2 8.3 8.8	17 5 3 5.8 8.4	19 2 4 1.3 3.5	19 9 5 4.2 7.9

```

;
run;
proc sort;by dia;
run;
proc means;
var fir cor;by dia;
run;
[]
;
```

Exemplo: 19 9 5 4.2 7.9

19 (dia); 9 (provador); 5 (repetição); 4.2 (firmeza); 1.3 (cor).

6.2 RESULTADOS OBTIDOS PELA ANÁLISE INSTRUMENTAL NO “MTS” E “COLORÍMETRO”. NA SEQUÊNCIA: DIA, FORÇA, DEFORMAÇÃO, COR “a”, COR “c”, COR “H”, COR “L”, COR “b”, COR “ΔE”, UTILIZADOS NO PROGRAMA SAS PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA.

data proj;

input dia forc def cor”a” cor”c” cor”H” cor”ΔE” cor”L” cor”b”

cards;

```

1 53.25 17.50 -06.78 25.89 105.19 74.39 46.44 24.99
1 65.00 24.50 -02.09 16.88 97.10 40.97 50.65 16.75
1 60.50 17.50 -03.21 23.33 97.92 5.09 49.84 23.10
1 51.50 21.00 -06.02 21.56 106.21 13.03 49.55 20.70
1 41.50 21.00 -06.05 25.11 103.95 12.67 53.73 24.37
1 39.50 15.50 -05.82 21.58 105.65 0.07 48.31 20.78
1 50.00 17.00 -05.85 21.33 105.91 2.32 45.58 20.51
1 29.00 16.65 -05.44 19.79 105.96 1.43 49.03 19.03
1 46.50 22.50 -05.19 18.59 106.21 37.03 51.53 17.86
1 47.50 18.50 -05.67 24.64 103.30 1.75 50.90 23.98
1 51.50 20.50 -05.84 23.36 104.47 10.97 53.86 22.62
1 53.50 21.00 -05.20 20.02 105.05 2.24 48.82 19.34
1 62.00 19.00 -06.02 21.55 106.21 2.07 49.29 20.70
1 41.00 22.00 -05.05 22.77 102.81 0.35 51.52 22.20
1 40.00 21.00 -04.86 23.28 102.06 11.07 47.92 27.77
1 58.75 23.50 -05.83 20.13 106.82 9.28 45.49 19.27
1 33.25 17.50 -06.28 23.18 105.73 1.78 47.84 22.31
1 46.75 24.50 -04.65 23.84 101.25 2.49 53.22 23.39
1 50.50 16.50 -02.17 24.16 95.15 35.66 47.80 24.06
1 56.00 20.50 -04.28 18.38 103.47 47.84 17.89
3 45.50 22.00 -05.78 20.73 106.18 6.55 48.16 19.91
3 52.00 21.50 00.75 21.15 87.97 6.72 45.29 21.13
3 48.00 23.50 -05.90 22.59 105.14 0.28 47.43 21.81
3 62.50 25.50 -06.16 22.93 105.59 6.43 48.59 22.08
3 22.00 14.00 -05.86 20.40 106.69 0.60 49.05 19.54
3 49.00 22.50 -05.35 20.89 104.86 1.61 53.42 20.18
3 48.00 18.00 -04.06 21.72 100.76 10.87 50.31 21.34
3 31.00 22.50 -01.52 24.81 93.52 38.13 51.52 24.76
3 36.00 22.00 -04.70 18.91 104.39 7.45 52.55 18.32
3 40.00 20.00 -04.77 21.61 102.76 1.72 47.75 21.08
3 34.50 21.00 -06.48 22.34 106.87 16.74 44.35 21.37
3 45.50 22.50 -04.91 18.11 105.73 15.50 47.91 17.43
3 45.50 18.00 -00.49 21.64 91.29 34.59 50.32 21.64
3 39.00 20.00 -04.62 16.11 106.68 24.00 48.71 15.43
3 25.00 21.00 -03.20 20.79 98.84 2.04 52.56 20.55
3 32.00 19.50 -05.24 21.30 104.25 3.00 52.91 20.64
3 48.50 23.00 -06.12 23.08 105.39 1.23 48.29 22.25

```

3 46.50 17.50 -04.89 22.84 102.36 0.75 50.31 22.31
 3 33.00 21.50 -05.64 23.18 104.09 0.22 46.54 22.49
 3 39.00 24.00 -05.86 23.18 104.09 47.60 20.38
 5 40.00 19.00 -06.45 23.10 106.21 10.63 46.41 22.18
 5 38.50 22.50 -05.60 19.79 106.46 0.87 46.49 18.98
 5 28.50 18.50 -04.30 19.54 104.00 27.85 48.50 18.96
 5 40.50 17.00 -02.84 24.61 93.63 6.36 47.17 24.44
 5 53.00 20.50 -03.49 23.90 81.60 12.52 49.29 23.64
 5 44.50 18.50 -05.06 21.05 103.92 1.25 48.56 20.43
 5 33.00 21.50 -05.15 19.96 104.94 1.15 46.75 19.29
 5 21.50 18.00 -06.02 20.94 106.71 0.47 45.69 20.06
 5 46.50 21.20 -05.55 21.00 105.33 8.44 47.29 20.25
 5 49.50 22.00 02.82 19.65 81.75 12.02 48.43 19.44
 5 52.50 21.50 -06.48 22.80 106.51 5.60 45.12 21.86
 5 56.50 21.50 -03.78 20.27 100.75 2.87 47.50 19.92
 5 42.00 20.00 -06.65 21.16 108.32 5.60 41.84 20.09
 5 30.00 16.50 -06.91 23.51 107.10 20.58 44.00 22.47
 5 40.00 22.50 00.32 18.57 89.02 17.19 47.02 18.57
 5 42.00 22.00 -00.98 22.72 92.46 13.02 48.11 22.70
 5 20.50 20.00 -03.98 19.35 101.87 22.96 47.29 18.94
 5 21.50 16.50 00.92 23.89 87.78 6.03 52.03 23.88
 5 30.50 20.00 06.85 23.23 72.85 4.08 46.84 22.20
 5 23.00 20.00 02.77 22.21 82.83 48.92 22.04
 8 30.50 19.00 11.98 25.37 61.82 0.60 42.93 22.36
 8 33.50 24.00 12.23 26.12 62.08 74.98 44.42 23.08
 8 37.50 22.00 -04.30 16.25 105.35 86.46 51.37 15.67
 8 23.00 23.50 08.10 28.87 70.15 56.18 45.29 22.45
 8 10.00 16.00 -04.92 18.07 105.80 0.92 49.80 17.39
 8 18.00 20.00 -04.00 17.79 102.99 15.42 51.24 17.34
 8 24.50 20.00 10.71 21.47 60.07 20.68 42.03 18.60
 8 28.50 22.50 07.25 25.17 73.26 17.47 45.14 24.11
 8 09.50 18.00 07.31 29.28 75.55 36.34 47.27 28.36
 8 18.50 17.50 12.11 24.29 60.11 8.64 42.62 21.06
 8 22.50 21.50 03.59 20.94 80.13 18.13 45.35 20.63
 8 27.50 23.50 00.31 25.01 89.28 16.18 47.38 25.01
 8 10.50 16.50 16.32 25.43 50.08 16.17 39.43 19.50
 8 47.00 20.50 01.13 24.26 87.32 29.78 45.65 24.23
 8 11.50 15.00 11.94 20.56 54.48 7.41 42.02 16.73
 8 18.00 20.50 14.81 23.91 51.72 11.49 38.73 18.77
 8 31.00 19.00 04.43 22.32 78.55 2.93 47.84 21.87
 8 18.50 22.00 07.36 22.67 71.05 2.90 44.93 21.44
 8 23.00 26.00 04.87 23.58 78.08 4.81 43.87 23.07
 8 58.50 20.50 00.06 23.20 89.86 48.47 23.20
 10 19.50 22.00 -01.14 23.95 92.74 0.97 43.84 23.92

10 11.00 16.50 -02.02 23.34 94.96 20.59 47.07 23.25
 10 20.00 21.50 17.43 24.45 44.54 17.78 38.39 17.15
 10 12.50 17.00 04.11 20.70 78.55 9.82 41.52 20.29
 10 17.50 23.50 13.30 21.89 52.58 3.33 41.87 17.39
 10 11.50 19.50 16.55 23.73 45.78 0.64 37.32 17.00
 10 39.50 29.00 16.07 22.98 45.64 14.00 40.57 16.43
 10 26.50 28.00 02.84 23.63 83.10 12.57 40.93 23.46
 10 47.50 24.50 02.79 27.16 84.10 28.11 45.00 27.02
 10 13.50 21.00 00.07 21.80 89.83 14.17 44.37 21.80
 10 28.50 18.00 11.02 24.47 59.13 1.83 42.61 18.43
 10 19.00 19.50 09.80 24.08 65.92 6.90 43.84 21.93
 10 29.00 25.50 15.32 23.17 48.62 42.84 38.09 17.38
 10 11.00 18.00 00.86 27.26 88.19 20.07 45.26 27.24
 10 15.50 20.00 16.63 25.65 49.58 2.66 38.60 19.53
 10 19.50 20.00 14.55 23.68 52.10 10.28 38.52 18.69
 10 10.00 17.00 04.71 22.88 78.12 30.82 44.60 22.38
 10 43.50 20.50 12.52 19.12 49.12 76.05 46.53 14.46
 10 21.50 23.50 00.83 25.77 88.16 2.60 45.18 25.76
 10 11.00 17.50 03.43 25.58 82.30 44.11 25.35
 12 10.00 17.50 15.68 26.48 53.69 22.81 42.42 21.34
 12 15.50 20.00 17.00 22.79 41.74 9.60 38.16 15.17
 12 11.50 23.00 18.07 25.77 45.48 37.70 38.20 18.37
 12 13.25 20.00 -01.61 28.85 93.19 22.05 48.10 28.81
 12 22.75 22.50 19.05 27.93 47.01 7.87 39.32 20.43
 12 16.00 20.00 16.15 24.43 48.64 10.64 39.53 18.34
 12 13.25 20.50 19.15 28.37 47.55 10.95 39.02 20.93
 12 21.00 22.00 19.26 25.64 41.30 1.95 36.87 16.92
 12 20.50 20.00 17.31 24.15 44.22 17.05 37.87 16.85
 12 12.50 20.00 02.76 25.23 83.72 16.84 46.54 25.09
 12 24.00 19.50 19.50 25.44 39.94 3.54 46.71 16.33
 12 10.00 15.00 16.48 25.94 50.55 6.08 38.51 20.03
 12 14.00 19.00 16.55 23.83 46.03 5.14 38.31 17.15
 12 10.00 17.00 15.38 21.49 44.31 26.77 37.76 15.01
 12 21.25 25.00 04.24 24.24 79.93 9.30 44.38 23.86
 12 14.50 18.50 13.20 26.09 59.60 7.39 43.92 22.51
 12 12.00 13.50 18.93 25.28 41.49 0.55 37.67 16.75
 12 21.75 21.00 19.48 25.76 40.89 4.49 38.28 16.86
 12 31.00 20.00 29.49 29.26 36.60 24.55 37.33 17.44
 12 25.50 24.00 06.25 27.36 76.80 45.50 26.64
 15 -16.52 24.19 46.94 1.93 37.93 17.68
 15 17.25 28.50 18.31 23.88 39.45 1.26 35.40 15.34
 15 10.50 20.00 18.09 24.71 42.94 2.20 36.20 16.83
 15 05.00 29.00 15.96 24.36 49.08 4.72 37.83 18.41
 15 16.12 17.00 18.56 27.15 46.88 1.61 38.84 19.82

15 11.37 21.00 17.54 25.79 47.15 11.13 38.27 18.90
 15 12.25 20.50 07.60 21.44 69.24 12.72 42.89 20.05
 15 21.75 26.00 17.40 24.75 45.32 2.11 38.06 17.60
 15 21.25 20.00 19.44 25.93 41.44 20.64 37.79 17.16
 15 18.50 17.00 06.05 22.07 74.08 16.38 46.11 21.23
 15 11.75 18.00 18.10 25.56 44.82 1.39 36.88 18.06
 15 06.87 20.50 19.45 25.96 41.49 0.78 36.54 17.20
 15 08.50 15.50 18.68 25.68 43.33 2.55 36.78 17.62
 15 10.37 20.50 16.30 24.99 49.29 6.39 38.20 18.94
 15 07.50 17.00 17.52 17.52 18.10 2.91 38.03 18.10
 15 09.25 20.00 18.72 25.82 43.52 13.96 37.45 17.78
 15 16.25 19.00 15.20 21.24 44.30 18.55 37.96 14.83
 15 08.50 19.00 19.77 26.79 42.43 6.26 38.13 18.07
 15 13.37 28.50 18.07 24.05 41.30 1.04 36.75 15.87
 15 10.75 22.00 19.09 24.34 38.36 35.85 15.11
 17 12.50 25.50 17.11 26.87 50.46 4.01 39.43 20.72
 17 09.50 17.00 20.80 27.42 40.67 3.17 37.62 17.87
 17 14.80 23.50 18.30 25.02 42.99 4.84 36.70 17.06
 17 12.75 17.50 16.81 26.41 50.47 0.35 39.71 20.37
 17 09.00 21.50 16.46 26.07 50.34 10.19 38.68 20.21
 17 12.50 16.00 17.95 23.84 41.16 1.37 36.57 15.69
 17 33.75 21.50 18.44 24.96 42.49 2.04 37.29 16.83
 17 08.50 20.50 16.40 23.48 45.70 37.75 38.11 16.81
 17 05.17 17.50 16.37 28.88 55.47 26.63 41.31 23.80
 17 07.75 15.50 18.78 25.14 41.66 1.28 36.66 16.71
 17 12.00 22.50 20.01 25.55 48.46 1.55 37.26 15.89
 17 09.50 18.00 18.53 25.13 42.50 1.06 36.15 16.98
 17 12.00 19.50 19.18 26.16 42.84 3.15 38.22 17.79
 17 08.00 18.00 17.08 23.92 44.43 3.24 36.64 16.74
 17 09.50 17.00 13.91 21.55 49.79 3.87 37.39 16.46
 17 13.37 20.00 17.63 24.38 43.68 7.19 36.86 16.84
 17 11.62 19.50 19.22 27.24 45.10 5.35 38.59 19.29
 17 12.12 18.50 18.75 25.14 41.78 4.37 36.89 16.75
 17 10.62 21.50 19.17 27.03 44.82 9.76 38.36 19.05
 17 11.87 20.50 18.30 24.12 40.64 36.54 15.71
 19 13.62 24.00 18.83 26.34 44.35 2.65 37.16 18.41
 19 18.62 17.00 21.22 27.01 38.22 2.17 36.75 16.71
 19 17.87 23.50 20.44 27.90 42.89 13.17 38.98 18.99
 19 17.62 23.50 18.79 24.28 39.31 1.94 36.39 15.38
 19 06.75 19.00 16.93 23.21 43.17 13.16 35.72 15.88
 19 14.00 23.00 20.40 27.68 42.54 1.24 36.71 18.72
 19 11.00 23.00 21.62 28.42 40.46 3.05 36.88 18.44
 19 07.00 17.00 18.77 26.00 43.78 3.99 36.93 17.99
 19 11.00 19.50 19.91 28.09 44.88 6.71 37.91 19.82

```

19 10.50 20.50 18.86 25.54 42.40 1.69 36.07 17.22
19 09.75 22.50 20.46 26.28 38.88 1.77 35.28 16.50
19 11.00 20.00 20.65 27.42 41.15 0.35 36.09 18.04
19 09.75 20.50 20.80 27.02 39.66 1.11 37.46 17.25
19 22.75 22.00 19.70 26.07 40.90 0.11 36.16 17.07
19 15.75 27.50 19.60 25.88 40.77 1.36 35.75 16.90
19 13.12 25.00 18.27 25.58 40.41 2.71 37.13 17.90
19 13.12 25.00 20.72 26.75 39.24 1.43 36.32 16.92
19 10.12 22.50 20.65 27.69 41.77 2.67 37.24 18.44
19
19 11.50 24.00 18.53 25.60 43.63 37.11 17.66
;
run;
proc anova;
class dia;
model forc=dia;
means dia/tukey;
run;
[]

```

Exemplo: 19 10.12 22.50 20.65 27.69 41.77 2.67 37.24 18.44

19 (dia); 10.12 (força); 22.50 (deformação); 20.65 (cor “a”); 27.69 (cor “c”);
41.77(cor“H”); 2.67 (cor “ΔE”); 37.24 (cor “L”); 18.44 (cor “b”).

Obs: os espaços vazios na planilha são parcelas perdidas.

7. REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Compression test of food materials of convesc shape. ASAE Standard: ASAE , 1993. p452-456. ASAE 5368.2.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993. p3-38.

ARNOLD, P. C. , MOHSENIN, N. N. Proposed Techniques for Axial Compression Test on Instact Agricultural Products of Convex Shape. Transactions of the ASAE, 1993. 11(1) : 46-49

AULENBACH, B. B., WORTHINGTON, J. T. New portable colorimetre to evaluate external fruit color of tomato and peach. Hortscience, 1973. p92-93. n8.

BITTNER, B. B., KAVANAGH, E. E., McGLASSON, W. B., ADAMS, K.H., SMITH,E.F.et al. Fresh market tomatoes: A study of consumer attitudes an quality of fruit offered for sale in sydney. Food Technology in Australia,1983. n35, p450..

BITTNER, D. R., STEPHENSON, K. Q. Reflectance and transmittance properties of tomatoes versus maturity. ASAE, 1968.

BITTNER, D. R., MORRIS, K. H. Optical properties of selected fruits versus maturity. Transactions of the ASAE, 1968. p534-536. n11(4).

BOURNE, M. C, MOYER, J. C., HAND, D. B. Measurement of food texture by a universal testing machine. Food Technology, 1966. p522-526.

CALZADA, J. F., PELEG, M. Evaluacion de la textura em frutas. Revista de Agroquímica y Tecnologia de Alimentos, 1976. p459-472. n16.

- CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. Pós Colheita de frutos e hortaliças. Fisiologia e Manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.
- CONCEX. Conselho do Comercio Exterior, Padronização do Tomate, 1974. p5-14.
- DALAL, K. B., SALUNKHE, D. R., OLSON, L.C. Certain physiological and biochemical changes in the developing. Tomato Fruit. Journal Food Science, 1965. p504-508. n30(3).
- FRIDLEY, R. D. Some Aspects of Elastic Behavior of Selected Fruits Transactions of the ASAE, 1968. 11(1) : 46-49.
- GODDARD, W. B.; BRIEN, M. O., LORENZENC, C., WILLIAMS, D. W. Development of criteria for mechanization of grading processing tomatoes. Transactions of the ASAE, 1975. p190-193. n18(1).
- GORMLEY, T. R., KEPPEL, D. A. Method for measuring tomato fruit firmness using a modified shear press. Journal Food Technology, 1976. p607-617. n11.
- HALL, C. B., AUGUSTINE, J. J. Fruit firmness of firm tomato cultivares ripened in storage at 20°C for extended periods. Hortscience, 1981. p6. n16.
- HAMSON, A. R. Measuring firmness of tomatoes in a breeding program. Proceeding of the American Society Horticultural Science, 1952. p425-433. n60.
- HICKS, J. R. , HAYSLIP, N. C. Fresh market tomatoes harvested red-ripe. Hortscience, 1975, p2. n10.
- HOBSON, G. E., ADAMS, P., DIXON, T. J. Assessing the colour of tomato fruit during ripening. Journal Science Food Agriculture, 1983., p286-292. n34.
- I.F.T. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Food Tecnology, 1981. p50-59. n35(11).
- JACKMAN, R. L., MARANGONI, A. G., STANLEY, D. W. Measurement of tomato fruit firmness. Hortscience, 1988. p781-783. n25(7).
- JOHANNESSEN, G. A. Skin puncture studies on red-ripe tomatoes Proceeding of the American Society for Horticultural , Science, 1949. p272-276. n54.
- JORGE, J. T. Estudo para o estabelecimento de uma correlação entre a medida sensorial e uma medida física, para textura de tomates. Resumo, III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1979. p54-55.
- KADER, A. A., MORRIS, L. L. Tomato fruit color measured with an agtron E5-W. Reflectance Spectrophotometer. Hortscience , 1978. p577-578. n13(5).

- LITTLE, A. C. Color evaluation of foods- Correlation by objective facts with subjective impressions. In: Sensory Evaluation of Appearance of Materials, p109-127. ASTM STP545, American Society Testing and Materials, Philadelphia, 1973.
- LITTLE, A. C. Physical measurements as predictions of visual appearance. Food Technology, 1976. n30(10):74,76-77,80,82.
- LOZANO, R. D. El color y su medición- Con una introducción a la optica fisiológica y al estudio de la visión, Buenos Aires, 1977. 639p.
- McCOLLUM, J.P. Sampling tomatoes for composition studies. Proc. Americ. Soc. Hort. Sci, 1956. p587-595. n68.
- MILES, J. A., FRIDLEY, R. B., LORENZEN, C. Strenght characteristics of tomatoes subjected to quasi-static loading Transactions of the ASAE, 1969. p627-630.
- MOHSEININ, N. M., COOPER, H. E., TUKEY, L. D. An engineering approach to evaluating textural factors in fruit and vegetables. Transactions of the ASAE, 1963. p85-88,92. n3:(2).
- MOHSEININ, N. N. GOHLICH, H. Techniques for determination of mechanical properties of fruits and vegetables as related to design and development of harvesting and processing machinery. Journal of Agricultural Engineering Research, 1962, p300-315, n7.
- MOHSEININ, N. N. Physical properties of agricultural products. Transactions of the ASAE, 1965. p25-29.
- OLORUNDA, A. O., TUNG, M. A. Simulated transit studies on tomatoes, effects of compressive load, container, vibration an maturity on mechanical damage. Journal Food Tecnology, 1985. p669-678. n20.
- PERRY, J. S. A nondestructive firmess (NDF) testing unit for fruit. Transactions of the ASAE, 1977. p762-767. n20.
- PERYAM, D. R. Sensory evaluation- the early days. Food Technology, 1990. p86-91. n44(1).
- RESSUREÇÃO, A. V. A. Applications of multivariate methods in food quality. Evaluation. Food Technology, 1988. n128-135 .
- RODRIGO, M., NAVARRO, A., DURAN, L., VAVÁ, J. L., SAFÓN, J. Aptitud de índices de madurez de judías verdes para determinar el momento óptimo de la recolección mecánica, revista de agroquímica y tecnología de alimentos, 1977. p235-249. n17 .

- ROOD, P. Development and evaluation of objective maturity indices for California freestone peaches. Proceeding American Society. Horticultural Science, 1957. p104. n70.
- SABATKA, T. L., HARRISON, D. L., SETSER, C. S., DAYTON, A. D. Preparing bovine muscle samples for panel and instrument evaluation of color. Journal Food , Science, 1984.
- SARGENT, S. A., BRECHT, J. K., ZOELLNER, J. J. Sensitivity of tomatoes of mature green and breaker ripeness stages to internal bruising. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1992. p119-123. n117(1).
- SAS. Institute Inc. Proprietary Software Release 6.04, Licensed to UNICAMP. 1985, Site 18659001
- SETSER, C. S. Color: reflections and transmissions. Jounal of Food Quality, 1984., p183-197. n6.
- SHAMA, F., SHERMAN, P. Evaluation of some textural properties of food with the instron universal testing machine. Journal of Texture Studies, 1973. p344-353. n4.
- SHELEF, L., MOHSENIN, N. N. Evaluation of the modulus of elasticity of wheat grain cereal chemistry, 1967. p392-402. n44.
- SHEWFELT, R. L., MYERS, S. C., RESURRECCION, A. V. A. Effect of physiological maturity at harvest on peach quality during low temperature storage. Journal Food Quality, 1987. p9-20. n10.
- SZCZESNIAK, A. S. Classification of textural characteristics. Journal of Food Science, 1963. p385-389. n28.
- SZCZESNIAK, A. S., BRANDT, M. A., FRIEDMAN, H. H. Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objctive and the sensory methods of texture evaluation. Journal of Food Science, 1963. p397-403, n28.
- THAI, C. N., SHEWFELT, R. L. Modeling sensory color quality of tomato and peach: neural networks and statistical regression. Transactions of the ASAE, 1991. p950-955.
- THAI, C. N., SHEWFELT, R. L., DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. Journal Food Science, 1988. p1433-1437. n53.

- THE FARNSWORTH-MUNSELL 100-HUE TEST for the examination of Color Discrimination. Manual by Dean Farnsworth. Munsell Color Company. 1949. p 1-7.
- TIMOTHY, J. D., ROBSON, G. E. A General method for the instrumental assessment of the colour of tomato fruit during ripening. Journal Science Food Agriculture, 1984. p1277-1281. n35.
- VANEGA, J. A. G. Fisiologia pós-colheita de tomates (Lycopersicon esculentum Mill). cultivar Ângela, Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 123p., 1987.
- VOISEY, P. W , LYALL, L. H. Methods of determining the strength of tomato skins in relation to fruit cracking. Proceeding of the American Society Horticultural Science, 1965. , p597-609. n86.
- VOISEY, P. W. Modernization of texture instrumentation. Journal of Texture Studies, 1966. p522-526, n20.
- VOISEY, P. W., CRETER, R.A Technique for Establishing Instrumental for, Measuring Food Firmness to Simulate Consumer Evaluations Journal Texture Studies, n4, p371, 1973.
- VOISEY, P.W. Modernization of Texture Instrumentation Journal of Texture Studies 1971, n2 , p129-195
- VON BECKMANN, J. W, BULLEY, N. R. Greenhouse tomatoes: size and color physical properties. Transactions of the ASAE, 1980. p1489-1493.