



CELSO DE OLIVEIRA BRAGA

**AVALIAÇÃO DE UNIDADES DE BENEFICIAMENTO:
BOAS PRÁTICAS, QUALIDADE, IMPACTOS MECÂNICOS
E EXIGÊNCIAS LABORAIS**

**CAMPINAS
2013**



UNICAMP

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

CELSO DE OLIVEIRA BRAGA

**AVALIAÇÃO DE UNIDADES DE BENEFICIAMENTO:
BOAS PRÁTICAS, QUALIDADE, IMPACTOS MECÂNICOS
E EXIGÊNCIAS LABORAIS**

Orientador: Prof. Dr. Marcos David Ferreira

**Tese de Doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola para Obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.**

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE
DEFENDIDA PELO ALUNO CELSO DE OLIVEIRA BRAGA
E ORIENTADA PELO PROF. DR. MARCOS DAVID FERREIRA.**

Assinatura do Orientador

CAMPINAS

2013

iii

Errata

Onde se lê: "...obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola."

Leia-se: "...obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola, na Área de
Planejamento e Desenvolvimento
Rural Sustentável."

**Prof. Dr. ZIGOMAR MENEZES DE SOUZA
Matrícula 29041-2
Coordenador de Pós-Graduação
FEAGRI/UNICAMP**

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

B73a Braga, Celso de Oliveira, 1951-
Avaliação de unidades de beneficiamento: boas
práticas, qualidade, impactos mecânicos e exigências
laborais / Celso de Oliveira Braga. --Campinas, SP:
[s.n.], 2013.

Orientador: Marcos David Ferreira.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Laranja. 2. Beneficiamento de frutas. 3.
Agricultura e tecnologia. 4. Inovações tecnológicas. I.
Ferreira, Marcos David. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III.
Título.

Título em Inglês: Evaluation of processing units: good practices, quality,
mechanical impacts and labor demands

Palavras-chave em Inglês: Orange, Fruit processing, Agriculture and
technology, Technological innovations

Área de concentração: Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Roberto Funes Abrahão, Celso Luiz Moretti, Paulo
Ademar Martins Leal, Mário César Ferreira

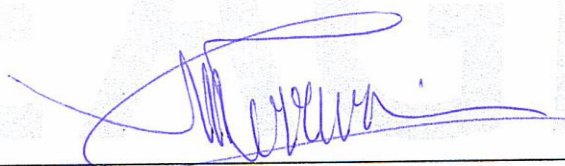
Data da defesa: 30-01-2013

Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

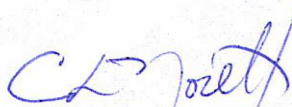
Este exemplar corresponde à redação final da **Tese de Doutorado** defendida por **Celso de Oliveira Braga**, aprovada pela Comissão Julgadora em 30 de janeiro de 2013, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



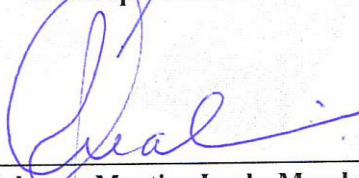
Prof. Dr. Marcos David Ferreira – Presidente e Orientador
Feagri/Unicamp



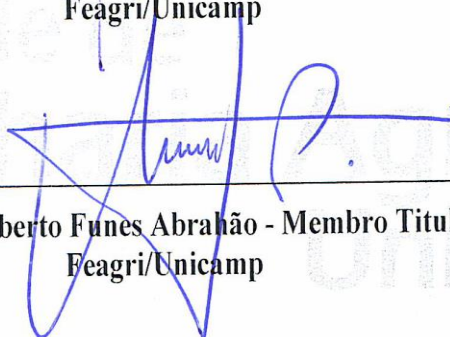
Prof. Dr. Mário César Ferreira - Membro Titular
UnB



Dr. Celso Luiz Moretti – Membro Titular
Embrapa/CNPq



Prof. Dr. Paulo Ademar Martins Leal - Membro Titular
Feagri/Unicamp



Prof. Dr. Roberto Funes Abrahão - Membro Titular
Feagri/Unicamp

AGRADECIMENTOS

A Deus a quem devemos o dom da vida e as possibilidades de crescimento e amadurecimento pessoal e profissional.

A Dom Bosco a quem devo a formação de meu pai e seus sábios conselhos que me proporcionaram realização e uma frutuosa trajetória profissional no campo da educação profissionalizante.

Ao Dr. P. Edson Donizetti Castilho que sempre incentivou minha dedicação, com todo entusiasmo e afincio, para além da tecnologia, instigando-me a enveredar pelo campo da ciência.

Ao meu estimado orientador Dr. Marcos David Ferreira pelo seu inestimável apoio, confiança, incentivo e, em especial, pela sua amizade dedicada e autêntica. Sem essa valiosa e obstinada ajuda não teria sido possível concluir esta pesquisa com sucesso.

Ao Dr. Inácio Maria Dal Fabbro que, desde os primeiros momentos, apoiou e confiou nesta iniciativa. Aos professores Dr. Roberto Funes Abrahão, Dr. Mauro José Andrade Tereso, Dra. Uiara Montedo, além, é claro, do Dr. Marcos David Ferreira, pela participação em minha banca de qualificação e pelos seus aconselhamentos. Ao Dr. Eduardo José Sartori pelo auxílio nas revisões. Ao Danilo Fahl pela generosa disponibilidade.

Ao Dr. Zigomar Menezes de Souza, coordenador da Pós-Graduação da Feagri, pelo seu incentivo e apoio, nos momentos mais difíceis desta trajetória.

À empresa Santa Eliza Citrus, em especial à Clarilena, colaboradora sempre presente, e ao estimado Roberto Fukugalti, que viabilizaram o desenvolvimento da pesquisa de campo.

Aos meus filhos Ralphy, Renato, Angelo, Celso e Mariana, ao meu primeiro neto João Henrique, às minhas noras Karoline e Camila, que compreenderam minhas ausências necessárias para estudo, pesquisa e conclusão deste projeto.

À minha querida esposa Valderez pelo carinho, compreensão, companheirismo, incentivo e total apoio em todos os momentos da minha caminhada.

A Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI, e seus colaboradores, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

RESUMO

O Brasil desponta como grande produtor agrícola, líder em tecnologia de ponta para regiões tropicais e evoluiu da condição de importador para a de grande exportador de alimentos, sendo o quarto produtor mundial de frutas, atrás dos Estados Unidos, da China e da Índia (IBGE, 2010). Para que esta posição se mantenha é fundamental investir em pesquisa e em inovação tecnológica. Este estudo foi desenvolvido em uma unidade beneficiadora de laranja localizada na região de Aguai, Estado de São Paulo. A laranja foi escolhida devido à sua importância para o agronegócio brasileiro. Um modelo que fornece um quadro avaliativo de uma unidade de beneficiamento (UB) com indicadores de qualidade, de boas práticas agrícolas, de impactos mecânicos e de exigências laborais foi desenvolvido. Desta forma, dois instrumentos inéditos foram criados: o IAQ ou Instrumento para Avaliação de Qualidade e o IABPA, Instrumento para Aplicação das Boas Práticas Agrícolas. A obtenção de indicadores de Qualidade e de BPA permite posicionar a UB em relação às demais UB nacionais e internacionais (*ranking*) e elaborar o planejamento estratégico para garantir melhorias e competitividade cada vez maior. Para avaliação de Impactos Mecânicos e de Exigências Laborais procedimentos convencionais foram utilizados. A esfera instrumentada foi empregada para avaliação de impactos mecânicos e o instrumento NASA TLX para avaliação das exigências laborais mentais e físicas. Para avaliação de exigências visuais, utilizou-se o instrumento QAV, Questionário de Avaliação Visual. Por intermédio dessas avaliações, podem-se determinar condições adequadas da tecnologia dos equipamentos, da organização do trabalho, do projeto e das condições ambientais do galpão. O conjunto de instrumentos desenvolvidos e utilizados nesta pesquisa constitui um modelo de avaliação e certificação de uma UB que permite um amplo diagnóstico de avaliação e de certificação, com o objetivo de introduzir melhorias e contribuir para garantia da competitividade da UB e da posição do país como grande exportador de alimentos. Este modelo possibilita conhecer o processo produtivo para introdução de melhorias da qualidade e da produtividade, preservando os aspectos ambientais, sociais, de segurança alimentar, de saúde e segurança dos trabalhadores, com sustentabilidade e se aplica a unidades de beneficiamento de outras frutas e hortaliças.

Palavras chave: Laranja, Beneficiamento de Frutas, Agricultura e Tecnologia, Inovações Tecnológicas

ABSTRACT

Brazil is emerging as a major agricultural producer, leader in cutting edge technology for tropical regions and evolving from importer to becoming a major exporter of food, currently being the fourth largest producer of fruit, behind the United States, China and India (IBGE , 2009). In order for this position to be maintained, investment in research and technological innovation is essential. This study was conducted in an orange processing plant in the region of Aguaí, Sao Paulo. The orange was chosen due to its importance for Brazilian agribusiness. A model that provides a framework of an evaluative processing unit (BU) with indicators of quality, good agricultural practices, mechanical impacts and labor requirements was developed. Thus, two new instruments were created: the IAQ or Instrument for Quality Assessment and IABPA, the Instrument for the Application of Good Agricultural Practices. Obtaining Quality indicators and BPA enables positioning this UB in relation to other national and international UB (ranking) and develop strategic planning to ensure improvements and increasing competitiveness. Conventional procedures were used to evaluate impacts of Mechanical and Industrial Requirements. The instrumented sphere was used for the evaluation of mechanical impacts and NASA TLX instrument for the assessment of mental and physical job demands. For evaluation of visual requirements, we used the instrument QAV, Visual Assessment Questionnaire. Through these reviews, one can determine appropriate conditions of technology equipment, work organization, design and environmental conditions of the shed. The set of tools developed and used in this research is a model of evaluation and certification of a UB that allows a broad diagnostic evaluation and certification, in order to make improvements and contribute to ensuring the competitiveness of UB and the country's position as major food exporter. This model enables the understanding and improving of the production process for improvements in quality and productivity, preserving the environmental, social, food security, health and safety aspects of workers, with sustainability and can also be applied to processing units of other fruits and vegetables.

Keywords: Orange, Fruit processing, Agriculture and technology, Technological innovations

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Patamares-Inovação e Competitividade-Citricultura Brasileira	23
Figura 2: Evolução da coloração da casca em um fruto cítrico.....	29
Figura 3: Oleocelose	30
Figura 4: Fruto cítrico ferido com alicate na zona peduncular.....	31
Figura 5: Oleocelose por desintegração do tecido epidérmico.....	33
Figura 6: Fruto que aparenta estado enrugado por desidratação	38
Figura 7: Podridão interna por <i>Alternaria</i> spp.....	38
Figura 8: Podridão por <i>Botrytis cinerea</i> (Podridão cinza).....	39
Figura 9: Sintomas causados por concentrações altas de etileno	40
Figura 10: A mesma fruta depois de alguns dias.....	40
Figura 11: <i>Penicillium italicum</i> (Podridão azul, “blue mold”).....	42
Figura 12: Tangerinas afetadas por antracnoses.....	43
Figura 13 : Esquema geral da abordagem – AET.....	54
Figura 14: Função integradora da atividade de trabalho	55
Figura 15: Trabalho prescrito e trabalho real.	56
Figura 16: Terminologia e Conceitos da Norma DIN EN ISO 10075	61
Figura 17: Exigências ligadas às funções cognitivas.....	64
Figura 18: Fluxo da produção em um Galpão de Beneficiamento.	65
Figura 19: Fotos ilustrativas de postos de trabalho de UB.	66
Figura 20: Pontos de transferência analisados.....	84
Figura 21: Valores do impacto mecânico das etapas de recebimento; entrada 1 e entrada lavagem.....	90
Figura 22 – Valores os valores do impacto mecânico nos três pontos: entrada da seleção, queda na esteira e saída da esteira.	91
Figura 23: Valores do impacto mecânico das etapas de saída seleção 1, saída seleção 2 e entrada secador 1.	91

Figura 24: Valores do impacto nas etapas de saída secador; queda na banca; banca para caixa e classificador.	92
Figura 25: Valores percentuais de contribuição de cada etapa nos impactos mecânicos.	92
Figura 26: Tombamento e Lavagem.	94
Figura 27: Mesa de Seleção.	95
Figura 28: Primeira Secagem	95
Figura 29: Aplicação de cera.	96
Figura 30: Segunda Etapa de Secagem	96
Figura 31: Comparações entre as variações de iluminação	98
Figura 32: Comparações entre as variações de velocidade	100
Figura 33: Comparações entre as variações de temperatura.	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Calendário de colheita	28
Tabela 2: Causas possíveis de defeitos provocados pela desverdização.	42
Tabela 3: Comparação entre nível de carga de trabalho e a ação do trabalhador.....	63
Tabela 4: Formulário de Avaliação do NASA TLX.....	72
Tabela 5: Estrutura do Questionário de Avaliação Visual (QAV)	73
Tabela 6: Visitas Realizadas à UB	85
Tabela 7: Planejamento Experimental.....	88
Tabela 8: Resultado da Avaliação de Qualidade da UBL	89
Tabela 9: Resultado da Avaliação de BPA da UBL	89
Tabela 10: Verbalizações Colhidas na UBL.....	93
Tabela 11: Valores das exigências laborais.....	97
Tabela 12: Teste de igualdade entre as médias da iluminância.....	98
Tabela 13: Comparações múltiplas para as variações da iluminância.....	99
Tabela 14: Testes de igualdade entre médias para velocidade	100
Tabela 15: Comparações múltiplas para as variações de velocidade	101
Tabela 16: Teste de igualdade entre médias para as variações de temperatura.....	102
Tabela 17: Comparações múltiplas para as variações de temperatura	103
Tabela 18: Resumo das comparações múltiplas.	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Instrumento de Avaliação de BPA (IABPA)	132
Quadro 2: Instrumento de Avaliação da Qualidade (IAQ)	138

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AET = Análise Ergonômica do Trabalho

BPA = Boas Práticas Agrícolas

CEAGESP = Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo

CEASA= Centrais de Abastecimento

CitrusBR = Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos

DF = Delineamento fatorial pelo arranjo quadrados

EM = Exigência Mental

EV = Exigência Visual

ET = Exigência Temporal

EF = Exigência Física

EUREPGAP = *European Retailers Produce Working Group Agricultural Good Practices.*

IAQ = Instrumento de Avaliação de Qualidade

IABPA = Instrumento de Avaliação de Boas Práticas Agrícolas

IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMETRO = Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

IPEM = Instituto de Pesos e Medidas

MAPA = Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MSR = Metodologia de superfície de resposta

NASA TLX = Instrumento de Avaliação de Exigências Laborais

PDCA = “*Plan*”, planejar; “*Do*”, fazer ou agir; “*Check*”, checar ou verificar; e “*Action*”, no sentido de corrigir ou agir de forma corretiva. Trata-se de um método de gestão.

PFF = Planejamento fatorial fracionário

PIF = Produção Integrada de Frutas

QAV = Questionário de Avaliação Visual

UB = Unidade de Beneficiamento de Produto Agrícola

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	4
1.2. Justificativas	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. Boas Práticas Agrícolas (BPA)	7
2.2. Qualidade da Fruta	10
2.3. Produção Integrada de Frutas	22
2.4. Colheita	26
2.5. Beneficiamento de Frutas	33
2.6. Etapas Específicas da Pós-Colheita de Citros	36
2.7. Classificação dos frutos	43
2.8. Impacto Mecânico	45
2.9. A Ergonomia	50
2.10. Fadiga Visual	66
2.11. Métodos de Avaliação de Exigências Laborais	71
2.12. Método de Avaliação de Questionários	74
3. MATERIAL E MÉTODOS	78
3.1. Avaliação da Qualidade dos Frutos Beneficiados	78
3.2. Avaliação da Aplicação das Boas Práticas Agrícolas	80
3.3. Avaliação do Impacto Mecânico	81
3.4. Avaliação Ergonômica	84
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	89
4.1. Resultados das avaliações de Qualidade	89
4.2. Resultados das avaliações de BPA	89
4.3. Resultados das avaliações do Impacto Mecânico	90
4.4. Resultados da Avaliação Ergonômica	93
5. RECOMENDAÇÕES	105
6. CONCLUSÕES	107

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
Anexo 1 – Instrumento IABPA	132
Anexo 2 – Instrumento IAQ	138

1. INTRODUÇÃO

O Brasil e o mundo hoje se deparam com um novo desafio: alimentar uma população mundial crescente, perante mudanças climáticas. O país desponta como grande produtor agrícola, líder em tecnologia de ponta aplicada às regiões tropicais e evoluiu de importador para um dos maiores exportadores de alimentos. Para que esta posição se mantenha, perante tantos desafios, é fundamental a pesquisa e a inovação tecnológica para garantia da qualidade e da competitividade (NEVES, 2010).

Líder no ranking mundial, segundo estimativas da Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos (CitrusBR), o Brasil é responsável por aproximadamente 30% da produção de laranja in natura e por 60% da produção de suco de laranja de todo o planeta. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em informações disponibilizadas através do Censo Agropecuário de 2010, o Estado de São Paulo é responsável pela maior parte da produção nacional de laranja, com mais de 75%. Outro dado significativo é que a grande maioria do suco de laranja consumido em todo o planeta é feito no Brasil, uma vez que o país é responsável por 80% da exportação mundial do produto. A Europa é o principal destino da exportação brasileira, que é feita tanto na forma de concentrado congelado ou na forma de suco não concentrado. Somente na safra 2009/10, o Brasil exportou o suco para 70 diferentes países.

A produção de laranja deverá passar de 19,3 milhões de toneladas na safra 2011/2012 para 23,6 milhões de toneladas na safra 2021/2022. Essa variação corresponde a uma taxa anual de crescimento de 1,9%. A área colhida com laranja deve expandir-se nos próximos anos, dos atuais 795 mil para 881 mil hectares e, 2021/2022. A taxa projetada para a área é de 1% ao ano nos próximos dez anos. O Brasil deverá exportar 2,4 milhões de toneladas de suco de laranja no final do período das projeções. Mas, este número poderá chegar, em seu limite superior, a 3,3 milhões de toneladas de suco. Restrições comerciais na forma de barreiras ao comércio são o principal fator limitante da expansão do suco de laranja (NEVES, 2010).

A citricultura é atualmente um dos ramos mais avançados da ciência agrônômica no mundo. No Brasil, a indústria de suco de laranja foi implantada na década de 60, em consequência de uma grande geada na Flórida, EUA, na época maior produtora mundial. Com o rápido alcance de um nível tecnológico equivalente ou até mesmo superior ao dos países mais adiantados no setor, na década de 80 o Brasil se tornou o maior produtor de laranjas do mundo, ultrapassando a Flórida. O Brasil é o 10º maior consumidor de suco de laranja do mundo. Somente em 2009, os brasileiros consumiram 41 milhões de toneladas. Em primeiro lugar no ranking estão os EUA, que no mesmo ano foi responsável pelo consumo de 851 milhões de toneladas de suco, seguido da Alemanha, com 191 milhões (KOLLER, 2006).

A citricultura gera no Brasil aproximadamente 230 mil empregos, entre diretos e indiretos, com total de valor salarial de R\$ 676 milhões anual. Em 2009, o Produto Interno Bruto (PIB) do setor foi de US\$ 6,5 bilhões. A laranja é a fruta mais cultivada no Brasil. Os pomares de laranja ocupam no país uma área 20 vezes maior do que os pomares de maçã, 10 vezes superior aos de manga e às plantações de uva e quase o dobro das terras destinadas ao cultivo de banana. Em 2010, já existiam quase 165 milhões de árvores produzindo laranjas. Em relação a árvores por hectare, em 1980 eram 357 e em 2010, alguns pomares produziam quase 850 árvores (NEVES, 2005).

A laranjeira é nativa da Ásia, que foi levada para o Norte da África e depois, na Idade Média, para o Sul da Europa. Na América, os frutos chegaram por volta de 1.500, com os descobrimentos. Desde então, a laranja se espalhou pelo mundo e sofreu mutações, dando origem a novas variedades, modificando aleatoriamente o sabor, aroma, cor e tamanho dos frutos (MOREIRA, 1980). De acordo com informações do site oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, além do suco, são extraídos da laranja óleos essenciais e líquidos aromáticos. Ainda conforme informações do Ministério, o bagaço, que tem alto teor energético, é subproduto industrial de expressivo valor econômico, destinado à alimentação animal, sobretudo para ruminantes e em especial, a vaca de leite.

A laranja possui um elevado valor nutricional, com alto índice de fibras, água e vitaminas. O consumo de uma unidade da fruta corresponde à quantidade recomendada da dose diária de vitamina C (cerca de 60mg). Essa vitamina aumenta a proteção contra

infecções, tem propriedade cicatrizante e um elevado poder de proteção antioxidante (protegendo o organismo da ação prejudicial dos radicais livres). Por causa do alto teor de fibras solúveis, encontradas na polpa e no bagaço, a fruta também facilita a função intestinal. Na parte branca do bagaço se encontra a pectina, substância que previne o câncer e contribui para baixar o colesterol no organismo. O cálcio encontrado na laranja ajuda a manter a estrutura óssea e proporciona uma boa formação muscular e sanguínea. Além disto, a fruta também contém a substância betacaroteno, responsável pela cor laranja, que previne o câncer e infartos (MAZZUZ, 1996).

É clara a importância do aprofundamento dos estudos que contribuam para o conhecimento adequado do processo produtivo da laranja, sem abrir mão do envolvimento qualitativo tanto nos serviços, como no produto final. Partindo desse enfoque, podem-se relacionar os conceitos aplicados à Qualidade e à Aplicação das Boas Práticas Agrícolas às etapas referentes à colheita, à pós-colheita e ao beneficiamento, visando melhorias para os trabalhadores, melhor qualidade final do produto, adequação às novas exigências de mercado e maior rentabilidade.

A qualidade dos alimentos é consequência do controle de todas as etapas da cadeia produtiva desde o campo até à mesa do consumidor. No caso das frutas, além da aparência e durabilidade, os consumidores passaram a exigir a garantia da segurança, ou seja, que as mesmas estejam também isentas de qualquer perigo físico, químico ou biológico que venha a comprometer sua saúde (FREITAS *et al.*, 2003).

Embora se destacando mundialmente na produção de citros, principalmente de laranja, o Brasil ainda apresenta deficiências quanto à qualidade da fruta para o consumo *in natura*. O Programa Produção Integrada de Citros (PIC) insere-se na Produção Integrada de Frutas – PIF, um projeto vinculado ao Ministério da Agricultura (MAPA), cuja finalidade maior é conferir tanto o aumento das exportações do agronegócio frutícola brasileiro como a qualidade das frutas. Trata-se de um subsídio para a melhoria da qualidade da fruta cítrica. Essas Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Citros (NTEPIC) foram aprovadas pela Instrução Normativa - SARC nº 006, de 06 de setembro de 2004 e publicada no Diário Oficial da União (DOU) no dia 10 de setembro do mesmo ano. Basicamente,

preconizam que, para cuidar da fruta é preciso cuidar das estruturas e das pessoas que as manipulam.

Neste estudo foram consideradas as exigências de qualidade do mercado consumidor, os ritmos de trabalho ditados pela máquina (as exigências laborais impostas pela repetitividade da tarefa e pela velocidade da esteira), as condições ambientais de iluminação e temperatura ambiente nos postos de seleção e suas interferências sobre as exigências laborais. A qualidade do processo e a aplicação das boas práticas agrícolas numa UBL foram estudadas.

1.1. Objetivos

Objetivo Geral

Esta pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de um modelo de avaliação de unidades de beneficiamento (UB), avaliando qualidade (Q), aplicação das boas práticas agrícolas (BPA), impactos mecânicos e as exigências laborais sobre os trabalhadores do posto de seleção. Seus resultados poderão ser úteis para a organização e projeto do trabalho e das tarefas nas UB também de outros hortifrúteis, bem como para avaliar e buscar melhorias no sistema e, desta forma, aumentar a sua competitividade.

Neste estudo foram consideradas as exigências de qualidade do mercado consumidor, os ritmos de trabalho ditados pela máquina (as exigências laborais impostas pela repetitividade da tarefa e pela velocidade da esteira), as condições ambientais de iluminação e temperatura ambiente nos postos de seleção e suas interferências sobre as exigências laborais. A qualidade do processo e a aplicação das boas práticas agrícolas numa UBL foram estudadas.

Objetivos Específicos

- Gerar informações e instrumento técnico para avaliação e certificação de qualidade de uma UB;

- Gerar informações e instrumento técnico para avaliação e certificação de boas práticas agrícolas (BPA) de uma UB;
- Avaliar a magnitude dos impactos mecânicos em unidades de beneficiamento;
- Avaliar as condições de trabalho no posto de seleção com o auxílio de instrumentos de avaliação adequados e específicos, para conhecimento da atividade, das exigências laborais e das interferências das condições ambientais, tecnológicas e organizacionais;
- Gerar elementos técnicos que permitam projetar a tarefa de seleção de maneira mais adequada, quanto às exigências laborais, sob o ponto de vista ergonômico, e de maneira eficiente e eficaz do ponto de vista da qualidade das boas práticas agrícolas e da produtividade;
- Desenvolver um modelo para avaliação de UB e para avaliações futuras no sistema móvel de auxílio à colheita em desenvolvimento.

1.2. Justificativas

Os elementos principais que justificam esta pesquisa são:

- A necessidade de abastecimento, com quantidade e qualidade, de um número cada vez maior de exigentes consumidores brasileiros e estrangeiros;
- O aumento do consumo de frutas, a preocupação com o alimento seguro, a necessidade de certificações (tendências que refletem a mudança de hábito dos consumidores) na busca de uma alimentação mais saudável;
- O crescimento das exigências laborais sobre os trabalhadores das UB face à necessidade de produzir mais e melhor;
- Os cuidados necessários com a colheita, a pós-colheita, o beneficiamento e o transporte de frutos;
- A exiguidade de pesquisas similares a esta, visto que a maioria dos estudos sobre UB, disponíveis na literatura, refere-se a pesquisas voltadas especificamente ao produto e à produtividade, sendo raros os que analisam as exigências laborais do posto de seleção das UB ou que se dedicam à criação de instrumentos técnicos para certificação de qualidade e de aplicação das boas práticas agrícolas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Boas Práticas Agrícolas (BPA)

As Boas Práticas Agrícolas (BPA) têm como focos principais de estudo os perigos microbiológicos, físicos, químicos, as práticas que visam à conservação dos solos, da água e o bem-estar dos trabalhadores, objetivando tornar a produção economicamente viável, ambientalmente segura e socialmente justa (MORETTI, 2003).

Os programas de fomento da melhoria das boas práticas agrícolas são difundidos em âmbito mundial, como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), protocolos para fins de certificação com reconhecimento internacional, como a Certificação de produtos na Europa, a Produção Integrada de Frutas (PIF), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e outros protocolos, têm como ponto comum a promoção das Boas Práticas Agrícolas (BPA) e o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e as Normas de Classificação de Citros de Mesa – CEAGESP/SP, 2011.

As BPA são aplicadas em qualquer tipo de sistema de produção, independentemente do produto, do tamanho, da área explorada, das condições climáticas e geográficas, dos insumos e tecnologias de produção utilizados, adequando-se às diversas realidades locais, socioeconômicas e agroecológicas (SOUZA, 2007).

Na Produção Integrada de Citros é recomendável a implantação das Boas Práticas na fazenda, no sistema de monitoramento e controle da inocuidade (APPCC), bem como nas UB (PEREIRA et al, 2006).

Estão descritos a seguir os quesitos considerados importantes para elaboração de um questionário de avaliação de BPA de uma UB de hortifrútis, tendo como modelo a laranja:

a. De acordo com as BPA deve-se avaliar se os seguintes cuidados são aplicados:

- Conservação dos solos e da água;
- O bem estar dos trabalhadores;
- A produção economicamente viável, ambientalmente segura e socialmente justa.

b. De acordo com as BPA deve-se avaliar se há a sua aplicação:

- No sistema de produção;
- No sistema de monitoramento e controle da inocuidade (APPCC);
- No sistema de monitoramento e controle da inocuidade (APPCC).

c. Deve-se avaliar se ocorre a substituição das práticas convencionais onerosas por:

- Processos que possibilitem a redução de danos à saúde dos trabalhadores;
- Processos que possibilitem a melhoria da qualidade;
- Processos que possibilitem a redução dos danos ambientais;
- Processos que possibilitem o aumento do grau de credibilidade e confiabilidade do consumidor em relação às frutas brasileiras.

d. É necessária a observância das exigências do Programa Produção Integrada de Frutas (PIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), da obrigatoriedade de aplicação de BPA em toda a cadeia produtiva nos quesitos. Estes itens devem ser avaliados:

- Capacitação dos produtores;
- Manejo do solo;
- Controle de doenças e pragas;

- Controle de uso de agrotóxicos;
- Técnicas de colheita;
- Técnicas de beneficiamento;
- Técnicas de embalagem;
- Técnicas de transporte;
- Análise de resíduos;

e. Deve-se avaliar se há ações de conscientização básica para levar o produtor ao:

- Domínio das técnicas de BPA;
- Domínio de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

f. Fatores adicionais a serem avaliados:

- Nível da organização do trabalho na UB;
- Nível de tecnologia da UB;
- Nível de inovação e competitividade da UB;
- Contexto evolutivo do processo de produção da UB.

g. Outros fatores a serem avaliados:

- A observância das etapas evolutivas na cadeia de produção de laranjas, por intermédio de ações de conscientização básica, que levam o produtor ao domínio dos Procedimentos Padrões de Higiene Ocupacional (PPHO), com o objetivo final de dominar o Protocolo Europeu de Boas Práticas Agropecuárias (EUREPGAP);
- A observância dos patamares preceituados pelo Programa de Produção Integrada de Frutas (PIF) como requisitos de qualidade da UB;
- A observância dos patamares preceituados pelo Programa de Produção Integrada de Frutas (PIF) como requisitos de sustentabilidade da UB.

2.2. Qualidade da Fruta

As características essenciais que compõem a qualidade do suco de laranja tanto o processado, como o *in natura* e que estão relacionadas com as exigências demandadas pelo mercado consumidor, pelos órgãos reguladores e pelas empresas processadoras, são dos seguintes tipos (VILELA *et al.*, 2006) :

- Físico-químicas: *ratio* (razão índice de acidez), *brix* (porcentagem de sólido existente em um determinado produto líquido), vitaminas, ácidos, compostos nitrogenados, porcentagem da polpa, óleo;
- Organolépticas: sabores, cor, aroma;
- Microbiológicas: limitação da quantidade de micro-organismos contidos no suco;
- Práticas de processo: autenticidade do produto, controle de pesticidas na fruta, controle de metais pesados.

Segundo PEREIRA *et al.* (2006), alguns aspectos de destaque no controle da qualidade são:

- a) Falta de controle de qualidade da água;
- b) Manuseio excessivo e inadequado das frutas;
- c) Limpeza e higiene deficientes;
- d) Deficiência de estrutura de apoio à higiene e saúde dos trabalhadores;
- e) Situações inadequadas de trabalho;
- f) Ausência de programa de manutenção e instalação de equipamentos.

O segmento de produção citrícola recebe as exigências quanto à qualidade da fruta. Segundo STENGER (1990) e especialistas da área, a qualidade do suco de laranja tem como principal determinante a qualidade da fruta. A qualidade intrínseca da fruta tende a diminuir a partir da colheita. Esta tendência declinante da qualidade do suco da fruta é contínua até a distribuição do suco pronto e o seu consumo. Portanto, é fundamental que a qualidade da fruta

não fique aquém do limite mínimo aceitável, para não prejudicar a qualidade final do suco (BORGES, 1997).

Estão descritos a seguir os quesitos considerados importantes para avaliação de qualidade de uma UB de hortifrúti, tendo como modelo a laranja:

a. Qualidade na Colheita

- Avaliar os danos internos e externos causados pela colheita;
- Observar o ponto de colheita: a decisão do momento de coletar (ponto de colheita) deve levar em consideração os aspectos relacionados à qualidade intrínseca do fruto, como grau de maturação, estado de desenvolvimento, tamanho, cor;
- Observar os aspectos climáticos e ambientais que determinam a viabilidade da operação e a decisão do momento de coletar (ponto de colheita);
- Levar em conta os aspectos culturais na decisão sobre o momento de coletar;
- Monitorar as alterações externas e internas dos citros para definir padrões e, a partir destes, fazer inferências sobre o estágio de desenvolvimento e determinar o ponto de colheita com segurança;
- A antecipação ou retardamento da colheita (não observação do ponto de colheita) podem ter efeitos consideráveis sobre os frutos que irão se manifestar, provavelmente, na mesa do consumidor;
- Avaliar a relação entre açúcares e ácidos da fruta colhida. Esta relação que é comumente chamada de *ratio* ou razão sólidos solúveis e acidez, deve ser de, no mínimo 6/1 para que se possa iniciar a colheita.

b. Qualidade do fruto

- O crescimento e a maturação fisiológica do fruto só se completam se ele permanecer na planta. Em geral, os frutos cítricos são não climatérios, ou seja, sua maturação não se dá com um ponto característico e sim por um processo gradual. Ou seja, o grau de maturação apropriado deve ser atingido com o fruto ainda pertencente à planta;

- A coloração externa pode ser conseguida através de aplicação de etileno;
- A cor da casca e do suco dos frutos cítricos é atributo de grande importância para a sua qualidade, que refletirá na aquisição deste pelos consumidores e dependem de:
 - ✓ Temperatura ambiente;
 - ✓ Posição dos frutos nas árvores;
 - ✓ Irrigação;
 - ✓ Fertilização;
 - ✓ Qualidade da porta-enxertos;
 - ✓ Estágio de desenvolvimento/maturidade do fruto;
 - ✓ Eventual necessidade de adiantar a colheita ou realizar tratamentos para que o fruto permaneça na planta por mais tempo.

c. Observância dos aspectos climáticos e ambientais relacionados à qualidade do fruto

- Os de maior importância são: a umidade relativa do ar, a ocorrência de chuvas, presença de orvalho e, por fim, temperatura. Esses fatores são relacionados à possibilidade de ocorrência de danos nos frutos, além de serem associados à qualidade e resistência do fruto durante toda etapa referente ao transporte, seja ele do campo aos galpões de beneficiamento, ou destes até os postos de distribuição. Isso é devido ao fator compressão dos frutos, que relacionado ao estágio de maturidade e firmeza do fruto, pode diminuir ou não a durabilidade do produto;
- As horas mais quentes do dia não constituem o período indicado para colheita porque a temperatura é mais elevada, a umidade relativa do ar é mais baixa, a probabilidade da presença de orvalho é menor e os frutos não se apresentam muito túrgidos, como ocorre durante o período da manhã. Isto ajuda a prevenir a ocorrência do dano de maior preocupação durante a colheita, a oleocelose (Figura 3, pg. 19), quando levado em consideração os fatores climáticos e ambientais.

d. Qualidade da observância dos aspectos culturais

- A irrigação abundante aumenta a umidade relativa e que pode acarretar a necessidade de atrasar a colheita;
- A aplicação de defensivo agrícola, pelo fato da obrigatoriedade de se respeitar o intervalo de segurança do produto fitossanitário, pode provocar a necessidade de atrasar a colheita.

e. Qualidade na colheita e no transporte

- No momento da colheita e no manuseio após a colheita devem-se tomar todos os cuidados para não danificar o fruto;
- No processo de transporte todos os cuidados são necessários para não ocorrer danos aos frutos. Esses abrem possibilidades de infecção dos tecidos por agentes patogênicos;
- Na colheita e no transporte podem ocorrer danos por impacto mecânico, causados por quedas durante a colheita ou na transferência dos frutos para embalagens de transporte. O dano de compressão é um dano que resulta do sobre-enchimento das caixas plásticas;
- As equipes de colheita devem receber treinamento para não danificar os frutos na operação da colheita;
- As equipes de colheita devem ser contratadas, conforme as leis trabalhistas, compostas por, em média, 20 pessoas, sendo um fiscal e dois ou três carregadores e os demais, colhedores;
- Na colheita devem ser utilizadas tesouras ligeiramente curvadas, com pontas arredondadas, que não provoquem ferimentos nos frutos. Recomenda-se que sua parte cortante seja convexa para poder cortar bem rente ao pedúnculo. Isso devido ao fato de o pedúnculo, quando não cortado rente, assumir a forma de talo e tornar-se uma fonte de danos mecânicos durante todo processo, desde a colheita até sua comercialização;
- Ao serem coletados, os frutos devem ser colocados em sacolas de tecido e, em seguida, despejados cuidadosamente em caixas plásticas contendo de 18 a 20 kg;
- O transporte do campo ao galpão de beneficiamento deve ser feito por carretas ou caminhões, com a carga coberta por lona. Em se tratando de distancias curtas como é o

caso da colheita efetuada na mesma propriedade onde se localiza o galpão de beneficiamento, o transporte pode ser feito por carretas, sendo também os frutos dispostos em caixas plásticas;

- Os frutos não podem ficar expostos, por um período prolongado de tempo, a intempéries climáticas ou qualquer outro fator que interfira em sua qualidade;
- Para prevenir risco de disseminação de pragas e doenças somente é permitida a entrada no pomar de material de colheita como sacolas de colheita, escadas, caixas, tesouras de colheita e veículos de transporte, que tenham passado por desinfecção prévia;
- As equipes de colheita também devem ser submetidas aos processos de segurança, para garantir que não se constituam em potencial de transporte de inóculo para dentro do pomar;
- Outro cuidado que deve também preceder a colheita é a identificação do potencial de rompimento das glândulas de óleo. Nos períodos chuvosos ou nos dias subsequentes, as células estão mais túrgidas e podem romper-se mais facilmente. Este rompimento pode provocar o espalhamento do conteúdo das glândulas para os tecidos adjacentes ou atingir frutos próximos e causar oleocelose (Figura 4, pg. 20). Quantidades muito pequenas de óleo, e mesmo tempos de exposição de alguns poucos segundos ao óleo, são suficientes para resultar em oleocelose por desintegração do tecido epidérmico (Figura 5, pg. 22). O óleo de uma glândula rompida se difunde pela cutícula, atingindo as camadas mais profundas das células da casca. Em três dias já se observa a degeneração e o escurecimento da casca;
- Se não for possível o adiamento da colheita, devem ser tomados outros cuidados para impedir o rompimento das glândulas de óleo;
- Um item de extrema importância é a utilização de equipamentos de proteção individual. Cada colhedor deve usar, obrigatoriamente, óculos de segurança, mangotes, touca árabe e perneiras. Os colhedores devem utilizar EPI.

f. Qualidade na pós-colheita

- Nesta etapa deve haver a preocupação com a melhoria do aspecto externo e visual do produto, que acarreta agregação de valor à fruta e potencial aumento da sua durabilidade.

g. Qualidade na recepção

- Nesta etapa deve ser feita a pesagem da fruta vinda do campo, passagem pelo “*drencher*”, armazenagem até que seja beneficiada;
- Deve ser feito o controle de origem da fruta, item importante para garantir a rastreabilidade;
- Deve ser feita a análise das condições dos frutos, observando-se a ocorrência de defeitos para posterior regulação da velocidade em que os frutos passarão pela etapa de escolha;
- Analisa-se o diâmetro médio dos frutos, para que seja feita a regulação de classificação e separação em esteiras, em função do diâmetro de cada fruto;
- As laranjas chegam do campo, dispostas em caixas plásticas transportadas por caminhões ou carretas. As caixas contendo até 20 kg de fruta são dispostas em paletes, que devem ser lavados com fungicidas e/ou outros produtos de ação bactericida e fungicida imediata, registrados para essa finalidade, na cultura de citros. Estes produtos são aplicados com o intuito de retardar e/ou inibir o crescimento de organismos patogênicos durante o processo de pós-colheita.

h. Qualidade do processo de desverdecimento

- Atualmente é recomendado o uso de câmaras de fluxo contínuo, controladas automaticamente. Nestas, o etileno é liberado de forma contínua no ar que entra do exterior da câmara e circula de forma a não haver acumulação de gás carbônico nem diminuição de oxigênio, que deverá sair de dentro da câmara na mesma proporção em que entra. O ar dentro da câmara é umidificado. A dose aplicada de etileno deve ser a

mais exata possível sendo controlada por intermédio de um manômetro para atingir a máxima precisão da aplicação;

- A pigmentação dos frutos cítricos dá-se pela conversão dos cloroplastos em cromoplastos que acumulam carotenóides amarelos e laranjas. A aplicação de etileno provoca degradação dos cloroplastos em cromoplastos. Com a aplicação desse gás, há a degradação da clorofila e a síntese de novos carotenóides que dão ao fruto uma coloração igual à de um fruto maduro. A UB deve contar com profissionais qualificados para este trabalho;
- É importante considerar o desenho da câmara, pois, as câmaras herméticas, que também servem para refrigeração, permitem maior facilidade no controle de temperatura, umidade e concentração de gás liberado na câmara. A câmara de sua UB permite facilidade no controle de temperatura, umidade e concentração de gás liberado na câmara;
- É necessário que as câmaras possuam termostatos. A temperatura ótima da câmara varia com a cultivar correspondente e estágio de maturação. A temperatura ótima para a degradação da clorofila e síntese de carotenóides está ao redor de 28°C e 18°C, respectivamente. Por essa razão se utilizam valores entre 18°C a 25°C. É importante controlar a temperatura e registrar este parâmetro durante todo o processo e verificar se não existe diferença em pontos distintos da câmara. Em geral, a temperatura deve estar entre 18°C a 25°C. A câmara de sua UB deve contar com facilidade para ajuste da temperatura ótima;
- A temperatura elegida deverá permitir uma rápida degradação de clorofila e adequada síntese de carotenóides. Porém, não deve provocar aceleração de podridões ou principalmente senescência. Por exemplo, temperaturas maiores que 25°C aumentam as podridões. Temperaturas maiores que 28°C podem provocar manchas e sabores estranhos por acumulação de produtos oriundos de uma elevada taxa respiratória. Deve-se observar este aspecto relativo a temperaturas maiores em uma UB;
- Controle da umidade relativa: em condições adversas à faixa ótima de umidade relativa é possível a perda da qualidade. O baixo valor da umidade relativa do ar, expresso em porcentagem, provoca perda de água do fruto (Figura 6, pg. 27), com consequente perda de peso, necroses nas proximidades do pedúnculo e dificuldade em atingir a

coloração comercial desejada. Ao contrario disso, a alta umidade aumenta a cicatrização das feridas menores da casca, fazendo com que haja redução no desenvolvimento de podridões causadas por *Alternaria* (Figura 7, pg. 27) e *Botrytis* (Figura 8, pg. 28);

- Controle da concentração de etileno. A ação deste gás causa efeito sobre os citros. As concentrações baixas variam de 0,1 a 1 ppm. Normalmente, não se recomenda utilizar concentrações muito elevadas, como de 1 a 10 ppm, porque em concentrações maiores a 10 ppm, não há a aceleração do processo de desverdecimento, sendo ainda possível a ocorrência de efeitos negativos, como podridão peduncular, perda e/ou escurecimento do cálice e estimulação no desenvolvimento de antracnoses;
- Sabendo que existe a possibilidade de ocorrência de queimaduras (Figura 9, pg. 29), devido ao fato de a casca ser muito fina, podendo as manchas aparecerem alguns dias após a retirada das laranjas da câmara de fluxo contínuo (Figura 10, pg. 29; sabendo que o tempo de duração varia de 12 a 72 horas de tratamento, porém, como já foi citado, o tempo exato dependerá do estado que o fruto apresenta ao entrar na câmara, avalie o grau de controle da duração ótima do tratamento depende da variedade e da coloração que a laranja apresenta;
- Outro fator importante quando analisadas as condições da câmara de fluxo contínuo é a circulação do ar. É necessário que esta seja uniforme no decorrer de toda a extensão da câmara, que atinja todos os frutos e retire produtos indesejáveis, tais como gás carbônico e outros voláteis. Avalie o grau de controle da circulação de ar da câmara de fluxo contínuo da UB;
- A ventilação da câmara é fundamental para manter os valores de gás carbônico e oxigênio nos níveis adequados. É importante ressaltar que o gás carbônico é antagonico ao etileno e à alta temperatura a taxa respiratória dos frutos se eleva, o que desencadeia também a aceleração da produção de etileno. Valores de gás carbônico maiores que 1%, inibem a desverdização e provocam alterações metabólicas. Avalie o grau de controle da taxa de gás carbônico na câmara;

- Em relação ao oxigênio, deverá manter-se ao redor de 21%. Concentrações menores que 10% provocam uma pequena inibição no desenvolvimento da coloração da casca (MAZZUZ, 1996). Avalie o grau de controle da taxa de oxigênio na câmara.

i. Qualidade na pós-desverdização

- É necessário após cada processo de desverdização ou em sequências regulares de 7 (sete) dias, por exemplo, realizar um controle dos defeitos e alterações que possam aparecer devido a este processo. Para isso, deve-se coletar uma amostra representativa e avaliar a porcentagem de frutos afetados. Este controle permitirá a correção, com maior rapidez, dos parâmetros do processo ou outros fatores que possam incidir na qualidade final da laranja;
- É fundamental que as interpretações dos defeitos e alterações encontradas na amostra coletada sejam analisadas conforme norma ou padrão de qualidade já existente na empresa. Esta operação é de suma importância para que os defeitos encontrados sejam corrigidos;
- Em relação às podridões especificamente, as que ocorrem com maior frequência ao longo desse processo são a podridão verde (*Penicillium digitatum*), podridão azul (*Penicillium italicum*) (Figura 11, pg. 31), podridão peduncular (*Diplodia spp*) e antracnoses (*C. gloeosporioides*) (Figura 12, pg. 32). Deve-se ter um perfeito domínio sobre os tipos de podridão pelos trabalhadores responsáveis de sua UB.

j. Qualidade na observância da Norma de Classificação

- A adoção da Norma de Classificação da Laranja trouxe confiabilidade e transparência à comercialização, garantindo maior rentabilidade para o produtor e um produto de menor preço e melhor qualidade para o consumidor. Esta norma foi construída pelo Grupo Brasileiro de Citros de Mesa, após exaustivos debates, com apoio do Centro de Citricultura "Sylvio Moreira" do Instituto Agrônomo de Campinas, dentro do Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros, coordenado pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP.

Deve-se avaliar o grau de conhecimento da Norma de Classificação de laranja em sua UB, que deve integrar os programas de treinamento;

- Classificação é a separação do produto por cor, tamanho, formato e qualidade, visando sempre à padronização. Utilizar a classificação é unificar a linguagem do mercado. Assim, produtores, atacadistas, indústrias, varejistas e consumidores podem seguir os mesmos padrões para determinar a qualidade do produto e obtém-se transparência na comercialização, melhores preços, menores perdas e melhor qualidade;
- As laranjas, em geral, podem ser classificadas pela classe ou calibre, ou seja, pela relação do tamanho dos frutos medido pelo seu diâmetro equatorial, que é aquele medido transversalmente ao eixo que vai do pedúnculo ao ápice do mesmo. Pelos defeitos apresentados, dano profundo, podridão, frutos que apresentam alteração típica de sabor, característica do estágio sobremaduro e deformações. Pelas manchas, que são qualquer alteração da coloração original da casca (pericarpo), não importando a origem desta alteração. E por fim, pelo tipo ou categoria, determinado pela ocorrência de defeitos graves e leves associados a requisitos de homogeneidade de tamanho e cor e à presença de cálice nos frutos (PIO 2008). Avalie o grau de conhecimento destes quesitos pelos trabalhadores da mesa de seleção da UB;
- As variedades mais comuns de laranjas são: Hamlin, Baía, Rubi, Pera, Natal, Valência e Lima. Avalie o grau de conhecimento das variedades de laranjas pelos trabalhadores da mesa de seleção de sua UB;
- Os defeitos mais comuns da laranja são: danos profundos, podridão, fruto passado, manchas (difusas e profundas). Avalie o grau de conhecimento dos defeitos de laranjas pelos trabalhadores da mesa de seleção de sua UB.

k. Qualidade da embalagem

- A embalagem é um requisito essencial para aumentar o tempo de conservação e manutenção da qualidade. A utilização de materiais poliméricos rígidos ou flexíveis limita a perda de umidade e leva à modificação da atmosfera, o que retarda os processos fisiológicos e bioquímicos e a deterioração microbiológica (CANTWELL, 1992; WILEY, 1994);

- A embalagem deve garantir a conservação da qualidade do produto. Para isso, exige-se uma embalagem ofereça:
 - ✓ Proteção, informações sobre o produto, racionalização do transporte, da armazenagem e do gerenciamento;
 - ✓ Informações sobre o produto;
 - ✓ Racionalização do transporte do produto;
 - ✓ Racionalização do armazenamento do produto;
 - ✓ Racionalização do gerenciamento do produto.
- A embalagem pode ser descartável ou retornável e deve permitir a limpeza e desinfecção a cada utilização. As descartáveis devem ser recicláveis ou permitir a incineração limpa. Devem possuir dimensões que permitam a paletização, ou seja, serem submúltiplos do Palete Padrão Brasileiro (PBR) de 1,00 m por 1,20 m.;
- Todas as embalagens devem estar de acordo com as disposições das normas sanitárias.

l. Qualidade da rotulagem

- Outro fator que garante a qualidade é a presença do rótulo na embalagem, que se tornou obrigatório de acordo com o decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997. Além de certificado de origem do produto, este garante sua rastreabilidade;
- As embalagens deverão ser rotuladas em local de fácil visualização, com as seguintes informações: nome do produtor ou beneficiador, endereço, município, registro no MAA, registro de Inscrição do produtor ou CGC (Coordenação Geral de Contenciosos) do beneficiador, grupo/variedade, classe ou calibre, tipo ou categoria, utilidade culinária, peso líquido, data de embalagem, sendo opcional o código de Barras;
- A rotulagem deve obedecer às legislações do IPEM (Instituto de Pesos e Medidas), INMETRO e lei de defesa do consumidor (KOLLER, 2006).

m. Qualidade do planejamento do controle de qualidade

- O controle da qualidade deve ser praticado durante todo o processo produtivo. O sucesso de cada operação depende da eficiência da operação precedente. É fundamental que durante todo o processo se estabeleçam metas e itens de controle para cada etapa realizada. Estes têm a função de analisar de forma objetiva as condições de realização de cada etapa envolvida no processo, podendo, posteriormente, subsidiar a elaboração da análise de sua eficácia. Dessa forma, torna-se possível o processo de melhoria de todo o sistema envolvido;
- Os elementos objetivos são atributos, parâmetros ou qualquer outro aspecto que exija controle em sua operação. As fases do processo são as etapas onde deve ser controlado o atributo citado anteriormente. As verificações são amostras, medições, observações, avaliações que devam ser efetuados em função do atributo relacionado. Os resultados corretos são os resultados que seriam satisfatórios perante as normas de qualidade ditadas pela UB. As observações são explicações que acatem o resultado correto, efeitos de prática inadequada ou forma de trabalho recomendado. Devem ser elaboradas fichas de controle para visualização do processo na UB;
- Todos os trabalhadores envolvidos na colheita devem utilizar equipamentos de proteção individual, tais como, mangotes, touca árabe, luvas de algodão, perneiras, óculos;
- Todos os trabalhadores envolvidos na atividade beneficiadora devem contar com as condições ideais de trabalho previstas pela legislação e pela ergonomia;
- O caminhão ao chegar ao galpão de beneficiamento deve ser pesado para apuração do peso líquido da fruta. Dessa forma, o lote pode ser caracterizado pelo peso, pela data da colheita, produtor e variedade, além de observações sobre as condições da fruta;
- No processo de pós-colheita, deve-se fazer o acompanhamento detalhado de todas as etapas envolvidas, tais como montagem do lote, passagem na câmara de maturação forçada, beneficiamento da fruta, lavagem, secagem, aplicação de cera, embalagem, carregamento da carga e higiene das caixas plásticas para retorno ao campo.

2.3. Produção Integrada de Frutas

A Produção Integrada de Frutas, PIF, é um Programa de Avaliação da Conformidade, voluntário, desenvolvido pelo INMETRO, em conjunto com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Tem como objetivo gerar frutas de alta qualidade, priorizando a sustentabilidade, a aplicação de recursos naturais, a substituição de insumos poluentes, o monitoramento dos procedimentos e a rastreabilidade de todo o processo de produção, tornando-o economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo. O principal objetivo da PIF é substituir as práticas convencionais onerosas por um processo que possibilite diminuição dos custos de produção, melhoria da qualidade, redução de danos à saúde dos trabalhadores, redução dos danos ambientais e aumento do grau de credibilidade e confiabilidade do consumidor em relação às frutas brasileiras (INMETRO, 2008). Frutas como laranja, tangerina e limão de qualidade, produzidas com respeito ao meio ambiente e certificadas pelo governo já podem ser oferecidas ao mercado.

A aprovação das normas técnicas para a produção integrada de citros é parte do projeto Produção Integrada de Frutas (PIF), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A proposta estabelece a obrigatoriedade da aplicação de boas práticas agrícolas na produção, definidas pela cadeia produtiva sob a coordenação do ministério, incluindo regras para capacitação dos produtores, manejo do solo, controle de doenças e pragas, uso de agrotóxicos, técnicas de colheita, beneficiamento, embalagem, etiquetagem, transporte e análise de resíduos (ABANORTE, 2010).

Segundo ANDRIGUETO (2005), a PIF está colocada no ápice da pirâmide, como o nível mais evoluído em organização, tecnologia, manejo e outros componentes, num contexto onde os patamares para inovação e competitividade são estratificados por níveis de desenvolvimento. Ela representa os vários estágios em que o produtor está e poderá ser inserido num contexto evolutivo de produção. Os patamares preceituados pela PIF (Figura 1) relacionam-se ao rol de exigências dos mercados importadores, principalmente da Comunidade Europeia, rigorosa em requisitos de qualidade e sustentabilidade, enfatizando sempre a proteção do meio ambiente, segurança alimentar, condições de trabalho e saúde humana e viabilidade econômica.

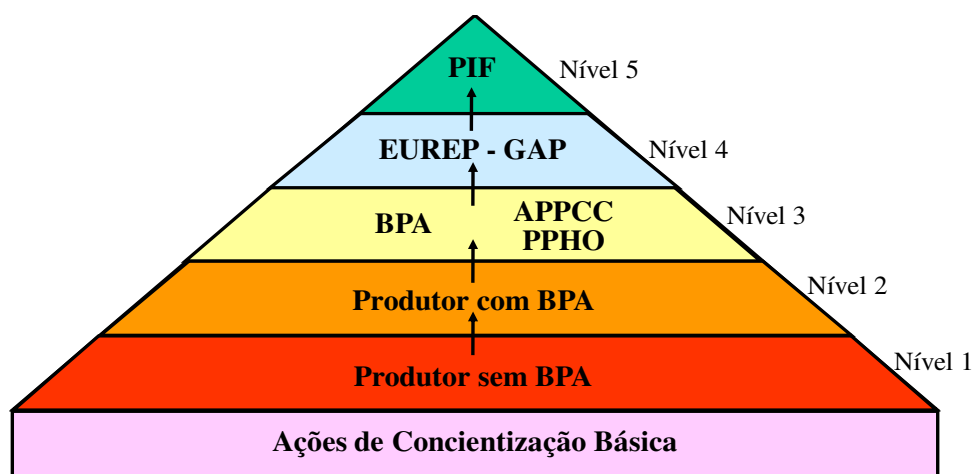


Figura 1: Patamares-Inovação e Competitividade-Citricultura Brasileira

Legenda: PIF: Produção Integrada de Frutas; EUREPGAP: Protocolo Europeu de Boas Práticas Agropecuárias; APPCC: Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle; PPHO: Procedimentos Padrões de Higiene Ocupacional; BPA: Boas Práticas Agropecuárias.

Fonte: SENAI/SEBRAE e Embrapa

Adaptado por JRA/ARK – MAPA

O EUREPGAP refere-se ao “*European Retailersd Produce Working Group*”, que preparou um protocolo de boas práticas agrícolas (*Good agricultural practices – GAP*) que devem ser seguidas pelos produtores para conseguirem receber uma certificação. Esse protocolo é considerado um código de boa conduta e é adotado para certificação. Trata-se de um modelo de certificação, composto de documento normativo, baseado nas boas práticas agrícolas, aplicadas à produção de frutas, vegetais frescos, flores e carnes (RAS, 2011). O EUREPGAP é uma associação privada, sem fins lucrativos, que se originou da organização de grandes varejistas europeus (Euro Retailer Produce Working Group Eurep), preocupados em assegurar a qualidade de produtos destinados ao consumo humano. Criado em 1997, o foco inicial era com os fornecedores de frutas e vegetais. Somente no ano 2000 surgiu a versão Integrated Farm Assurance (IFA), dirigida à produção pecuária.

O protocolo EUREPGAP é um conjunto de requisitos básicos de boas práticas agropecuárias (BPA), que correspondem a padrões globais de segurança alimentar, preservação ambiental, saúde e segurança dos trabalhadores e bem estar animal. Trinta

empresas, localizadas em países como Holanda, Inglaterra, Bélgica, Noruega, Suécia, Suíça, Espanha, Finlândia, França, África do Sul, Irlanda e Austrália, compõem o rol de membros do EUREPGAP (RAS, 2011). As produtoras e as empresas agrícolas que querem ultrapassar as fronteiras de comercialização e exportação para os varejistas europeus, necessariamente precisam contar com a certificação do EUREPGAP (RAS, 2011).

2.3.1. Qualidade Total

A teoria do Controle da Qualidade Total, ou Total Quality Control (TQC), teve origem no início dos anos 1940, com o engenheiro industrial W. EDWARDS DEMING (1900 – 1993), nos Estados Unidos. Contemporaneamente a ele, JOSEPH M. JURAN (1904 – 2008) também exerceu influência significativa no movimento pela melhoria da qualidade.

O conceito de Qualidade Total obteve maior abrangência quando implantado no Japão, por ICHIRO ISHIKAWA (1886 – 1970), que propôs mudança na cultura de todo um país e atingiu sucesso nas décadas subsequentes, a partir da alta qualidade dos produtos produzidos no Japão (WILLIAMS, 1995). Alguns aspectos são relevantes na compreensão do conceito de Qualidade Total. Deve-se considerar como um processo amplo e dinâmico, que implica na mudança da forma de pensar, de estilo e de postura, envolvendo todos os componentes do sistema produtivo, com a finalidade de conquistar uma meta comum. As cinco dimensões da qualidade total são qualidade intrínseca do produto ou serviço, custo do produto ou serviço, atendimento, segurança e moral dos empregados (BONILLA, 1994). Ainda, segundo o mesmo autor, a Qualidade Total implica em uma percepção integrada, verdadeiramente holística, que leva a uma cadeia de relações a ser entendida e atendida de forma a compreender que toda operação é cliente da operação que a precede.

Assim analisado, o conceito de Controle da Qualidade Total na Agricultura reveste-se da ideia de interdependência entre todas as etapas de produção de um determinado produto agrícola, sendo inúmeros os itens que terão interferência na qualidade do produto. Os processos de produção, de pós-colheita e de beneficiamento devem ser entendidos como uma sucessão de tarefas realizadas com finalidades específicas. O processo produtivo torna-se um

conjunto de causas objetivando o desfecho em cada etapa realizada, culminando, com as características desejáveis, ou efeito no produto final.

Na aplicação prática do conceito de Qualidade Total na Agricultura, as etapas do processo produtivo são identificadas através de um fluxograma, com a finalidade de se estabelecer o controle do processo produtivo, por meio de itens de verificação, medidos durante a realização das etapas, correspondendo às causas. Os itens de controle que equivalem aos efeitos são avaliados no produto acabado (BONILLA, 1994).

Uma das principais ferramentas de acompanhamento de cada etapa do processo produtivo, para obtenção da qualidade desejada, é a adoção do ciclo PDCA (“*Plan*”, planejar; “*Do*”, fazer ou agir; “*Check*”, checar ou verificar; e “*Action*”) no sentido de corrigir ou agir de forma corretiva. Trata-se de um método de gestão, onde o planejamento (P) e a tomada de decisões são realizados mediante o estabelecimento de uma meta ou objetivo comum, através do fornecimento e descrição dos meios para que a mesma seja obtida (WERKEMA, 1995). Um dos principais fatores nesta etapa é o treinamento operacional, que pode ser formal ou informal.

Planejamento realizado, o passo seguinte é a execução das tarefas (D) que compõem as etapas do processo produtivo, por meio de técnicas reconhecidamente corretas, em busca dos efeitos desejáveis. É importante ressaltar, nesta fase, a idéia do cliente interno, ou seja, a boa execução da tarefa e os efeitos obtidos terão influência direta no desempenho e/ou qualidade da operação seguinte (FALCONI, 2002). A próxima fase corresponde à checagem (C) nas operações realizadas, onde são obtidos os dados que informam se as metas inicialmente traçadas foram alcançadas. Daí a importância em se criarem modelos que traduzam as operações agrícolas em dados numéricos, possíveis de serem estatisticamente analisados (PALADINI, 1997).

Caso a meta inicial seja alcançada é importante dar um tratamento às etapas realizadas, como rotina, nos próximos ciclos produtivos. Se a rotina possa parecer um conceito passivo de acomodação, no processo produtivo ela pode ser a garantia de estabelecimento de um padrão (BONILLA, 1994), indicador de que novos ciclos PDCA sejam implantados,

visando à melhoria em quaisquer das dimensões da qualidade total. Por sua vez, se a meta estabelecida não for alcançada, haverá necessidade de agir (A), visando à identificação pontual do problema. Vale ressaltar que, em situações agrícolas, pela impossibilidade de controle de algumas variáveis produtivas inerentes a fatores climáticos, ambientais, macroeconômicos, nem sempre a falta de cumprimento de uma meta estará necessariamente relacionada a alguma tarefa realizada fora dos parâmetros previamente estabelecidos (WERKEMA, 1995).

2.3.2. Características de qualidade

O tamanho dos frutos é uma característica de qualidade muito importante. Frutos de tamanho reduzido, quando são aceitos, são menos valorados. Mesmo em se tratando de uma característica genética, os fatores ambientais influenciam significativamente no tamanho final que o fruto pode atingir. Além dos fatores ambientais, competição por foto- assimilados, com folhas novas contínuas, outros frutos e posição do fruto no ramo, são algumas variáveis que influenciam o tamanho final do fruto.

As modificações ocorrem externa e internamente durante o amadurecimento dos frutos. A modificação da cor, o aumento nos teores de açúcares e a diminuição de acidez indicam que os frutos atingiram o ponto de consumo. Portanto, o ponto de colheita. Porém, as modificações que ocorrem na casca (o pericarpo) podem estar descompassadas com as alterações da polpa. Aparentemente, casca e polpa comportam-se como órgãos distintos, mas têm, sem dúvida, inter-relação e alguma sincronia de metabolismo (KOLLER, 2006).

2.4. Colheita

A importância da colheita consiste no custo envolvido e na influência que esta operação tem sobre os frutos, porque pode dar origem a numerosos danos internos e externos que afetam a qualidade e, conseqüentemente, seu preço.

Alguns danos, sejam defeitos ou alterações, podem ser detectados nas mesas de seleção das UB, o que caracteriza uma perda economicamente menor se comparada à perda referente à detecção do dano mais tardiamente, como, por exemplo, na comercialização da

fruta. Nesta etapa, além da perda econômica, há também a desvalorização e perda da confiabilidade da marca da empresa beneficiadora e/ou embaladora (MAZZUZ, 1996).

2.4.1. Ponto de colheita

A decisão do momento de coletar deve levar em consideração os aspectos relacionados à qualidade intrínseca do fruto, como grau de maturação, estado de desenvolvimento, tamanho, cor, aspectos climáticos e ambientais que determinam a viabilidade da operação e os aspectos culturais. Além destes, também influencia na colheita a disponibilidade de mão de obra e aspectos econômicos (MAZZUZ, 1996).

Monitorar as alterações externas e internas das laranjas para definir padrões e, a partir destes, fazer inferências sobre estágio de desenvolvimento, sempre foi e será um anseio para indicar o ponto de colheita com segurança. A colheita antecipada ou tardia tem efeitos consideráveis sobre os frutos que irão se manifestar, provavelmente, na mesa do consumidor.

O prejuízo da colheita antecipada advém principalmente da menor qualidade interna, maior acidez e menos açúcares, o que resulta em um paladar muito ácido. Por outro lado, a colheita tardia resulta em frutas de cascas menos resistentes e com manchas de senescência que prejudicam a aparência.

De maneira prática, para ter uma boa indicação de colheita que tenha por parâmetro um padrão mínimo de qualidade, é aceita a relação entre açúcares e ácidos, relação que é comumente chamada de *ratio* (razão entre sólidos solúveis e acidez). A proporção mínima que esta relação deve apresentar para que a colheita inicie-se é de 6:1. Desta forma, estabeleceram-se calendários que marcam o início da colheita para cada cultivar. O calendário de início de colheita pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1: Calendário de colheita

Legenda: verde = disponibilidade da fruta.

Fonte: SANTA ELIZA, 2011

	Mês											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Lima Sorocaba												
Lima Verde												
Baía/Baianinha												
Hamlin/Westin												
Pêra												
Valência/Natal												
Folha Morcha												
Variedade	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cravo												
Mexirica Rio												
Ponkan												
Murcote												

2.4.2. Aspectos relacionados ao fruto

Em geral, os frutos cítricos são não climatérios, ou seja, sua maturação não se dá com um ponto característico e sim por um processo gradual. Entretanto, a coloração externa pode se modificar posteriormente através de aplicação de etileno.

A cor da casca e do suco dos frutos cítricos é atributo de grande importância para a sua qualidade, que refletirá na aquisição deste pelos consumidores. A coloração da casca dos frutos cítricos (Figura 2) resulta de fatores genéticos, que variam conforme a variedade, sendo influenciada, então, desde seu estágio inicial até o processo de desverdização, por fatores ambientais, como a temperatura, além da posição dos frutos nas árvores, irrigação, fertilização e também pela porta-enxerto.

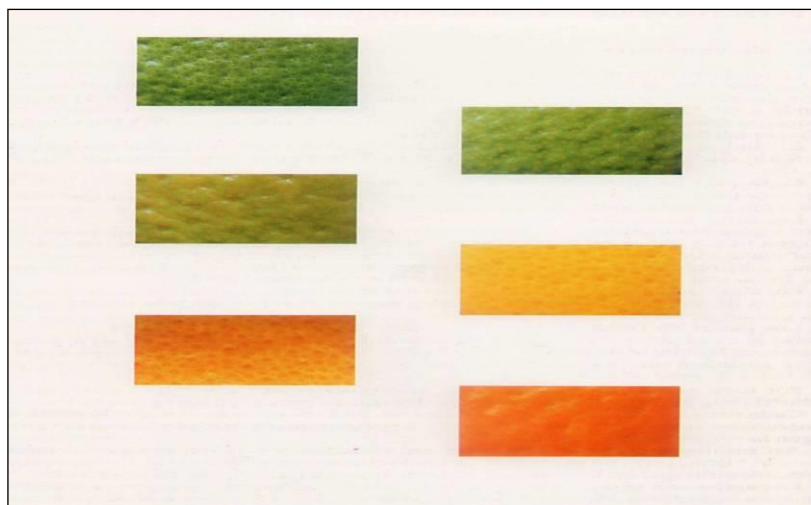


Figura 2: Evolução da coloração da casca em um fruto cítrico

Fonte: (AMAT, 1988).

O estágio de desenvolvimento do fruto também é um fator importante para se determinar o momento de colheita, porque permite determinar sua maturidade e a eventual necessidade de adiantar a colheita ou realizar tratamentos para que o fruto permaneça na planta por mais tempo.

Os frutos podem apresentar, no momento da colheita, um estágio de maturidade comercial que pode ou não coincidir com a maturidade fisiológica. Sua textura deve ser firme. Não deve ser rígida ou tão mole, por apresentar-se além do ponto de maturação fisiológica (MAZZUZ, 1996).

2.4.3. Aspectos climáticos, ambientais e culturais.

Existem diversos fatores climáticos de grande importância para decidir o momento adequado de se realizar a colheita. Os de maior importância são umidade relativa do ar, a ocorrência de chuvas, presença de orvalho e, por fim, temperatura.

Esses fatores são relacionados à possibilidade de ocorrência de danos nos frutos, além de serem associados à qualidade e resistência do fruto durante toda etapa referente ao

transporte, seja ele do campo aos galpões de beneficiamento, ou destes até os postos de distribuição. Isso é devido ao fator compressão dos frutos, que relacionado ao estágio de maturidade e firmeza do fruto, pode diminuir ou não a durabilidade do produto.

As horas mais quentes do dia não são o período indicado para colheita porque a temperatura é mais elevada, a umidade relativa do ar é mais baixa, a probabilidade da presença de orvalho é menor e os frutos não se apresentam muito túrgidos, como ocorre durante o período da manhã. Isto ajuda a prevenir a ocorrência do dano de maior preocupação durante a colheita, a oleocelose (Figura 3).

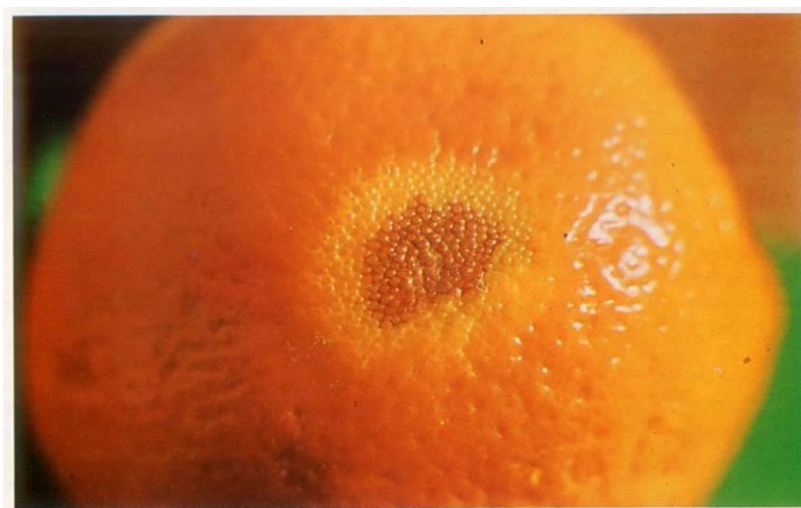


Figura 3: Oleocelose

Fonte: (AMAT, 1988).

Outros aspectos culturais como irrigação abundante, que aumenta a umidade relativa, e aplicação de algum defensivo agrícola, pelo fato da obrigatoriedade de se respeitar o intervalo de segurança do produto fitossanitário, podem provocar a necessidade de atrasar a colheita (MAZZUZ, 1996).

2.4.4. Cuidados na colheita

De nada adianta todo um manejo de pré-colheita se, no momento da colheita e no manuseio pós-colheita, a falta de cuidados causar danos ao fruto, que abrem possibilidades de infecção dos tecidos por agentes patogênicos.

Danos por impacto mecânico são causados por quedas durante a colheita ou na transferência dos frutos para embalagens de transporte. O dano de compressão resulta do sobreenchimento das caixas plásticas, aspecto que deve ser observado pelo fiscal da equipe de colheita.

As equipes de colheita devem ser treinadas para não danificarem os frutos na colheita. Geralmente são contratadas equipes de colheita regulamentadas conforme as leis trabalhistas, compostas por, em média 20 pessoas, sendo um fiscal e dois ou três carregadores e os demais, colhedores (KOLLER, 2006).

Na colheita podem-se utilizar tesouras ligeiramente curvadas, com pontas arredondadas, para que não provoquem ferimentos nos frutos (Figura 4). Recomenda-se que sua parte cortante seja convexa para poder cortar bem rente ao pedúnculo. Este, quando não cortado rente, pode assumir a forma de talo e tornar-se uma fonte de danos mecânicos durante todo processo desde a colheita até sua comercialização.

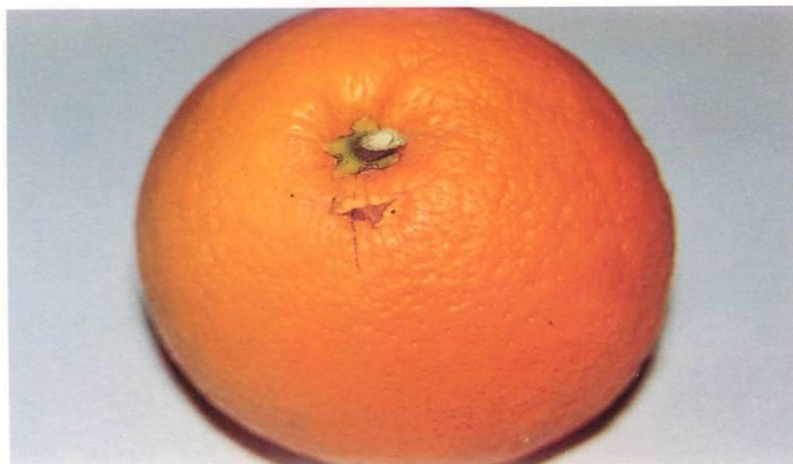


Figura 4: Fruto cítrico ferido com alicate na zona peduncular.

Fonte: (MAZZUZ, 1995).

Uma vez coletados, os frutos são colocados em sacolas de tecido e posteriormente despejados cuidadosamente em caixas plásticas contendo de 18 a 20 kg.

O transporte do campo ao galpão de beneficiamento é feito por caminhões, com a carga coberta por lona. Em se tratando de distâncias curtas, como é o caso da colheita efetuada na mesma propriedade onde se localiza o galpão de beneficiamento, o transporte pode ser feito por carretas sendo também os frutos dispostos em caixas plásticas. É importante ressaltar que, em ambos os casos, não se deve deixar os frutos expostos, por um período prolongado de tempo, a intempéries climáticas ou qualquer outro fator que interfira na qualidade do fruto (MAZZUZ, 1996).

Em consequência do risco de disseminação de pragas e doenças só deve ser permitida a entrada no pomar de material de colheita como sacolas de colheita, escadas, caixas, tesouras de colheita e veículos de transporte, que tenham passado por desinfecção prévia. As equipes de colheita também devem ser submetidas aos processos de segurança, para garantir que não se constituam em potencial de transporte de inóculo para dentro do pomar.

Outro cuidado que deve também preceder à colheita é a identificação do potencial de rompimento das glândulas de óleo. Nos períodos chuvosos ou nos dias subsequentes, as células estão mais túrgidas e podem romper-se mais facilmente. Este rompimento pode provocar o espalhamento do conteúdo das glândulas para os tecidos adjacentes ou atingir frutos próximos e causar oleocelose.

Quantidades muito pequenas de óleo, e mesmo tempos de exposição de alguns poucos segundos ao óleo, são suficientes para resultar em oleocelose por desintegração do tecido epidérmico (Figura 5). O óleo de uma glândula rompida se difunde pela cutícula, atingindo as camadas mais profundas das células da casca. Em três dias já se observa a degeneração e o escurecimento da casca. Para evitar-se que percentuais significativos de frutos apresentem este dano, deve-se retardar a colheita após períodos de muita chuva. Se não for possível o adiamento da colheita, então esta deve ser feita com cuidados redobrados para impedir o rompimento das glândulas de óleo (KOLLER, 2006).



Figura 5: Oleocelose por desintegração do tecido epidérmico.

Fonte: (AMAT, 1988).

Um item de extrema importância é a utilização de equipamentos de proteção individual. Cada colhedor deve usar, obrigatoriamente, óculos de segurança, mangotes, touca árabe e perneiras.

2.5. Beneficiamento de Frutas

Segundo a CEAGESP (2006), o beneficiamento de frutas tem passado por diversas modificações nos últimos anos, principalmente devido ao aumento significativo na exportação de frutas¹ e à maior preocupação do consumidor com a qualidade do produto ofertado².

Estes dois pontos influenciam nos processos de beneficiamento e classificação do produto *in natura*. Ocorre, portanto uma maior exigência quanto à classificação final obtida e a sanidade das frutas, com influência direta nos sistemas de beneficiamento e classificação. Para tanto, diversas modificações no sistema aconteceram, como por exemplo, uma maior utilização de equipamentos de beneficiamento automatizados, principalmente importados.

¹ ([ln:www.ibraf.org.br](http://www.ibraf.org.br))

² ([ln:www.cnph.embrapa.br](http://www.cnph.embrapa.br))

As etapas referentes ao processo de beneficiamento e classificação em unidades beneficiadoras, de acordo com as NORMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE CITROS DE MESA (CEAGESP-SP, 2011), são:

(1) **Recebimento:** pode ser fonte de danos físicos às frutas, quando realizada diretamente em uma esteira de recebimento. Em alguns casos pode ocorrer em tanques com água, situação em que se deve atentar para a qualidade da água. A entrada de água no interior do fruto pode acarretar a incidência de patógenos, quando este é colocado em temperaturas inferiores à temperatura da polpa. Nesta etapa ocorre a maior incidência de impactos mecânicos.

(2) **Seleção:** retirada e eliminação de frutos danificados, deformados e com presença de doenças, antes da classificação. A eliminação de frutos com doenças se faz importante, pois limita a sua disseminação. Esta etapa, na maioria das vezes, é feita manualmente, por operadores humanos.

(3) **Limpeza** (Lavagem e Secagem): é uma das etapas principais no sistema de beneficiamento e classificação de frutas, sendo de grande influência na qualidade do produto. Pode ser realizada de maneiras distintas. Algumas frutas não aceitam água, como por exemplo, o caqui. O uso ou não da água no processo de limpeza também se relaciona a outros aspectos não técnicos. Por exemplo, grande porcentagem de toda batata comercializada no Brasil é lavada. Em outros países utiliza-se somente escovação, com o não uso de água para a limpeza. O consumidor brasileiro dificilmente comprará um produto não lavado.

(4) **Aplicação de cera** (Polimento): ocorre em geral para frutas destinadas a exportação, como por exemplo, limão, laranja e manga. Para alguns frutos, como por exemplo, o tomate, a sua utilização não é muito comum. Em geral a aplicação de cera se dá através de *spray*, com a passagem do produto por um túnel de secagem.

(5) **Classificação:** Os equipamentos de classificação existentes podem ser mecânicos e eletrônicos. Existem vários tipos de equipamentos de classificação mecânica, mas de maneira geral, possuem princípios semelhantes de classificação. Os equipamentos de classificação com sistema mecânico em uso no Brasil, nas principais regiões produtoras de

tomates, classificam os produtos em tamanho e têm como mecanismo de classificação a correia de lona furada, rolete transversal e longitudinal, taça ou bandeja. Os equipamentos com sistema eletrônicos mais utilizados classificam por diâmetro, peso, cor e eliminação de defeitos.

(6) Embalagem: o rótulo identifica o responsável pelo produto e a sua origem. Descreve o produto, utilizando as características estabelecidas pela Norma de Classificação de Citros de Mesa-CEAGESP-SP (2011) do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (PBMH). A rotulagem é obrigatória e regulamentada pelo Governo Federal.

(7) Resfriamento: as frutas em geral possuem alta taxa metabólica, o que pode ocasionar perda na qualidade do produto, quando não conservadas em uma temperatura adequada, durante o armazenamento e o transporte. Infelizmente, a grande maioria das frutas não é submetida a condições adequadas de temperatura na pós-colheita.

(8) Carregamento: a transferência das embalagens com o produto beneficiado pode ser realizada manualmente ou através do uso de “paleteiras”, equipamento acoplado na parte inferior de um palete para transporte até o interior do caminhão.

(9) Transporte: durante o transporte deve-se buscar a manutenção da qualidade do produto. Condições de transporte inadequadas provocam a perda da qualidade. Estudos demonstraram que a porcentagem de danos físicos, pode aumentar em até oito vezes, comparando-se o produto retirado diretamente da planta até a chegada ao galpão de beneficiamento.

(10) Consumidor: o consumidor está se tornando cada vez mais atento às condições que as frutas são produzidas e manuseadas. Para tanto, a certificação de origem e de qualidade tem sido adotada. Pesquisas realizadas junto a consumidores em supermercados na região de Campinas demonstraram a insatisfação destes quanto a qualidade do produto oferecido, em especial relativa à presença de danos físicos nos frutos.

Incluiu-se o consumidor como parte deste processo, devido à participação cada vez maior deste influenciando as decisões tanto em campo, como na pós-colheita.

2.6. Etapas Específicas da Pós-Colheita de Citros

A pós-colheita de citros deve contribuir na melhoria do aspecto externo e visual do produto, agregando valor à fruta e garantir potencial aumento da sua durabilidade. A seguir as etapas da pós-colheita (FERREIRA, 2005):

2.6.1. Recepção

Nesta etapa é feita a pesagem da fruta vinda do campo, passagem pela armazenagem até que seja beneficiada e o controle de origem da fruta, item importante para garantir a rastreabilidade. Ocorre a análise das condições dos frutos e observa-se a ocorrência de defeitos para posterior regulagem da velocidade em que os frutos passarão pela etapa de escolha. Além disso, é também analisado o diâmetro médio dos frutos, para que seja feita a regulagem de classificação e separação em esteiras, em função do diâmetro de cada fruto.

As laranjas chegam do campo dispostas em caixas plásticas transportadas por caminhões ou carretas. As caixas contendo até 20 kg de fruta são dispostas em paletes, que são lavados com fungicidas e/ou outros produtos de ação bactericida e fungicida imediata, registrados para essa finalidade, na cultura de citros. Estes produtos são aplicados com o intuito de retardar e/ou inibir o crescimento de organismos patogênicos durante o processo de pós-colheita.

2.6.2. Desverdecimento

Atualmente, recomenda-se o uso de câmaras de fluxo contínuo, controladas automaticamente. Nestas, o etileno é liberado de forma contínua no ar que entra do exterior da câmara e circula de forma a não haver acumulação de gás carbônico nem diminuição de oxigênio, que deverá sair de dentro da câmara na mesma proporção em que entra. O ar dentro da câmara é umidificado. A dose aplicada de etileno deve ser a mais exata possível sendo controlada por intermédio de um manômetro para atingir a máxima precisão da aplicação.

A pigmentação dos frutos cítricos dá-se pela conversão dos cloroplastos em cromoplastos que acumulam carotenoides amarelos e laranjas. A aplicação de etileno provoca

degradação dos cloroplastos em cromoplastos. Com a aplicação desse gás, há a degradação da clorofila e a síntese de novos carotenoides que dão ao fruto uma coloração igual à de um fruto maduro (MAZZUZ, 1996).

2.6.3. Condições da câmara de fluxo contínuo

É importante considerar o desenho da câmara, pois, as câmaras herméticas, que também servem para refrigeração, permitem maior facilidade no controle de temperatura, umidade e concentração de gás liberado na câmara.

É necessário que as câmaras possuam termostatos. A temperatura ótima da câmara varia com a cultivar correspondente e estágio de maturação. É importante controlar a temperatura e registrar este parâmetro durante todo o processo e verificar se não existe diferença em pontos distintos da câmara. Em geral, a temperatura deve estar entre 18°C a 25°C.

A temperatura elegida deverá permitir uma rápida degradação de clorofila e adequada síntese de carotenoides. Porém, não deve provocar aceleração de podridões ou principalmente senescência. Por exemplo, temperaturas maiores que 25°C aumentam as podridões. Temperaturas maiores que 28°C podem provocar manchas e sabores estranhos por acumulação de produtos oriundos de uma elevada taxa respiratória. A temperatura ótima para a degradação da clorofila e síntese de carotenoides está ao redor de 28°C e 18°C, respectivamente. Por essa razão se utilizam valores entre 18°C a 25°C.

Outro fator importante que se deve controlar é a umidade relativa. Isto porque em condições adversas à faixa ótima de umidade relativa é possível a perda da qualidade. O baixo valor da umidade relativa do ar, expresso em porcentagem, provoca perda de água do fruto (Figura 6), com consequente perda de peso, necroses nas proximidades do pedúnculo e dificuldade em atingir a coloração comercial desejada. Ao contrário disso, a alta umidade aumenta a cicatrização das feridas menores da casca, fazendo com que haja redução no desenvolvimento de podridões causadas por *Alternaria* (Figura 7) e *Botrytis* (Figura 8).

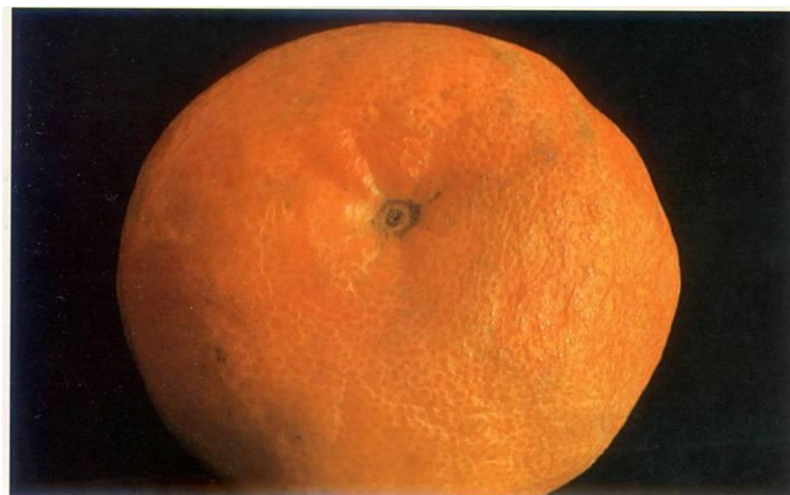


Figura 6: Fruto que aparenta estado enrugado por desidratação

Fonte: (AMAT, 1988).

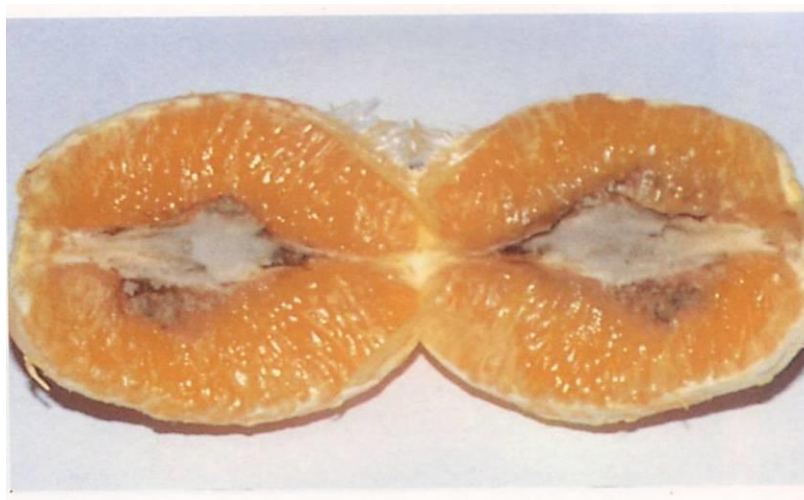


Figura 7: Podridão interna por *Alternaria* spp

Fonte: (MAZZUZ, 1995).



Figura 8: Podridão por *Botrytis cinerea* (Podridão cinza).

Observa-se o desenvolvimento típico do micélio acidentado

Fonte: (MAZZUZ, 1995).

Controladas a temperatura e a umidade, o próximo fator que se deve controlar é a concentração de etileno. A ação deste gás causa efeito sobre os citros. As concentrações baixas variam de 0,1 a 1 ppm. Normalmente, não se recomenda utilizar concentrações muito elevadas, como de 1 a 10 ppm, porque em concentrações maiores a 10 ppm, não há a aceleração do processo de desverdecimento, sendo ainda possível a ocorrência de efeitos negativos, como podridão peduncular, perda e/ou escurecimento do cálice e estimulação no desenvolvimento de antracnoses.

Além dos efeitos negativos já citados, tem-se ainda a possibilidade de ocorrência de queimaduras (Figura 9), devido ao fato de a casca ser muito fina, podendo as manchas aparecerem alguns dias após a retirada das laranjas da câmara de fluxo contínuo (Figura 10). A duração ótima do tratamento depende da variedade e da coloração que a laranja apresenta. O tempo de duração varia de 12 a 72 horas de tratamento, porém, como já foi citado, o tempo exato dependerá do estado que o fruto apresenta ao entrar na câmara.



Figura 9: Sintomas causados por concentrações altas de etileno

Fonte: (AMAT, 1988).

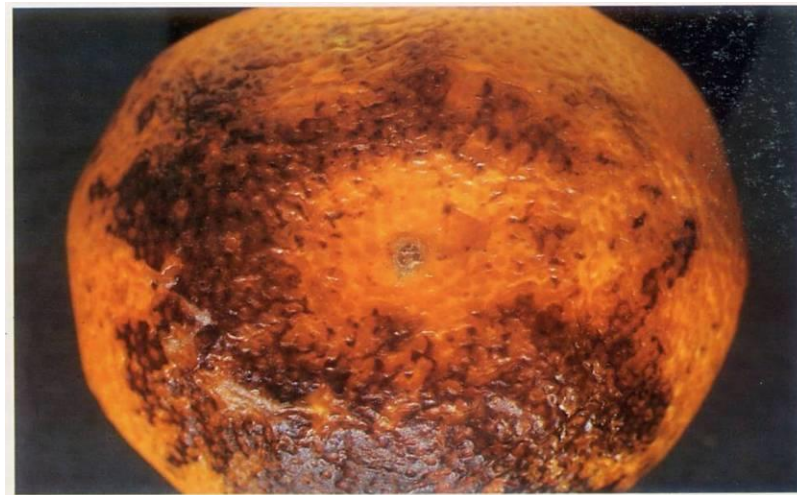


Figura 10: A mesma fruta depois de alguns dias

Fonte: (AMAT, 1988).

Por fim, outro fator importante quando analisadas as condições da câmara de fluxo contínuo é a circulação do ar. É necessário que ela seja uniforme no decorrer de toda a extensão da câmara, que atinja todos os frutos e retire produtos indesejáveis, tais como: gás carbônico e outros possíveis voláteis.

A ventilação da câmara é fundamental para manter os valores de gás carbônico e oxigênio nos níveis adequados. É importante ressaltar que o gás carbônico é antagônico ao etileno e à alta temperatura. A taxa respiratória dos frutos se eleva o que desencadeia também a aceleração da produção de etileno. Valores de gás carbônico maiores que 1%, inibem a desverdização e provocam alterações metabólicas.

Em relação ao oxigênio, deverá manter-se ao redor de 21%. Concentrações menores que 10% provocam uma pequena inibição no desenvolvimento da coloração da casca (MAZZUZ, 1996).

2.6.4. Controle de qualidade pós-desverdização

Para o controle de qualidade pós-desverdização é necessário após cada processo de desverdização ou em sequências regulares de sete dias, por exemplo, realizar um controle dos defeitos e alterações que possam aparecer devido a este processo. Para isso, deve-se coletar uma amostra representativa e avaliar a porcentagem de frutos afetados. Este controle permitirá a correção, com maior rapidez, dos parâmetros do processo ou outros fatores que possam incidir na qualidade final da laranja.

É fundamental que as interpretações dos defeitos e alterações encontradas na amostra coletada sejam analisadas conforme norma ou padrão de qualidade já existente na empresa. Esta operação é de suma importância para que os defeitos encontrados sejam corrigidos. Alguns dos defeitos que podem ocorrer durante o processo de desverdização já foram citados anteriormente.

Tabela 2: Causas possíveis de defeitos provocados pela desverdização.

Causas	Defeitos e alterações
Umidade excessiva	Fungos e queda de cálice, mancha marrom ao redor do pedúnculo.
Umidade insuficiente	Perda de água e perda de peso.
Temperatura insuficiente	Coloração lenta.
Temperatura excessiva	Alterações no sabor, manchas, descoloração ao redor do pedúnculo, senescência.
Ventilação insuficiente	Coloração mais acelerada na parte mais alta da câmara e queda do cálice
Ventilação excessiva	Frutos dessecados e maior transpiração
Tempo excessivo de tratamento	Maior desenvolvimento de podridões, aumento de alterações fisiológicas
Excesso de gás	Queda do cálice, queimaduras, maior desenvolvimento antracnose, podridões, senescência e alterações metabólicas.

Em relação às podridões especificamente, as que ocorrem com maior frequência ao longo desse processo são a podridão verde (*Penicillium digitatum*), podridão azul (*Penicillium italicum*) (Figura 11), podridão peduncular (*Diplodia spp*) e antracnoses (*C. gloeosporioides*) (Figura 12).



Figura 11: *Penicillium italicum* (Podridão azul, “blue mold”)

Fonte: (MAZZUZ, 1995).



Figura 12: Tangerinas afetadas por antracnoses. Doença causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*.

Fonte: (MAZZUZ, 1995).

2.7. Classificação dos frutos

2.7.1. Normas de Classificação

A classificação é a separação do produto por cor, tamanho, formato e qualidade, visando sempre à padronização. A classificação é a separação do produto em lotes visualmente homogêneos e a sua descrição por intermédio de características mensuráveis, obedecendo a padrões pré-estabelecidos. Os lotes de citros são caracterizados por seu grupo varietal, subgrupo (presença de sementes), classe (tamanho), subclasse (coloração da casca) e categoria (qualidade) (FERREIRA *et al.*, 2007).

Utilizar a classificação é unificar a linguagem do mercado. Assim, produtores, atacadistas, indústrias, varejistas e consumidores devem ter os mesmos padrões para determinar a qualidade do produto. Desta forma, obtém-se a transparência na comercialização, melhores preços para produtores e consumidores, menores perdas e melhor qualidade.

As laranjas, em geral, podem ser classificadas pela classe ou calibre, ou seja, pela relação do tamanho dos frutos medido pelo seu diâmetro equatorial, que é aquele medido transversalmente ao eixo que vai do pedúnculo ao ápice do mesmo. Pelos defeitos

apresentados, dano profundo, podridão, frutos que apresentam alteração típica de sabor, característica do estágio sobre maduro e deformações. Pelas manchas, que são qualquer alteração da coloração original da casca (pericarpo), não importando a origem desta alteração. E por fim, pelo tipo ou categoria, determinado pela ocorrência de defeitos graves e leves associados a requisitos de homogeneidade de tamanho e cor e à presença de cálice nos frutos (PIO, 2008).

O desenvolvimento de Normas de Classificação como linguagem de caracterização de produto para uma comercialização transparente e mais justa, é o principal objetivo do Programa Brasileiro para a Modernização da Agricultura, de adesão voluntária e autorregulação setorial. Este programa surgiu em 1997 por decisão das Câmaras Setoriais de Frutas e a de Hortaliças da Secretaria da Agricultura de Abastecimento do Estado de São Paulo. A CEAGESP, através do Centro de Qualidade em Horticultura, é a sua gestora, que editou a “Cartilha de Classificação de Citros”, intitulada Normas de Classificação de Citros de Mesa (CEAGESP, 2011).

2.7.2. Embalagem

A embalagem é um instrumento de proteção, movimentação e exposição do produto. A Instrução Normativa Conjunta SARC/ANVISA/INMETRO nº 009, de 12 de novembro de 2002, estabelece as exigências para as embalagens de frutas e hortaliças frescas.

As embalagens podem ser descartáveis ou retornáveis. Se retornáveis, devem ser higienizáveis a cada uso. Se descartáveis, devem ser recicláveis ou de incinerabilidade limpa. Devem ser de medidas paletizáveis, isto é, o seu comprimento e a sua largura devem ser submúltiplos de 1m por 1,2m, a medida padrão do palete brasileiro (PBR). Devem apresentar a identificação e a garantia do fabricante. Devem ser rotuladas, obedecendo à regulamentação do Governo Brasileiro.

A embalagem também é um requisito essencial para aumentar o tempo de conservação e manutenção da qualidade. A utilização de materiais poliméricos rígidos ou flexíveis limita a perda de umidade e leva à modificação da atmosfera, o que retarda os

processos fisiológicos e bioquímicos e a deterioração microbiológica (CANTWELL, 1992; WILEY, 1994).

A qualidade do fruto é conseguida durante todo o processo produtivo e, na etapa de embalagem, o principal ponto almejado é a conservação dessa qualidade. Para isso, exige-se uma embalagem que ofereça proteção, informações sobre o produto, racionalização do transporte, da armazenagem e do gerenciamento.

As embalagens podem ser descartáveis ou retornáveis e devem permitir a limpeza e desinfecção a cada utilização. As descartáveis devem ser recicláveis ou permitir a incineração limpa. Devem possuir dimensões que permitam a paletização, ou seja, serem submúltiplos do palete Padrão Brasileiro (PBR) de 1,00 m por 1,20 m. Todas as embalagens devem estar de acordo com as disposições das normas sanitárias.

2.7.3. Rotulagem

Outro fator que garante a qualidade é a presença do rótulo na embalagem, que se tornou obrigatório de acordo com o decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997. Além de certificado de origem do produto, este garante sua rastreabilidade.

As embalagens deverão ser rotuladas em local de fácil visualização, com as seguintes informações: nome do produtor ou beneficiador, endereço, município, registro no MAA, registro de Inscrição do produtor ou CGC (Coordenação Geral de Contenciosos) do beneficiador, grupo/variedade, classe ou calibre, tipo ou categoria, utilidade culinária, peso líquido, data de embalagem, sendo opcional o código de Barras.

O rótulo deverá ainda obedecer às legislações do IPEM (Instituto de Pesos e Medidas), INMETRO e lei de defesa do consumidor (KOLLER, 2006).

2.8. Impacto Mecânico

A produção citrícola brasileira é uma das mais importantes para a fruticultura do País, comercializando principalmente para o mercado externo. O impacto mecânico é um fator

importante a ser minimizado, visando a reduzir as perdas pós-colheita, diminuindo consequentemente os prejuízos decorrentes do manejo inadequado (MORETTI et al., 2000).

O manuseio inadequado e excessivo de frutas causa alta incidência de danos físicos e, consequentemente, perdas pós-colheita. Danos por impacto mecânico na pós-colheita podem ocorrer quando os frutos são submetidos a quedas altas ou colidem com superfícies não protegidas ou com outros frutos. A severidade dos danos causados por impactos mecânicos em uma linha de classificação pode ser reduzida, diminuindo-se a altura de queda entre as etapas, por meio da utilização de protetores nas superfícies, que podem dissipar a força de impacto mecânico (HYDE & ZHANG, 1992). O número de impactos mecânicos também pode ser reduzido, diminuindo-se o número de quedas e pontos de transferência em uma linha de classificação. Nesse sentido, SARGENT *et al.* (1992) sugerem que a linha de beneficiamento e de classificação deve ser projetada preferencialmente em linha reta, sem desvios e curvas, e possuir alturas mínimas entre as etapas.

VIGNEAULT *et al.* (2002) definiram impactos mecânicos como movimentos transitórios causados por súbita aceleração ou desaceleração do fruto, causando grandes dissipações de energia, provocando esforços e consequentes danos aos frutos.

O impacto mecânico pode provocar ferimentos na casca, tornando o fruto suscetível ao ataque de insetos e doenças. De acordo com SARDI (2005), os principais pontos que favorecem a ocorrência de danos mecânicos, numa linha de beneficiamento, são: queda dos frutos na entrada da linha de beneficiamento, fluxo inadequado, transferência dos frutos entre componentes da linha, superfícies rígidas, velocidades elevadas dos frutos, manutenção inadequada dos equipamentos e resíduos de cera na linha.

MILLER & WAGNER (1991) relatam que 80% dos impactos mecânicos descritos em uma linha de classificação para citros variam de 25.G a 150.G e são causados por quedas em superfícies rígidas de metal ou em superfícies protegidas por camada de cobertura emborrachada muito fina. Porém, os autores também observaram valores de 300.G, na etapa de recebimento, quando a esfera instrumentada se localizava no topo do palete. Sargent *et al.* (1992) relatam que, reduzindo-se o impacto mecânico dos pontos de queda e modificando-se

em alguns pontos da linha de classificação, com a utilização de protetores de superfície, reduziu-se em até 50% a pressão de impacto mecânico, com consequente diminuição nos danos físicos. TIMM & BROWN (1991) também relataram diminuição no impacto mecânico em linhas de classificação de tomate, abacate, mamão e abacaxi, com a utilização de protetores emborrachados.

A etapa da colheita da laranja contribui com a incidência de impactos mecânicos e de acordo com FERREIRA & MAGALHÃES (2008) pode ser realizada de três modos: manual, por meio de equipamentos de auxílio ou mecanizada. A colheita manual possui vantagens tais como: seleção dos frutos e menor incidência de injúrias. Porém, há desvantagens como o alto custo e sazonalidade da mão-de-obra, por vezes destreinada; (FERREIRA & MAGALHÃES, 2008) e relativo baixo rendimento em relação aos outros modos de colheita. Em alguns casos a colheita manual ainda é feita por derriça (frutos lançados ao chão antes do recolhimento). Esta não é uma técnica recomendada pelas normas específicas de produção de citros, que aconselha o uso de caixas ou sacolas, pois os frutos colhidos não devem ter contato direto com o solo e é proibida a mistura de frutos coletados no chão com os colhidos diretamente da planta. (AZEVEDO, 2006; SILVA *et al.* 2004). A colheita é essencial para qualidade dos frutos, sendo desejável que estes sofram a menor magnitude de impacto mecânico possível, pois, segundo FERREIRA *et al.* (2006) a incidência de danos mecânicos é cumulativa, inicia-se na colheita e é acrescida durante cada etapa posterior.

Segundo TACHIBANA & RIGOLIN (2002), a operação do carregamento pode ser definida como “a atividade que faz as frutas colhidas e armazenadas temporariamente em sacolas ou *big-bags* serem disponibilizadas ao sistema de transporte, podendo ser direcionadas para a indústria ou *bins*”. No *bin*, os frutos aguardam no máximo cinco dias até serem despachados para a indústria por transporte rodoviário. Os custos envolvidos em cada sistema são diversos, incluindo gastos com materiais de uso, mão-de-obra, equipamentos mecanizados e infraestrutura. Os custos com colheita e carregamento de citros equivalem a 44% dos custos totais de produção (AGRIANUAL, 2001).

Danos mecânicos causam modificações físicas, fisiológicas, químicas e bioquímicas, resultando em alterações na coloração, aroma, sabor e textura, além de diminuir a firmeza,

aumentar a atividade respiratória e produção de etileno (MOHSENIN, 1986; TEZOTTO *et al.*, 2001; MORETTI, 1998).

A incidência de impactos mecânicos pode também causar valores menores de sólidos solúveis, açúcares redutores e acidez titulável, incremento na evolução da atividade respiratória utilizando estes compostos como substrato, conforme relatado por MATTIUZ & DURIGAN (2001) em goiabas. Segundo BURTON (1982), a diminuição dos teores de ácido ascórbico que ocorre em frutos impactados pode ser devido a danos nos sistemas protetores antioxidantes.

Para avaliação da magnitude de impactos mecânicos a que os frutos são submetidos, é utilizada na pós-colheita, tanto em campo como em laboratório, a esfera instrumentada, a qual funciona como um sensor de impacto mecânico, pois possui um registrador de aceleração, sendo possível a mensuração da magnitude de impacto mecânico em um sistema (FERREIRA & CALBO, 2008). Trata-se de equipamento plástico, contendo um acelerômetro triaxial utilizado como sensor de impacto mecânico, com registrador de aceleração, para a avaliação da magnitude de impactos mecânicos (G , m/s^2) nos pontos de transferência da linha de beneficiamento.

A esfera instrumentada, serve para avaliar os pontos de injúrias em linhas de beneficiamento, possui dimensões, massa e formato aproximados ao da fruta a ser estudada, podendo variar desde menores dimensões (20-30 mm) até superiores a 90mm. A esfera é colocada junto ao produto e registra dados de impactos mecânicos, mudança de velocidade e o intervalo entre impactos mecânicos, que posteriormente são transferidos a um computador (ZAPP *et al.*, 1990-referência). Pode ser empregada em avaliações de linhas de beneficiamento de batatas (FERREIRA & NETTO, 2007; HYDE *et al.*, 1992), cebola (BAJEMA & HYDE, 1995), laranjas (FERREIRA *et al.*, 2006; MILLER & WAGNER, 1991), maçãs (BROWN *et al.*, 1990) e tomate (FERREIRA *et al.*, 2005; SARGENT *et al.*, 1992). Segundo GARCÍA-RAMOS *et al.* (2003), as características do impacto mecânico dependem de diferentes parâmetros: velocidade, altura de transferência, materiais de recobrimento e de como foram projetados os pontos de transferência. Em laboratório, a avaliação de danos é feita simulando os impactos mecânicos ocorridos na pós-colheita de frutas e hortaliças, por meio de

sistema controlado de lançamento de frutos (a vácuo ou por um sistema eletromagnético), em superfície rígida ou recoberta com material emborrachado, reproduzindo a situação da linha de beneficiamento (FLUCK & HALSEY, 1973; CHEN & YAZDANI, 1991; SARGENT *et al.*, 1992).

Os impactos mecânicos podem gerar danos internos, devido a mudanças metabólicas originadas de injúria sendo, em muitos casos, essas injúrias não percebidas externamente. Assim, foram desenvolvidas algumas metodologias para mensurar o dano físico causado. CHEN & YAZDANI (1991) calcularam o volume do dano causado em maçãs, cortando-se o fruto no centro da área afetada e medindo-se o diâmetro e a profundidade do dano. SARGENT *et al.* (1992) e MORETTI (1998) concluíram que a medição de danos internos mostrou-se adequada para a avaliação de impactos mecânicos em tomate. Contudo, BOLLEN (2006) relata que ainda existe dificuldade de relacionar as informações obtidas em laboratório para prever os danos causados durante o manuseio. Mensurações mais exatas têm ocorrido quando se estabelece relação entre a energia utilizada no impacto mecânico e o nível de dano ocorrido. Esse mesmo autor propõe dois métodos para a mensuração da incidência de danos físicos: o primeiro relaciona-se à amostragem de frutos durante o manuseio e a quantificação dos danos físicos e a segunda refere-se à medição das forças que agem no sistema e correlacioná-las aos níveis de danos físicos que podem ser esperados.

Os impactos mecânicos sofridos pelos frutos durante o beneficiamento podem causar danos internos e externos que afetam a qualidade do produto comercializado. Assim, conhecer os limites para surgimento de danos físicos é importante para a realização de manuseio adequado evitando-se prejuízos posteriores. Além de depreciar a qualidade e contribuir, muitas vezes, para a imediata perda física do produto, os danos mecânicos favorecem o rápido amadurecimento, senescência, deterioração e consequente redução da vida pós-colheita de frutos (MATTIUZ & DURIGAN, 2001; MATTIUZ & DURIGAN, 2003; DAREZZO *et al.*, 2003; MENCARELLI *et al.*, 1996). Estes autores, ao estudarem a influência do impacto mecânico em frutas (goiabas, kiwis) e hortaliça (alface), observaram alterações na curva de respiração e de etileno, que causaram rápido amadurecimento e/ou senescência do tecido vegetal.

Os frutos submetidos a impacto mecânico apresentam redução nas médias de sólidos solúveis quando menores magnitudes são aplicadas. A diminuição dos impactos mecânicos até a chegada à indústria pode preservar os sólidos solúveis presentes no fruto na ocasião da colheita. A importância dos sólidos solúveis é descrita na Agenda 2015 da Coordenação e Contratos do setor Citrícola. A proposta é desenvolver um sistema de pagamento de prêmios baseado em critérios como teor de sólidos solúveis, qualidade e defeito do fruto (NEVES *et al.*, 2006). A redução dos teores de sólidos solúveis em frutos injuriados pode estar relacionada à utilização destes compostos como substrato respiratório, já que nesses frutos há um aumento na produção de CO₂ em relação a frutos intactos (MATTIUZ & DURIGAN, 2001).

Os frutos impactados sofrem maior intensidade de perda de massa e o acúmulo de impactos mecânicos ao longo de etapas transporte, beneficiamento, processamento e comercialização, podem acrescer danos àqueles já recebidos. Impactos mecânicos de 2000G podem ser responsáveis por elevar em 22% as perdas de massa fresca. MONTERO (2010) mostrou resultados de perda de massa semelhantes em trabalho com frutos cítricos, onde houve redução gradativa de massa fresca à medida que a intensidade dos danos mecânicos em tangerina ‘Murcott’ e tangerina cultivar ‘Rainha’ aumentaram. A diminuição de massa fresca em frutos *in natura* é resultante do decréscimo do conteúdo de água por transpiração e respiração celular, contudo, em frutos injuriados essa perda é maior devido a danos causados nos tecidos vegetais (HERNANDEZ-MUNOZ, 2006; ALAYUNT *et al.*, 1998).

Neste trabalho foram avaliados os pontos críticos e o nível de impacto mecânico a que os frutos são submetidos em uma unidade de beneficiamento de laranja (UBL).

2.9. A Ergonomia

O termo “ergonomia” foi empregado pela primeira vez em 1857 pelo polonês W. Jastrzebowski (1799 – 1882), que intitulou uma de suas obras como “Esboço da ergonomia ou da ciência do trabalho baseado nas verdades adquiridas na ciência da natureza”. Quase cem anos mais tarde, em 1949, o engenheiro inglês K.F.H. Murrel definiu de forma mais precisa esta disciplina científica criando, na Inglaterra, a primeira sociedade de ergonomia, a

Ergonomics Research Society, que congregava psicólogos, fisiólogos e engenheiros interessados nos problemas de adaptação do trabalho ao homem. Atualmente a ergonomia encontra-se disseminada na maioria dos países desenvolvidos industrialmente como a Alemanha, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlândia e EUA, além de outros. Nesta pesquisa, a Ergonomia foi inserida no contexto de avaliação da UB. GEMMA (2004) reúne algumas definições de ergonomia encontradas na literatura:

“A ergonomia é um campo de conhecimentos muito vasto, onde deve haver uma abordagem integrada na qual a antropometria, a filosofia, a psicologia experimental, a higiene e a toxicologia contribuam com a tecnologia e a organização do trabalho na descrição e melhoria da realidade do trabalho” (WISNER, 1987).

“A ergonomia é a relação entre o homem e sua ocupação, equipamentos e ambiente, e particularmente a aplicação de conhecimentos de anatomia, fisiologia e psicologia aos problemas gerados por essa relação” (Ergonomics Research Society, 1949).

“A ergonomia é o estudo das situações de trabalho do sistema homem - tarefa - máquina, visando uma adaptação racional das necessidades do sistema tarefa - máquina às aptidões do ser humano” (CHAPANIS, 1975).

“A ergonomia é o conjunto de conhecimentos a respeito do homem em atividade, necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de eficiência, conforto e segurança” (WISNER, 1994).

Segundo WISNER (1994), a Ergonomia tem como objetivos, a melhoria das condições de trabalho e o projeto de dispositivos técnicos adaptados às características do homem, o conforto e saúde dos operadores e a eficácia na utilização de um produto ou na operação de um sistema de produção. Por isto, ela objetiva a concepção e a transformação das situações de trabalho, não apenas em seus aspectos técnicos, como também em seus aspectos sócio-organizacionais, de forma que o trabalho possa ser realizado respeitando a saúde e a segurança do homem, com o máximo de conforto e de eficácia (NOULIN, 1992).

GUÉRIN et al. (2001) afirmam que transformar o trabalho para melhorá-lo é a finalidade primeira da intervenção ergonômica. Um dos aspectos a ser considerado é a concepção de situações de trabalho que não alterem a saúde dos operadores, nas quais os mesmos possam exercer suas competências no plano individual e coletivo e encontrem possibilidades de valorização de suas capacidades. A segunda finalidade são os objetivos econômicos que a empresa tenha fixado, considerando investimentos passados e futuros. Os mesmos autores enfatizam que os objetivos dos operadores e da empresa podem ser complementares, desde que a intervenção ergonômica trabalhe com a interação entre estas duas lógicas, uma centrada no social e a outra, no capital.

Enfim, o objetivo da ergonomia é analisar a atividade exercida em situações inadequadas, cuidar desta inadequação, tornar o trabalho eficiente, tanto do ponto de vista do desempenho das pessoas: saúde e conforto, como da eficiência e eficácia do processo produtivo: qualidade, produtividade e segurança (FERREIRA, 2011).

GUÉRIN (2001) tratou do tema da transformação do trabalho como objetivo maior da Ergonomia, considerando, porém, a interação entre duas lógicas, uma centrada no social e a outra, no capital. STUDMAN (1998) mostrou que os operadores de seleção declararam vários tipos de desconforto ao final da jornada de trabalho, principalmente nas áreas do pescoço e do ombro. Constatou que os operadores de seleção em geral trabalham em uma altura muito baixa em relação à mesa de seleção. A pesquisa recomendou o uso de dispositivos ergonomicamente projetados para adequação da posição de trabalho dos operadores.

BRAGA (2007) desenvolveu o QAV, Questionário de Avaliação Visual, utilizando a Escala de Likert, para avaliação das exigências visuais em unidades de beneficiamento. Este instrumento foi considerado o mais adequado para utilização nesta pesquisa.

RIBEIRO (2007) e BRAGA (2007), em sua pesquisa de Mestrado, utilizaram a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) para conhecimento do processo de beneficiamento e da organização do trabalho nas unidades de beneficiamento de tomates, bem como para o levantamento das dificuldades enfrentadas pelos operadores no desempenho de suas atividades laborais.

MARTINS (2007) desenvolveu a pesquisa que teve como objetivo principal a identificação dos fatores de risco de acidentes laborais em unidades de beneficiamento de tomate (UB). Realizou um estudo piloto em uma UB com a aplicação parcial do método da análise ergonômica do trabalho (AET). Em seis UB da região de Campinas foram feitas entrevistas abertas e semiestruturadas, registros por meio de filmagem e fotos, observações diretas e sistemáticas de tarefas e medições de variáveis ambientais. A aplicação da AET permitiu a compreensão das dificuldades dos trabalhadores, relativas a aspectos de segurança laboral, fundamentado nas Normas Regulamentadoras (NR) e na Norma Brasileira 5413 (NBR). Os riscos foram classificados em físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. Para cada risco identificado, foram apresentadas possíveis consequências e sugestões. Como produto deste trabalho, foi construída uma lista de verificação (*checklist*) detalhada, com várias questões objetivas, relativas aos aspectos de segurança em uma UB.

2.9.1. O Método da Análise Ergonômica do Trabalho

A análise ergonômica do trabalho (AET) é um método que possibilita o diagnóstico das dificuldades e estratégias empregadas pelos trabalhadores na tentativa de cumprir as metas de produção e, ao mesmo tempo, preservar sua saúde. Oriunda da escola franco-belga de ergonomia, a AET se baseia na análise de situações reais de trabalho e possibilita a compreensão e a transformação das mesmas (GEMMA, 2004). A AET originou-se do livro de A. OMBREDANE e J. M. FAVERGE, intitulado “A análise do Trabalho”, publicado em 1955.

O método da AET compõe-se de três fases principais: a análise da demanda, a análise da tarefa e a análise da atividade (FERREIRA, 2006). Na Figura 13, encontra-se o esquema geral desta abordagem.

A análise da demanda consiste em definir o problema a ser analisado, delimitar o objeto de estudo e esclarecer as finalidades do estudo. A análise da tarefa corresponde ao levantamento dos dados referentes aos objetivos e resultados que se espera do trabalho e os meios disponíveis para realizá-lo. A análise da atividade consiste em compreender o trabalho

que é efetivamente realizado, as dificuldades encontradas e as estratégias utilizadas para fazer frente a estas (DANIELLOU et al., 2004).

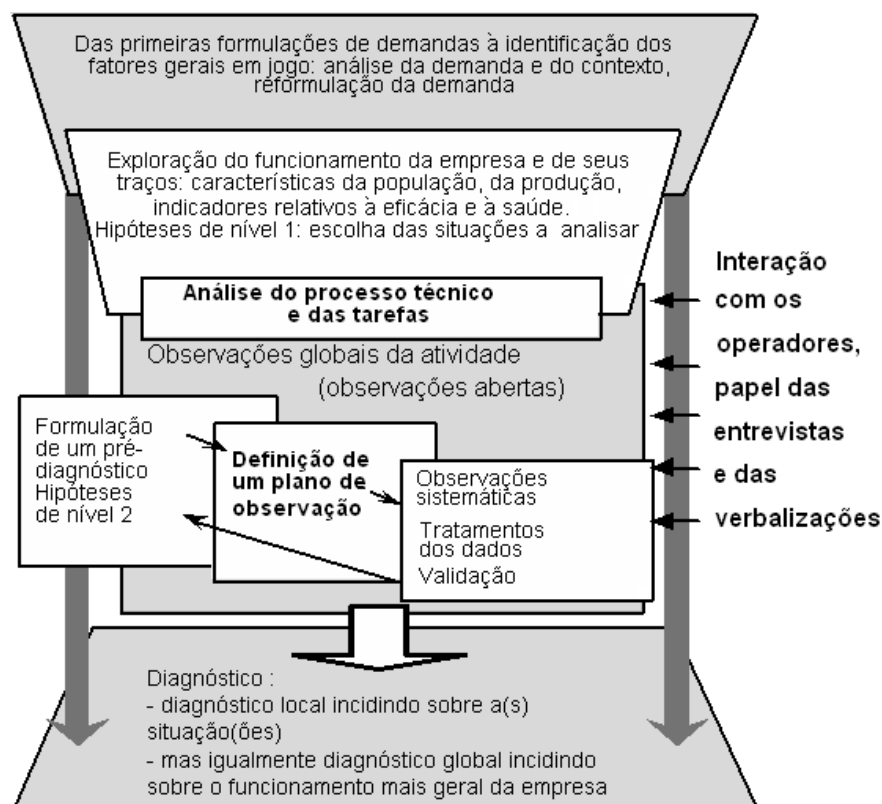


Figura 13 : Esquema geral da abordagem – AET

Fonte: GUÉRIN et al. (2001).

Os dados levantados, por intermédio da AET, permitem formular hipóteses de trabalho que delineiam os rumos a serem seguidos e resultarão em um diagnóstico e elaboração de recomendações ergonômicas. Outros dados, referentes à empresa e aos trabalhadores, devem ser levantados. Para tanto, recomenda-se a utilização do esquema mostrado na Figura 14.

Cabe ressaltar aqui a diferença entre tarefa e atividade, visto que o método proposto se baseia na análise da atividade. De forma breve, pode-se dizer que a tarefa é prescrita pela empresa ao operador e explicita os objetivos ou resultados que se deve obter em um

determinado trabalho, bem como os meios disponíveis para alcançá-los; a tarefa descreve um resultado antecipado, fixado em condições determinadas.



Figura 14: Função integradora da atividade de trabalho.

Fonte: GUÉRIN et al. (2001)

Por atividade de trabalho entende-se a maneira como os resultados são obtidos e os meios utilizados, ou seja, é como o trabalhador utiliza seus recursos físicos e mentais, entre outros, para conseguir atingir os objetivos propostos pela empresa, lançando mão dos meios disponíveis. Existe, na maior parte das vezes, uma grande distância entre a tarefa prescrita e a atividade real, ou seja, na situação de trabalho o operador precisa reinventar a tarefa e desenvolver estratégias para fazer frente, por exemplo, aos incidentes, aos problemas com matéria prima, falha e desgastes dos dispositivos técnicos (ferramentas, equipamentos, entre outros). Enfim, o operador precisa resolver a contradição frequentemente existente entre a tarefa e a atividade. A tarefa é o prescrito pela empresa ao operador. Essa prescrição é imposta ao operador e determina e constrange sua atividade, mas ao mesmo tempo, ela é um quadro

indispensável para que ele possa operar, pois consiste em uma autorização para o trabalho. A atividade é o trabalho propriamente dito, ou seja, a maneira como os resultados são obtidos e os meios utilizados pelo operador. A atividade de trabalho é uma estratégia de adaptação à situação real de trabalho, objeto da prescrição (GUÉRIN *et al.*, 2001), conforme se vê na Figura 15.

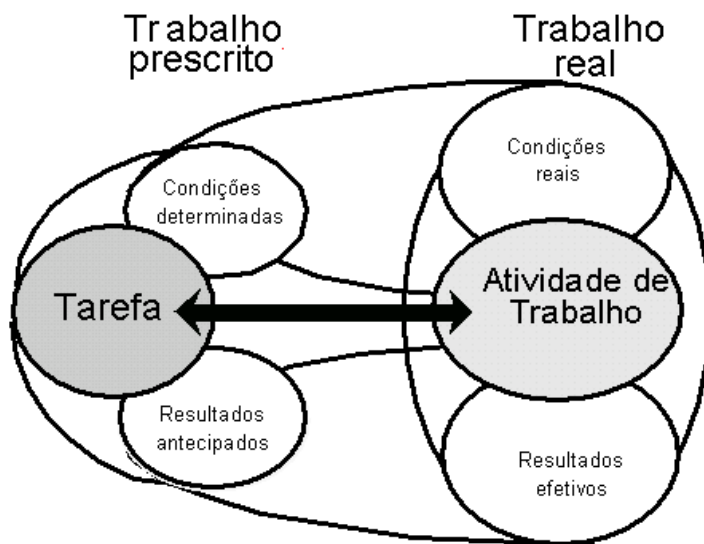


Figura 15: Trabalho prescrito e trabalho real.

Fonte: GUÉRIN *et al.* (2001)

A AET tem como foco a abordagem da atividade e pode funcionar como um instrumento de medida da distância entre o trabalho prescrito e o trabalho real (WISNER, 1987). Segundo GEMMA (2004), "se a ergonomia se preocupa com as relações que ocorrem entre o homem e a situação de trabalho, sua unidade de análise só pode ser a atividade, porque a atividade é exatamente a mediação que existe entre o homem e o que ele vai produzir ou quer modificar". A mesma autora considera a atividade "um fio condutor que se desenrola à medida que a análise progride e que traz consigo todos os aspectos da situação de trabalho e dos próprios trabalhadores".

Muitas vezes, as estratégias utilizadas pelo operador, para fazer frente às dificuldades presentes na realização de seu trabalho colocam em risco sua saúde e não tão raramente sua vida. SZNELWAR (1992) afirma que os compromissos estabelecidos pelos diversos atores entre a sua saúde e o trabalho passam pela representação pessoal do risco e podem estar em confronto com as exigências da produção. Vale ressaltar que, segundo a NR-17, Norma Regulamentadora da Ergonomia (SIT, 2002), “As condições ambientais de trabalho devem ser adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado”.

2.9.2. Erro Humano e Ergonomia Cognitiva durante a execução das atividades

(PINKER, 1998) revela que a informação, em geral, é processada no cérebro num nível baseado em “regras e conhecimentos”, após terem sido acionadas por processos mentais de níveis inferiores. Muitas ações e atividades que são mais bem descritas como cognitivas, dependem da operação de processos psicológicos mais básicos e os fatores que influenciam nestes processos influenciam também na cognição. Para este autor, a discussão sobre cognição, na Ergonomia, deve contextualizar todos os aspectos do processamento humano da informação. NEWELL & SIMON (1972) mostram que, na solução de problemas, costuma-se estabelecer uma interação entre a operação de programas (teoria computacional da mente) e a movimentação de dados nas memórias. A quantidade de informação de um sistema, numa dada situação de trabalho, determina a carga para a memória. Em excesso, pode provocar sobrecarga para o trabalhador e prejudicar a escolha de suas estratégias para cumprimento da atividade, pois, a aplicação das regras também ocupa espaço na memória. BUNDY (1978) analisa as razões da ocorrência e como podem ser evitados os erros ou as falhas dos trabalhadores. WASON & SHAPIRO (1971) relatam que um dos erros mais comuns dos trabalhadores na resolução de tarefas ou problemas consiste em confiar demais nas evidências, firmando-se em comportamentos estereotipados, rígidos, dos quais não é fácil sair. Para estes autores, eles poderão permanecer neste quadro de *loop*, um tipo de comportamento que pode ter sérias consequências na diagnose e correção de falhas, nas tarefas predominantemente cognitivas. Torna-se necessário treinar os trabalhadores para reconhecer este tipo de comportamento e dar-lhes ferramentas específicas e melhores para solução de problemas. WICKENS (1987) mostra como aumentar a habilidade dos trabalhadores para resolver

problemas e tarefas cognitivas. WASON & SHAPIRO (1971) mostram que a representação do problema, isto é, a forma como ele será fisicamente comunicado ao trabalhador, influencia diretamente a sua representação em nível cognitivo. Para eles, a clareza da maneira como o problema é apresentado às pessoas tem grande influência na maior ou menor facilidade para solucioná-lo. Em geral, quanto menos abstrata a forma de apresentação, mais facilmente o problema será resolvido, embora uma das vantagens da abstração seja que ela remove as informações ambíguas ou desnecessárias. Para estes autores, os problemas abstratos são, em geral, mais apropriados para pessoas com treinamento formal em matemática ou ciência e o uso de terminologia abstrata ou formal deve ser evitado para máquinas e produtos onde os objetivos são práticos, caso, por exemplo, das unidades de beneficiamento. Não é o caso, por exemplo, das tarefas de projetos de software há uma grande tendência de uso de interfaces gráficas que permitam ao operador estabelecer uma metáfora concreta para descrever o sistema. Os autores afirmam que as pessoas preferem “estilos cognitivos” para conceituar problemas, dependendo, ao menos parcialmente, de sua educação e suas experiências ocupacionais anteriores. (MARSHALL, 1981) investigou os fatores que influenciam no desempenho das tarefas consideradas como de carga significativa para a memória. (PINKER, 1998) mostrou que quando há predominância de atividades sequenciais na execução da tarefa, haverá aspectos estratégicos importantes a serem descobertos durante a execução dessas. (SPENDER, 1962) tratou da criação de modelos de uma tarefa cognitiva, em que os pesquisadores necessitam descobrir como os trabalhadores “estão pensando” e relacionar suas estratégias de pensamento com aquilo que eles e o sistema estão realizando. É uma tentativa de “entrar na cabeça do trabalhador” para elaborar ou depreender um modelo. (UMBERS, 1979) questiona esta técnica quanto à sua validade.

MORRIS (1985) ressalta que nas tarefas que exigem um diagnóstico e a tomada de decisão o treinamento baseado apenas em princípios práticos fundamentais é inadequado. Neste caso, a instrução teórica deverá ser combinada com o treinamento do uso do conhecimento prático, para que o trabalhador esteja preparado para a solução de problemas no contexto da realidade da tarefa. MORRISON *et al.* (1988) estudaram falhas difíceis e falhas fáceis. As falhas diagnosticadas com facilidade podem ser previstas e associadas a um algoritmo explícito para elucidá-las. As falhas difíceis costumam ser intermitentes ou novas,

não são previstas por informações disponíveis no momento ou não há um algoritmo predeterminado para saná-las. Neste caso, o conhecimento dos princípios práticos fundamentais é útil e, às vezes, o único meio de resolvê-las. Segundo estes autores, a prática é um componente importante no treinamento dos operadores e as indústrias, em geral, como a aeroespacial e a nuclear, gastam somas consideráveis com simuladores que possibilitam a prática *off-line*.

SCHAAFSTAL (1993) propôs que no projeto (*design*) de programas de treinamento para tarefas que envolvem aspectos cognitivos, deve-se aperfeiçoar a estruturação do treinamento com a aplicação de conhecimentos teóricos, aplicando-se o treinamento ao uso do conhecimento prático fundamental para decidir o que fazer em cada ponto específico da execução prática da tarefa.

LONG (1987) definiu a ergonomia cognitiva como uma tentativa de aumentar a compatibilidade entre as representações dos trabalhadores e as tarefas. Para se alcançar este objetivo é necessário descrever estas representações de tal forma que as áreas de incompatibilidades sejam descobertas, empregando-se os conceitos e métodos da psicologia cognitiva, da inteligência artificial e da linguística;

Constata-se, na literatura disponível, a existência de uma grande quantidade de estudos sobre tomada de decisão e solução de problemas no controle de processo industrial, em sistemas militares e aeroespaciais. Todavia, há uma enorme carência de pesquisas sobre o assunto na área agroindustrial, sendo totalmente inexistentes os estudos na área relacionados ao tema do erro humano na execução das tarefas em unidades de beneficiamento de produtos agrícolas.

2.9.3. Breve análise da relação sofrimento e organização do trabalho

MORIN (1996) aborda o tema da necessidade do reconhecimento, pelos engenheiros de produção, da importância da subjetividade na realização das tarefas e sua consideração no planejamento da produção e na organização do trabalho, sem que se sintam obrigados a se transformarem em psicólogos ou psicanalistas.

DEJOURS (1987) estuda o tema do sofrimento no trabalho, abordando o campo que separa a doença da saúde e DEJOURS (1999) trata da Psicodinâmica do Trabalho, que tem na carga de trabalho um dos seus principais conceitos, bem como enfatiza os aspectos fisiológicos, que permitem a análise destes fundamentos interdisciplinares na organização do trabalho.

Na área de recursos humanos das empresas, a motivação para o trabalho sempre foi uma preocupação dos administradores e dos profissionais envolvidos. A percepção subjetiva de algum sentimento de frustração revelado pelos operadores na execução das atividades possibilita avaliar o maior ou menor grau de satisfação, de motivação ou de frustração do trabalhador.

2.9.4. Custo humano do trabalho

CARAYON (2000) e SMITH (2000) foram estudados, como referência de análise do custo humano do trabalho, nas tarefas que envolvem as atividades de seleção das unidades de beneficiamento. Seu quadro conceitual da *Balance Theory of Job Design* permite conhecer sua composição e seus efeitos sobre os trabalhadores, os impactos mecânicos sobre a saúde, os eventuais problemas de fadiga mental e visual, os impactos mecânicos na produtividade e na qualidade da produção. Segundo estes autores, as condições de trabalho compõem-se do indivíduo, da tarefa, do ambiente, da tecnologia e da organização que, em conjunto, produzem as cargas de trabalho. Estas, se excessivas, podem causar baixa motivação, baixo rendimento, frustração, elevação do estresse e prejuízos à saúde.

A norma ISO 10075 que define Carga Mental do trabalho e seus conceitos relacionados à fadiga e ao esforço mental, representada na Figura 16, em sua Parte 2 – *Design Principles*: define os critérios para criação de métodos de medida e avaliação de carga mental. NACHREINER (1999) demonstrou que os conceitos dessa norma tornam possível a criação de métodos para avaliação da carga mental.

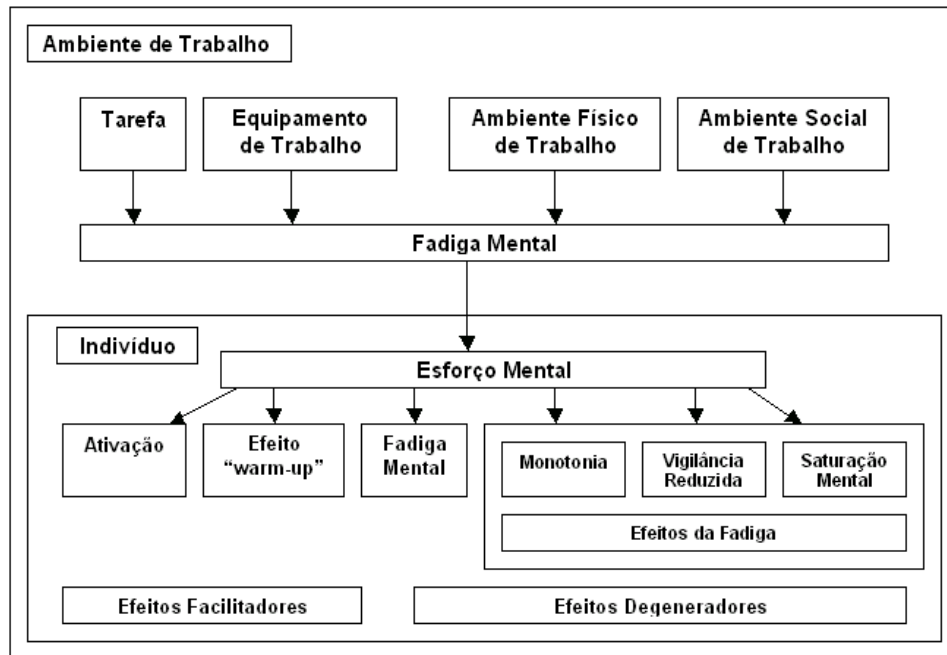


Figura 16: Terminologia e Conceitos da Norma DIN EN ISO 10075

Fonte: NACHREINER (1999).

CORRÊA (2003) apresenta um estudo de campo desenvolvido com trinta funcionários de um *Call Center*, com o objetivo de avaliar a Carga Mental e descobrir seus fatores geradores na situação real de trabalho. Adotou-se, nesta pesquisa, o Método NASA TLX que se mostrou apropriado para avaliação de carga mental.

OTTON (2000) avaliou a carga mental do operador, sob a ótica da multifuncionalidade. O autor demonstra ser esta uma técnica que, do ponto de vista da ergonomia, traz resultados positivos como a redução da monotonia e da fadiga.

BRIDGER (1995) aborda o tema da carga mental como sendo uma função complexa e pessoal, definida como a quantidade de esforço deliberado que é realizado pelo trabalhador para conseguir um resultado concreto. Para este autor, a carga mental é composta de uma componente psíquica, referente às cargas relacionadas à interação afetiva entre o trabalhador e seu trabalho ou à significação do trabalho para quem o faz e de uma componente cognitiva. Essa última relaciona-se à interação do trabalhador com uma tarefa ou equipamento, nos

aspectos informacionais e de tomada de decisão, que envolvem o uso da memória, de decisões e de raciocínio. O autor afirma ainda que todo trabalho é em certa medida mental, citando o exemplo da atividade de um motorista ao dirigir um carro. Para ele é uma tarefa não somente manual ou mecânica, porque contém uma componente cognitiva.

A Tabela 3, adaptada de BRIDGER (1995), relaciona o nível da carga de trabalho e a ação do operador, caracterizando os conceitos de subcarga, carga moderada, alta carga e sobrecarga de trabalho.

Tabela 3: Comparação entre nível de carga de trabalho e a ação do trabalhador

Fonte: BRIDGER (1995)

Nível da Carga	Característica	Tipo de Ação do Operador
Subcarga	As demandas da tarefa são muito baixas e os operadores podem executar atividades que em nada se relacionam com a atual.	Essas atividades ajudam a manter a vigilância, mas, não mantêm o operador concentrado em seu objetivo. Quando ocorrem os eventos relativos à tarefa, os operadores adotam uma estratégia de reação.
Carga de Trabalho Moderada	Nos períodos de baixa demanda, os operadores antecipam outras tarefas.	Esses comportamentos podem elevar moderadamente o nível atual da carga de trabalho.
Alta Carga de Trabalho	As demandas da tarefa são altas e os operadores adotam uma estratégia de reação.	Em situações constrangedoras, com eventos inesperados, os operadores respondem cada demanda da tarefa de cada vez, na medida em que esta ocorre.
Sobrecarga	As demandas aumentam. Os operadores transferem as tarefas menos críticas para um período de carga de trabalho menor ou não executam a tarefa.	Estratégias necessárias em situação de sobrecarga que permitem ao operador concentrar sua atenção em requisitos críticos. A qualidade do desempenho geral depende das habilidades do operador em selecionar quais tarefas são prioritárias.

ABRAHÃO (2004) discute as etapas cognitivas que ocorrem nos processos de beneficiamento de produtos agrícolas: detecção, discriminação e interpretação (Figura 17).

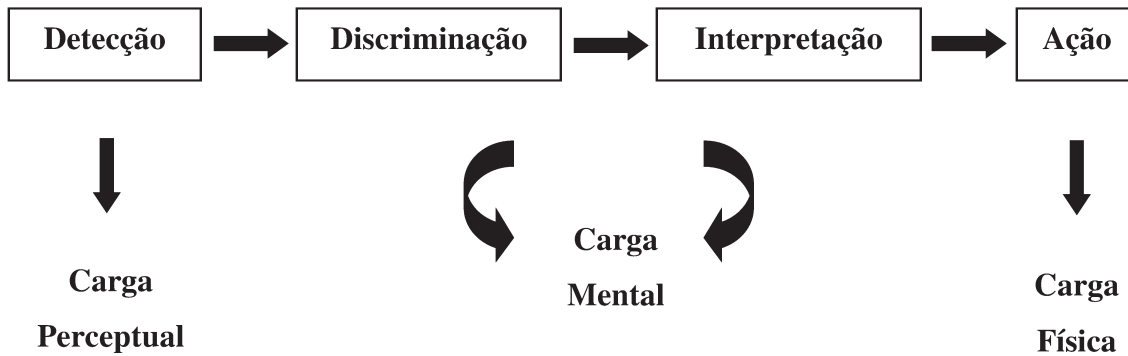


Figura 17: Exigências ligadas às funções cognitivas.

Fonte: ABRAHÃO (2004)

MORAY (1979) estudou e redigiu o Manual do Método NASA TLX que é um dos mais empregados para avaliação de exigências laborais. O NASA TLX é empregado para avaliação de exigências laborais mentais, físicas e temporais.

GRANDJEAN (1998) revela que a carga de trabalho mental é provocada por fatores estressantes tais como as tarefas cognitivas, a ansiedade ou as preocupações. Para este autor, o estresse no trabalho é o estado emocional causado pela discrepância entre o grau de exigência do trabalho e os recursos do indivíduo disponíveis para gerenciá-lo.

EXCELLENTWARE BRASIL (2002) relata que as atividades laborais repetitivas ou em velocidade, características das linhas de beneficiamento de produtos frutícolas, apresentam propensão a causar sobrecarga mental e temporal.

SALVENDY (1969) criou o conceito da homeostase para designar a tendência dos organismos vivos a se manterem em estado de equilíbrio interno, descrito em GARCIA *et al.* (1999). Segundo esses autores, o ser humano dispõe de vários processos psicofisiológicos que entram em ação para preservar o equilíbrio durante a existência e a superação de ameaças e desafios. Para eles, uma das manifestações iniciais da ruptura da homeostase é a fadiga.

Outros estudos que relacionam a carga mental à jornada de trabalho ou a comportamento do operador no trabalho foram desenvolvidos por LAURELL e NORIEGA (1989) e HART (1998).

Alguns métodos de avaliação de carga de trabalho encontrados na literatura durante esta pesquisa foram o SWAT, o WPM, o RSME, o RTLX, o LEST e a Escala de *Likert*. Em geral, são métodos subjetivos que pressupõem uma interface com uma arquitetura cognitiva.

2.9.5. Trabalho nas Unidades de Beneficiamento de Produtos Agrícolas

ABRAHÃO (2004) analisou o fluxo geral da produção em unidades de beneficiamento, resumido na Figura 18, onde se observa a presença significativa das atividades de inspeção, com exigências cognitivas e visuais (IP/AC).

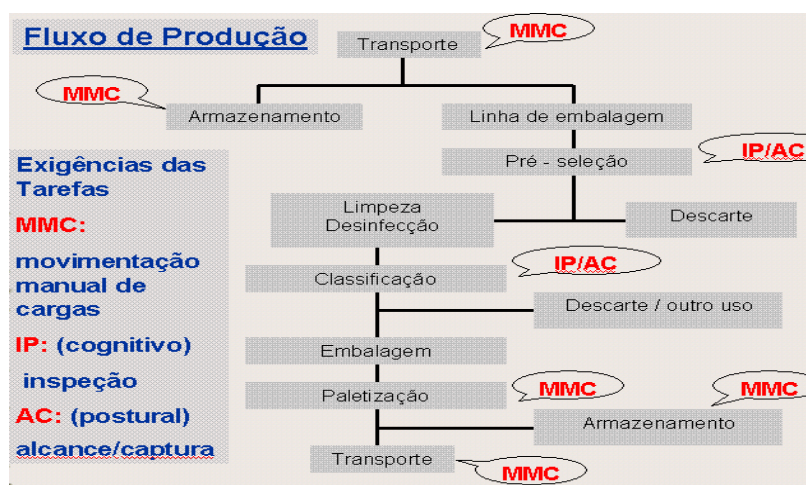


Figura 18: Fluxo da produção em um Galpão de Beneficiamento.

Fonte: ABRAHÃO (2004)

FERREIRA (2004) apresenta em seu estudo as seguintes etapas do processo de beneficiamento: descarregamento, limpeza/toalete, seleção, classificação, embalagem, unitização ou paletização, resfriamento rápido, armazenamento (refrigerado, em atmosfera controlada ou modificada), carregamento e transporte.

A Figura 19 ilustra as principais etapas do processo de uma unidade de beneficiamento da região de Campinas, onde RIBEIRO (2007) e BRAGA (2007) desenvolveram pesquisa de Mestrado, empregando o Método da Análise Ergonômica do Trabalho, AET.

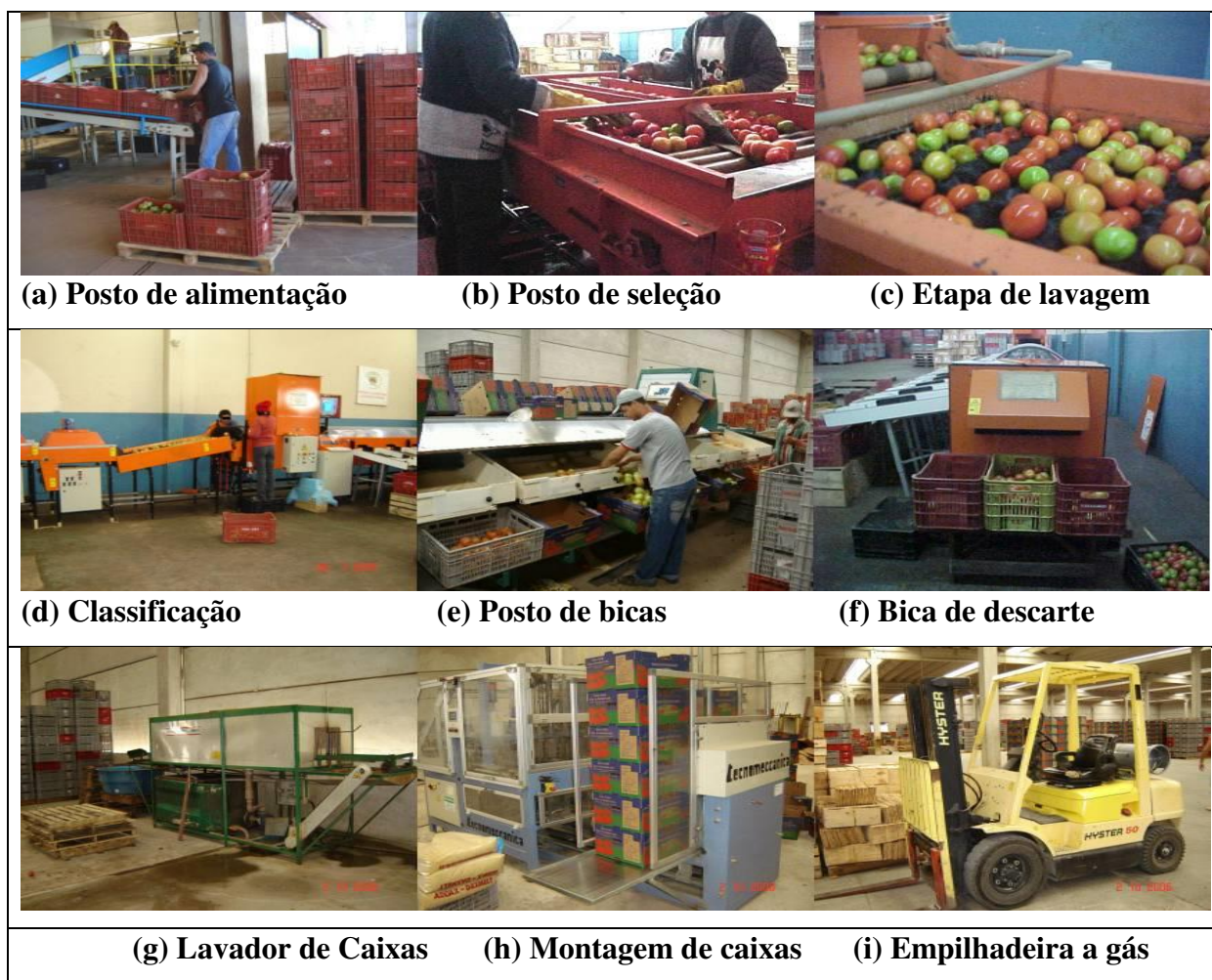


Figura 19: Fotos ilustrativas de postos de trabalho de UB.

Fonte: RIBEIRO (2007); BRAGA (2007).

2.10. Fadiga Visual

A fadiga visual é resultante das atividades em que o operador necessita utilizar o canal visual. PICUS (2000) trata das características intrínsecas das atividades de seleção de produtos agrícolas que se baseiam em informações visuais, tais como cor, tamanho, formato e defeitos e informações recebidas pelo canal visual, que podem acarretar carga visual. PINKER (1998) aborda o tema do olho humano, considerando-o um órgão de processamento de informações intrinsecamente ligado ao cérebro, capaz de perceber, simultaneamente, uma grande quantidade de informações, sendo a mais importante fonte dessas para o ser humano tanto para o trabalho como para sua vida diária.

DUL *et al.* (2004) comparam o olho humano a uma câmara fotográfica, em cujo fundo fica a retina, que equivale ao filme, na analogia com a câmara. Sua leitura possibilita o aprofundamento do conhecimento do olho humano e da operação do canal visual, utilizado pelos operadores humanos nas atividades de inspeção e seleção de produtos. PIRES e RIO (2001) são fontes de referências bem completas sobre o olho humano e o canal visual. Os autores descrevem o sistema visual humano e sua organização segundo três níveis: neuro-sensorial, perceptivo e cognitivo. Esses autores ressaltam que as principais características da visão são: acuidade visual, acomodação, convergência e percepção de cores, elementos importantes para o estudo do trabalho nas unidades de beneficiamento de produtos agrícolas.

Os autores descrevem os seguintes movimentos do olho humano:

- Sacádicos: movimentos rápidos dos olhos para acompanhar o movimento de um objeto móvel;
- De perseguição: movimentos lentos para acompanhamento de um objeto móvel;
- De focalização: movimentos opostos entre os dois olhos para focalizá-los sobre um mesmo objeto;
- Compensatórios: movimentos dos olhos no sentido oposto ao dos movimentos da cabeça, para manter a fixação sobre um objeto, durante o movimento desta.

BRAGA (2007) constatou a ocorrência de exigências visuais e de riscos de fadiga visual, nos postos de seleção das unidades de beneficiamento de tomates de mesa, em sua pesquisa de mestrado. Destacou que os principais sintomas de fadiga podem aparecer durante a jornada,

outros ao final e outros ainda, podem persistir por mais tempo. Desenvolveu o instrumento para avaliação de exigência visual, denominado QAV, Questionário de Avaliação Visual, construído com a Escala de LIKERT modificada (KARAZEK, R.; THEORELL, T., 1990).

EXCELLENTEWARE (2000) destaca que alguns fatores ligados às características do equipamento, do posto ou da organização do trabalho podem estar diretamente relacionados à fadiga visual, tais como, por exemplo, o desequilíbrio de iluminação em uma UB. De acordo com esta publicação:

- Em galpões com baixo nível de iluminação, haverá um esforço adicional dos operadores para identificar defeitos, inconformidades e retirar sépalas;
- Ofuscamentos consistem na diminuição da capacidade visual provocada por um excesso de luz que invade o campo de visão. Os ofuscamentos produzidos por várias fontes luminosas (janelas, luminárias, faróis) e o posicionamento inadequado das telas dos monitores de vídeo podem predispor à fadiga visual;
- Reflexos: as fontes luminosas ou as superfícies que circundam os equipamentos podem provocar reflexos indiretos sobre os mesmos. Estes reflexos formam imagens que se sobrepõem aos caracteres ou aos produtos e resultam em uma sobrecarga visual e nervosa proveniente dos esforços de regulação de acomodação, na tentativa de focalização da informação apresentada;
- Temperatura ambiente: as temperaturas elevadas, a baixa umidade e a alta velocidade do ar provocam desidratação da córnea, com conseqüente irritabilidade ocular. No caso de uma UB, isto ocorre, por exemplo, quando os trabalhadores do posto de seleção ficam expostos ao fluxo de ar que retorna dos secadores;
- Distâncias: as distâncias olho-fruto e olho-equipamento podem sobrecarregar os órgãos responsáveis pela acomodação visual;
- O conteúdo da atividade e a organização: o trabalho de seleção, com deslocamentos frequentes e rápidos da visão, é um exemplo típico de causa de problemas de acomodação e convergência da visão, diferentes daqueles encontrados, habitualmente, nas atividades comuns que solicitam a visão de perto e de forma estática. No caso do

trabalho em fluxo contínuo, não ocorre o necessário relaxamento dos músculos oculares intrínsecos e extrínsecos.

OTTON (2000) mostrou, em sua dissertação de mestrado, que a alternância de funções do trabalhador, denominada de rodízio, torna o trabalho menos fatigante e pode ser um fator de motivação. Entretanto, mesmo nesses casos, os sintomas e sinais de fadiga visual podem se manifestar ao final de uma jornada de trabalho.

2.10.1. Métodos para Avaliação da Fadiga e da Carga Visual

POTEMPA *et al.* (1986) definiram a fadiga como sendo “a capacidade decrescente para o trabalho físico e mental”. PIPER, 1986; SRIVASTAVA (1989) demonstraram que a fadiga pode ser descrita como uma sensação subjetiva, medida através da percepção do próprio indivíduo, uma sensação que as pessoas relatam após sono ou repouso inadequado, ou após esforço mental, visual ou físico, ou ainda quando não sentem motivação para iniciar suas atividades. AKERSTEDT *et al.* (2005), Sweden, realizaram um estudo, entre 1992 e 1995, na Suécia, envolvendo 5270 homens e mulheres, funcionários de 40 empresas, com idades variando entre 19 e 60 anos, empregando a Escala de LIKERT modificada proposta por THEORELL (1999) para avaliar a fadiga, o trabalho e o sono. O resultado foi a avaliação da fadiga por intermédio da aplicação de questionário onde os trabalhadores expressaram suas sensações quanto à exaustão, ao *burnout* e às consequências da utilização do modelo demanda/recompensa.

KARASEK e THEORELL (1990) desenvolveram um método para avaliação da fadiga visual utilizando a Escala de LIKERT Modificada, valendo-se da aplicação de questionários. GUYATT *et al.* (1987) demonstraram que é possível detectar uma variedade de sinais comportamentais e atitudes, voluntárias ou involuntárias, que os operadores fazem para minimizar o desconforto visual.

Outros métodos de avaliação da fadiga encontrados na literatura são:

- VAS, “Visual Analogue Scale” (GIFT, 1989) utiliza frases ou âncoras do tipo “não estou cansado” ou “estou extremamente cansado”, numa escala linear;

para avaliação da fadiga; segundo GUYATT *et al.* (1987), as pessoas têm dificuldade em entender a escala e necessitam de instrução detalhada;

- O método *Fatigue Feeling Checklist*, desenvolvido por PEARSON (1956); BYARS (1956) trata de um instrumento com dez itens, utilizado inicialmente para estudar os efeitos da fadiga nos tratamentos de câncer;
- Um método desenvolvido por KARASEK; THEORELL (1990), baseando-se na Escala de LIKERT, permite avaliar a fadiga visual, utilizando-se uma escala de fácil interpretação (GUYATT *et al.*, 1987);
- O método *Fatigue Severity Scale*, desenvolvido por KRUPP *et al.* (1989), é uma escala de 9 itens, parecida com a Escala de LIKERT;
- O método *Profile of Mood States (POMS)* consiste de vários itens, sendo também muito parecido com a Escala de LIKERT (BRUNIER; GRAYDON, 1993).

Outros métodos de medição e avaliação da fadiga encontrados na literatura são:

- EORTC (*Quality of Life Questionnaire*), *Rand Index of Vitality* e a *Tiredness Scale*;
- *Fatigue Symptom Checklist (FSCL)*: trata-se de um questionário, empregado por HAYLOCK; HART (1979) em pacientes com câncer. Consiste na avaliação de 30 sintomas e é apresentado em três subescalas, baseadas nos seguintes fatores de análise: 1) sentimentos gerais de sonolência, tais como “sinto-me cansado” ou “quero me deitar”, 2) sentimentos de fadiga mental, tais como, “tenho dificuldade para pensar”, “sinto-me nervoso” e 3) sensações específicas como dores de cabeça e tontura.
- A Escala de Fadiga de Piper (*Piper Fatigue Self-report Scale*) é um instrumento multidimensional para a avaliação da fadiga, que utiliza 22 itens e 04 subescalas para avaliações comportamentais e de severidade, sensoriais e cognitivas;
- O Inventário Multidimensional de Fadiga (*Multidimensional Fatigue Inventory*) é um instrumento composto de 20 itens, relatados diretamente pelo

operador, com o objetivo de medir a fadiga. Ele cobre as dimensões fadiga geral, física, mental, motivacional e de desempenho (na atividade).

REID *et al.*, (1981) desenvolveram um questionário com quarenta e oito itens, abrangendo três fatores: fadiga geral, fadiga mental e sintomas somáticos. BRIDGER (1995) desenvolveu estudos comparativos destes métodos, mostrando suas vantagens e desvantagens. LEE *et al.* (1991) afirmam que, embora eles não capturem a sensação subjetiva de fadiga da mesma maneira, seus resultados podem ser diferentes, mas, muito próximos. JAMAR (1989) mostrou que as escalas VAS e LIKERT forneceram resultados eficazes nas pesquisas sobre fadiga visual.

2.11. Métodos de Avaliação de Exigências Laborais

Dos diversos métodos disponíveis na literatura para avaliação de exigências laborais físicas, mentais e temporais, o Método NASA TLX destacou-se como o mais adotado pela sua facilidade de utilização em campo, sem interferência na realização da atividade (CORRÊA, 2003).

Nesta pesquisa foram consultadas e discutidas as seguintes referências sobre este método: MANUAL DO NASA TLX (1986); HART *et al.*(1988) que desenvolveu estudos sobre o Método NASA TLX; MORAY (1979) que desenvolveu os formulários de utilização do Método NASA TLX e CORREA (2003) autor da pesquisa de mestrado intitulada Carga Mental e Ergonomia, onde empregou o Método NASA TLX.

A Tabela 6, a seguir, mostra o formulário de avaliação do NASA TLX, com a escala de 0 (zero) a 100 (cem), para cada exigência laboral avaliada. O questionário é aplicado a cada trabalhador que revelará sua sensação subjetiva sobre cada exigência avaliada.

NOME DO OPERADOR: _____ **POSTO DE TRABALHO:** _____

EXIGÊNCIA MENTAL

| |

Baixa Alta

EXIGÊNCIA FÍSICA

| |

Baixa Alta

EXIGÊNCIA TEMPORAL

| |

Baixa Alta

NÍVEL DE REALIZAÇÃO

| |

Baixo Alto

NÍVEL DE ESFORÇO

| |

Baixo Alto

NÍVEL DE FRUSTRAÇÃO

| |

Baixo Alto

Fonte: MANUAL DO NASA TLX (1986).

Os dados obtidos, com as respostas dos entrevistados, são lançados em um programa desenvolvido em Pascal para obtenção dos valores das exigências laborais (MANUAL DO NASA TLX, 1986).

Para avaliação da exigência visual, o instrumento QAV – Questionário de Avaliação Visual, desenvolvido por BRAGA (2007), revelou-se apropriado na maioria das unidades de beneficiamento. Ele é constituído de um questionário (Tabela 7) construído com a Escala de Likert. A cada pergunta, o indivíduo escolhe uma das alternativas de resposta:

- F = frequentemente;
- Av = às vezes;
- R = raramente;
- N = nunca.

Tabela 5: Estrutura do Questionário de Avaliação Visual (QAV)

Questionário de Avaliação Visual				
Nome do operador:			Posto de trabalho:	
F	Av	R	N	Sinto tensão no globo ocular no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto tensão no globo ocular após um dia de trabalho.
F	Av	R	N	Sinto uma sensação de peso no globo ocular no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto uma sensação de peso no globo ocular após um dia de trabalho.
F	Av	R	N	Sinto formigamento no globo ocular no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto formigamento no globo ocular após o trabalho.
F	Av	R	N	Sinto queimação no globo ocular no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto queimação no globo ocular após o trabalho.
F	Av	R	N	Percebo vermelhidão no globo ocular no meu trabalho.
F	Av	R	N	Percebo vermelhidão no globo ocular após o trabalho.
F	Av	R	N	Tenho sensações visuais de imagens e manchas coloridas no trabalho
F	Av	R	N	Tenho sensações visuais de imagens e manchas coloridas após o trabalho
F	Av	R	N	Tenho sensações visuais de borramento no meu trabalho.
F	Av	R	N	Eu tenho sensações visuais de borramento após um dia de trabalho.
F	Av	R	N	Sinto dores de cabeça no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto dores de cabeça após um dia de trabalho.
F	Av	R	N	Sinto cansaço no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto cansaço após um dia de trabalho.
F	Av	R	N	Sinto tontura no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto tontura após um dia de trabalho.
F	Av	R	N	21. Sinto vertigens no meu trabalho.
F	Av	R	N	Sinto vertigens após um dia de trabalho.
F	Av	R	N	Não consigo perceber cores no meu trabalho.
F	Av	R	N	Não consigo perceber cores ao final do trabalho.

Legenda: F(frequentemente); Av (às vezes); R(raramente); N(nunca).

Fonte: BRAGA (2007).

2.12. Método de Avaliação de Questionários

As pesquisas de avaliação, utilizando questionários construídos com emprego da escala de Likert, são importantes fontes de informação para o gerenciamento e proposições de soluções integradas na gestão de qualidade de produtos. Essas podem ser utilizadas para avaliar clima organizacional, indicadores de desempenho, de questões ambientais, de qualidade, de maturidade das organizações, dos processos de inovação e na identificação de fatores críticos (TEZZA et al., 2009). Quando bem elaboradas, estas avaliações permitem identificar erros no processo, apontar oportunidades de melhorias ou de comparabilidade (*benchmarking*). Ações podem ser disparadas a partir dos resultados das avaliações, como a priorização de projetos e propostas de melhorias relacionadas aos problemas levantados e análise de solução de problemas e treinamentos de operadores.

Segundo JURAN (1993), a aplicabilidade da qualidade total está ligada a um bom indicador, que realmente represente o que se está buscando. De nada adianta traçar um plano para melhoria da qualidade se o indicador usado é falho, se ele não representa a real deficiência ou necessidade da empresa. Buscar melhorias através deste poderá levar a erros, perdas financeiras e de tempo (MULLER, 2003).

Identificar problemas, entendê-los e propor melhorias segundo os princípios da Gestão da Qualidade Total (GQT) requer um levantamento de dados eficaz, com a utilização de instrumentos adequados ao contexto e à confiabilidade das informações providas destes (DRUCKER, 1995).

Portanto, nas avaliações em empresas, a confiabilidade das conclusões está diretamente relacionada à validação dos instrumentos de avaliação (WELLIANDRE et al., 2002). A elaboração de instrumentos de avaliação fidedignos pode oferecer elementos confiáveis para a tomada de decisão.

Os questionários são instrumentos de medida úteis no auxílio às avaliações em diversas áreas. Quando se elabora um questionário, objetiva-se obter indicador (es) ou um escore numérico (LORD, 1980) e sua elaboração deve considerar:

- Como elaborar um questionário que responda com confiabilidade às questões formuladas;
- Como garantir que as respostas dos entrevistados realmente demonstram seu grau de percepção e não esteja contaminada por outros fatores;
- Sua validação pela Teoria de Resposta ao Item (TRI) (EMBRETSON et al., 2000).

Na Teoria de Resposta ao Item (TRI) levam-se em conta os níveis de traços latentes, ou seja, supõe-se que exista no indivíduo entrevistado um traço, uma característica individual que determina sua forma de responder aos itens do questionário e que possui individualmente com os itens utilizados uma relação probabilística (FLETCHER, 1994).

Segundo a psicologia, o comportamento humano é consequência de diversos processos hipotéticos intitulados de traços latentes (LAZERSFELD, 1950). A TRI demonstra a relação entre os comportamentos (denominados variáveis observáveis) e os traços latentes (variáveis hipotéticas) utilizando para isso uma equação matemática chamada de equação logística. Nessa modelagem matemática é representada a probabilidade de determinada resposta a um item ser apontada em função dos parâmetros que caracterizam este item e do nível do indivíduo entrevistado quanto ao traço latente que está sendo medido (PASQUALI; PRIMI, 2003). Nesse sentido, por intermédio da TRI:

- O cálculo dos parâmetros de dificuldade e discriminação de um item não dependem do tamanho da amostra;
- A precisão da avaliação não exige que as formas sejam rigorosamente paralelas e não existe a necessidade de que o erro de medida seja suposto igual para todos os sujeitos da amostra;
- Analisa-se item a item, de forma particular, independente dos demais itens do questionário, levando em conta sua função individual no instrumento de avaliação.

Dessa forma se considera que os parâmetros de cada item são estimados de forma independente dos demais itens do questionário. Contudo, o escore final é obtido em função das respostas do indivíduo entrevistado a cada item. É possível constatar se os entrevistados são mais ou menos hábeis ou se os itens do questionário devem ser considerados mais fáceis ou mais difíceis, colocando-se as pessoas e itens em uma escala comum.

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) é, portanto, uma teoria do traço latente (de habilidade ou aptidão), aplicada a questionários, que se refere a uma família de modelos matemáticos cujo objetivo é relacionar variáveis observáveis (itens de um questionário, por exemplo) e traços hipotéticos não observáveis das respostas emitidas pelo indivíduo que são as variáveis observáveis. A resposta que o indivíduo dá a um item de um questionário depende do nível de conhecimento ou habilidade que ele possui. Assim, o conhecimento ou a habilidade é a causa e a resposta é o efeito. Essas relações podem ser expressas em uma equação matemática, constando de variáveis e constantes, em um modelo ou teoria denominada de traço latente. Se algumas das características das variáveis observáveis (os itens de um questionário) são conhecidas, essas se tornam constantes na equação. A partir desta equação é possível estimar o nível de desempenho do indivíduo e vice-versa, se for conhecido o nível de conhecimento ou habilidade, é possível estimar os parâmetros ou características dos itens respondidos por este indivíduo. A análise de um questionário pela TRI é feita, portanto, item a item e permite visualizar quais itens estão funcionando bem e quais devem ser modificados.

A TRI oferece vantagens em relação à teoria clássica: gera análises mais detalhadas, com indicadores mais coerentes e leva em consideração os parâmetros dos itens. Sem entrar em contradição com os princípios da psicometria, a TRI faz uma nova proposta estatística: a de analisar de forma centrada os itens de um questionário, superando desta forma as limitações da teoria clássica (NUNES et al., 2008).

A TRI originou-se entre os anos 1935 e 1940, nos estudos de THURSTONE (1931) que desenvolveu um método de medida estatístico denominado Lei dos Julgamentos Comparativos, sendo LORD (1952) o responsável mais direto pela moderna TRI. Os modelos

elaborados por LORD se aplicam a questionários onde as respostas são dicotômicas, isto é, certo ou errado. SAMEJIMA (1972) elaborou modelos para tratar respostas politômicas e para dados contínuos. A partir das décadas de 1970 e 1980 a TRI passou a ser um tópico de pesquisa dominante entre os especialistas em avaliações e medidas.

Como a complexidade matemática no campo da TRI é enorme, vários softwares foram desenvolvidos para seu cálculo: BICAL (WRIGHT et al., 1979), BILOG (ZIMOWSKY et al., 1996) e MULTILOG (THISSEN, 1991).

A TRI faz uma avaliação do instrumento de avaliação de forma a mostrar que itens não estão sendo bem usados no questionário possibilitando seu aprimoramento. Destaca-se por analisar item a item, entrevistado a entrevistado, prevendo um resultado mais completo e preciso das avaliações.

Neste estudo aplicou-se a TRI aos Instrumentos de Avaliação de Qualidade e de Boas Práticas Agrícolas como uma ferramenta para validá-los e aprimorá-los na busca da obtenção de indicadores confiáveis para melhoria da gestão das UB.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa de campo foi realizada em uma unidade de beneficiamento de laranja (UBL), localizada na região de Aguaí, Estado de São Paulo, na qual são utilizados equipamentos eletrônicos de classificação e embalagem. Os registros das atividades foram realizados com máquinas fotográficas digitais, com a aplicação de entrevistas e questionários e registro das verbalizações e instrumentações. Para tanto o projeto foi dividido em quatro fases:

- Avaliação da Qualidade
- Avaliação de Boas Práticas Agrícolas
- Avaliação de Impactos mecânicos
- Avaliação Ergonômica

3.1. Avaliação da Qualidade dos Frutos Beneficiados

A partir da literatura e tomando-se como base as recomendações do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, as Normas de Classificação de Citros de Mesa da CEAGESP/SP de 2011 e as Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Citros (INTEPIC), Instrução Normativa – SARC nº 006, de 06 de setembro de 2004, de onde foram relacionados os elementos para avaliação da qualidade de uma UB.

Baseado nestes quesitos desenvolveu-se um questionário para avaliação da qualidade nas UB, a que se denominou de IAQ (Instrumento de Avaliação da Qualidade), inédito na literatura, que pode ser visto no Anexo 2.

Durante as entrevistas de aplicação do questionário, o indivíduo responde a cada item com uma alternativa apenas de resposta, com ponderação de 0 (zero) a 4 (quatro):

- Zero = (0): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro muito aquém do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Baixa = (1): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro aquém do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Regular = (2): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro similar ao que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Média = (3): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro acima do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Alta = (4): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro muito acima do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.

Este instrumento permite apurar um índice de avaliação geral de qualidade da UB (IAGUB). Pode-se obter uma classificação (**ranking**) da qualidade das UB, permitindo assim avaliar sua posição relativa no universo das demais UB.

O instrumento possui 75 itens de avaliação. Se a UB for avaliada com 0 (zero) em todos os itens, seu índice de qualidade será 0 (zero). Caso a avaliação seja 4 (quatro) em tudo, a UB receberá 300 (trezentos) pontos. A escala obtida, portanto, para a índice IAQ varia de 0 (zero) a 300 (trezentos), sendo 0 (zero) a pontuação mínima de uma UB, quando o índice zero de qualidade é mínimo e, 300 (trezentos), a pontuação máxima de uma UB onde se tem o índice máximo de qualidade. Convencionou-se subdividir a escala em:

- 0 (zero) a 120 (cento e vinte): classificação C (qualidade baixa);
- 120 (cento e vinte) a 220 (duzentos e vinte): classificação B (qualidade média);
- 220 (duzentos e vinte) a 300 (trezentos): classificação A (qualidade alta).

O instrumento de avaliação da qualidade total do processo da UBL, IAQ, do Anexo 1, que também pode ser acessado (**on line**) no link do Google Docs, no endereço:

<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dFNuSk1oeXhDWE4xQjc3N2N4OF9PRWc6MQ>

Neste formato possibilita-se o envio da resposta automaticamente ao pesquisador, obtendo-se a leitura em tempo real do nível de qualidade da UB.

3.2. Avaliação da Aplicação das Boas Práticas Agrícolas

A partir dos elementos descritos na literatura e tomando-se como base as recomendações do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura e as Normas de Classificação de Citros de Mesa, da CEAGESP/SP de 2011 e das Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Citros (INTEPIC), Instrução Normativa – SARC nº 006, de 06 de setembro de 2004, de onde foram extraídos os itens sobre Boas Práticas Agrícolas que permitiram a construção do questionário, inédito na literatura, a que se denominou de Instrumento de Avaliação de Boas Práticas Agrícolas em UB, IABPA, apresentado no ANEXO 1.

De acordo com este instrumento (IABPA), podem-se avaliar os aspectos relacionados à aplicação das Boas Práticas Agrícolas, com ponderações (peso) de 0 (zero) a 4 (quatro), com as seguintes considerações:

- Zero = (0): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro muito aquém do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Baixa = (1): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro aquém do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Regular = (2): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro similar ao que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Média = (3): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro acima do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.
- Alta = (4): quando os indicadores da dimensão avaliada indicam um quadro muito acima do que expressa o referencial mínimo da qualidade dos frutos.

Esta avaliação permite apurar um índice de avaliação geral da UB (CAGUB), quanto à aplicação das BPA (CAGUB/BPA). Pode-se obter um *ranking* de classificação de aplicação

das BPA na UB, permitindo avaliar a sua posição relativa em BPA no universo das demais UB.

O instrumento possui 36 itens de avaliação. Se a UB for avaliada com 0 (zero) em todos os itens, o índice de BPA será 0 (zero). Caso a avaliação seja 4 (quatro) em tudo, a UB receberá 144 (cento e quarenta e quatro) pontos. A escala obtida, portanto, para o índice IABPA varia de 0 (zero) a 144 (cento e quarenta e quatro), sendo 0 (zero) a pontuação mínima de uma UB e 144 (cento e quarenta e quatro), a pontuação máxima de uma UB onde se aplicam as BPA na plenitude. Convencionou-se dividir esta escala em três faixas:

- 0 (zero) a 60 (sessenta): classificação C (baixo índice de BPA);
- 60 (sessenta) a 90 (noventa): classificação B (índice médio de BPA);
- 90 (noventa) a 144 (cento e quarenta e quatro): classificação A (índice alto de BPA).

O instrumento de avaliação da aplicação de boas práticas agrícolas, IABPA, pode também ser acessado (*on line*) no link do Google Docs, no endereço:

<https://docs.google.com/spreadsheet/viewform?formkey=dFRUck5qelpZVWVhdVBnS25CcDZBbEE6MQ>

Este formato possibilita o envio da resposta automaticamente ao pesquisador, obtendo-se a leitura em tempo real do nível de qualidade da UB.

3.3. Avaliação do Impacto Mecânico

Utilizou-se uma esfera instrumentada Techmark de 76 mm de diâmetro (Techmark, Inc., Lansing, EUA). Os dados armazenados na esfera são transferidos e analisados em computador, sendo possível a avaliação da magnitude dos impactos mecânicos a que os frutos foram submetidos nos pontos de transferência da linha de beneficiamento.

A esfera instrumentada (Techmark, Inc., Lansing, EUA) de 76 mm, equipamento plástico com registrador de aceleração e limite para o nível de impacto mecânico variando entre 15 G e 500 G, foi colocada, juntamente com os frutos, na etapa de recebimento da linha de beneficiamento, que funcionava com sua capacidade normal, e seguiu o fluxo dos frutos até a etapa de classificação. O tempo de permanência da esfera instrumentada em cada etapa, assim como o tempo para completar o percurso total e os pontos de transferência foram monitorados por meio de cronômetro de precisão (FERREIRA, 2011).

As medições no percurso total da linha de classificação foram repetidas seis vezes. Após os testes, a esfera instrumentada era removida, e os dados transferidos, e analisados em computador, avaliando a magnitude dos impactos mecânicos a que os frutos foram submetidos nos pontos de transferência das linhas de beneficiamento. Dados médios de impacto mecânico, obtidos nos pontos de transferência de cada unidade de beneficiamento avaliada, foram correlacionados com a aceleração máxima (AM) ($G = 9,81 \text{ m s}^{-2}$).

Os pontos de transferência analisados foram: recebimento, entrada 1, entrada do tanque de lavagem, entrada seleção, queda na esteira, saída esteira 1, saída esteira 2, saída seleção 1, saída seleção 2, saída seleção 3, entrada secador 1, saída secador, queda na bica, saída da bica para caixa e classificador (Figura 20).



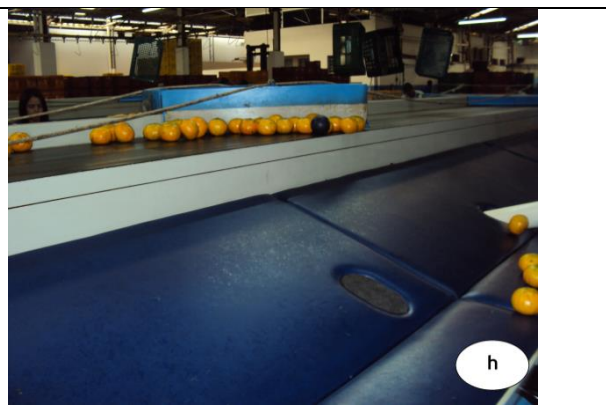




Figura 20: Pontos de transferência analisados

- a) Recebimento; b) Tanque; c) Lavagem; d) Esteira de seleção; e) Entrada do secador; f) Entrada da classificadora; g) Classificadora; h) Bica; i) Transferência para caixa e j) Caixa.**

Para cada um desses pontos foram realizadas seis repetições, isto é, a esfera foi colocada seis vezes em meio aos frutos. O tempo de permanência da esfera em cada etapa, o tempo para completar o percurso e os pontos de transferência foram monitorados através do uso de um cronometro de precisão. A esfera percorreu toda a linha de beneficiamento.

Após os testes a esfera foi removida e os dados armazenados foram transferidos para o microcomputador. As análises estão apresentadas em gráficos e tabelas, permitindo a avaliação da magnitude dos impactos mecânicos a que os frutos foram submetidos nos pontos de transferência das linhas de beneficiamento.

3.4. Avaliação Ergonômica

As avaliações das exigências laborais foram feitas concomitantemente à realização das atividades pelos trabalhadores, pelo menos meia hora após o início do processo de beneficiamento, tempo mínimo necessário para atingir-se o regime normal de trabalho. Para realização dos experimentos foi considerada a carga de trabalho pregressa, ou seja, que não houvesse emenda de turnos e a taxa de tombamento dos produtos na entrada do processo de

beneficiamento foi mantida constante, assim como o número de operadores no posto de seleção. Foram realizadas 17 (dezesete) visitas à UBL resumidas na Tabela 6.

Tabela 6: Visitas Realizadas à UB

Visitas à UBL	
Primeira visita	Apresentação da proposta pelo orientando e pelo orientador aos proprietários da UBL e obtenção da autorização para realização da Pesquisa.
Doze visitas	Realização das avaliações com os instrumentos de avaliação.
Quatro visitas	Coleta de verbalizações e instrumentalização da proposta.

Os equipamentos utilizados, com a devida autorização da Direção da UBL, foram:

- Luxímetro digital portátil modelo LD – 200, marca Instrutherm, de alta precisão e resposta rápida, com função data-hold para travar as leituras na tela.
- Termômetro digital portátil, modelo TGD – 200, marca Instrutherm, bulbo seco, bulbo úmido e funcionalidade para cálculo de IBUTG interno e externo.

As exigências laborais avaliadas foram:

- Exigência Mental (EM);
- Exigência Física (EF);
- Exigência Visual (EV).

Para avaliação dessas exigências laborais na UBL, o experimento consistiu na variação da velocidade da esteira (variável A), da iluminância (variável B) e da temperatura (variável C).

Estas alterações foram previamente submetidas à aprovação da direção da UBL e foram efetuadas em diferentes dias e horários, de modo a não interferir no funcionamento da unidade e conseguir as condições ambientais necessárias.

Os experimentos consistiram em:

- Variação da velocidade da esteira (A), em três valores: (0,12m/s, 0,13m/s e 0,14m/s), que foram definidos em função das características da tecnologia do equipamento da UBL que dispõe de recurso para variação da velocidade da esteira;
- Variação da iluminância (B), em três valores: 800 lux, 1188 lux e 1373 lux que foram definidos em função das características do galpão da UBL e das exigências da Norma NBR 5413;
- Variação da temperatura (C), em três valores: 18 °C, 26 °C e 31 °C, definidos em função das características do galpão e do clima do local onde este está situado.

Ficaram assim definidas as variáveis envolvidas na pesquisa:

- Variáveis de controle: a taxa fixa de tombamento de produtos na entrada da esteira, um número fixo de operadores no posto de seleção e a carga de trabalho pregressa;
- Variáveis independentes: a velocidade da esteira, a temperatura e o índice de iluminância incidente no posto de seleção;
- Variáveis dependentes: as exigências laborais, a saber: a exigência visual (EV), a exigência física (EF), a exigência mental (EM) e a exigência temporal (ET).

Os parâmetros fixados para a realização dos experimentos foram:

- Temperatura (26°C) e iluminância (800 lux), quando se varia a velocidade;

- Temperatura (31°C) e velocidade (0,12 m/s), quando se varia a iluminância;
- Velocidade (0,12 m/s) e iluminância (800 lux), quando se varia a temperatura.

Estes parâmetros foram definidos em função das características do galpão e da tecnologia do equipamento da UBL. Os resultados esperados foram os valores de EV, EM e EF (Tabela 7).

Para obtenção das exigências laborais EM e EF utilizou-se o instrumento de avaliação NASA TLX e para obtenção dos valores da exigência visual EV, utilizou-se o instrumentação de avaliação QAV – Questionário de Avaliação Visual.

Tabela 7: Planejamento Experimental

Taxa fixa de tombamento; 11 operadores no posto de seleção; sem carga de trabalho pregressa.				
Variáveis de Controle	Parâmetros	Valores Médios das Variáveis Dependentes		
Velocidade	Fixos	EV	EM	EF
0,12 m/s	26 °C/ 800 lux			
0,13 m/s				
0,14 m/s				
Iluminância	Fixos	EV	EM	EF
800 lux	31 °C /0,12 m/s			
1188 lux				
1373 lux				
Temperatura	Fixos	EV	EM	EF
28 °C	0,12 m/s /800 lux			
26 °C				
31 °C				

EV = Exigência Visual; EM = Exigência Mental e EF = Exigência Física.

Neste estudo foram utilizadas duas técnicas estatísticas. Para a avaliação da igualdade entre médias dos tratamentos foi utilizado o modelo linear generalizado com medidas repetidas e, para a comparação múltipla de médias, utilizou-se o teste de *Tukey* com medidas repetidas (JOHNSON; WICHERN, 1988). Para ambos os testes foi adotado um nível de significância de 5% e as análises feitas utilizando-se o software estatístico SAS (SAS Tutorial, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Resultados das Avaliações de Qualidade

Aplicado o instrumento IAQ na UBL, obteve-se um resultado igual a 209 (duzentos e nove), correspondente a 68,75% do valor máximo ou ideal para uma UB, conforme mostrado na Tabela 8. Esta UBL atingiu o índice “B” de qualidade.

Tabela 8: Resultado da Avaliação de Qualidade da UBL

IAQ máximo	IAQ obtido	Classificação
300	209	B

Este resultado mostra que a qualidade desta UBL é média e pode ser melhorada. A análise do índice de Qualidade permite posicionar a UB em relação às demais UB nacionais e internacionais (**ranking para UB**) e implantar um planejamento estratégico para garantir as melhorias e uma competitividade cada vez maior.

4.2. Resultados das avaliações de BPA

Aplicado o instrumento IABPA na UBL, obteve-se um resultado igual a 77 (setenta e sete), correspondente a 64,16% do valor máximo que pode ser considerado o ideal para uma UB, conforme mostrado na Tabela 9. Esta UBL atingiu o índice “B” de BPA.

Tabela 9: Resultado da Avaliação de BPA da UBL

IABPA máximo	IABPA obtido	Classificação
120	77	B

Este resultado mostra que o grau de aplicação de boas práticas nesta UBL é média e pode ser melhorado. A avaliação da Aplicação das BPA permite posicionar a UB em relação às demais UB nacionais e internacionais (**ranking para UB**) e implantar um planejamento estratégico para garantir as melhorias e uma competitividade cada vez maior.

4.3. Resultados das avaliações do Impacto Mecânico

Foram determinados os valores dos impactos mecânicos (G) em cada ponto de queda ou de transferência analisado. O maior valor de impacto mecânico foi registrado na etapa de recebimento ($G=90,7\text{m/s}^2$) e o menor valor, na etapa de entrada seleção ($G=20,8\text{m/s}^2$). O impacto mecânico total médio sofrido pelo fruto durante todo o processo de beneficiamento foi de 576,0 G. Este valor ficou abaixo dos valores normalmente encontrados em outras UB (FISCHER *et al.*, 2009; SPRICIGO *et al.*, 2011). As etapas entrada do tanque de lavagem, saída da esteira 2, saída da seleção 3 e entrada do secador 2 não apresentaram valores de impacto mecânico relevantes para o estudo. Após os testes a esfera foi removida e os dados transferidos para o computador e analisados. A figura 21 apresenta os valores do impacto mecânico (G, m/s²) em três pontos: recebimento, entrada 1, entrada da etapa de lavagem.

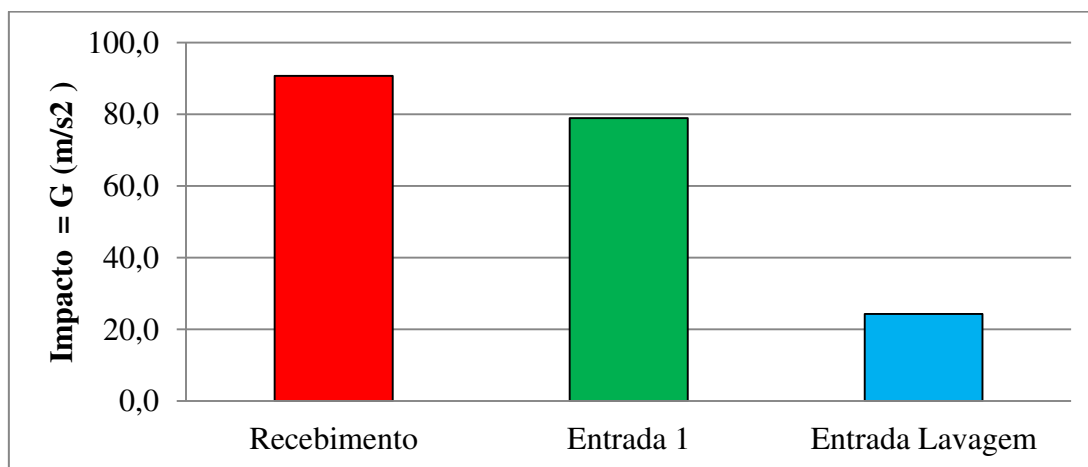


Figura 21: Valores do impacto mecânico das etapas de recebimento; entrada 1 e entrada lavagem.

A Figura 22 mostra os valores do impacto mecânico nos pontos: entrada da seleção, queda na esteira e saída da esteira.

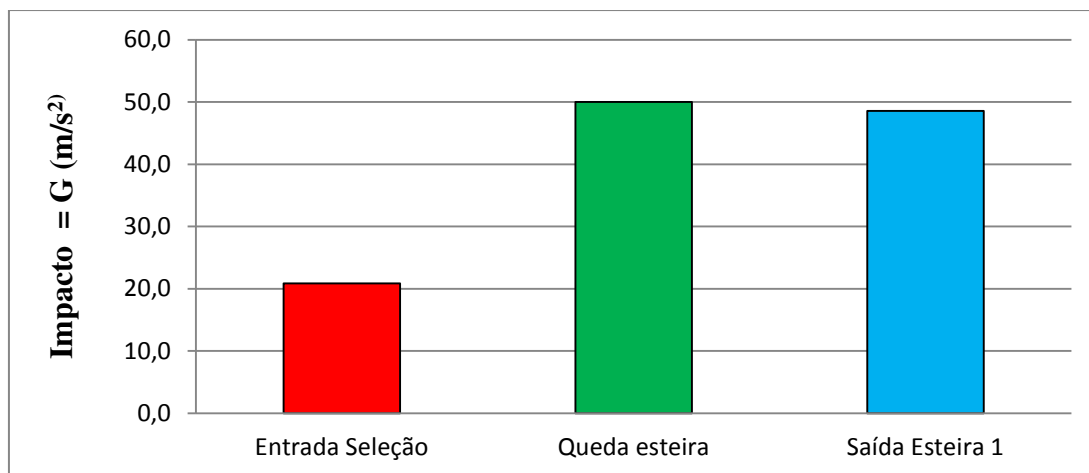


Figura 22 – Valores os valores do impacto mecânico nos três pontos: entrada da seleção, queda na esteira e saída da esteira.

A Figura 23 apresenta os valores do impacto mecânico nos três pontos: saída da seleção 1, saída da seleção 2 entrada da etapa de lavagem.

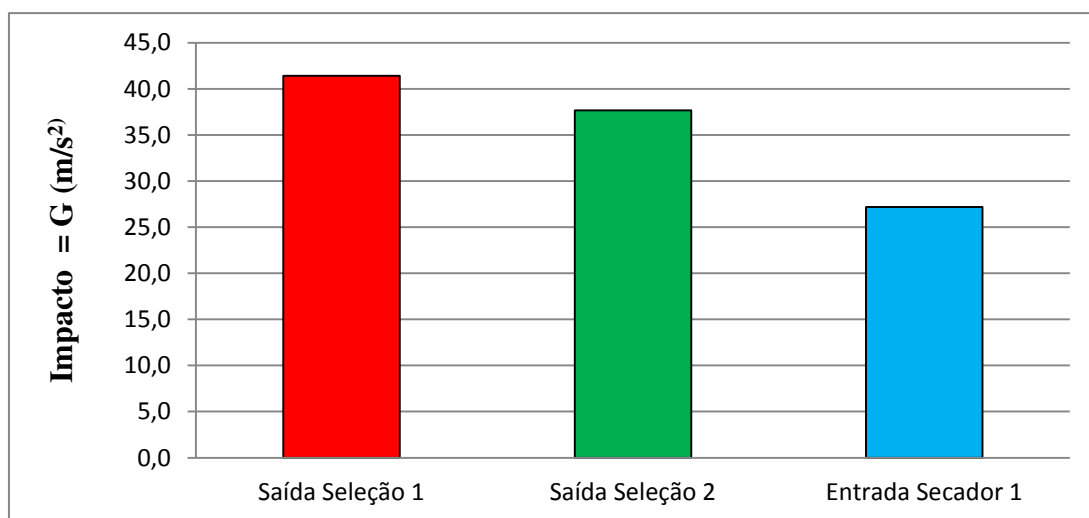


Figura 23: Valores do impacto mecânico das etapas de saída seleção 1, saída seleção 2 e entrada secador 1.

A Figura 24 mostra os valores do impacto mecânico nos pontos: saída do secador, queda na bica de saída e bica de saída para caixa/embalagem.

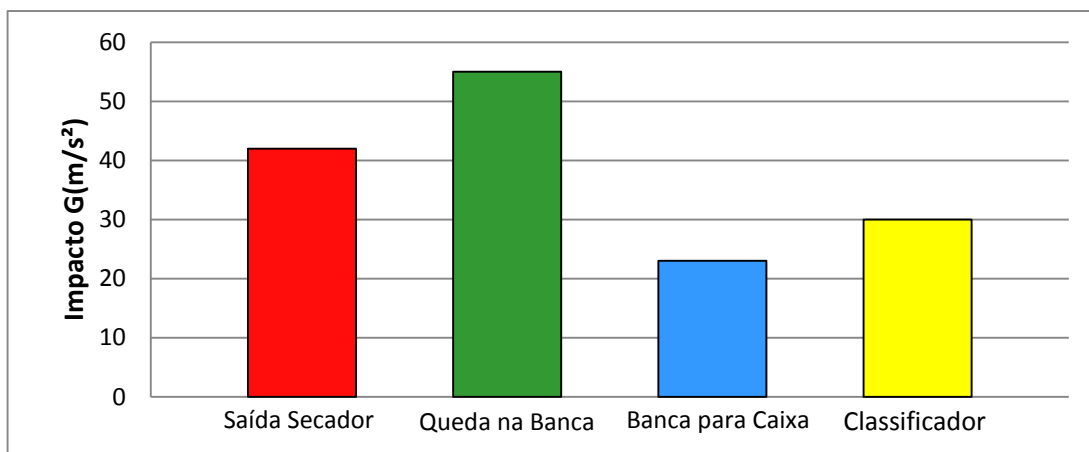


Figura 24: Valores do impacto nas etapas de saída secador; queda na banca; banca para caixa e classificador.

Nos pontos de transferência entrada do tanque, saída da esteira 2, saída da seleção 3 e entrada do secador 2, não foram detectados valores relevantes de impactos mecânicos. A Figura 25 apresenta os valores percentuais de contribuição de cada etapa no total de impactos mecânicos. Em média o acumulado total de impactos mecânicos durante todo o processo de beneficiamento foi de 576 m/s^2 . Nesse diagrama são evidenciadas as etapas de Recebimento e Entrada1, por serem as que provocam maiores impactos.

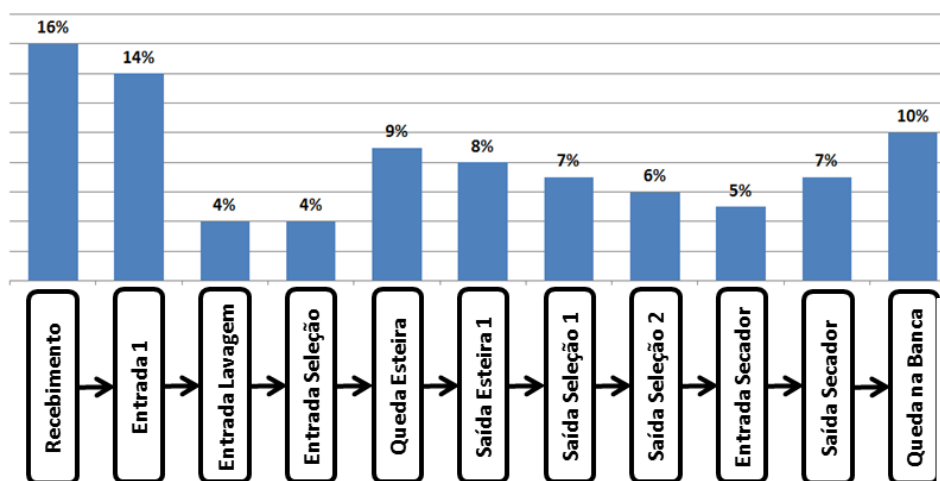


Figura 25: Valores percentuais de contribuição de cada etapa nos impactos mecânicos.

4.4. Resultados da Avaliação Ergonômica

A Tabela 10 apresenta as verbalizações colhidas durante as visitas à UBL. Foram realizadas onze entrevistas com as operadoras da mesa de seleção, quatro com a supervisora e duas com gestores da UBL. Foi empregado o roteiro recomendado pela AET.

Tabela 10: Verbalizações Colhidas na UBL

Verbalizações das operadoras do posto de seleção
As operadoras da mesa de seleção que necessitam utilizar óculos, mas, não os utilizam.
Dificuldades apresentadas para a execução da atividade de seleção durante o período de gravidez.
Algumas operadoras são acometidas de depressão crônica.
Algumas operadoras apresentam problema de artrite reumatoide.
Várias operadoras se ausentam por motivo de saúde, conforme atestados médicos apresentados.
A UBL conta com médica do trabalho, técnico de segurança do trabalho e uma fisioterapeuta que aplica ginástica laboral.

Recomenda-se a aplicação de rodízio ou alternância de tarefas para atenuar os riscos de danos à saúde das operadoras.

O emprego da AET permitiu registrar algumas etapas do processo de beneficiamento da UBL apresentadas nas Figuras 26, 27, 28, 29 e 30.

- Etapa de Tombamento e Lavagem
- Etapa de Seleção
- Etapa da Primeira Secagem
- Etapa da Aplicação de cera
- Etapa da Aplicação da Segunda Secagem

Etapa de Tombamento e Lavagem (Figura 26)



a) Tombamento



b) Lavagem

Figura 26: Tombamento e Lavagem

Fonte: UBL estudada

Etapa de Seleção (Figura 27)



Figura 27: Mesa de Seleção

Fonte: UBL estudada

Etapa da Primeira Secagem (Figura 28)



Figura 28: Primeira Secagem

Fonte: UBL estudada

Etapa da Aplicação de cera (Figura 29)



Figura 29: Aplicação de cera

Fonte: UBL estudada

Etapa da Aplicação da Segunda Secagem (Figura 30)



Figura 30: Segunda Etapa de Secagem

Fonte: UBL estudada

A avaliação das exigências laborais, no posto de seleção da UBL, foi feita utilizando-se o método NASA TLX (MANUAL DO NASA TLX, 1986), com uma escala de 0 (zero) a 100 (cem). A Tabela 11 apresenta os valores das exigências laborais obtidos com os experimentos na UBL.

Tabela 11: Valores das exigências laborais

Taxa fixa de tombamento; 11 operadores no posto de seleção; sem carga de trabalho pregressa.				
Variáveis de Controle	Parâmetros	Valores Médios das Variáveis Dependentes		
Velocidade	Fixos	EV	EM	EF
0,12 m/s	26 °C/ 800 lux	11,7	10,5	22
0,13 m/s		11,9	23,5	34,5
0,14 m/s		12,6	31,5	45,5
Iluminância	Fixos	EV	EM	EF
800 lux	31 °C /0,12 m/s	19,4	38,5	43,0
1188 lux		16,4	32,0	41,0
1373 lux		14,3	30,0	38,4
Temperatura	Fixos	EV	EM	EF
18 °C	0,12 m/s /800 lux	10,5	9,0	15,0
26 °C		11,7	10,5	22,0
31 °C		19,4	38,5	43,0

EV: exigência visual EM: exigência mental EF: exigência física

Para o estudo em questão foram utilizadas duas técnicas estatísticas. Para a avaliação da igualdade entre médias dos tratamentos foi utilizado o modelo linear generalizado com medidas repetidas e, para a comparação múltipla de médias, foi utilizado o teste de *Tukey* com medidas repetidas (JOHNSON; WICHERN, 1988). Para ambos os testes foi utilizado um nível de significância de 5% e as análises foram feitas utilizando o software estatístico SAS (SAS Tutorial, 2011). Os resultados da análise estatística foram:

- Comparações para Iluminância: a Figura 31 mostra as comparações dos resultados para as variações da iluminação (iluminância). Constatou-se que todas as exigências laborais tornam-se menores à medida que o índice de iluminância aumenta.

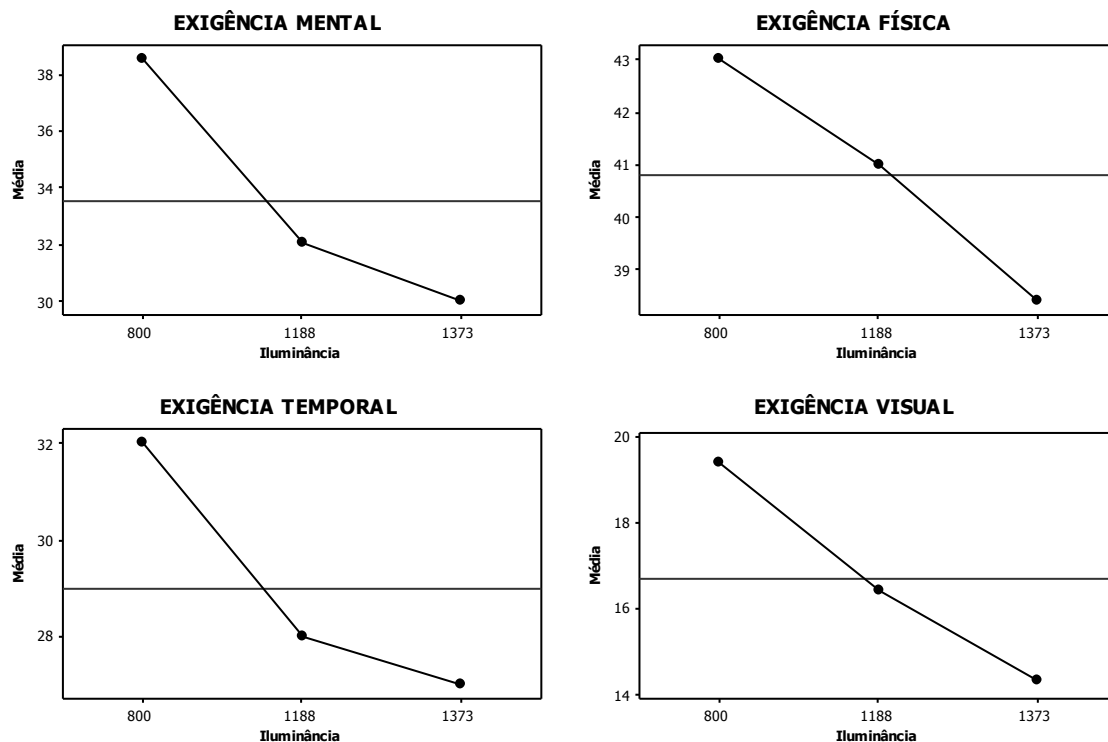


Figura 31: Comparações entre as variações de iluminação

- Teste de igualdade entre médias: a Tabela 12 mostra o resultado do teste de igualdade entre as médias da iluminância.

Tabela 12: Teste de igualdade entre as médias da iluminância

Iluminância	p-valor
Exigência Mental	0,000
Exigência Física	0,001
Exigência Temporal	0,000
Exigência Visual	0,000

Em relação à iluminância, existem evidências suficientes para rejeitar a hipótese de igualdade entre as médias dos tratamentos para todas as exigências laborais. Ou seja, as diferenças entre as médias são estatisticamente significantes para todas as exigências.

- **Comparações Múltiplas:** a Tabela 13 mostra o resultado das comparações múltiplas para as variações da iluminância. As médias dos tratamentos que não compartilham letras são significativamente diferentes

Tabela 13: Comparações múltiplas para as variações da iluminância

Iluminancia	Mental		Física		Temporal		Visual	
800	38,5	A	43,0	A	32,0	A	19,4	A
1188	32,0	B	41,0	AB	28,0	B	16,4	B
1373	30,0	B	38,4	B	27,0	B	14,3	C

Para as exigências mental e temporal a média do tratamento com iluminância 800 lux é diferente das médias dos tratamentos com 1188 lux e 1373lux. Para exigência física, 800 lux difere apenas de 1373 lux. Para exigência visual as médias de todos os tratamentos são diferentes. Ou seja, os valores das exigências laborais são bem próximos nos valores de iluminância iguais a 1188 lux e 1373 lux e diferem consideravelmente quando a iluminância cai para 800 lux.

- **Comparações para Velocidade:** a Figura 32 mostra as comparações dos resultados para as variações da velocidade. Constatou-se que todas as exigências laborais EM, EF e ET tornam-se maiores à medida que a velocidade aumenta. Para a exigência física (EF) esta variação é linear. Para a exigência visual (EV) a interferência da velocidade não é significativa.

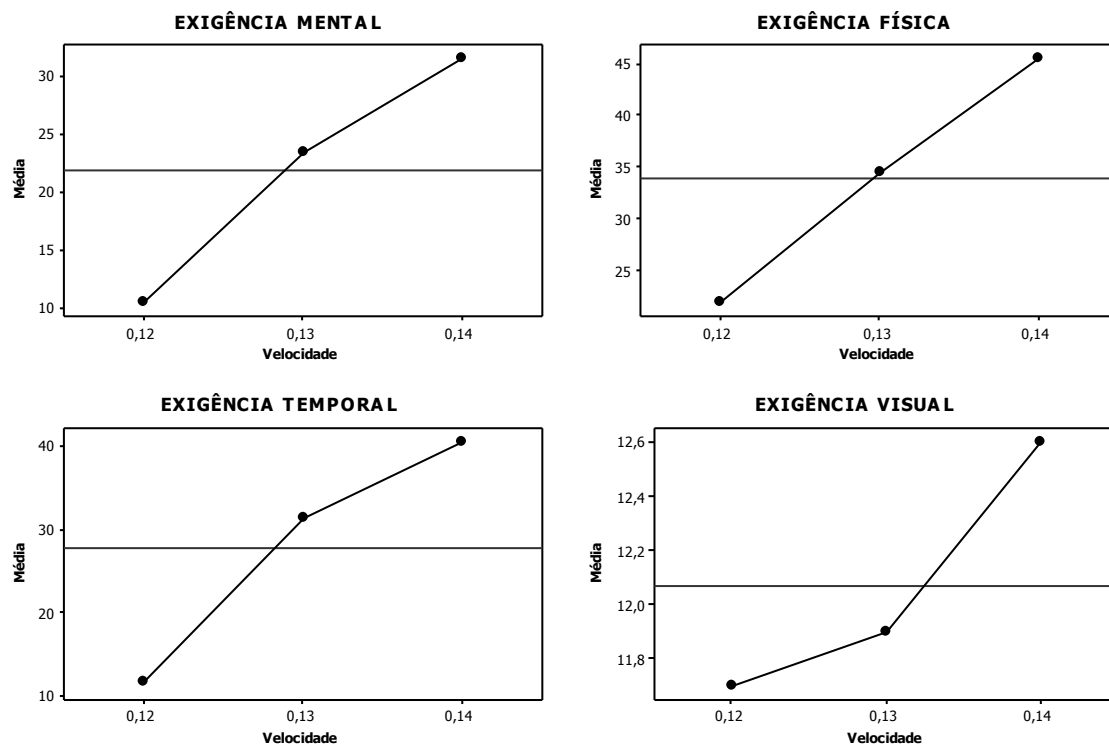


Figura 32: Comparações entre as variações de velocidade

- Teste de igualdade entre médias: a Tabela 14 apresenta os resultados dos testes de igualdade entre médias para as variações de velocidade.

Tabela 14: Testes de igualdade entre médias para velocidade

Velocidade	p-valor
Exigência Mental	0,000
Exigência Física	0,000
Exigência Temporal	0,000
Exigência Visual	0,0603

Em relação à velocidade, existem evidências suficientes para rejeitar a hipótese de igualdade entre as médias dos tratamentos para as exigências mental, física e temporal. Ou seja, as diferenças entre as médias são estatisticamente significantes para as exigências

mencionadas. Para a exigência visual, com um nível de significância de 0,05 não há evidências para rejeitar a hipótese de igualdade.

- **Comparações Múltiplas:** a Tabela 15 apresenta os resultados das comparações múltiplas para as variações de velocidade. As médias dos tratamentos que não compartilham letras são significativamente diferentes.

Tabela 15: Comparações múltiplas para as variações de velocidade

Velocidade	Mental		Física		Temporal	
0,14	31,5	A	45,5	A	40,5	A
0,13	23,5	A	34,5	B	31,5	B
0,12	10,5	B	22,0	C	11,5	C

Para exigência mental, a média do tratamento velocidade 0,12 m/s é diferente dos demais tratamentos (0,13 m/s e 0,14 m/s). Para as exigências física e temporal todos os tratamentos têm médias significativamente diferentes.

- **Comparações para Temperatura:** a Figura 33 mostra as comparações dos resultados para as variações da temperatura. Constatou-se que todas as exigências laborais tornam-se maiores à medida que a temperatura aumenta. Entre 18° e 26° a variação é pequena, mas acima de 26° a interferência da temperatura sobre as exigências laborais é significativa.

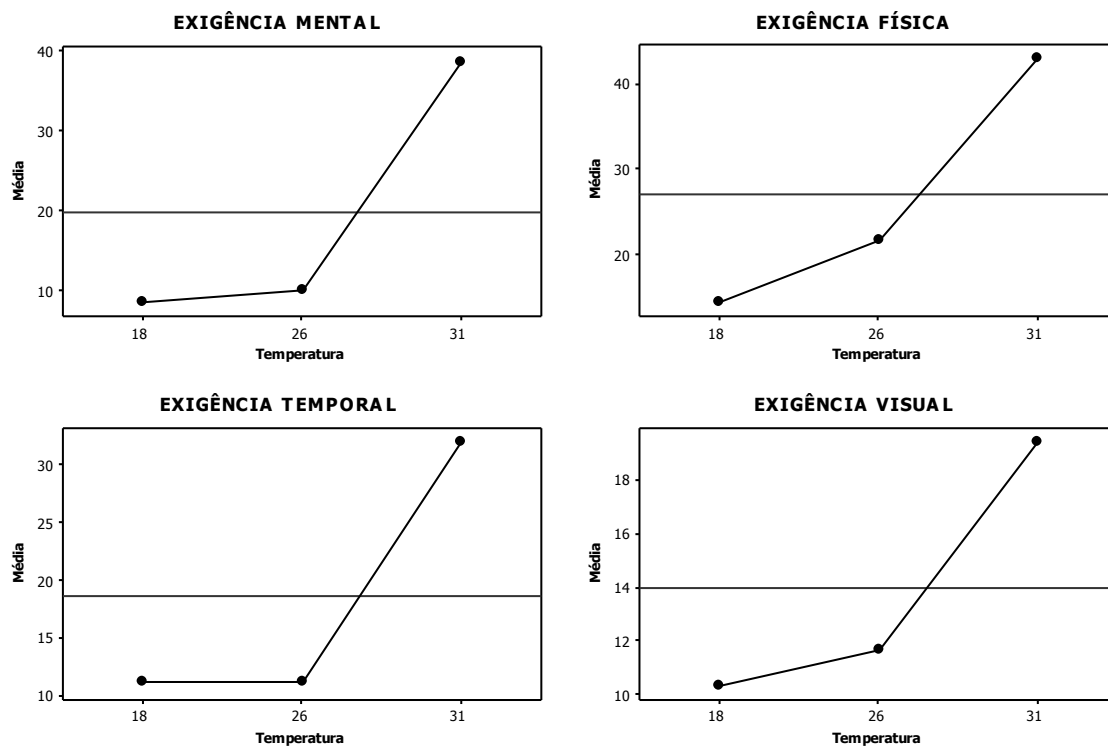


Figura 33: Comparações entre as variações de temperatura

- Teste de igualdade entre médias: a Tabela 16 apresenta os resultados do teste de igualdade entre médias para as variações de temperatura.

Tabela 16: Teste de igualdade entre médias para as variações de temperatura

Temperatura	p-valor
Exigência Mental	0,000
Exigência Física	0,000
Exigência Temporal	0,000
Exigência Visual	0,000

Em relação à temperatura, existem evidências suficientes para rejeitar a hipótese de igualdade entre as médias dos tratamentos para todas as exigências laborais. Ou seja, as diferença entre as médias são estatisticamente significantes para todas as exigências laborais.

- Comparações Múltiplas: a Tabela 17 mostra os resultados das comparações múltiplas para as variações de temperatura. As médias dos tratamentos que não compartilham letras são significativamente diferentes.

Tabela 17: Comparações múltiplas para as variações de temperatura

Temperatura	Mental		Física		Temporal		Visual	
31	38,5	A	43,0	A	32,0	A	19,4	A
26	10,2	B	20,8	B	11,4	B	11,2	B
18	80,7	B	13,6	B	11,4	B	9,8	B

Para todas as exigências laborais, a média para temperatura 31°C é estatisticamente diferente dos outros dois tratamentos, temperaturas 26°C e 18°C.

A Tabela 18 apresenta o resumo das comparações para iluminância.

Tabela 18: Resumo das comparações múltiplas.

Iluminância	Mental	Física	Temporal	Visual
800 lux	A	A	A	A
1188lux	B	AB	B	B
1373 lux	B	B	B	C
Velocidade	Mental	Física	Temporal	Visual
0,14 m/s	A	A	A	A
0,13 m/s	A	B	B	A
0,12 m/s	B	C	C	A
Temperatura	Mental	Física	Temporal	Visual
31°C	A	A	A	A
26°C	B	B	B	B
18°C	B	B	B	B

As médias dos tratamentos que não compartilham letras são significativamente diferentes. Do ponto de vista estatístico não foram obtidas evidências para rejeitar a hipótese de igualdade entre médias apenas em relação à Exigência Visual para a variável Velocidade. Ou seja, as variáveis Iluminância e Temperatura impactam todas as Exigências Laborais e a variável velocidade impacta as exigências mental, física e temporal. Os resultados mostraram que:

- Os valores das exigências EM, EF e ET, obtidos com a aplicação do questionário NASA TLX, aumentaram com o aumento da velocidade; o valor mais alto da velocidade da esteira resultou em um aumento significativo dessas três exigências laborais. A velocidade mais baixa resultou nos menores valores dessas exigências laborais. Não houve interferência significativa da velocidade na exigência visual;
- Os valores da exigência visual (EV), obtidos com a aplicação do questionário QAV, foram os mais elevados para os valores mais reduzidos de iluminância;

- Os valores da exigência mental (EM) foram mais altos para os valores mais elevados de velocidade e de temperatura e os valores mais baixos de iluminância;
- A elevação da temperatura acarreta aumento de todas as exigências laborais EV, EM, ET e EF.

A partir da análise desses resultados, é possível conhecer as interferências das condições ambientais e da tecnologia dos equipamentos sobre os operadores do posto de seleção das UB e estabelecer critérios e recomendações para o projeto da tarefa e do trabalho nestas unidades, assim como para a tecnologia dos equipamentos. Podem-se especificar melhor as condições de projeto do galpão, especialmente no que se refere ao favorecimento das condições de temperatura e iluminação, de maneira a favorecer condições de trabalho mais adequadas para aumentar a produtividade com qualidade, reduzindo a necessidade de retrabalho e preservando a saúde dos trabalhadores (NOULIN, 1992; GEMMA, 2004).

5. RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se para a UBL estudada:

- Melhorias na mesa de seleção: especificamente a instalação de bancos porque as operadoras trabalham em pé durante todo o seu turno de trabalho; somado aos efeitos das exigências visuais, mentais, temporais e físicas, este esforço adicional deteriora a resistência das operadoras para enfrentamento das jornadas consecutivas de oito horas diárias, influenciando na taxa de absenteísmo, justificado ou não, por necessidade de consultas médicas; outro efeito adicional é o excesso de varizes e distúrbios congêneres provocados pelo trabalho em pé durante toda a sua jornada diária; acrescem-se ainda as exigências posturais requeridas para alcance e captura dos frutos que passam à sua frente, conduzidos pela esteira (STUDMAN, 1998; ABRAHÃO, 2004);

- A aplicação da alternância das tarefas, denominada de rodízio, para reduzir os danos à saúde das operadoras, tornar o trabalho menos fatigante e um fator de motivação;
- Aumento do número de luminárias ligadas nos dias em que a iluminação cair abaixo do patamar de 1.000 lux (Norma NBR 5413);
- Treinamento das operadoras da mesa de seleção: a tarefa de inspeção e seleção em uma mesa de seleção exige tomada de decisão para detectar e retirar frutos com defeito ou fora do padrão (BRIDGER, 1995); esta exigência, sob a circunstância de falta de treinamento adequado, podem acarretar aumento das exigências laborais (EXCELLENTWARE BRASIL, 2002). Quando isto se torna crônico, pode ocasionar fadiga física, mental ou visual, com danos graves ou irreversíveis para os trabalhadores (GRANDJEAN, 1998). Por isto, recomenda-se que o treinamento seja efetivamente adotado na UBL estudada, assim como nas demais UB, porque os prejuízos aos trabalhadores, ocasionados pela sua ausência, podem ser danosos. Verificou-se que nesta UBL, assim como nas demais, embora mencionado pelos gestores, os treinamentos não são efetivamente aplicados. Nessa, assim como na maioria das UB, as novas operadoras são colocadas para trabalhar junto às mais experientes, para, por intermédio da observação, “aprender” os detalhes e segredos da atividade.

A análise das exigências laborais e das interferências sobre estas nas UB permite avaliar as necessidades de melhorias na organização do trabalho, na tecnologia dos equipamentos e nas condições ambientais dentro do galpão, possibilitando três tipos de encaminhamentos: a Ergonomia de Projeto, a Ergonomia Corretiva e a Ergonomia Preventiva.

Esses encaminhamentos possibilitam aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, projetar condições adequadas de trabalho, preservando a saúde e o desempenho laboral dos trabalhadores.

6. CONCLUSÕES

Este estudo possibilitou o desenvolvimento de dois instrumentos inéditos para avaliação da Qualidade e da Aplicação das Boas Práticas Agrícolas nas UB:

- a. IAQ ou Instrumento de Avaliação da Qualidade que permite a certificação de qualidade da UB;
- b. IABPA ou Instrumento de Avaliação de Boas Práticas Agrícolas que permite a certificação de BPA da UB.

Estes instrumentos permitem avaliar as UB nestes dois quesitos e compará-las com as demais UB nacionais e internacionais (*ranking*). A partir destes resultados, pode-se estabelecer, para cada UB, um planejamento estratégico e metas de melhoria de qualidade e de aplicação das BPA e programar avaliações periódicas para verificar se estas metas foram ou não atingidas.

A utilização da esfera instrumentada possibilita avaliar a magnitude dos impactos mecânicos nas UB. Obtém-se o percentual de contribuição de cada etapa na soma total dos impactos. O estudo mostrou que, em média, os maiores valores de impacto mecânico foram registrados na etapa de recebimento ($G=90,7\text{m/s}^2$) e os menores valores na etapa de entrada seleção ($G=20,8\text{m/s}^2$). O impacto mecânico total médio sofrido pelo fruto durante todo o processo de beneficiamento foi de $576,0\text{m/s}^2$. As etapas entrada tanque, saída esteira 2, saída seleção 3 e entrada secador 2 não apresentaram dados relevantes para o estudo. No entanto, se é esperado que os impactos diminuam ao longo do processo, a etapa Queda na Banca merece atenção especial.

Estas informações possibilitam a análise dos impactos mecânicos e a introdução de melhorias nos pontos críticos do processo de beneficiamento, contribuindo para assegurar a qualidade dos frutos e a lucratividade do negócio.

Algumas recomendações de melhorias para minimização de impactos mecânicos são: redução da altura de queda entre as etapas, utilização de protetores nas superfícies para dissipar a força de impacto, diminuição do número de quedas e pontos de transferência na linha e projeto da linha de beneficiamento em “linha reta”, sem desvios e curvas, com alturas mínimas entre as etapas.

Pode-se projetar e monitorar a tarefa de seleção, tendo-se como premissa a qualidade de vida dos operadores, buscando as condições mais adequadas, considerando-se:

- A importância do monitoramento do índice de iluminância no posto de seleção: verificou-se que 800 lux é um valor baixo, que amplia as exigências laborais; o valor mínimo recomendado pela NBR 5413 é de 1.000 lux, para as tarefas com requisitos especiais de inspeção, que é o caso do trabalho em uma mesa de seleção;
- A importância do Monitoramento e controle da temperatura ambiente dentro do galpão para evitar o desconforto térmico: verificou-se que o limite de 26°C é o mais aconselhável para o bem estar dos trabalhadores nesta UBL;
- Os valores das exigências laborais sobre os trabalhadores do posto de seleção.

Os fatores ambientais considerados, temperatura e iluminação, interferem nos valores das exigências laborais: exigência visual (EV), da exigência mental (EM), exigência temporal (ET) e da exigência física (EF), incidentes sobre os operadores do posto de seleção, podendo ampliá-las e agravá-las. A velocidade da esteira é outro fator determinante de maiores intensidades das exigências laborais (EF, EM e ET). Com estas informações, podem-se analisar as condições de trabalho adequadas, assegurando produtividade e qualidade de vida para os trabalhadores do posto de seleção das UB.

De acordo com os requisitos de qualidade e de BPA, o treinamento e capacitação em todas as etapas: colheita, pós-colheita, beneficiamento, transporte, impactos mecânicos, ergonomia (exigências laborais e segurança) é mandatório para todos os envolvidos com

hortifrútiis. Contribuirá para organizar a cadeia produtiva, permitindo que todos os elos estejam capacitados e treinados, motivados e conscientes de seu papel no processo.

O conjunto de instrumentos utilizados e desenvolvidos nesta pesquisa constitui um modelo de avaliação e certificação de UB que possibilita um amplo diagnóstico para a introdução de melhorias contínuas, contribuindo para garantir a posição do país como um dos maiores exportadores de alimentos.

O modelo de avaliação e certificação de UB desenvolvido compõe-se de:

- Avaliação de Qualidade com o instrumento IAQ;
- Avaliação de Aplicação de BPA com o instrumento IABPA;
- Avaliação de impactos;
- Avaliação Ergonômica com os instrumentos AET, NASA TLX e QAV.

O modelo desenvolvido permite fornecer aos responsáveis pela UB, um quadro avaliativo de sua empresa, com os indicadores de qualidade, de boas práticas agrícolas, de impactos mecânicos e de exigências laborais, ou seja, um sistema de certificação, que é hoje o passaporte para inserção dos produtos agrícolas brasileiros no mercado externo. Entre as tendências que dão suporte à importância da certificação figuram aspectos ambientais, sociais, segurança alimentar, saúde e segurança do trabalhador. Esta pesquisa abrangeu certificação com esses cuidados.

Sugere-se a inclusão do *check list* desenvolvido por MARTINS (2007), que trata da avaliação dos aspectos de segurança em UB, para deixar o modelo mais completo e ainda o desenvolvimento de novos trabalhos, com o objetivo de detalhar este modelo de certificação para UB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECITRUS. **Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos**. 2007. Disponível em: <http://www.abecitrus.com.br>. Acessado em: 21/09/10.

ABANORTE - **Associação Central dos Fruticultores do Norte de Minas**. 2010. Disponível em: <http://www.abanorte.com.br/noticias/producao-integrada-de-citros-tem-norma-tecnica-aprovada-pelo-mapa/?searchterm=instru%C3%A7%C3%A3o%20normativa%2042> . Acessado em 23 de outubro de 2010

ABRAHÃO, R. F. Aspectos ergonômicos do trabalho em galpões de beneficiamento. In: **Seminário Beneficiamento de Frutas e Hortaliças**, Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, 2004.

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. FNP Consultoria & Comércio, 2001. 545 p.

AKERSTEDT, T. *et al.* Work Organization and Unintentional Sleep: results from the WOLF study. **Occup. Environ. Med.**, 59:595-600, 2005.

ALAYUNT, F. N. *et al.* Vibration damage trial on some fig cultivars. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 480, p.305-310, 1998.

AMAT, S. R. **Defectos y Alteraciones de los Frutos Citricos en su Comercializacion**. Almassora: Comité de Gestión para la Exportación de Frutos Cítricos, 1988. p. 36,111,114,115,125,142.

ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. (Org.). **Documento de Estruturação e Composição da Política de PI e do Sistema Agropecuário de Produção Integrada**. 2004/05. Brasília/DF. MAPA

ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. (Org.). **Marco Legal da Produção Integrada de Frutas do Brasil**. Brasília, DF: MAPA-SARC, 2002. 60p.

ANVISA, **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC**, 2003. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/appcc.htm>; Acessado em 21 de outubro de 2010.

AZEVEDO, C. L. L.; PASSOS, O. S.; SANTANA, M. A. **Sistema de produção para pequenos produtores de citros no Nordeste**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, 2006. 55p (Série Documentos 157).

BAJEMA, R.W.; HYDE, G.M. Packing line bruise evaluation for Walla Walla' summer sweet onions. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.38, n.4, p.1.167-1.171, 1995.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. V.1, 1. ed. Coleção Livros-Textos, Campinas: UNICAMP, 2001, 406p.

BENDER, R. J. Colheita, Beneficiamento, Embalagem, Conservação e Comercialização. In: KOLLER, O. C. **Citricultura: Laranja. Tecnologia de Produção, Pós-Colheita, Industrialização e Comercialização**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. Cap. 10, p. 319-331.

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

BONILLA, J. A. **Qualidade Total na Agricultura**. Belo Horizonte: Centro de Estudos de Qualidade Total Na Agricultura, 1994. 344 p.

BORGES, A.C.G.: **O Processo de Obtenção da Qualidade de Produto do Suco de Laranja Concentrado Congelado**. 160p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – UFSCar, São Carlos, 1997.

BRAGA, C.O. **Análise Ergonômica do trabalho e exigências laborais em unidades de beneficiamento de tomate de mesa**. 184 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2007.

BROWN, G. K. *et al.* Apple packing line impact damage reduction. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.6, n.6, p.759-764, 1990.

BOWSER, T.J. **Planning the Engineering Design of a Food Processing Facility**. Oklahoma Cooperative Extension System. Oklahoma State University, 2007.

BRIDGER, R.S.; LONG, J.B. Some Cognitive Aspects of Interface Design in a two variable optimization Task. **International Journal of Man Machine Studies**, p.521-539, 1992.

BRIDGER, R.S. **Introduction to Ergonomics: Cognitive Ergonomics Problem Solving and Decision Making**. McGraw-Hill, Inc. p. 421-452, 1995.

BRUNIER, G.; GRAYDON, J. **The influence of physical activity on fatigue in patients with end stage renal disease on hemodialysis**. *Am, Nephrol. Nurses Assoc. J.* 20(4), 457-461, (1993).

BUNDY, A. **Computational Models for Problem Solving**. Open University Press. Milton Keynes, U.K., 1978.

BURTON, W.G. **Physiology of food crops**. New York, Longman. 1982.

CANNON, W.B. **The Wisdom of the Body**. Nova York: Ed. Norton, 1932; ed.rev.,1939.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A. A. (Ed). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2° ed. Davis: University of California, 1992, cap. 32. p. 277 – 281.

CARAYON, P.; SMITH, M.J., Work Organization and Ergonomics. **In: Applied Ergonomics**, 31, pp. 649-662., 2000.

CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de Classificação de Citros de Mesa**. São Paulo, SP. 2011. 12 p.

CHAPANIS, A. **Human Factors in System Engineering Clouth**. Nova York: John Wiley & Sons, INC., 1996.

CHEN, P.; YAZDANI, R. Prediction of apple bruising due to impact on different surfaces. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.34, n.3, p. 956-961, 1991.

CIRCULAR TÉCNICA CEAGESP – CQH, nº 13, maio 2006. **Produto em ordem obedece à lei. Centro de Qualidade em Horticultura**.

Disponível em: http://www.feagri.unicamp.br/unimac/pdfs/produto_em_ordem_final.pdf. Acessado em 22 de outubro de 2010.

CORRÊA, F.P. **Carga mental e ergonomia**. 198p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, 2003.

CORTEZ *et al.* **Resfriamento de Frutas e Hortalças**. 1ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

DANIELLOU, F. *et al.* **A Ergonomia em Busca de seus Princípios: debates epistemológicos**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2004.

DAREZZO, H.M.; BENEDETTI, BC.; DELIZA, R.; CENCI, S.; GONÇALVES, E.B. Evaluation of quality attributes of fresh-cut lettuce (*Lactuca sativa* L.) stored in different controlled atmospheres. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v.600, p.213-219, 2003.

DEJOURS, C. **O Fator Humano**. Trad. Maria Irene Stocco Betiol, Maria José Tonelli. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1999.

DUL, J. , WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. Tradutor I. ITIRO. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2004.

DRUCKER, P.F. The information executives truly need. **Harvard Business Review**, v.73, n.1, p.54-62, 1995.

EMBRETSON, S. *et al*. **Item Response Theory for Psychologists**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers, 2000.

ERGONOMICS RESEARCH SOCIETY formed at Queen Anne Mansions, Admiralty, London, 27 September, 1949.

EXCELLENTWARE BRASIL. **Machine Vision**: Inspeção Automatizada na Indústria. Campinas: Excellentware Brasil, 2002, (129p).

FALCONI, V. TQC: **Controle da Qualidade Total**. 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002. 224 p.

FAO – Food and agriculture organization. **Production Quantity**. 2010a. Disponível em <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acessado em maio 2011.

FAO – Food and agriculture organization. **Food Supply Quantity**. 2010b. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/609/default.aspx#ancor>>. Acessado em maio 2011.

FNP – **Agrianual 2006**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: 2006. p. 227-247.

FERMAM, R.K.S. HACCP - **As barreiras técnicas**. 2003. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas>>. Acessado em: 21 de outubro de 2010.

FERRAZ, M.S. O Mercado de Frutas. **In: Tecnologias Pós-Colheita em Frutas e Hortalças**./ Marcos David Ferreira editor. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. 286p.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986, 183 p. 2ª edição revista e aumentada.

FERREIRA, M. D. Perdas na Cadeia Produtiva do Tomate de Mesa. **Anais do Workshop: Tomate na UNICAMP**. FEAGRI, UNICAMP, Campinas-SP, CD-Rom, 2003.

FERREIRA, **Galpões de Beneficiamento**.

Disponível em: <http://www.agr.unicamp.br/tomates/galpoes.htm>. Acessado em 22 de setembro de 2004.

FERREIRA, M.D. **Galpões de Beneficiamento**. Disponível em <http://www.agr.unicamp.br/tomates>, acessado em 22/10/2011.

FERREIRA, M. D. *et al.* **Postharvest quality of fresh market tomatoes as a function of harvest periods**. Scientia Agricola, Piracicaba, SP, v. 62, n. 5, p. 446-451, 2005.

FERREIRA, M. D. . Galpões de Beneficiamento e Classificação de Hortaliças e Frutas. Nova Safra Informativo, **Agrológica FEAGRI**., v. 1, p. 4 - 4, 28 fev. 2005.

FERREIRA, M. D.; CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; TAVARES, M. Avaliação Física do Tomate de Mesa Romana durante Manuseio na Pós-Colheita. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 26, n. 1, p. 321-327, 2006.

FERREIRA, M. C.. Análise Ergonômica do Trabalho. In: Antonio David Cattani. (Org.). **DICIONÁRIO DE TRABALHO E TECNOLOGIA**. 1a.ed.Porto Alegre RS: Editora da UFRGS, 2006, v. , p. 26-30.

FERREIRA, M. D.; NETTO, L. H. **Avaliação de processos nas linhas de beneficiamento e classificação de batatas**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 25, n. 2, p. 279-285, 2007.

FERREIRA, M. D. *et.al.* Desafios e perspectivas das máquinas de classificação no Brasil. *Visão Agrícola* (Piracicaba), v. 7, n.4, p. 28-31, 2007.

FERREIRA, M.D.; MAGALHÃES, A.M. Avaliação da etapa de limpeza em sistemas de beneficiamento e classificação. In: FERREIRA, M.D. (Editor). **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. p.63-68.

FERREIRA, M.D.; CALBO, A.G. Fisiologia dos danos mecânicos em frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M.D. (Editor). **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. p.129-142.

FERREIRA, M. C.. A Ergonomia da Atividade pode Promover a Qualidade de Vida no Trabalho? Reflexões de Natureza Metodológica. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, v. 11, p. 8, 2011

FERREIRA, M.D. **Tecnologias Pós-colheita em Frutas e Hortaliças**, São Carlos, Embrapa Instrumentação, 2011, 286 p.

FEUERSTEIN, U. **Mediated Learning Experience: an Outline of the Cognitive Functions**. Nova York: ICP, 1975. FLAVELL, J.H. et al. **Cognitive Development**. Nova Jersey: Ed. Prentice Hall, 1987.

FISCHER, I H ; FERREIRA, M. D. ; Spósito, M. B. ; AMORIM, Lilian . Citrus postharvest diseases and injuries related to impact on packing lines. **Scientia Agricola**, v. 66,n.2, p. 210-217, 2009.

FLETCHER, P. A Teoria de Resposta ao Item: medidas invariantes do desempenho escolar. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. 1(2), p. 21-28, 1994.

FLUCK, R.C.; HALSEY, L.H. Impact forces and tomato bruising. **Florida Agricultural Experiment Station Journal Series**, Gainesville, n.5.109, p.239-242, 1973.

FNP, AGRIANUAL 2006: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: 2006. p. 227-247.

FREITAS, J. A. D. *et al.* **Manual de Boas Práticas Agrícolas para a cultura do Meloeiro (BPA MELÃO)**. Embrapa. 2003.

GARCIA, C.S. *et al.*, Fisiologia da Termorregulação. In SAMULSKI, D.M. **Novos Conceitos em Treinamento Esportivo**. Brasília, Instituto Nacional do Desporto, 1999.

GEMMA, S. F. B. **Aspectos do trabalho agrícola no cultivo orgânico de frutas: Uma abordagem ergonômica**. 160 p. Dissertação (mestrado em engenharia agrícola) Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2004.

GIFT, A. G. **Visual analogue scales: measurement of subjective phenomena**. Nurs. Res. 38(5), 286288, 1989.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia – Adaptando o Trabalho ao Homem**. 4^a ed. São Paulo: Artmed Editora S.A., 1998.

GUÉRIN, F. *et al.* **Compreender o Trabalho para Transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2001.

GUYATT, G. H. *et al.* **A comparison of Likert and visual analogue scales for measuring change in function**. J. Chron. Dis. 40(12), p. 1129 - 1133, 1987.

GUYER, D.E. *et al.* Minimize apple bruising in the packingline. **Tree Fruit Postharvest Journal**, Washington, v.2, n.4, p.14-20, 1991.

HART, S.G.; STAVELAND, L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and Theoretical Research. In: **Human Mental Workload**. Amsterdam: North-Holland, pp. 139-183, 1988.

HAYLOCK, P. J.; HART, L. K. **Fatigue in patients receiving localized radiation.** Cancer Nut-s. 2, p. 461 - 467, 1979.

HYDE, G.M. *et al.* Instrumented sphere evaluation of potato packing line impacts. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v 35, n 1, p.65-69, 1992.

HYDE, G.M.; ZHANG, W. Apple bruising research update: packing line impact evaluations. **Tree Fruit Postharvest Journal**, Wenatchee, v.3, n.3, p.12-15, 1992.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Estatísticas – Frutas Frescas.** 2011. Disponível em <http://www.ibraf.org/estatisticas/est_frutas.asp>. Acessado em maio 2011.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Cresce a exportação mineira de suco de laranja.** 2010. Disponível em: http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Export_Processadas. Acessado em 25 jun. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2009.** 2009. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp>>. Acessado em maio 2011.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Produção Integrada de Frutas.** Disponível em: <http://www.abanorte.com.br/noticias/producao-integrada-de-citros-tem-norma-tecnica-aprovada-pelo-mapa>. Acessado em dezembro 2008.

ISO 10075. **Ergonomic Principles Related to Mental Work-Load: General Terms and Definitions**, 1991.

ISO 10075-2. **Ergonomic Principles Related to Mental Workload – Part 2: Design principles**, 1996.

JAMAR, S. C. Fatigue in women receiving chemotherapy for ovarian cancer. In: **Key Aspects of Comfort: Management of Pain, Fatigue and Nausea** (Funk, S. G., Tornquist, E.M., Champagne, M. T., Copp, L. A. and Wiese, R. A., Eds), pp. 224-228. New York: Springer,1989.

JOHNSON, R. A. ; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. Eglewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1988.

JURAN, J. M.; GRYNA, F. M.; BINGHAM, R. S. **Quality Control handbook**. 3ed. New York, McGraw-Hill. 27: 1-49, 1951.

JURAN, J.M. **Juran na Liderança pela Qualidade: um guia para executivos**. 2 ed. São Paulo, Pioneira, 1993.

KADER, A. A. Postharvest technology of horticultural crops. 3.ed. In:**Agricultural and Natural Resources**, California: University of Califórnia, p.287-289, 2002.

KARASAK, R.; THEORELL, T. **Healthy Work**. Nova York: Basic Book, 1990.

KOLLER, O.C. CITRICULTURA: 1. **Laranja: Tecnologia de Produção, Pós-Colheita, Industrialização e Comercialização**. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora Ltda, 2006.

KRUPP, L. B. *et al.* **The fatigue severity scale: application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus**. Arch. Neural. 46, 1121-1 123, 1989.

LAURELL, A., NORIEGA, M. **Processo de Produção e Saúde**. São Paulo: Hucitec, 1989.

LAZERSFELD, P.F. Studies in Social Psychology in World War II. **Measurement and Prediction**. v.4. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1950.

LEE, K. A., HICKS, G., NINO-MURCIA, G. Validity and reliability of a scale to assess fatigue. **Psychiat. Res.** 36, p. 291.-298, 1991.

LONG, J.B. Cognitive Ergonomics and Human-Computer Interaction. In: **Psychology at Work**. Edited by PB Warr. Penguin Books, New York, 1987.

LORD, F.M. **Applications of item response theory to practical testing problems**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1980.

MALGARIM, M. B. *et al.* Armazenamento Refrigerado de Laranjas cv. Navelina em diferentes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p.99-105, 2007. Trimestral. Disponível em:
<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/72/35>, Acessado em: 27 de mar. 2009.

MANUAL DO NASA TLX – **NASA Ames Research Center**. Califórnia, EUA, 1986.

MARTINS, M.A. **O trabalho em unidades de beneficiamento de tomate: aspectos de segurança laboral**. [s.n.]. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2007.

MARSHALL, L. **A Manually Tuned Autopilot for Optimal Course-Keeping in Ships**. PhD Thesis, University of London, London, 1981.

MARTY, P. Les Désorganisations Progressives. In: **International J. Psychoanalysis**, 49: 246-249, 1968

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

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Fisiologia e qualidade pós-colheita de goiabas "Paluma" e "Pedro Sato" submetidas a injúria mecânica por impacto. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, v.28, n.1, p.46-50, 2003.

MAZZUZ, C. F. **Calidad De Frutos Cítricos**: Manual para su Gestion desde la Recoleccion Hasta la Expedicion. Reus: Ediciones De Horticultura, S.I., 1996. 317 p.

MENCARELLI, F. *et al.* Influence of impact surface and temperature on the ripening response of kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.8, n.3, p.165-177, 1996.

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

MONTGOMERY, D. C. **Disefio y analisis de experimentos**. Trad. Por Jaime Delgado Sadivar. México, Iberoamérica. 1991.

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

MONTERO, C. R. S. **Alterações fisiológicas e anatômicas causadas por danos mecânicos durante o beneficiamento de maçãs e frutos cítricos**. 2010. 143 f. Tese de Doutorado. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MONTGOMERY, D.C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001, 684 p.

MORAY, N. Mental Workload Since 1979. **International Reviews of Ergonomics**. (2): 123-150, 1988.

MORAY, N; HUEY, B. **Human Factors Research and Nuclear Safety**. Washington,DC: National Academic Press, 1988.

MORAY, N. **Mental Workload: Its Theory and Measurement**. New York: Plenum Press, 1979.

MORETTI, C.L. **Injúria interna de impacto em frutos de tomate: fisiologia e conservação pós-colheita**. Viçosa. 132 p. Tese de Doutorado em Produção Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1998.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A. Alteração de sabor e aroma em tomates causada por impacto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 385-388, 2000.

MORETTI, C. L. Boas Práticas Agrícolas para a produção de hortaliças. **Horticultura Brasileira**. Julho, 2003; vol. 21: Suplemento CD.

MOREIRA, R. C. **Processamento Mínimo de Tangor "Murcott"**: Caracterização Fisiológica e recobrimentos comestíveis. 2004. 84 f. Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

MOREIRA, S. História da Citricultura. In: **Rodriguez, O.; Viégaz, F.** Citricultura Brasileira. Campinas: Fundação Cargill, 1980. Cap. 1, p. 3-25.

MORIN, E. **O Método III: O Conhecimento do Conhecimento**. Lisboa: Ed. Europa-América, 1996.

MORRIS, N.M.; ROUSE, W.B. Review and Evaluation of Empirical Research in Troubleshooting. In: **Human Factors**, vol. 27, p. 503-530, 1985.

MORRISON, D.F.; DUNCAN, K.D. Strategies and Tactics in Fault Diagnosis. **Ergonomics**, vol. 31, p. 761-784, 1988.

MULLER, C. J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO – Modelo de Estratégias,**

Indicadores e Operações). Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

MURRELL, K.F.H. **Ergonomics: Man and His Working Environment.** Chapman and Hall, London, 1965.

NACHREINER, F. International Standards on Mental Work-load – ISO 10075 Series. **Industrial Health**, 37, p.125-137, 1999.

NEVES, M.F.; LOPES, F.F. **Estratégias para a laranja no Brasil.** São Paulo: Atlas, 2005. 225p.

NEVES, M. F. *et al.* **O Retrato da Citricultura Brasileira.** Ribeirão Preto: Editora Marcos Fava Neves, SP, 2010, 137 p.

NEWELL, A.; SIMON, H.A. **Human Problem Solving.** Prentice-Hall, New York, 1972.

NORMA REGULAMENTADORA nº 17 – **Ergonomia** – Portaria nº 3.214, de 08 de Junho de 1978, Ministério do Trabalho e Emprego – Disponível em www.mte.gov.br

NORMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE CITROS DE MESA, CEAGESP-SP, São Paulo: CEAGESP, 2011. 12P.: IL.; 30 cm. – **Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura** – PBMH.

NORMAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS PARA A PRODUÇÃO INTEGRADA DE CITROS (NTEPIC), **Instrução Normativa - SARC nº 006**, de 06 de setembro de 2004. Diário Oficial da União (DOU), Brasília, 10/09/2004.

NOULIN, M. **L'ergonomie.** Paris: Ed. Techniplus, 1992.

NUNES, C.H.S.S. et al. Teoria de Resposta ao Item para Organização de Escalas tipo Likert: um exemplo de aplicação. **Revista Iberoamérica de Diagnóstico y Evaluación Psicológica**, v. 25, p. 51-80, 2008.

OLIVEIRA, L. C. **Uso integrado do método QFD e de técnica estatísticas de planejamento e análise de experimentos na etapa do projeto do produto e do processo**. 270p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção UFMG, Belo Horizonte, 1999.

OTTON, M.L. **Avaliação Ergonômica da Multifuncionalidade**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PALADINI, E. P. **Qualidade Total na Prática: Implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997. 217 p.

PASQUALI, L.; PRIMI, R. Fundamentos da Teoria de Resposta ao Item – TRI. **Avaliação Psicológica**, v.2 n.2, p.51-80, 2003.

PAULINO, R. P.; JACOMETI, W. A.. Certificação Eurepgap no Sistema Agroindustrial do Linhão Tahiti. In: **XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Fortaleza**, 23 a 27 de julho de 2006, 15 p.

PBMH – **Programa Brasileiro para Modernização da Agricultura- CEAGESP**. São Paulo, SP: CEAGESP, 2011. 12p.

PEARSON, R. G. AND BYARS, G. E. **The development and validation of a checklist for measuring subjective fatigue**, Rep. NO. 56-1 15. School of Aviation Medicine, USAF, Randolph AFB, TX, 1956.

PEREIRA, M. E. C. et al. **Procedimentos Pós-colheita na Produção Integrada de Citrus**. Cruz das Almas, Bahia, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006.

PICUS, M.; PELEG, K. **Adaptative Classification a Case Study on Sorting Dates**. Department of Agricultural Engineering, Technion Israel Institute of Technology, Haifa, Israel, 2000.

PINKER, S. **Como a Mente Funciona**; tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

PIO, R. M. **Característica da tangerina**: Classificação das tangerinas. Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14665. Acessado em: 06 set. 2008.

PIPER, B. F. Fatigue. In, **Pathophysiological Phenomena in Nursing: Human Responses to Illness**, pp. 219-234. Philadelphia: W. B. Saunders, 1986.

PIRES, L.; RIO, R.P. **Ergonomia-Fundamentos da Prática Ergonômica**. 3ªed. São Paulo: LTr Editora Ltda, 2001.

POTEMPA, K. ; LOPEZ, M., REID, C.; LAWSON, L. Chronic Fatigue Image: **J. Nurs. Scholarship** 18(4), 165- 169, 1986.

PRASAD, R. **Multiple Comparison Procedures**. I.A.S.R.I., Library Avenue, New Delhi – 110012.

RAPPA, C. **Informativo Centro de Citricultura**: A história da Murcott. 81. ed. Cordeirópolis: Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Citros “Sylvio Moreira” Disponível em <http://www.centrodecitricultura.br/informativos/2002/fevereiro.pdf>. Acessado em 04 de novembro 2008.

RAS, **Rede de Agricultura Sustentável**. Disponível em <http://www.agrisustentavel.com/san/euregap.htm>. Acessado em 11 de novembro 2011.

REID, G.; SHINGLEDECKER, C.; EGGEMEIER, F. Application of Conjoint Measurement of Workload Scale Development. **Proceedings of the Human Factors Society**, 25th Annual Meeting, Human Factors Society, CA, 522-526, 1981.

RIBEIRO, I.A.V. **Análise Ergonômica do trabalho em unidades de beneficiamento de tomate de mesa: Movimentação Manual de Cargas**. 202 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola. Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2007.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos**. 1^a ed. Campinas: 2005.

SAMEJIMA, F. A General Method for Tree-response Data. Psychometric Society: **Psychometric Monograph**, n.18, 1972.

SANTA ELIZA. Santa Eliza – **Produção e Comércio de Citros Ltda**. Disponível em: <http://www.santaelizacitros.com.br>; Acessado em novembro de 2011.

SARGENT, S.A. *et al*. Sensitivity of tomatoes at mature- green and breaker ripeness stages to internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 117: 119-12. 1992.

SAS Institute Inc. Getting Started with the SAS® 9,1 **ADX Interface for Design of Experiments**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2004.

SARDI. Horticulture: **Mechanical Injury**. South Australian Research and Development Institute, 2001. Disponível em: http://www.sardi.sa.gov.au/pages/horticulture/citrus/hort_citp_postinjury.htm:sectID=306&tempID=99. Acessado em fevereiro 2011.

SAS: **Tutorials for Statistical Data Analysis**. Disponível em: <http://www.statstutorials.com/SASDATA/>. Acessado em novembro 2011.

SCHAAFSTAL, A. **Knowledge and Strategies in Diagnostic Skill**. Ergonomics, vol.11, p. 1305-1316, 1993.

SILVA, J.A.A. *et al.* **Normas Técnicas específicas para a Produção Integrada de Citros Brasil**. Laranja, Cordeirópolis, v.25, n.2, p.491-523, 2004.

SOBER, S.S. *et al.* Simulated packing line impacts for apple bruise prediction. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.2, p.629-636, 1990.

SPRICIGO, P. C. *et al.* Medição de impactos durante a pós-colheita de frutas utilizando duas esferas instrumentadas. In: INAMASU, R. Y. *et al.* (Org.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011, v., p. -.

STATISTICA, **Statistica for Windows**, StatSoft Inc., Tulsa, 1998.

SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO. BRASIL. Leis, decretos, etc. **Manual de Aplicação da Norma Regulamentadora nº 17**, 2 ed., Brasília: MIE, SIT (101p), 2002.

SPENDER, J. An Investigation of Process Control Skill. **Occupational Psychology**, 1962.

SRIVASTAVA, R. H. Fatigue in the renal patient. **Am. Nephrol. Nurses Assoc. J.** 13(5), 246249, 1986.

SRIVASTAVA, R. H. Fatigue in end-stage renal disease patients. In **Key Aspects of Comfort: Management of Pain, Fatigue, and Nausea** (Funk, S. G., Tornquist, E. M., 1989).

SOUZA, A. G. C. *et al.* **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 56 p.

SOUZA, R.A.M. **Mudanças no Consumo e na Distribuição de Alimentos: o caso da distribuição de hortaliças de folhas na cidade de São Paulo.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

STENGER, E. “Trinta Anos de Desenvolvimento em Processamento de Citrus – História, Estado de Arte e Visão Geral.” **Laranja**, v.11, n.2, p.463- 502, 1990.

STUDMAN, C. Ergonomics in Apple Sorting: A Pilot Study. In: **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, p. 323-334, 1998.

SZNELWAR, L.I. **Analyse Ergonomique de l'exposition de travailleurs agricoles aux pesticides: essai ergotoxicologique**, 374p. Tese de Doutorado em Ergonomia, CNAM, Paris, 1992.

TACHIBANA, A.; RIGOLIN, A. de T.; Análise da produtividade das operações de colheita e carregamento mecanizado de laranja. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 1, p. 57-75, 2002.

TEIXEIRA, I.; MEINERTI, E. M.; BARBETTA, P. A.. **Análise sensorial de alimentos.** Editora da UFSC, Série Didática, 180p., 1987.

TEZOTTO, J.V. *et al.* Efeito do corte como dano mecânico na qualidade e na fisiologia de mamões 'golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**,33, 241-247. (2001).

TEZZA, R. *et al.* Teoria de Resposta ao Item: vantagens e oportunidades para a engenharia de produção. In: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. 2009, Salvador, BA. XXIX ENEGEP e XV ICIEM. Rio de Janeiro, RJ: ABEPRO, 2009.

THEORELL, T. The Demand-control-support Model for Studying Health in Relation to the Working Environment: an interactive model. In: **Behavioral Medicine Approaches to Cardiovascular Disease Prevention**, p.69-85. New Jersey: Erlbaum, 1996.

THEORELL, T. How to deal with stress in organizations? A health perspective on theory and practice. **Scandinavian Journal of Work Environment Health**, 25, 616-624, 1999.

THEORELL, T. *et al.* Coping with unfair Treatment at Work – what is the relationship between coping and hypertension in middle-aged men and women? **Psychoter, Pshychosom**, 69:86-94, 2000.

THISSEN, D. MULTILOOG Version 6 User's Guide, Mooresville, In: **Scientific Software Inc.** 1991.

THURSTONE, L. The Measurement of Social Attitudes. **Abnormal Society of Psicologia**, v. 26 n.2, p.249-269, 1931.

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

UMBERS, I.G. Models of the Process Operator. In: **International Journal of Man-Machine Studies**, vol.11, p. 263-284, 1979.

VILELA, D. *et al.* **Contribuições das Câmaras Setoriais e Temáticas à Formulação de Políticas Públicas e Privadas para o Agronegócio**. Brasília: MAPA/SE/CGAC, 2006. 496 P.

VALENTIN, S.T. *et al.* Avaliação de linhas de beneficiamento e impactos de queda na qualidade de caqui Rama Forte. **Engenharia Agrícola** (Impresso), p. 642-655, 2009.

VIGNEAULT, C. *et al.* Embalagem para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, p. 95–121.

VINHOLIS, M.B.; AZEVEDO, P.F. Efeito da rastreabilidade no sistema agroindustrial da carne bovina brasileira. **X World Congress of Rural Sociology**, 2000. Rio de Janeiro. V1, p.1-14.

WASON, P.C.; SHAPIRO, D. Natural and Contrived Experience in a Reasoning Problem. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, p. 63-71, 1971.

WELLIANDRE *et al.* Uma proposta de análise de um construto para a medição dos fatores críticos da gestão pela qualidade através da teoria da resposta ao item. **Revista Gestão & Produção**, 2002.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 2 v.

WICKENS, C.D.. Decision Making. In: **Human Factors Design Handbook**, Editor: G.Salvendy, Wiley, New York, 1987.

WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York Chapman & Hall, 1994. 368 p.

WILLIAMS, R. L. **Como Implementar a Qualidade Total na sua Empresa**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1995. 127 p.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho: ergonomia, método & técnica**. São Paulo: Editora FTD/Oboré, 1987.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho: textos selecionados de ergonomia**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.

WISNER, A. **Textos Escolhidos: antropotecnologia**. Trad. Adriana Nascimento, José Mário Galvão, Mário Cesar Vidal. Rio de Janeiro: Ed. Virtual Científica, 2004.

WRIGHT B. D. et al. **BICAL: a Rasch Program for the Analysis of Dichotomus Data**, Chicago: Mesa, 1979.

ZAPP, H.R. *et al.* Advanced instrumented sphere (IS) for impact measurements. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.3, p.955-960, 1990.

ZIMOWSKY, M.F. et al. **BILOG-MG: Multiple Group IRT Analysis and Test Maintenance for Binary Items.**, Chicago: Scientific Software Inc., 1996.

Anexo 1 – Instrumento IABPA

Quadro 1: Instrumento de Avaliação de BPA (IABPA)

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS AGRÍCOLAS - IABPA						
Desenvolvido na Pesquisa de Doutorado de Celso de Oliveira Braga						
Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola - FEAGRI						
Este questionário tem como objetivo obter o indicador (escore) de BPA de uma Unidade de Beneficiamento de Produtos Agrícolas (UB). Deve ser aplicado aos gestores da UB. Contém 36 (trinta e seis) itens. O entrevistador deverá indagar sobre os itens relacionados à aplicação das BPA.						
As alternativas de respostas serão: Nula = 0: o item avaliado apresenta um quadro muito aquém do que expressa o referencial mínimo da aplicação de BPA. Baixa = 1 com peso 1: o item avaliado apresenta um quadro aquém do que expressa o referencial mínimo da aplicação de BPA. Regular = 1 com peso 2: o item avaliado apresenta um quadro similar ao que expressa o referencial mínimo da aplicação de BPA. Média = 1 com peso 3: o item avaliado apresenta um quadro acima do que expressa o referencial mínimo da aplicação de BPA. Alta = 1 com peso 4: o item avaliado apresenta um quadro muito acima do que expressa o referencial mínimo da aplicação de BPA.						
Indique sua avaliação do item de BPA		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
01	Preocupação com a conservação dos solos e da água.	A	B	C	D	E
02	Preocupação com o bem estar dos trabalhadores.	A	B	C	D	E
03	Avaliação das Exigências Laborais	A	B	C	D	E
04	Valor das Exigências Ambientais	A	B	C	D	E
05	Preocupação com produção	A	B	C	D	E

	economicamente viável, ambientalmente segura e socialmente justa.					
06	Aplicação das BPA no sistema de produção da UB.	A	B	C	D	E
07	Aplicação das BPA no sistema de monitoramento e controle da inocuidade (APPCC).	A	B	C	D	E
08	Substituição das práticas convencionais onerosas por processos que possibilitem a diminuição dos custos de produção.	A	B	C	D	E
09	Substituição das práticas convencionais onerosas por processos que possibilitem a melhoria da qualidade.	A	B	C	D	E
10	Substituição das práticas convencionais onerosas por processos que possibilitem a redução de danos à saúde dos trabalhadores.	A	B	C	D	E

11	Monitoramento e controle do valor da Exigência Mental na mesa de seleção	A	B	C	D	E
12	Monitoramento e controle do valor da Exigência Física na mesa de seleção	A	B	C	D	E
13	Monitoramento e controle do valor da Exigência Visual na mesa de seleção	A	B	C	D	E
14	Monitoramento e controle da temperatura interna no galpão de beneficiamento	A	B	C	D	E
15	Monitoramento e controle da iluminância no posto de seleção					
16	Substituição das práticas convencionais onerosas por processos que possibilitem a redução dos danos ambientais.	A	B	C	D	E
17	Substituição das práticas convencionais onerosas por processos que possibilitem o aumento do grau de credibilidade e confiabilidade do consumidor em relação às frutas brasileiras.	A	B	C	D	E
18	Capacitação dos produtores em toda a cadeia produtiva.	A	B	C	D	E
19	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito manejo do solo.	A	B	C	D	E
20	Observância da exigência da	A	B	C	D	E

	obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito controle de doenças e pragas.					
21	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito controle de uso de agrotóxicos.	A	B	C	D	E
22	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito técnicas de colheita.	A	B	C	D	E
23	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito técnicas de beneficiamento.	A	B	C	D	E
24	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito técnicas de embalagem.	A	B	C	D	E
25	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito técnicas de etiquetagem.	A	B	C	D	E
26	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito técnicas de transporte.	A	B	C	D	E
27	Observância da exigência da obrigatoriedade de aplicação de BPA no quesito análise de	A	B	C	D	E

	resíduos.					
28	Ações de conscientização básica, que levam o produtor ao domínio das técnicas de BPA.	A	B	C	D	E
29	Ações de conscientização básica, que levam o produtor ao domínio de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).	A	B	C	D	E
30	Ações de conscientização básica, que levam o produtor ao domínio dos Procedimentos Padrões de Higiene Ocupacional (PPHO), com o objetivo final de dominar o Protocolo Europeu de Boas Práticas Agropecuárias (EUREP – GAP).	A	B	C	D	E
31	Nível da organização do trabalho nesta UB	A	B	C	D	E
32	Nível de tecnologia nesta UB.	A	B	C	D	E
33	Nível de inovação e competitividade de sua UB.	A	B	C	D	E
34	Nível do contexto evolutivo do processo de produção nesta UB.	A	B	C	D	E
35	Avaliação que você concede à aplicação do item: “os requisitos de qualidade do Programa de Produção Integrada de Frutas (PIF)”.	A	B	C	D	E
36	Avaliação que você concede à aplicação do item: “os requisitos	A	B	C	D	E

	de sustentabilidade do Programa de Produção Integrada de Frutas (PIF)”. 					
--	--	--	--	--	--	--

Anexo 2 – Instrumento IAQ

Quadro 2: Instrumento de Avaliação da Qualidade (IAQ)

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE – IAQ Desenvolvido na Pesquisa de Doutorado de Celso de Oliveira Braga Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola – FEAGRI						
Este questionário tem como objetivo obter o indicador (escore) de QUALIDADE de uma Unidade de Beneficiamento de Produtos Agrícolas (UB). Contém 75 (setenta e cinco) itens. Deve ser aplicado aos gestores da UB. O entrevistado deverá responder sobre os itens relacionados à QUALIDADE.						
As alternativas de respostas serão: Nula = 0: o item avaliado apresenta um quadro muito aquém do que expressa o referencial mínimo de QUALIDADE. Baixa = 1 com peso 1: o item avaliado apresenta um quadro aquém do que expressa o referencial mínimo de QUALIDADE. Regular = 1 com peso 2: o item avaliado apresenta um quadro similar ao que expressa o referencial mínimo de QUALIDADE. Média = 1 com peso 3: o item avaliado apresenta um quadro acima do que expressa o referencial mínimo de QUALIDADE. Alta = 1 com peso 4: o item avaliado apresenta um quadro muito acima do que expressa o referencial mínimo de QUALIDADE.						
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade na colheita		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
01	A colheita não causa danos internos e externos que afetam a qualidade.	A	B	C	D	E
02	A decisão sobre o momento de coletar considera os aspectos de qualidade intrínseca do fruto, como grau de maturação, estado de	A	B	C	D	E

	desenvolvimento, tamanho, cor.					
03	A decisão sobre o momento de coletar considera se os aspectos climáticos e ambientais viabilizam a colheita.	A	B	C	D	E
04	A decisão sobre o momento de coletar considera os aspectos culturais.	A	B	C	D	E
05	Há monitoração das alterações externas e internas dos frutos de acordo com padrões para fazer inferências sobre seu estágio de desenvolvimento e determinar o ponto de colheita.	A	B	C	D	E
06	Há colheita antecipada ou tardia para evitar efeitos indesejáveis sobre os frutos.	A	B	C	D	E
07	Há observância da relação mínima (6:1) entre açúcares e ácidos da fruta colhida.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade do fruto		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
08	Há observação do grau de maturação adequado do fruto.	A	B	C	D	E
09	A coloração externa é conseguida através de aplicação de etileno, com exatidão de intensidade.	A	B	C	D	E
10	Há avaliação da cor da casca em função da temperatura para agregar valor de venda à fruta.	A	B	C	D	E

11	Há avaliação da cor da casca e do suco dos frutos em função da posição dos frutos nas árvores.	A	B	C	D	E
12	Há avaliação da cor da casca e do suco dos frutos, em função da irrigação.	A	B	C	D	E
13	Há avaliação da cor da casca e do suco dos frutos, em função da fertilização.	A	B	C	D	E
14	Há avaliação da cor da casca e do suco dos frutos em função dos porta-enxertos.	A	B	C	D	E
15	Há avaliação da cor da cor da casca e do suco dos frutos, em função de seu estágio de desenvolvimento ou maturidade.	A	B	C	D	E
16	Há avaliação da cor da casca e do suco dos frutos em função do estágio de desenvolvimento ou maturidade e da eventual necessidade de antecipar a colheita ou realizar tratamentos para reter o fruto na planta por mais tempo.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Observância dos aspectos climáticos e ambientais relacionados ao fruto		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
17	Preocupação com os aspectos climáticos e ambientais (umidade relativa do ar, chuvas, orvalho e temperatura).	A	B	C	D	E

18	Preocupação com a incidência de oleocelose.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Observância dos aspectos culturais		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
19	Consideração do aspecto cultural irrigação abundante que aumenta a umidade relativa e acarreta a necessidade de atrasar a colheita.	A	B	C	D	E
20	Aplicação de defensivo agrícola com observância do intervalo de segurança do produto fitossanitário com possível atraso da colheita, se necessário.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item da QUALIDADE						
Qualidade na Colheita		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
21	Em que intensidade são tomados os cuidados necessários para não danificar o fruto durante a colheita?	A	B	C	D	E
22	Em que intensidade são tomados os cuidados necessários para não danificar o fruto durante o transporte?	A	B	C	D	E
23	As equipes de colheita recebem treinamento para não danificar os frutos na colheita.	A	B	C	D	E
24	As equipes de transporte recebem treinamento para não danificar os frutos.	A	B	C	D	E
25	Avalie a afirmação: são contratadas	A	B	C	D	E

	equipes de colheita, regulamentadas conforme as leis trabalhistas.					
26	Na colheita são utilizadas tesouras ligeiramente curvadas, com pontas arredondadas e parte cortante convexa, para poder cortar bem rente ao pedúnculo e para que não provoquem ferimentos nos frutos.	A	B	C	D	E
27	Na colheita, os frutos são colocados em sacolas de tecido e despejados cuidadosamente em caixas plásticas de acordo com os padrões.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade no Transporte		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
28	O transporte do campo ao galpão de beneficiamento é feito por carretas ou caminhões, com a carga coberta por lona.	A	B	C	D	E
29	Os frutos não ficam expostos por um período prolongado de tempo a intempéries climáticas ou qualquer outro fator externo que interfira em sua qualidade.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade na Colheita		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
30	Para prevenir risco de disseminação de pragas e doenças somente é permitida a entrada no pomar de material de colheita	A	B	C	D	E

	como sacolas, escadas, caixas, tesouras e veículos de transporte que tenham passado por desinfecção prévia.					
31	As equipes de colheita são submetidas aos processos de segurança, para garantir que não se constituam em potencial de transporte de inóculos para dentro do pomar.	A	B	C	D	E
32	Na pré-colheita é identificado o potencial de rompimento das glândulas de óleo que podem causar oleocelose por desintegração do tecido epidérmico, causando degeneração ou escurecimento da casca e há a preocupação em se retardar a colheita após períodos de muita chuva para evitar-se que percentuais significativos de frutos apresentem este dano?	A	B	C	D	E
33	Se não for possível o adiamento da colheita são tomados cuidados para impedir o rompimento das glândulas de óleo.	A	B	C	D	E
34	Qual sua avaliação sobre a utilização de EPI (mangotes, touca árabe, luvas de algodão, perneiras, óculos) pelos trabalhadores	A	B	C	D	E

	envolvidos na colheita?					
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade na Pós-Colheita		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
35	Na etapa de pós-colheita há preocupação com a melhoria do aspecto externo e visual do produto para agregação de valor à fruta e potencial aumento da sua durabilidade.	A	B	C	D	E
36	Qual sua avaliação do item: nesta UB é feito o acompanhamento detalhado de todas as etapas de pós-colheita, tais como montagem do lote, passagem na câmara de maturação forçada, beneficiamento da fruta (lavagem, secagem, aplicação de cera, embalagem), carregamento da carga e higiene das caixas plásticas para retorno ao campo.	A	B	C	D	E
37	As condições de trabalho (previstas pela legislação e pela ergonomia) são oferecidas aos trabalhadores envolvidos nas atividades de beneficiamento.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade na Recepção		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
38	Na etapa de recepção feita a pesagem e armazenagem da fruta	A	B	C	D	E

	vinda do campo.					
39	Na etapa de recepção é feito o controle de origem da fruta: produtor, data da colheita e variedade.	A	B	C	D	E
40	Na etapa de recepção é feita a análise das condições dos frutos e observa-se a ocorrência de defeitos para posterior regulagem da velocidade em que os frutos passarão pela etapa de seleção.	A	B	C	D	E
41	Na etapa de recepção analisa-se o diâmetro médio dos frutos, para que seja feita a regulagem de classificação e separação em esteiras.	A	B	C	D	E
42	Na etapa de recepção ocorre a lavagem das frutas que vêm do campo com fungicida.	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade no Desverdecimento		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
43	Qual é sua avaliação do grau de exatidão da aplicação de etileno e sua máxima precisão?	A	B	C	D	E
44	Qualificação dos trabalhadores envolvidos com aplicação de etileno nesta UB.	A	B	C	D	E
45	Facilidade e exatidão do controle da umidade e da concentração de gás liberado no interior da câmara.	A	B	C	D	E

46	A câmara da UB possui facilidade de ajuste da temperatura ótima com termostato.	A	B	C	D	E
47	Controla-se rigorosamente a temperatura nesta UB, para evitar aceleração de podridões ou principalmente senescência, manchas e sabores estranhos por acumulação de produtos oriundos de uma elevada taxa respiratória?	A	B	C	D	E
48	Qual é sua avaliação sobre o controle da umidade relativa?	A	B	C	D	E
49	Qual é a intensidade de controle da concentração de etileno na UB?	A	B	C	D	E
50	Nesta UB aplica-se o grau de controle da duração ótima do tratamento dependendo da variedade e da coloração que a laranja apresenta? (podem aparecer manchas alguns dias após a retirada das laranjas da câmara de fluxo contínuo; o tempo de duração varia de 12 a 72 horas de tratamento, porém, o tempo exato dependerá do estado que o fruto apresenta ao entrar na câmara).	A	B	C	D	E
51	Qual a facilidade de controle da circulação de ar da câmara de fluxo contínuo nesta UB?	A	B	C	D	E
52	Qual a facilidade de controle da	A	B	C	D	E

	taxa de gás carbônico na câmara?					
53	Qual a facilidade de controle da taxa de oxigênio na câmara?	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade na Pós-desverdização		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
54	Qual sua avaliação sobre o controle de defeitos e alterações que podem aparecer devido ao processo de desverdização?	A	B	C	D	E
55	Qual sua avaliação sobre o procedimento de análise dos defeitos e alterações encontradas na amostra coletada e interpretação de acordo com norma ou padrão de qualidade?	A	B	C	D	E
56	Qual sua avaliação sobre o conhecimento dos tipos de podridão pelos trabalhadores da UB?	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Observância da Norma de Classificação		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
57	Qual sua avaliação sobre o grau de conhecimento da Norma de Classificação de laranja nesta UB?	A	B	C	D	E
58	Qual sua avaliação sobre o grau de utilização correta da classificação nesta UB?	A	B	C	D	E
59	Qual sua avaliação sobre o grau de conhecimento dos parâmetros de	A	B	C	D	E

	classificação (tamanho ou diâmetro dos frutos, cor e presença de cálice nos frutos) dos operadores da mesa de seleção desta UB?					
60	Qual sua avaliação sobre o grau de conhecimento das variedades de laranjas pelos trabalhadores da mesa de seleção desta UB?	A	B	C	D	E
61	Qual sua avaliação sobre o grau de conhecimento dos defeitos apresentados pelas laranjas pelos trabalhadores da mesa de seleção desta UB (dano profundo, podridão, alteração atípica de sabor, estágio sobremaduro, deformações, manchas)?	A	B	C	D	E
62	Qual sua avaliação sobre o programa de treinamento dos trabalhadores da mesa de seleção nesta UB?	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade da Embalagem		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
63	Qual sua avaliação sobre o grau de conhecimento da importância da embalagem nesta UB?	A	B	C	D	E
64	Em sua UB com que intensidade a embalagem oferece conservação da qualidade e proteção ao produto?	A	B	C	D	E
65	Qual sua avaliação sobre o grau de informações sobre o produto	A	B	C	D	E

	oferecido pela embalagem?					
66	Qual sua avaliação sobre o grau de racionalização do transporte que a embalagem oferece ao produto?	A	B	C	D	E
67	Qual sua avaliação sobre o grau de racionalização do armazenamento que a embalagem oferece ao produto?	A	B	C	D	E
68	Qual sua avaliação sobre o grau de racionalização do gerenciamento que a embalagem oferece ao produto?	A	B	C	D	E
69	Com que intensidade as diretrizes (dimensões, normas sanitárias, reciclabilidade) sobre embalagens são seguidas nesta UB?	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Qualidade da Rotulagem		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
70	Há preocupação com o rótulo da embalagem (obrigatório de acordo com o decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997) nesta UB?	A	B	C	D	E
71	Qual sua avaliação sobre a garantia de rastreabilidade do produto proporcionada pela rotulagem (certificado de origem)?	A	B	C	D	E
72	Nesta UB, com que exatidão são seguidas as orientações sobre as informações que devem constar no rótulo da embalagem?	A	B	C	D	E

	(fácil visualização, nome do produtor ou beneficiador, endereço, município, registro no MAA, registro de Inscrição do produtor ou CNPJ do beneficiador, grupo/variedade, classe ou calibre, tipo ou categoria, utilidade culinária, peso líquido, data de embalagem, sendo opcional o código de Barras).					
73	Nesta UB, com que exatidão a rotulagem obedece às legislações do IPEM (Instituto de Pesos e Medidas), INMETRO e lei de defesa do consumidor?	A	B	C	D	E
Indique sua avaliação do item de QUALIDADE						
Planejamento do Controle de Qualidade		Zero	Baixa	Regular	Média	Alta
74	Há preocupação com o processo (cultura) de controle de qualidade (metas e itens de controle para cada etapa realizada)?	A	B	C	D	E
75	Qual sua avaliação sobre o método de planejamento do controle da qualidade (amostras, medições, observações e avaliações) aplicado?	A	B	C	D	E