**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Planejamento e sistematização de características técnicas para
atender um sistema de produção agrícola: um estudo de caso na
citricultura**

Giancarlo Coscelli Rocco

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba
2013**

Giancarlo Coscelli Rocco
Engenheiro Agrônomo

Planejamento e sistematização de características técnicas para atender um sistema de produção agrícola: um estudo de caso na citricultura

Orientador:
Prof. Dr. **MARCOS MILAN**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Rocco, Giancarlo Coscelli

Planejamento e sistematização de características técnicas para atender um sistema de produção agrícola: um estudo de caso na citricultura / Giancarlo Coscelli Rocco. - Piracicaba, 2013.

98 p: il.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Agricultura 2. Gestão da qualidade 3. Indicadores de desempenho 4. Desdobramento da função qualidade 5. QFD 6. Casa da qualidade I. Título

CDD 634.3
R671p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte -O autor"

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida;

Aos meus pais, Wagner e Rita, pelo esforço incondicional dedicado à educação e criação de seus filhos;

Aos meus irmãos, Giordanno e Felipe, pela amizade e incentivo;

À Mariana Dias da Silva, namorada e amiga, pelo carinho, apoio e companheirismo em todos os momentos;

À Tia Julia, pelos ricos ensinamentos em suas singelas atitudes;

Ao professor Marcos Milan, pela orientação, conselhos e amizade;

Aos professores José Paulo Molin, Antonio Jose da Silva Maciel e Peterson Ricardo Fiorio, pelas sugestões quando do exame de qualificação;

Ao professor Thiago Libório Romanelli, pelas contribuições;

Aos professores do departamento de Engenharia de Biossistemas, pelo conhecimento compartilhado;

Ao Engenheiro Agrônomo Paulo Rodrigues Peloia, pelo auxílio, dedicação e contribuições;

Aos Engenheiros Agrônomos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) do Escritório de Desenvolvimento Rural de Limeira, Paulo Eduardo Ferreira de Assumpção e Vivaldo Alberto Viganó, pelo auxílio e contribuições;

Aos funcionários do departamento de Engenharia de Biossistemas e da Biblioteca Central da ESALQ, pelo auxílio e momentos de convivência;

Aos amigos, Erik Robado, Natália, Nelson, Rafael, Maria Carolina, João Paulo Sôrto, Fernanda Dativa, Mark Panceta, André Colaço Napa, Hugo, João Botão, André Ferreira, Edemilson, Carlos Amaury Bolo, Leonam, Edmar, Mateus, Raniére, Gustavo, Adriano, Igor e Lucas Du-bem, pela agradável convivência durante o curso;

Ao amigo Ângelo Domingos Banchi, pelos conselhos, ensinamentos e por me lembrar, sempre, que estudo nunca é demais;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de estudo concedida;

À ESALQ, pela formação acadêmica de qualidade;

Aos irmãos da República Alambique, pela sincera amizade e pelos infalíveis churrascos de 4°;

À APG-ESALQ, pelos amigos conquistados;

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho;

Meus sinceros agradecimentos

"It's the good reader that makes the good book; in every book he finds passages which seem to be confidences or sides hidden from all else and unmistakably meant for his ear; the profit of books is according to the sensibility of the reader; the profound thought or passion sleeps as in a mine, until it is discovered by an equal mind and heart".

(Ralph Waldo Emerson)

"É o bom leitor que faz o bom livro; em cada livro, ele encontra trechos que parecem confidências ou apartes ocultos para qualquer outro e evidentemente destinados ao seu ouvido; o proveito dos livros depende da sensibilidade do leitor; a ideia ou paixão mais profunda dorme como em uma mina enquanto não é descoberta por uma mente e um coração afins".

(tradução: Prof. Roberto Arruda de Souza Lima)

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
LISTA DE SIGLAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Medição de desempenho	22
2.1.1 Indicadores de desempenho na agricultura.....	25
2.2 Citricultura	27
2.3 O desdobramento da função qualidade (QFD)	30
2.3.1 QFD: aspectos metodológicos	31
2.3.2 Benefícios obtidos pelo uso do QFD	32
2.3.3 Aplicações do método	34
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1 Definição da qualidade exigida (O QUE's)	40
3.2 Atribuição dos graus de importância das qualidades exigidas	42
3.3 Definição das características técnicas da produção (COMO's).....	43
3.4 Matriz de relacionamento	45
3.5 Conversão e priorização.....	45
3.6 Matriz de correlação	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Qualidade exigida	51
4.1.1 Planejamento	52
4.1.2 Implantação.....	53
4.1.3 Tratos culturais I.....	54
4.1.4 Tratos culturais II	56
4.1.5 Colheita	57
4.1.6 Processo gerencial	58
4.1.7 Composição da tabela das qualidades exigidas.....	59
4.2 Grau de importância.....	59
4.3 Características técnicas da produção.....	60

4.4	Matriz de relacionamento.....	64
4.5	Conversão e priorização	68
4.6	Matriz de correlação	76
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
6	CONCLUSÃO.....	83
	REFERÊNCIAS	85
	ANEXOS.....	95

RESUMO

Planejamento e sistematização de características técnicas para atender um sistema de produção agrícola: um estudo de caso na citricultura

Para superar os desafios existentes na produção citrícola, relacionados ao dinamismo do mercado, às pressões fitossanitárias e à complexidade da produção, deve-se ter um elevado nível de conhecimento do processo produtivo que conduza à tomada de decisão adequada. Este conhecimento pode ser obtido pela compreensão de como os requisitos da produção, representados pela qualidade exigida, são afetados pelas variáveis do processo, representadas por características técnicas. Considerando-se que esta compreensão auxilia na manutenção e competitividade da cultura, o presente trabalho tem como objetivo identificar, sistematizar e priorizar as características técnicas para atender as exigências do processo de produção de laranjas destinadas à indústria processadora de suco. A identificação da qualidade exigida do processo e das características técnicas da produção foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica. Identificou-se 38 itens da qualidade exigida, com base em 6 processos e 17 atividades realizadas para a produção de laranjas, e 114 características técnicas que afetam esta produção, organizadas em 7 grupos de afinidades. O método do desdobramento da função qualidade (QFD) foi utilizado para compreender a relação entre as qualidades exigidas e as características técnicas da produção, permitindo a sistematização. A aplicação do método também permitiu a priorização das características técnicas, em uma etapa denominada conversão. A priorização foi definida com base em um peso relativo calculado para cada característica na etapa de conversão, que representa a influência de cada uma sobre o processo produtivo. Do total de 114 características, 64 (56%) foram responsáveis por 80% do peso relativo total calculado. Notou-se que a influência de cada característica sobre o processo produtivo é diferente, apesar dessa relação não atender ao princípio de Pareto. A matriz de correlação, que identifica a relação de interdependência entre as características técnicas da produção, expôs ainda mais a complexidade e o caráter sistêmico da produção citrícola.

Palavras-chave: Agricultura; Gestão da qualidade; Indicadores de desempenho; Desdobramento da função qualidade; QFD; Casa da qualidade

ABSTRACT

Planning and systematizing technical characteristics to satisfy an agricultural production system: a case study in citriculture

In order to overcome citriculture's challenges, related to market dynamics, phytosanitary pressures and production complexity, a high level of knowledge concerning the production process is necessary, leading to proper decision making. This knowledge can be achieved by comprehension on how the production requirements, represented by demanded quality, are affected by process variables, represented by technical characteristics. Considering that this comprehension helps to maintain proper condition and competitiveness of citriculture, this study aims to identify, systematize and prioritize technical characteristics to satisfy the requirements of the orange production process to attend juice industry. The identification of process quality demanded and technical measures was performed by bibliographical research. It was identified 38 items of demanded quality, based on 6 process and 17 activities performed on oranges production, and 114 technical characteristics that affect such production, organized into 7 affinity groups. Quality function deployment (QFD) method was applied in order to understand the relationship between quality demanded and technical characteristics, leading to systematization. This method also enabled prioritization of technical characteristics, in a process named conversion. The prioritization was based on relative weight, calculated for each characteristic in conversion process. This weight represents the influence of the characteristic on production process. From the total of 114 characteristics, 64 (56%) were responsible for 80% of total relative weight calculated. It was noted that the influence of each characteristics on production process were different, although this relationship does not answer to Pareto principle. The correlation matrix, that identifies the interdependence relationship between technical characteristics, exposed the complexity and systemic nature of citriculture.

Keywords: Agriculture; Quality management; Performance measures; Quality function deployment; QFD; House of quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do método QFD utilizada, adaptada de Govers (1996) e Cheng e Melo Filho (2007)	39
Figura 2 – A estrutura adotada para pesquisa bibliográfica. Adaptada de Villas, Macedo-Soares e Russo (2008). * <i>Dedalus</i> : Banco de dados bibliográficos da USP	41
Figura 3 – Estrutura utilizada para identificação das qualidades exigidas e composição da tabela das qualidades exigidas	42
Figura 4 – Passos para confecção da tabela das características técnicas da produção, adaptada de Cheng e Melo Filho (2007)	44
Figura 5 – Matriz teórica com índices.....	46
Figura 6 – Visão parcial da matriz QFD desenvolvida.....	50
Figura 7 – Visão parcial da matriz com as características técnicas da produção, identificadas por autor	61
Figura 8 – Quantidade de interações por item da qualidade exigida.....	65
Figura 9 – Diagrama de Pareto das características técnicas da produção	69
Figura 10 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Mudas	70
Figura 11 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Plantas	71
Figura 12 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Solo.....	72
Figura 13 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Ambiente..	73
Figura 14 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Insumos ...	74
Figura 15 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Mão-de-obra	75
Figura 16 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Máquinas ..	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propósitos para adoção da medição de desempenho, adaptada de Behn (2003).....	23
Tabela 2 – Benefícios obtidos pelo uso do QFD, relatados pela bibliografia considerada neste estudo	33
Tabela 3 – Escala do grau de importância das qualidades exigidas	43
Tabela 4 – Especificação dos valores da intensidade, símbolos e critério das relações.....	45
Tabela 5 – Especificação dos sentidos da interdependência e símbolos correspondentes.....	48
Tabela 6 – Quantidade de atividades e itens da qualidade exigida por processo	51
Tabela 7 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Planejamento	52
Tabela 8 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Implantação	53
Tabela 9 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Tratos culturais I	55
Tabela 10 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Tratos culturais II.....	56
Tabela 11 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Colheita	57
Tabela 12 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Gerencial.....	58
Tabela 13 – Distribuição dos graus de importância atribuídos às qualidades exigidas dos processos	59
Tabela 14 – Relação da quantidade de características técnicas da produção identificadas por autor	62
Tabela 15 – Quantidade de sub-grupos e características técnicas da produção por grupo de afinidade.....	63
Tabela 16 – Índice de preenchimento de células de relacionamento.....	67
Tabela 17 – Índice de preenchimento de células da matriz de correlação.....	77
Tabela 18 – Correlações para a característica 2.3.1 Produtividade	78

LISTA DE SIGLAS

ASI	<i>American Supplier Institute</i>
ATT	Acidez total titulável
CAD	Capacidade de água disponível
CATI	Centro de Assistência Técnica Integrada
CT('s)	Característica(s) técnica(s) da produção
CTC	Capacidade de troca de cátions
CTV	Citrus tristeza vírus
CVC	Clorose-variegada-dos-citros
E.U.A.	Estados Unidos da América
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FCS	Fatores críticos de sucesso
FMEA	<i>Failure mode and effects analysis</i>
FNQ	Fundação Nacional da Qualidade
HLB	Huanglongbing
HOQ	<i>House of quality</i>
IAF	Índice de área foliar
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JUSE	<i>Union of Japanese Scientists and Engineers</i>
MPC	Mancha-preta-dos-citros
MSC	Morte-súbita-dos-citros
PFC	Podridão-floral-dos-citros
Quant.	Quantidade
QE('s)	Qualidade(s) exigida(s)
QFD	<i>Quality function deployment</i>
QFDE	<i>QFD for environment</i>
SB	Soma de bases
SST	Sólidos solúveis totais
TQC	<i>Total quality control</i>

1 INTRODUÇÃO

A competitividade e o dinamismo do mercado alia cada vez mais o sucesso organizacional à capacidade de identificar, selecionar, processar e comparar informações que suportem a tomada de decisão adequada, visando melhores resultados organizacionais. Para isso, as empresas devem compreender a interação dos dados referentes aos seus produtos e produção, e utilizar esses dados para gerar informações que orientem suas ações e conduzam à tomada de decisão adequada.

Originados desses dados, os indicadores de desempenho são medidas que podem quantificar a eficiência e a eficácia de uma ação e servem como sinalizadores para saber onde e quando agir dentro de uma organização. A estruturação dos indicadores em sistemas de medição de desempenho é discutida desde a década de 1980, sendo usual em indústrias de manufatura e bens de consumo. Esta estruturação é proposta como um meio de auxiliar os usuários a integrar seu conhecimento, compreender as interações de sua empresa e definir as prioridades da produção.

Na agricultura, a estruturação dos indicadores de desempenho é uma tarefa desafiadora. A interação entre o meio, os recursos e os seres vivos faz com que o sistema de produção agrícola tenha um nível elevado de complexidade, constituindo uma indústria a céu aberto. Nesse sistema, as plantas, os insumos e os recursos são elementos manejados em conjunto com o clima com o objetivo de obter uma produção específica. Aliado a estes elementos ainda há o fator temporal, pois todos devem estar presentes no momento certo para que o objetivo seja atingido.

Nesse setor, agricultura, a citricultura destaca-se como uma das mais importantes culturas do Brasil. O país consolidou-se como o maior produtor de laranjas em 1980 e tem mantido sua posição de destaque desde então. Atualmente produz 19,8 milhões de toneladas de laranja, correspondente a 28,5% da produção mundial desta fruta. Essa produção é destinada, quase na totalidade, para a indústria processadora de suco. Em 2012, o Brasil foi responsável por aproximadamente 53% de toda a produção de suco de laranja no mundo.

Porém, historicamente, o setor citrícola passa por desafios frequentes, relativos à oscilação de preços e variações no custo, devido às causas mais diversas como o volume de produção dos países concorrentes, as barreiras comerciais, a

instabilidade do consumo de suco de laranja e da produção frente a pressões climáticas e fitossanitárias. Para superar estes desafios, as alternativas referentes à produção são o aumento da produtividade e a redução dos custos, permitindo assim manter a competitividade do setor.

Essas alternativas esbarram na complexidade do processo de produção, devido às diversas variáveis que as influenciam. Para minimizar esta complexidade é preciso compreender como as variáveis afetam e interagem com o processo de produção. Considerando-se que a compreensão das interações entre o que se deseja da produção e as diversas variáveis que a influenciam pode auxiliar na manutenção e competitividade da cultura, o presente trabalho tem como objetivo identificar, sistematizar e priorizar as características técnicas para atender as exigências do processo de produção de laranjas destinadas à indústria processadora de suco.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o desenvolvimento da informática, a rapidez com que as informações podem ser obtidas e processadas e a disponibilidade de tecnologia de informação a custo acessível mudou a maneira como as pessoas interagem com a informação, criando um cenário de mercado mais dinâmico e competitivo (GORDON; GORDON, 2006; CARVALHO, 2007).

Neste cenário, não basta para as empresas saber o quão rentável é o seu negócio, mas também qual a sua imagem perante clientes, fornecedores, sociedade, acionistas e funcionários, em busca de um ambiente de sustentabilidade ao longo do tempo (WAGGONER; NEELY; KENNERLEY, 1999).

Segundo a Fundação Nacional da Qualidade (2008), o sucesso organizacional esta cada vez mais associado à capacidade de identificar, processar e comparar informações de forma eficiente e eficaz, visando melhores resultados. Assim, para a tomada de decisão adequada, as empresas devem buscar nos dados disponíveis informações relevantes para guiar suas ações, sejam esses dados relacionados aos ambientes interno ou externo à organização. Braz, Scavarda e Martins (2011) afirmam que o uso de indicadores de desempenho avalia a estratégia organizacional e auxilia tomadores de decisões a fundamentar suas decisões.

Indicadores de desempenho são medidas que podem quantificar a eficiência e eficácia de uma ação (NEELY; GREGORY; PLATTS, 2005) e servem como sinalizadores para saber onde e quando agir dentro de uma organização, buscando um desempenho nunca antes atingido (MARTINS; COSTA NETO, 1998). Para Behn (2003), a intenção ao medir o desempenho é prover informações válidas e confiáveis sobre o desempenho da organização, permitindo assim a avaliação das ações organizacionais, o controle das atividades, a correta alocação de recursos e direcionamento dos esforços.

Desde a década de 1980 alguns modelos de sistemas de medição de desempenho têm sido discutidos como um meio de integrar os indicadores de desempenho nas organizações. Estes modelos passaram por diversas abordagens, desde extremamente operacionais ou financeiros até sistemas holísticos, com propósito de integrar a informação de todos os níveis hierárquicos e departamentais (SRIMAI; RADFORD; WRIGHT, 2011).

No entanto, Albrecht (2003) explica que o desenvolvimento das tecnologias também trouxe para a ciência da informação o problema da geração exacerbada de informação, que muitas vezes torna-se inútil ao tomador de decisão. O autor completa que, para evitar o desperdício de esforços ou até mesmo de recursos, é de fundamental importância que os usuários saibam como agrupar, ordenar e selecionar as informações que servirão de base para a definição dos indicadores de desempenho, evitando assim o acúmulo e geração de informações desnecessárias ou redundantes.

2.1 Medição de desempenho

Neely, Gregory e Platts (2005) definem medição de desempenho como o processo de quantificar a eficiência e eficácia de uma ação voltada a atingir um objetivo específico. Sob uma visão mais abrangente, medição de desempenho é um processo que tem função de coletar, compilar, analisar e disseminar dados e informações relevantes com o objetivo de auxiliar os gestores a tomar decisões (BRAZ; SCAVARDA; MARTINS, 2011), que deve estar presente em todos os níveis organizacionais e refletir mudanças tanto no ambiente interno quanto no ambiente externo à organização (DA HORA; VIEIRA, 2008).

Albrecht (2003) explica que a simples geração de informação não é suficiente para a tomada de decisão adequada, pois esta depende do fator humano responsável pela análise e interpretação da informação. Para tanto, é necessário definir as diferenças entre conhecimento e a matéria-prima da qual ele emerge. Sucintamente, o autor define três conceitos:

- Dados: matéria-prima essencial. (...) referem-se ao nível simbólico irreduzível (...). Os dados são inertes, podem ser armazenados, transportados e manipulados sem perder seu significado;
- Informação: disposição ou associação dos dados de forma que criem padrões e ativem sentidos na mente das pessoas, fazendo com que tenham significado em um contexto particular. (...) A informação é dinâmica.
- Conhecimento: conteúdo de valor-agregado do pensamento humano, derivado da percepção e manipulação inteligente da

informação. O conhecimento é transcendente. Existe unicamente na mente do pensador e é a base para a ação inteligente (ALBRECHT, 2003, p. 191).

Neste mesmo sentido, Neely, Gregory e Platts (2005) afirmam que o principal objetivo para adoção da medição de desempenho é a geração de conhecimento com base nos dados e informação disponível. Para Bititci e Nudurupati (2002) a medição de desempenho pode auxiliar as organizações em diversos aspectos. Entre os principais, os autores destacam identificar áreas que necessitam melhoria, diagnosticar e analisar razões de baixo desempenho, planejar e implementar mudanças necessárias para melhorar o desempenho, monitorar os resultados e encontrar onde eles atingiram o resultado esperado e desenvolver um sistema de controle que promove a melhoria contínua. Behn (2003) destaca os principais propósitos que justificam a adoção da medição de desempenho pelas organizações (Tabela 1).

Tabela 1 – Propósitos para adoção da medição de desempenho, adaptada de Behn (2003)

Propósito	Questão que o indicador de desempenho deve auxiliar a responder
Avaliação	O quão bem está o desempenho (de alguma determinada ação)?
Controle	Como garantir que os colaboradores estão desempenhando suas funções corretamente?
Orçamento	Onde os recursos devem ser alocados?
Motivação	Como motivar os colaboradores a fazerem a coisa certa?
Promoção	Como demonstrar aos acionistas, clientes e sociedade o resultado do bom trabalho?
Celebração	Quais conquistas são realmente merecedoras para celebrar o sucesso?
Aprendizado	Por que o desempenho (de alguma determinada ação) está bom ou ruim?
Melhoria	O que deve ser feito para a melhoria do desempenho (de alguma determinada ação)?

Para Martins e Costa Neto (1998) os indicadores de desempenho são um meio para auxiliar a gestão a controlar e identificar as necessidades de melhoria das partes interessadas. Para Bititci, Turner e Begemann (2000) e Neely, Gregory e Platts (2005) a medição de desempenho é parte vital do sistema de gestão de qualquer empresa, e a implantação de um sistema de medição de desempenho estimula mudanças gerenciais e o aprendizado contínuo.

Bourne et al. (2000) explicam que o processo de desenvolvimento de um sistema de medição de desempenho envolve as fases de projeto, implantação e uso das medidas de desempenho e, para a definição das medidas, é importante que seja identificado o objetivo-chave da medição de desempenho, ou seja, aquilo que se pretende atingir com a implantação da medição de desempenho.

Em relação à definição de medidas ou indicadores de desempenho, Folan e Browne (2005) relatam que a seleção, determinação e projeto de medidas de desempenho é, muitas vezes, um processo subjetivo – em que as pessoas escolhem um indicador de desempenho entre vários possíveis, porém sem um embasamento teórico – e sugerem que mais pesquisas sejam direcionadas no sentido de definir métodos para seleção de indicadores.

Neely (1999) explica que a definição de indicadores não envolve uma decisão óbvia e que o pouco esforço dirigido a esta atividade resulta em medidas de desempenho em excesso ou até mesmo redundantes. O autor complementa que há três formas que podem auxiliar as organizações a definir indicadores de desempenho: o desdobramento da estratégia, a utilização de modelos pré-existentes de sistemas de medição de desempenho e o auxílio externo promovido por auditorias.

Existem inúmeras estruturas de sistemas de medição de desempenho existentes que podem ser utilizadas para embasar a definição dos indicadores. Bititci e Nudurapati (2002), Attadia e Martins (2003) e Bourne et al. (2000) relatam que no final de 1970 e começo de 1980 a insatisfação com os sistemas tradicionais essencialmente focados em medidas contábeis criou uma demanda por medidas de desempenho mais relevantes, integradas, equilibradas, estratégicas e dinâmicas, culminando em novos modelos de sistemas de medição de desempenho.

Dentre os principais sistemas desenvolvidos a partir desta época que podem ser utilizados como estrutura para definição das medidas de desempenho, Martins (1998), Bititci, Turner e Begemann (2000) e Bourne et al. (2000) destacam: Modelo SMART – Pirâmide de desempenho; Sistema de medição de desempenho para manufatura classe mundial; Questionário para medição de desempenho; Modelo Quantum de desempenho; *Balanced Scorecard*; entre outros.

Oliveira e Martins (2008) sugerem que os modelos de prêmio de excelência também podem ser utilizados para definir indicadores de desempenho. Ao estudar empresas ganhadoras do Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) da Fundação

Nacional da Qualidade (FNQ), os autores verificaram que o modelo de excelência do prêmio exerceu um papel importante na evolução da medição de desempenho e na definição das medidas de desempenho das empresas estudadas.

2.1.1 Indicadores de desempenho na agricultura

Com objetivo de desenvolver um indicador para avaliar a qualidade do processo de semeadura direta em um sistema de produção de milho, Souza (2005) buscou identificar na bibliografia os indicadores já existentes utilizados nesse processo, selecionando alguns com base em critérios agrônômicos e na aplicação prática dos indicadores (tais como tempo, custo e dificuldades para coleta de dados). Um índice foi definido para cada indicador selecionado, expresso pela porcentagem de indicadores que ficaram dentro do limite especificado, e assim, a somatória destes índices compôs um índice geral de qualidade, chamado de índice de qualidade do processo (IQP).

Tendo em vista a importância do plantio direto para a agricultura brasileira, Peche Filho (2007) discutiu e apresentou um quadro de indicadores de qualidade para as operações desse sistema de produção, explicando que mediante a análise dos indicadores é possível determinar o desempenho de cada operação, monitorar seus efeitos e diagnosticar a qualidade final da produção.

O trabalho de Campos e Melo (2008) destaca os requisitos de normas e certificações como forma de obtenção e definição de indicadores de desempenho. No estudo, os autores identificaram na bibliografia os principais indicadores de desempenho utilizados nos Sistemas de Gestão Ambiental, e os classificam nos requisitos da norma ISO 14001, uma importante certificação relacionada ao tema.

Nuintin, Curi e Nogueira (2010) utilizaram o modelo do *Balanced Scorecard* (BSC) com objetivo de avaliar o desempenho de uma empresa de atividade pecuária. Para isso, os elementos da política básica da empresa foram desdobrados em indicadores e classificados nas perspectivas do BSC. A estrutura sistêmica do BSC permitiu aos gestores, por meio de um mapa estratégico, identificar as atividades necessárias para a obtenção dos resultados esperados e definir as ações corretivas para estas atividades.

Peloia e Milan (2010) propuseram um método para definição e sistematização de indicadores de desempenho com base no modelo do *Balanced Scorecard* (BSC),

aplicado à uma indústria produtora de bioenergia. O modelo iniciou com o desdobramento dos objetivos estratégicos, representados pela política básica da empresa, em objetivos das áreas funcionais. Esses objetivos foram desenvolvidos em fatores críticos de sucesso (FCS), que são pontos vitais para garantir o sucesso dos objetivos. Os fatores foram organizados em um mapa estratégico nas perspectivas do BSC (financeira; clientes; processos internos; inovação e conhecimento) e para cada um foi definido um indicador de desempenho. A combinação destes indicadores formou um indicador ponderado, que mensura se o objetivo está sendo alcançado ou não. Desse modo definiram-se indicadores de objetivo, associados aos resultados, e de tendência, associado ao processo. Este modelo dá ênfase na gestão integrada, por meio de uma estrutura hierárquica dos indicadores, desdobrando os objetivos estratégicos até chegar aos indicadores.

Nuintin e Nakao (2010) propuseram um método para o desenvolvimento de indicadores de desempenho para o processo de produção agrícola com base em cinco etapas: determinação da missão e do objetivo organizacional; determinação dos objetivos do processo de produção; determinação das estratégias do processo de produção; determinação dos fatores críticos de sucesso, representados por itens de controle e itens de verificação; determinação dos indicadores de desempenho e qualidade. Por meio de um estudo de caso em 4 propriedades produtoras de café, os autores concluem que não é possível generalizar a definição de indicadores de desempenho para um processo de produção, devido à singularidade de cada processo dentro de uma organização específica. Os autores complementam que cada organização possui seus próprios objetivos, estratégias e fatores críticos de sucesso e por isso necessitam de indicadores de desempenho específicos.

Para avaliar o processo de melhoria contínua no plantio de cana-de-açúcar, Barros e Milan (2010) definiram o fluxograma do processo de plantio e identificaram os fatores críticos à melhoria do processo, junto a uma equipe técnica. Para selecionar os indicadores que efetivamente deveriam ser utilizados, os autores consideraram o índice de prioridade de risco, calculado pelo método FMEA (*Failure mode and effect analysis* ou análise de modo e efeitos de falha) e também a disponibilidade de mão-de-obra, o custo e o tempo necessário para a obtenção dos dados para análise.

Franco Junior (2012) utilizou o mapeamento de processos para definir indicadores de desempenho da cultura citrícola. Para cada fase ou etapa do

processo o autor definiu um conjunto de indicadores relativos à qualidade e produtividade, relacionando alguns ao sucesso das fases. O autor encontrou 248 indicadores, e sugeriu que novos trabalhos fossem realizados para analisar a relação causa-efeito entre os indicadores e estudar a definição dos itens prioritários para a gestão do negócio.

2.2 Citricultura

O grupo citros compreende um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros segregados como *Poncirus*, *Fortunella* e *Microcitrus*. Trata-se de um grupo complexo, devido a grande compatibilidade sexual entre as espécies e gêneros, o que possibilitou a origem natural de híbridos no grupo ao decorrer do tempo (ARAÚJO; ROQUE, 2005). As plantas cítricas utilizadas em plantios comerciais como variedades de copa podem ser organizadas em seis grupos de afinidades tais como laranjas, tangerinas, limões e limas, toranjas e pomelos e, finalmente, o grupo das cidras e outros frutos de menor importância comercial (PIO et al., 2005).

Segundo a FAO (2012) a produção mundial de citros em 2011 correspondeu a um total de 128,92 milhões de toneladas de frutas, sendo 54% deste total representado pelo grupo das laranjas. No Brasil, a produção de laranjas em 2011 foi de 19,8 milhões de toneladas, aproximadamente 90% do total de produção de frutas cítricas no país (FAO, 2012), sendo só o estado de São Paulo responsável por 15,3 milhões de toneladas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

As plantas cítricas foram introduzidas no Brasil no período colonial, e encontraram aqui no país ambientes mais adequados para seu desenvolvimento do que as próprias regiões de origem, o que facilitou a expansão da cultura por todo o país. Nesse período, os pomares comerciais ganharam força nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, garantindo o consumo destes grandes núcleos populacionais (DONADIO; MOURÃO FILHO; MOREIRA, 2005).

Em meados do século XX a citricultura paulista mudou o foco de produção de frutas frescas para a produção de matéria-prima para a indústria de suco. Em 1960 o estado de São Paulo consolidou-se como polo citrícola nacional, alavancado pela falta de matéria-prima nos E.U.A. em decorrência das geadas da Flórida, região com

a maior produção mundial até então. Na década de 1980, com a consolidação do Brasil como maior produtor de suco de laranja do mundo, o foco principal da citricultura paulista tornou-se a produção de suco destinado ao mercado externo (BOTEON; NEVES, 2005).

Na década de 1990 ocorreu um período de baixas cotações no suco de laranja levando muitos agricultores a substituírem a citricultura por outra cultura mais rentável para a época. A escassez de oferta no Brasil, aliada a ocorrência de furacões na Flórida no mesmo período, impulsionou um ciclo de altas cotações nos primeiros anos do século XXI. Uma forte oscilação com tendência à redução nos preços tem sido verificada desde então, motivada pelo elevado estoque de suco de laranja tanto no Brasil quanto nos E.U.A. (BOTEON; PAGLIUCA, 2010).

A maior parte da produção brasileira tem sido destinada a produção de suco de laranja. Em relação a este produto Neves et al. (2012) verificam que, entre 2001 e 2011, o Brasil exportou aproximadamente 98% da sua produção e foi responsável por 53% da produção mundial de suco de laranja. Em 2011, as exportações brasileiras do complexo-citros totalizaram 2,4 milhões de toneladas do produto e 2,7 bilhões de dólares em receita, o que representou aproximadamente 3% das exportações agrícolas do Brasil nesse ano.

Apesar dessa magnitude e expressividade no mercado externo, os produtores brasileiros nem sempre recebem preços compensadores. No 2º semestre de 2012 os preços tiveram quedas significativas, chegando a R\$ 6,00 por caixa de 40,8 kg para produtores sem contratos com as indústrias (IBGE, 2012), abaixo do custo de produção estimado por Neves et al. (2012) de R\$ 7,26 por caixa de 40,8 kg. Dentre as várias dificuldades encontradas pela comercialização do suco de laranja brasileiro que levaram a este cenário encontram-se o elevado estoque de suco nas indústrias que impediu a comercialização das frutas (IBGE, 2012), barreiras tarifárias e legislativas impostas pelos países compradores (NEVES et al. 2010), e a redução no consumo mundial de suco de laranja (NEVES et al. 2012).

Além de barreiras comerciais, Gravena (2011) relata que desde que se consolidou como monocultura em 1960, a citricultura brasileira enfrenta surtos recorrentes de doenças, que quase sempre repercutem em crises do setor. Yamamoto e Pinto (2008) explicam que, devido ao seu caráter perene, a cultura citrícola apresenta maior susceptibilidade ao ataque de pragas e infecção por doenças, pois é muito comum existir pomares recém-implantados, pomares jovens e

pomares já em produção muito próximos uns dos outros, aumentando a chance de inóculo devido à continuidade espacial, genética e temporal dos pomares.

Caser et al. (2012) observam que o ciclo de preços baixos leva a falta de investimentos em tratos culturais e manejo inadequado dos pomares. Isto constitui um dos maiores riscos à citricultura pois, segundo Ramos, Fagundes e Oliveira (2011) o avanço de pragas e doenças é capaz de causar danos irreversíveis nas plantas e pode levar à erradicação completa de pomares, inviabilizando economicamente a produção.

Ao exemplo, é o que tem se observado com o caso do HLB. Bové (2006) explica que, uma vez instalada, o convívio com a doença é possível, porém a erradicação é praticamente impossível. Stokstad (2012) relata que o Brasil tem obtido sucesso no manejo da doença graças à vigilância intensiva, remoção implacável de árvores doentes e agressiva pulverização de inseticida para controle do vetor. Desde o primeiro relato da doença no Brasil em 2004 (COLLETA FILHO et al., 2004) este manejo tem colocado à prova a viabilidade econômica da cultura, pois afeta tanto a receita, devido a erradicação de plantas que limita a produtividade dos pomares, quanto o custo operacional, devido aos maiores gastos com inspeção, pulverização, erradicação e replantio (BOTEON; PAGLIUCA, 2010; FUKUDA et al., 2010).

Para Fukuda et al. (2010) o aumento do custo de produção só pode ser compensado com a valorização do preço pago ao produtor pela produção ou pelo aumento da produtividade. O preço da caixa de laranja não sofre interferência do citricultor. Boteon e Neves (2005) sugerem que as saídas para conviver com os altos e baixos no mercado são o aumento da produtividade nos pomares, a busca por novos mercados e o ganho de escala nas lavouras e no setor industrial. Entretanto, Neves et al. (2012) verificam que a maior parte dos produtores de citros do cinturão citrícola nacional concentram-se em pequenas propriedades (87% dos produtores detêm 20% das árvores cítricas da região), não conseguindo obter ganhos em escala. Para os autores, a dinâmica que vem ocorrendo na indústria brasileira de citros explica porque produtores menos eficientes não conseguem competir com os mais eficientes e deixam o setor.

Para Paulillo, Almeida e Vieira (2006) a concentração dos pomares, principalmente pelas indústrias processadoras de suco, e o ciclo de baixos preços pagos ao produtor são prejudiciais aos citricultores com pequenas propriedades,

porque estes perdem poder de barganha e repassam parte da perda da negociação da caixa de laranja com a indústria para os trabalhadores rurais, por meio do descumprimento das obrigações trabalhistas, e parte ao próprio pomar, não investindo em atividades de tratos culturais ou até mesmo renovação.

Enfim, os fatores que afetam a produção citrícola são os mais diversos. A cada novo desafio, seja ele fitossanitário, econômico, social ou ambiental, o setor citrícola tem que se adaptar para poder manter sua produtividade, com menor custo e impacto ao meio ambiente (SPÓSITO; BASSANEZI, 2008). Com a necessidade de suprir estes desafios, significativas mudanças no sistema de produção são observadas na citricultura ao decorrer dos anos.

Boteon e Pagliuca (2010) explicam que, para criar uma sustentabilidade econômica para o setor citrícola, é necessário um novo modelo de produção, administração e organização do setor. Para Neves et al. (2012), os maiores custos de produção e a volatilidade dos preços ressaltam a necessidade de repensar a gestão das companhias citrícolas.

Frente a um cenário de inconstâncias e uma produção sob alta pressão de doenças e oscilação de preços, os citricultores devem dispor de informações que reflitam a realidade de sua produção a fim de garantir o sucesso organizacional. Dentro de um sistema complexo como a citricultura, Kender (2003) destaca a importância em definir quais são as informações necessárias para a tomada de decisão, para que os produtores possam integrar seu conhecimento de forma organizada e significativa.

2.3 O desdobramento da função qualidade (QFD)

O desdobramento da função qualidade (QFD – *quality function deployment*) foi concebido no Japão pós-guerra, no final dos anos 60, quando o país substituiu a estratégia de desenvolvimento de produtos com base em cópias e imitações para a originalidade, direcionando o foco para os reais desejos e necessidades do cliente (AKAO; MAZUR, 2003).

Govers (1996) define o desdobramento da função qualidade como um processo que auxilia as empresas a identificar os elementos-chave entre o que o cliente deseja e as características do produto que a empresa pretende desenvolver. Para Akao (1997), o QFD é um método que busca a solução da questão de como

projetar um produto novo que atenda exatamente a real necessidade do cliente e integre isso ao processo de manufatura antes mesmo do início da produção.

O QFD é um método visual, uma vez que se utiliza principalmente de diagramas e matrizes, conectivo, pois os desdobramentos destas matrizes relacionam as variáveis umas as outras, e priorizador, pois leva a equipe a focar nas questões verdadeiramente importantes (PEIXOTO; CARPINETTI, 1998). Carnevalli, Miguel e Calarge (2005) relatam que a maioria dos motivos que as empresas consideram ao aplicar o método está diretamente relacionada à busca pela melhoria da capacidade competitiva da empresa em seu mercado de atuação.

2.3.1 QFD: aspectos metodológicos

O método QFD consiste na construção de uma ou mais matrizes (BENNER et al., 2003), sendo que cada matriz é constituída pelo relacionamento entre duas tabelas. Cheng e Melo Filho (2007) explicam que, ao confeccionar uma matriz, o que se deseja é organizar e dar visibilidade a estas relações.

Os desdobramentos e as matrizes utilizadas no QFD seguem geralmente uma mesma estrutura básica. A casa da qualidade (*house of quality* – HOQ) é a primeira fase do QFD (CHAN; WU, 2002b), que permite que o projeto básico do produto seja estabelecido com base nas reais necessidades e desejos dos consumidores.

Ao decorrer do tempo surgiram novas versões do método, que diferem entre si principalmente em relação ao conteúdo e abrangência (PEIXOTO; CARPINETTI, 1998, CHENG; MELO FILHO, 2007). Apesar do processo completo de QFD utilizar vários desdobramentos, é comum às organizações limitarem-se somente a um desdobramento, chegando a uma versão própria e personalizada da Casa da Qualidade (CHAN; WU, 2002b) ou utilizar o método em duas etapas: o desdobramento das necessidades dos clientes em requisitos de produto; e o desdobramento dos requisitos do produto em requisitos de projeto (FERNANDES; REBELATO, 2006).

Outras formas comuns de abordagens do método que são encontradas na bibliografia são o QFD das quatro-fases, também conhecido como QFD-Estendido, modelo da ASI (*American Supplier Institute*) ou modelo de Clausing, e o QFD das quatro-ênfases, também conhecido por modelo matriz de matrizes, modelo JUSE (*Union of Japanese Scientists and Engineers*) ou modelo de Akao (HAUSER;

CLAUSING, 1988; PEIXOTO; CARPINETTI, 1998; BENNER et al., 2003; FERNANDES; REBELATO, 2006; CHAN; WU, 1998, 2002b).

Para Chan e Wu (2002b) estes dois modelos diferem mais em estilo do que em conteúdo, e o modelo das quatro-fases parece estar mais difundido, especialmente no ocidente. Para Benner et al. (2003), a escassez de publicações que abordam o método das quatro-ênfases, principalmente relatos de casos e exemplos práticos, e o esforço dispendido pelas empresas para elaborar este método, aparentemente maior, pode evitar que esta abordagem seja utilizada, favorecendo o método das quatro-fases. Na visão de Peixoto e Carpinetti (1998) as duas versões se diferenciam, basicamente, pela condução da execução dos desdobramentos. A versão das quatro-fases enfatiza a extração e definição das especificações, devido ao sequenciamento das matrizes. Já a versão das quatro-ênfases privilegia a identificação das relações e a conversão, buscando evidenciar como cada variável afeta as demais.

Para a definição do tipo de abordagem, Cheng e Melo Filho (2007) explicam que a abrangência do método dependerá dos objetivos de cada projeto de desenvolvimento, do tipo de empresa, da natureza do produto, da proximidade aos clientes e da definição do grau de detalhamento que será utilizado. Chan e Wu (2002b) observam que o uso adaptado não é prejudicial ao método, porém limita os benefícios por ele providos. Para Govers (2001), os níveis de ganho obtidos pela utilização do método são proporcionais aos desdobramentos sucessivos. Sendo assim, a utilização de apenas o primeiro desdobramento pode prover ganhos substanciais, mas o método não estará sendo explorado em todo seu potencial.

2.3.2 Benefícios obtidos pelo uso do QFD

É comum encontrar relatos sobre os benefícios obtidos pelo uso do método QFD. Entre os benefícios relatados, alguns são mais relacionados à melhorias obtidas no produto em si, outros mais relacionados às melhorias obtidas nas organizações. A Tabela 2 sintetiza estes benefícios, considerando a bibliografia abordada neste estudo.

Tabela 2 – Benefícios obtidos pelo uso do QFD, relatados pela bibliografia considerada neste estudo

Benefício	Autor (es)
Melhoria na qualidade do produto	F; G; J; L
Melhoria na confiabilidade do produto	J; K
Melhoria na aceitação do produto	G; L
Aumento da satisfação dos clientes	F; H; I; J; K; L
Redução no número de reclamações e garantia	F; K; L
Melhoria na inovação dos produtos	G; L
Melhoria da relação entre a empresa e os clientes	F; I; M
Redução do tempo de desenvolvimento e lançamento de produtos	D; E; F; G; I; J; K; L
Redução no número de alterações do projeto antes e após o lançamento	F; I; J; K; L
Aumento da participação no mercado (<i>market-share</i>)	L
Criação de equipes multifuncionais	E; I; K
Construção de uma equipe sólida, organizada, envolvida e motivada	B; H
Valorização, capacitação e aumento na satisfação dos funcionários	D; E; H; J; L
Melhoria na comunicação interna (inter-funcional e dentro do grupo de trabalho)	B; F; I; J; K; L
Melhoria do trabalho em grupo e integração da equipe	A; B; E; G; J
Superação de barreiras inter-departamentais e inter-funcionais	E; H; I
Reconhecimento e direcionamento do foco nas reais necessidades dos clientes	A; F; H; I
Melhoria no processo de tomada de decisão	B; F; G; K
Melhor utilização de recursos internos e informação competitiva	H; I
Definição de prioridades e parâmetros de desempenho	A; K; M
Melhorias na documentação e procedimentação da empresa	F; I
Fortalecimento de práticas simultâneas e ferramentas de engenharia	F; J
Aprimoramento do aprendizado organizacional	A; C
Melhoria da capacidade de retenção de conhecimento tecnológico da empresa	G; K; L
Desenvolvimento de pensamento sistêmico	A; B; C; H; I; K
Melhoria na gestão e cultura organizacional	G; H; I
Identificação de oportunidades estratégicas	A; I
Redução de custos e perdas	D; F; I; J; K; L
Aumento da receita, faturamento e lucratividade	K; L
Melhor visão dos concorrentes	J

A Hauser e Clausing (1988); **B** Griffin (1992); **C** Govers (1996); **D** Chan e Wu (1998); **E** Peixoto e Carpinetti (1998); **F** Lowe e Ridgway (2000); **G** Cristiano, Liker e White (2001); **H** Govers (2001); **I** Chan e Wu (2002b); **J** Miguel (2003); **K** Carnevalli e Miguel (2007); **L** Cheng e Melo Filho (2007); **M** Utne (2009)

Na Tabela 2 entre os benefícios que estão associados ao uso da informação ou indicadores de desempenho tem-se a melhor utilização de recursos internos e informação competitiva (GOVERS, 2001; CHAN; WU, 2002b), a definição de prioridades e parâmetros de desempenho (HAUSER; CLAUSING, 1988; CARNEVALLI; MIGUEL, 2007; UTNE, 2009) e consequentemente a melhoria no processo de tomada de decisão (GRIFFIN, 1992; LOWE; RIDGWAY, 2000; CRISTIANO; LIKER; WHITE, 2001; CARNEVALLI; MIGUEL, 2007).

Hauser e Clausing (1988) destacam que a matriz QFD serve como mapa conceitual em que um time interfuncional pode exhibir, evidenciar, organizar as suas necessidades e definir metas para um projeto e seu principal benefício é fazer as pessoas pensarem juntas e na mesma direção.

Griffin (1992) explica que o QFD define as informações necessárias para boas decisões em relação ao desenvolvimento dos produtos, identifica as fontes de informação e transmite as informações diretamente aos usuários, utilizando as reuniões de equipe para difundir a grande quantidade de informação usada para tomar as decisões. Assim, o QFD expõe os passos da tomada de decisão a todas as funções simultaneamente por meio das relações das matrizes.

De acordo com Govers (1996) o QFD é um método estruturado que substitui a decisão intuitiva e errática ao estabelecer a relação entre os processos e toda a informação disponível para a organização, consolidando-se como base para o aprendizado organizacional.

Peixoto e Carpinetti (1998) destacam que não se pode pensar que a pura implantação ou utilização do método irá automaticamente trazer benefícios para a empresa. Os benefícios obtidos dependerão sempre da empresa em si, do tipo de produto, do comprometimento da equipe e da direção e de vários outros fatores.

2.3.3 Aplicações do método

O QFD foi originalmente proposto para a concepção e desenvolvimento de produtos de forma a atender todos os requisitos dos clientes. Ao passar dos anos, as funções do método foram expandidas a um campo mais vasto, além da pura concepção do produto. O método começou a ser utilizado como uma ferramenta para gerenciar um projeto, realizar o planejamento estratégico, buscar a melhoria contínua, orientar a tomada de decisão, organizar os recursos de engenharia e o

trabalho em equipe e reduzir custos (CHAN; WU, 2002a). Cheng e Melo Filho (2007) afirmam que o método QFD tem sido muito utilizado na estruturação de processos de desenvolvimento de produtos, em diferentes etapas do desenvolvimento, como planejamento de produto, projeto do produto, planejamento do processo e preparação para produção.

Para identificar a influência da matéria-prima e do processo de produção na qualidade do contrafilé bovino, Felício (1998) utilizou dois desdobramentos da qualidade. O primeiro relacionou a qualidade exigida pelo consumidor com as características técnicas da qualidade. Estas foram então relacionadas, em uma segunda matriz, com características técnicas da produção inerentes a matéria-prima e a processos, como características dos animais pré-abate, tratamento das carcaças pré-abate e pós-abate. Com a utilização do QFD, o autor conseguiu estabelecer quais são as características da matéria prima e o tipo de processo que devem ser o foco da atenção durante a produção na busca de um produto com maior aceitação no mercado.

Marcos e Jorge (2002) utilizaram o QFD para projetar a qualidade pós-colheita de um tomate de mesa comercializado em uma rede de supermercados, visando reduzir os níveis de perda deste produto. Basearam-se na qualidade declarada pelos clientes em entrevistas, e estabeleceram assim o conceito do produto para a produção de um lote piloto. Os autores também testaram a aplicabilidade do método para planejar a qualidade de um produto agrícola *in natura* pois, segundo os autores, o método nunca tinha sido testado para este fim. Os autores concluíram que o método atingiu o benefício esperado no trabalho, e comprovaram a aplicabilidade do QFD para esse tipo de produto.

Masui et al. (2003) desenvolveram uma adaptação do método incorporando aspectos ambientais nas qualidades exigidas, chamada QFDE (QFD *for environment*). Para os autores, os aspectos ambientais nem sempre são identificados nos requisitos dos clientes, mas devido a sua importância estes aspectos devem ser incorporados no projeto do produto. Assim sugerem a adaptação do método, em que os requisitos da qualidade clássicos, atribuídos pelo cliente, e ambientais, juntos, são considerados desde as primeiras fases de desenvolvimento do produto.

Milan, Barros e Gava (2003) utilizaram o QFD para identificar as prioridades técnicas da operação de subsolagem para preparo reduzido do solo, atendendo as

exigências da muda de *Eucalyptus spp.*. Para traduzir a exigência da muda em qualidades exigidas, os autores realizaram reuniões com um grupo de especialistas no assunto, que também definiram os graus de importância e as intensidades de relação. Ao fim, os autores identificaram quais eram os parâmetros técnicos mais importantes para a muda, e recomendaram o QFD como uma potencial ferramenta para ser aplicada em sistemas agrícolas e florestais para traduzir as demandas das plantas em requisitos técnicos.

No mesmo sentido, Nagumo (2005) utilizou o método QFD para planejar a qualidade de mudas de café do viveiro de uma cooperativa. Para isso, identificou as características da qualidade exigida pelos clientes das mudas de café e empregou a casa da qualidade para transformar esta demanda em características técnicas da qualidade, definindo assim como produzir uma muda de alta qualidade. Após esta etapa, o autor realizou uma análise da produção utilizando ferramentas da qualidade (cartas de controle e diagramas de causa-e-efeito), identificando para quais características do viveiro deveriam focar atenção.

Para realizar planejamento da qualidade de mudas clonais de eucalipto, Matos (2009) aplicou o QFD relacionando a qualidade exigida pelos compradores da muda e os requisitos técnicos da produção que poderiam afetar a qualidade da muda e dessa forma, conseguiu definir as características prioritárias do processo de produção. Estas características foram detalhadas até se chegar a indicadores operacionais, de modo a estabelecer metas para que as características técnicas sejam atingidas e assim garantir a qualidade da muda.

Alves (2009) realizou uma pesquisa para identificar o perfil do cliente e a percepção dos mesmos em relação às vitrines tecnológicas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), eventos em que a empresa expõe à sociedade os produtos desenvolvidos e os resultados de suas pesquisas. O autor percebeu que, mesmo os clientes mostrando-se muito satisfeitos com os eventos, alguns pontos de melhoria poderiam ser evidenciados e, utilizando o método do QFD, identificou e estabeleceu como melhorar as vitrines tecnológicas.

Pauli (2009) realizou o planejamento da qualidade do plantio mecanizado de cana-de-açúcar, e Coelho (2009), no mesmo sentido, realizou o planejamento da qualidade do processo de colheita mecanizada da cultura. Os dois autores utilizaram a abordagem da casa da qualidade completa, com todas as suas etapas, e conseguiram priorizar as características técnicas da qualidade que a equipe deveria

focar para atingir a qualidade esperada. Coelho (2009) verifica por meio de avaliação competitiva (*benchmarking*) que as prioridades apontadas pelo método representavam fielmente o potencial de melhoria do processo que abordava em seu método. Pauli (2009) destaca que a matriz mostrou-se como uma importante ferramenta de suporte à tomada de decisão, uma vez que nela é possível visualizar com facilidade como e com qual intensidade uma determinada característica interfere no desempenho de outra, e como ela contribui para satisfazer as exigências da qualidade.

Utne (2009) discute a viabilidade de aplicação de uma abordagem diferenciada do QFD para o desenvolvimento de embarcações de pesca em estaleiros na Noruega. Visando o desenvolvimento focado em sustentabilidade, os autores buscam ganhos não somente de ordem técnica e econômica, mas também ambiental e social. Por isso, utilizaram uma abordagem de QFD com ênfase social, econômica e ambiental, denominada Eco-QFD. Os autores concluem que o método pode ser difícil de ser utilizado para a gestão de frotas pesqueiras devido à complexidade do conceito de sustentabilidade empregado na área. No entanto, afirmam que a estruturação das necessidades das partes interessadas e requisitos podem contribuir para uma melhor compreensão da situação de decisão no planejamento do produto.

Para projetar um tipo de petisco (*snack*) feito a base de kiwi, Vatthanakul et al. (2010) utilizaram dois desdobramentos da qualidade sucessivos aliados à pesquisa de mercado. Primeiramente os autores identificaram por meio de pesquisa o porquê que as pessoas consumiam este tipo de produto feito de outras frutas. O primeiro desdobramento relacionou os motivos do consumo identificados com características que poderiam levar a estes motivos. O segundo desdobramento identificou a relação destes quesitos com características técnicas do produto. Ao confeccionar a casa da qualidade, os autores descobriram como deveria ser o produto de acordo com os consumidores e quais os parâmetros de desempenho que o processo deveria ter, determinando assim a receita para confecção do petisco.

Ferreira (2012) utilizou o QFD para obter planejamento da qualidade do processo de produção de cana-de-açúcar de uma destilaria, identificando os indicadores críticos do processo. A princípio autor obtém os indicadores por meio de pesquisa bibliográfica, que depois são discutidos e relacionados junto à equipe responsável pelo projeto. Ao final, o autor avalia a relação dos indicadores por meio

de um diagrama de Pareto, definindo os prioritários. Porém, explica que a priorização é fundamentada no conhecimento da equipe técnica que realizou o trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo de identificar, sistematizar e priorizar as características técnicas para atender as exigências do processo de produção de laranjas destinadas à indústria processadora de suco utilizou-se o método do desdobramento da função qualidade (QFD), com base nos modelos de Govers (1996) e Cheng e Melo Filho (2007).

O desdobramento da função qualidade foi escolhido pois, conforme Cheng e Melo Filho (2007), é um método que permite a sistematização das qualidades exigidas dos clientes junto às características técnicas da qualidade, estabelecendo e exibindo a relação entre estes itens. Com base nesta relação, aliada às importâncias atribuídas às qualidades exigidas, o método projeta valores às características técnicas da qualidade, permitindo assim a priorização destas. A aplicação do método foi dividida em etapas, apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do método QFD utilizada, adaptada de Govers (1996) e Cheng e Melo Filho (2007)

O objeto de estudo foi processo de produção de laranjas destinadas à indústria processadora de suco. Assim, na etapa (1)¹ definiu-se o citricultor como cliente do processo, que necessita compreender a interação das variáveis de sua produção,

¹ Os números entre parênteses referem-se aos números correspondentes às etapas do método apresentado na Figura 1

representadas por características técnicas, para atingir uma qualidade por ele exigida. A segunda etapa (2) refere-se à identificação e definição da qualidade exigida do processo de produção, ou seja, o que o citricultor deseja do processo. A atribuição dos graus de importância, etapa (3), identifica entre as qualidades exigidas quais têm maior importância em ter seu desempenho medido sob a ótica do citricultor. A etapa (4) corresponde à identificação das características técnicas da produção, que são itens que representam as qualidades exigidas como características mensuráveis. A relação entre um item da qualidade exigida e uma característica técnica da produção é estabelecida, caso exista, e quantificada na matriz de relacionamento, etapa (5). Na etapa (6) ocorre o processo de conversão, em que as importâncias atribuídas aos itens da qualidade exigida são transmitidas aos elementos da tabela das características técnicas da qualidade, considerando a intensidade de relação entre os itens. Por meio dos valores obtidos no processo de conversão é possível estabelecer a priorização das características da qualidade, etapa (7). Para verificar a existência de relações de interdependência entre as características técnicas é realizada a etapa (8), denominada matriz de correlação ou proporcionalidade.

3.1 Definição da qualidade exigida (O QUE's)

A definição da qualidade exigida do processo foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica. De acordo com Gil (2007), a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador uma cobertura ampla do tema pesquisado, com base no que já foi investigado e concluído. Justifica-se sua utilização, pois um dos objetivos deste estudo é identificar, de uma forma geral, as qualidades exigidas de um processo de produção e as características técnicas que as influenciam. A estrutura adotada na condução da pesquisa bibliográfica é apresentada na Figura 2.

Na Figura 2, a seleção inicial das fontes considerou apenas os livros pois, de acordo com Gil (2007), estes são fontes bibliográficas por excelência por apresentarem o conhecimento consolidado de algum determinado assunto. Na base de dados bibliográficos da USP, pesquisou-se as palavras-chave citricultura e produção de laranjas, dentro da área de conhecimento de Ciências Agrárias. Durante a revisão bibliográfica, ao serem identificados assuntos relevantes tratados superficialmente pelos livros, selecionou-se novas fontes bibliográficas incluindo

nesta seleção artigos de periódicos e dissertações do tema citricultura. Um assunto foi considerado esgotado quando as qualidades exigidas e as características técnicas obtidas durante a revisão bibliográfica eram recorrentes.

Figura 2 – A estrutura adotada para pesquisa bibliográfica. Adaptada de Villas, Macedo-Soares e Russo (2008). * *Dedalus*: Banco de dados bibliográficos da USP

A utilização de revisão bibliográfica para obter a qualidade exigida do processo, recomendada por Carnevalli e Miguel (2007) e Cheng e Melo Filho (2007), serviu para estabelecer um conceito global sobre a qualidade exigida pelo citricultor em relação ao processo de produção, considerando que as pesquisas já possuem esta informação. Pauli (2009) sugeriu a obtenção das qualidades exigidas a partir dos processos e atividades da produção (macroprocesso). Assim, as qualidades exigidas ficam expostas de forma lógica e encadeada, sugerindo uma sequência no macroprocesso de produção.

Depois de selecionado o material, para definição da qualidade exigida, buscou-se identificar na bibliografia “o que” o citricultor (cliente) caracteriza como um bom processo de produção de laranjas para indústria processadora de suco. Para isso, foi utilizada uma estrutura conforme o apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Estrutura utilizada para identificação das qualidades exigidas e composição da tabela das qualidades exigidas

Um processo de produção (macroprocesso) é composto por uma série de processos encadeados que levam a um objetivo comum. Por sua vez, cada um destes processos é constituído por atividades, que seguem uma sequência cronológica. A fim de definir a qualidade exigida do macroprocesso produção de laranjas, os principais processos que ocorrem no macroprocesso foram identificados na bibliografia, assim como as atividades que constituem estes processos. Os requisitos necessários ao sucesso dessas atividades foram identificados e definidos como itens da qualidade exigida. Estes itens buscam traduzir o que o produtor deseja do processo de produção, expressos por características intangíveis. Os processos, as atividades e os itens da qualidade exigida foram organizados em forma de diagrama de afinidades, a fim de constituir a tabela das qualidades exigidas (Figura 3), inserida no lado esquerdo da matriz QFD (Figura 1), em que cada item da qualidade exigida identificado constitui uma linha da tabela.

3.2 Atribuição dos graus de importância das qualidades exigidas

De acordo com o método QFD, a atribuição de graus de importância aos itens da qualidade exigida enfatiza quais são os itens mais valorizados ou percebidos pelo cliente. Neste trabalho, a atribuição de graus de importância aos itens da qualidade exigida objetivou mensurar quais os itens tem maior importância em ter seu desempenho medido para garantir o sucesso do processo de produção, sob a ótica do citricultor.

Para a definição dos graus de importância, buscou-se responder a questão: “qual a importância em se medir o desempenho da qualidade exigida em questão?”. Atribuiu-se uma nota para cada item da qualidade exigida, de acordo com a escala apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Escala do grau de importância das qualidades exigidas

Valor	Grau de importância
1	Muito pouca importância
2	Pouca importância
3	Alguma importância
4	Importante
5	Muito importante

Para eliminar a tendência natural de atribuir valor 5 (muito importante) à maioria das qualidades exigidas optou-se por distribuir os valores de forma homogênea entre os itens, sendo cada valor atribuído a aproximadamente 20% dos itens conforme o sugerido por Pauli (2009).

3.3 Definição das características técnicas da produção (COMO's)

As variáveis que influenciam a qualidade exigida do processo são representadas pelas características técnicas da produção (CT's). Assim, essas objetivam transformar as qualidades exigidas, qualitativas e intangíveis, em características quantificáveis e tangíveis. A definição das características técnicas da produção ocorreu de acordo com a Figura 4.

Figura 4 – Passos para confecção da tabela das características técnicas da produção, adaptada de Cheng e Melo Filho (2007)

A obtenção das características técnicas da produção (Figura 4) foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica, utilizando o mesmo material selecionado anteriormente, conforme já ilustrado na Figura 2. Durante a pesquisa, objetivou-se identificar os itens que atendiam à questão: “*Como, por meio de características mensuráveis, os itens da qualidade exigida podem ser avaliados?*”. As características técnicas identificadas, sem ordem lógica aparente, foram organizadas em células únicas contendo o título da característica e a referência bibliográfica de onde foi extraída (Passo 01)². Posteriormente, foram organizadas e classificadas em grupos de afinidades (Passo 02), sendo eliminadas àquelas de igual título ou significado. Os grupos de afinidade foram então estruturados em um diagrama de afinidades (Passo 03). O diagrama de afinidades disposto em formato de tabela constituiu a tabela das características técnicas da produção (Passo 04), alocada na parte superior da matriz QFD (Figura 1), na qual cada característica técnica constitui

² Os passos entre parênteses referem-se aos passos ilustrados na Figura 4

uma coluna. Para referência, as características técnicas receberam um número de identificação, constituído por três números separados por ponto. O primeiro número identifica o grupo, o segundo, de forma análoga, identifica o sub-grupo e o terceiro identifica o posicionamento da característica no sub-grupo.

3.4 Matriz de relacionamento

A matriz de relacionamento visa identificar as relações de causa-e-efeito entre os elementos das duas tabelas que compõe a matriz (CHENG; MELO FILHO, 2007), permitindo assim a sistematização da produção. A intensidade da relação recebe valores numéricos, que são representados por símbolos equivalentes, a fim de dar uma melhor visualização da distribuição das relações na matriz.

O critério para o estabelecimento das relações baseou-se em identificar como os itens da qualidade exigida afetam ou são afetados pelas características técnicas da produção. Os valores de intensidade das relações, os símbolos equivalentes e a especificação dos critérios para preenchimento são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Especificação dos valores da intensidade, símbolos e critério das relações

Valor da intensidade da relação	Símbolo equivalente	Especificação do critério
9		“É fortemente afetado” ou “afeta fortemente”
3		“É medianamente afetado” ou “afeta medianamente”
1		“É pouco afetado” ou “afeta pouco”
0	Ausência de símbolo	Ausência de correlação

3.5 Conversão e priorização

O processo de conversão é um método quantitativo cujo objetivo é transmitir a importância dos elementos de uma tabela para os elementos de outra, considerando a intensidade de relação entre os elementos (CHENG; MELHO FILHO, 2007). A conversão permite a priorização das características técnicas ao identificar quais as que possuem maior relação com as qualidades exigidas. Para efetuar a conversão deve-se multiplicar o valor correspondente à intensidade das relações (Tabela 4)

pelo valor do grau de importância das qualidades exigidas (Tabela 3) por linha da matriz, e somar este produto por coluna. Este somatório representa o peso absoluto da característica técnica em questão. A Figura 5 ilustra uma matriz teórica para auxiliar a compreensão desta etapa do método.

		ct_1	ct_2	ct_3	ct_j	ct_m	
qe_1	g_1	x_{11} v_{11}	x_{12} v_{12}	x_{13} v_{13}	x_{1j} v_{1j}	x_{1m} v_{1m}	
qe_2	g_2	x_{21} v_{21}	x_{22} v_{22}	x_{23} v_{23}	x_{2j} v_{2j}	x_{2m} v_{2m}	
qe_3	g_3	x_{31} v_{31}	x_{32} v_{32}	x_{33} v_{33}	x_{3j} v_{3j}	x_{3m} v_{3m}	
qe_i	g_i	x_{i1} v_{i1}	x_{i2} v_{i2}	x_{i3} v_{i3}	x_{ij} v_{ij}	x_{im} v_{im}	
qe_n	g_n	x_{n1} v_{n1}	x_{n2} v_{n2}	x_{n3} v_{n3}	x_{nj} v_{nj}	x_{nm} v_{nm}	
		pa_1	pa_2	pa_3	pa_j	pa_m	$\sum_{j=1}^m pa_j$
		pr_1	pr_2	pr_3	pr_j	pr_m	

Figura 5 – Matriz teórica com índices

Na Figura 5, uma linha qualquer é representada pelo índice i subscrito e uma coluna qualquer é representada pelo índice j subscrito. Para cada qualidade exigida qe_i foi atribuído um valor de grau de importância g_i , correspondente a um número absoluto entre 1 e 5 (Tabela 3). Para cada interação entre uma qualidade exigida qe_i e uma característica técnica ct_j foi atribuído um valor de relacionamento x_{ij} , que corresponde à intensidade de relação entre os itens (Tabela 4). Este valor x_{ij} , multiplicado pelo grau de importância g_i resultará em um valor v_{ij} , que representa o peso da interação entre uma qualidade exigida qe_i e uma característica técnica ct_j . Este cálculo é representado pela equação (1).

$$v_{ij} = g_i \times x_{ij} \quad (1)$$

Em que,

v_{ij} é o valor absoluto da relação da qualidade exigida i (qe_i) com a característica técnica j (ct_j);

g_i é o valor de grau de importância atribuído à qualidade exigida i (qe_i);

x_{ij} é o valor correspondente a intensidade de relação atribuída à qualidade exigida i (qe_i) com a característica técnica j (ct_j).

O peso absoluto pa_j de cada característica técnica ct_j foi calculado pelo somatório dos valores calculados em v para cada coluna. A equação (2) apresenta este cálculo.

$$pa_j = \sum_{i=1}^n v_{ij} \quad (2)$$

Em que,

pa_j é o peso absoluto calculado para a característica técnica j (ct_j);

j é a coluna de interesse;

i representa a i -ésima linha, com $[i = 1, 2, 3, \dots, n]$.

O peso relativo da cada característica técnica ct_j foi calculado pela razão entre o peso absoluto calculado para cada ct_j e o somatório dos pesos absolutos de todas as características técnicas, por meio da equação (3).

$$pr_j = \frac{pa_j}{\sum_{j=1}^m pa_j} \times 100 \quad (3)$$

Em que,

pr_j é o peso relativo calculado para a característica técnica j (ct_j);

j representa a j -ésima coluna, com $[j = 1, 2, 3, \dots, m]$.

Dessa forma, por meio do método comparativo, foram identificadas as características técnicas da produção prioritárias para o macroprocesso estudado, representadas por aquelas que apresentaram um maior valor de peso relativo.

3.6 Matriz de correlação

A matriz de correlação (também denominada matriz de proporcionalidade) visa identificar a correlação ou interdependência entre os elementos de uma mesma tabela. Cheng e Melo Filho (2007) explicam que esta é uma matriz auxiliar, pois fornece informações importantes para o trabalho mas não pertence a relação de efeito-causa do modelo conceitual principal, composto pela relação das duas tabelas principais.

O sentido da interdependência entre características técnicas foi estabelecido com base em pesquisa bibliográfica, considerando os trabalhos selecionados pelo método previamente apresentado na Figura 2, e os símbolos estabelecidos para as correlações existentes são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Especificação dos sentidos da interdependência e símbolos correspondentes

Símbolo	Sentido da interdependência
+	Diretamente proporcional
-	Inversamente proporcional

A questão que se deseja analisar na matriz de correlação é de que quando um valor de uma determinada característica é alterado, como as outras se comportam. O resultado deve indicar os sentidos da interdependência, ou seja, como uma característica influencia em outra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de identificar, sistematizar e priorizar as características técnicas para atender as exigências do processo de produção de laranjas (macroprocesso) destinadas à indústria processadora de suco utilizou-se o método QFD, dividido em etapas. As etapas realizadas foram: identificar as exigências do citricultor em relação ao macroprocesso de produção de laranjas e diferenciá-las em relação a sua importância; identificar as principais características técnicas do processo de produção citrícola; relacionar as exigências com as características técnicas, permitindo a sistematização; priorizar as características técnicas em função da intensidade de relação e importância atribuída aos itens da qualidade exigida; verificar a existência de interdependência entre as características técnicas da produção. Os resultados obtidos são apresentados parcialmente na Figura 6. A matriz completa é apresentada no Anexo A.

A qualidade exigida pelo citricultor em relação a sua produção, identificada na bibliografia, foi organizada em uma tabela denominada de tabela das qualidades exigidas. Esta tabela foi apresentada e discutida com especialistas na área, com objetivo de verificar se os itens da qualidade exigida obtidos por meio de pesquisa bibliográfica condiziam com a realidade do citricultor. Algumas alterações foram realizadas considerando a sugestão dos especialistas, incluindo, agrupando ou excluindo itens à tabela. A versão definitiva desta tabela constituiu a tabela das qualidades exigidas, inserida no lado esquerdo da matriz QFD (A)³, em que cada item da qualidade exigida identificado constitui uma linha da tabela. Um total de 38 itens da qualidade exigida foi encontrado, e esses itens estão distribuídos em 6 processos e 17 atividades. A tabela representa, em termos intangíveis, o que o citricultor deseja de sua produção. A atribuição de graus de importância (B) buscou representar quais as qualidades exigidas tem maior importância em ter seu desempenho medido.

As características técnicas, que buscam transformar as qualidades exigidas em itens mensuráveis e tangíveis, foram obtidas por meio de pesquisa bibliográfica. Identificou-se 114 características que foram organizadas em 7 grupos de afinidades, obtendo-se assim a tabela das características técnicas (C), disposta na parte

³ As letras entre parênteses referem-se às letras correspondentes identificadas na Figura 6

características técnicas e as qualidades exigidas da produção. De um total de 4.332 interações possíveis, identificou-se 1.186.

Na conversão, a multiplicação dos valores dos graus de importância pelo valor da intensidade de relação permitiu a quantificação da influência de uma característica técnica da produção sobre a qualidade exigida. A soma dos valores obtidos na conversão, para cada coluna, permitiu a priorização das características técnicas (E) na parte inferior da matriz. A matriz de correlação foi adicionada à parte superior da matriz (F), representando a interdependência das características técnicas da produção.

4.1 Qualidade exigida

Durante a pesquisa bibliográfica selecionou-se 41 trabalhos e com base neles seis processos, relacionados à produção de laranjas, foram identificados: Planejamento; Implantação; Tratos culturais que visam a formação do pomar (Tratos culturais I); Tratos culturais que visam a produção de frutos (Tratos culturais II); Colheita; processo Gerencial. Identificou-se também as atividades realizadas em cada processo e os requisitos necessários ao sucesso dessas atividades, considerados como itens da qualidade exigida. O conjunto desses requisitos representou a qualidade exigida do macroprocesso de produção de laranjas. A quantidade de atividades e itens da qualidade exigida identificados por processo é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 – Quantidade de atividades e itens da qualidade exigida por processo

Processo	Atividade(s)	Itens da qualidade exigida
	Quantidade	Quantidade
Planejamento	4	7
Implantação	2	7
Tratos Culturais I. Formação do pomar	3	6
Tratos Culturais II. Condução do pomar e produção	3	8
Colheita	1	4
Gerencial	4	6
Total	17	38

Ao todo 17 atividades e 38 itens da qualidade exigida foram identificados. O processo que obteve o maior número de qualidades exigidas foi tratamentos culturais II com 8 itens, e o que obteve o menor número foi a colheita com 4.

4.1.1 Planejamento

As 4 atividades e os 7 itens da qualidade exigida identificados no processo de planejamento são apresentadas na Tabela 7. O processo de planejamento envolve as atividades de seleção de áreas aptas à implantação da cultura, definição do cronograma de operações, seleção de combinação de variedade de copa e porta-enxerto adequada e adotar estratégias para prevenir a entrada de patógenos na propriedade.

Tabela 7 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Planejamento

Atividade	Qualidade exigida	Autor(es)
Selecionar área	1.1 Boas características climáticas locais	A, C, I
	1.2 Boas características de solo local	A, B, C
	1.3 Boas características dimensionais e topográficas da área	A, C, I
	1.4 Bom histórico da área	A, C, I
Definir cronograma	1.5 Bom cronograma de operações	F
Selecionar a combinação enxerto-copa	1.6 Combinação enxerto-copa com variedades adequadas	D, E
Prevenir entrada de patógenos na propriedade	1.7 Prevenção de entrada de patógenos exógenos	G, H

A Andrade (2005); **B** Corá, Silva e Martins Filho (2005); **C** De Negri, Stuchi e Blasco (2005); **D** Müller et al. (2005); **E** Pompeu Junior (2005); **F** Rigolin e Tersi (2005); **G** Salva e Zaccaro (2008); **H** Santos, Campos e Aguilar-Vildoso (2005); **I** Sentelhas (2005)

A seleção da área deve levar em consideração as exigências climáticas da cultura, o tipo de solo, o histórico da área e características dimensionais e topográficas da área.

Em relação às características climáticas locais, o regime térmico e pluviométrico são importantes para os citros pois determinam a fase de indução floral e repouso vegetativo, essenciais à produção. Quanto ao solo, é importante considerar os aspectos químicos, físicos e biológicos, evitando solos com limitantes à cultura. Também deve-se evitar a escolha de áreas onde ocorreram epidemias

severas de doenças ou pragas em citros, constituindo um histórico ruim. As características dimensionais da área relacionam-se a formato e tamanho de talhão.

A escolha da combinação da variedade de copa e porta-enxerto deve respeitar a compatibilidade entre ambos e levar em consideração a área onde a cultura será implantada. Estes fatores são decisórios à seleção da variedade, devido a características inerentes a variedade do porta-enxerto, como resistência a nematoides, tolerância a seca, acidez do solo e ao frio excessivo, e a característica inerentes a variedade de copa, como resistência e tolerância a doenças.

A definição do cronograma de operações é fundamental para estabelecer o manejo de pragas e doenças, dimensionar o sistema mecanizado e estimar a quantidade de mão-de-obra necessária para todo o processo produtivo.

A prevenção de entrada de patógenos exógenos foi considerada uma qualidade exigida do processo de planejamento pois esta relacionada à estratégias que devem ser adotadas antes da implantação da cultura, tais como a instalação de equipamentos para desinfecção de veículos e aquisição de mudas certificadas.

4.1.2 Implantação

A Tabela 8 apresenta as 2 atividades e as 7 qualidades exigidas obtidas para o processo de implantação. Este processo tem o objetivo de garantir que as mudas cheguem à fase de formação do pomar saudáveis e aptas ao desenvolvimento.

Tabela 8 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Implantação

Atividade	Qualidade exigida	Autor(es)
Preparar o solo	2.1 Boa aplicação de insumos para correção de solo	G, H
	2.2 Boa mobilização vertical e horizontal do solo	C, H
	2.3 Bom preparo dos sulcos	E, H
Plantar as mudas	2.4 Boa qualidade das mudas	A, F, I
	2.5 Bom plantio das mudas	B, D
	2.6 Ter água disponível pós-plantio	D
	2.7 Bom pegamento das mudas	D, E

A Andrade (2005); **B** Carvalho, Graf e Violante (2005); **C** Corá, Silva e Martins Filho (2005); **D** De Negri, Stuchi e Blasco (2005); **E** Fachinello, Nachtigal e Kersten (2009); **F** Laranjeira et al. (2005a); **G** Mattos Junior, Bataglia e Quaggio (2005); **H** Rigolin e Tersi (2005); **I** Salva e Zaccaro (2008)

Durante a atividade de preparo de solo, deve-se realizar a correção do solo, a mobilização vertical e horizontal e o preparo dos sulcos. A aplicação de insumos deve evitar a desuniformidade de aplicação. A mobilização do solo permite a incorporação dos insumos em profundidade e a quebra de impedimentos físicos que, junto ao preparo de sulcos, devem garantir o bom desenvolvimento radicular das mudas.

Ao plantar as mudas, deve-se ter atenção à qualidade das mesmas, à ação de plantá-las, à água disponível para mantê-las vivas e ao pegamento das mesmas. A qualidade da muda é relacionada à sua arquitetura e à fitossanidade. O plantio das mudas deve seguir um método adequado à área e ao tipo de recipiente onde as mudas se encontram. A água disponível pós-plantio garante a sobrevivência das mudas. Já o pegamento das mudas é uma qualidade exigida que resulta do sucesso do processo de implantação.

De Negri, Stuchi e Blasco (2005) afirmam que tanto o processo de planejamento quanto o de implantação merecem atenção especial, pois erros cometidos nesta fase irão refletir, inevitavelmente, por toda a vida útil do pomar. Para Rigolin e Tersi (2005) os problemas decorrentes por falhas nestas etapas são, na maioria das vezes, de difícil solução e a minimização dos seus efeitos, quando possível, geralmente envolvem altos custos. Além disto, Andrade (2005) destaca que, por ser uma cultura perene, estas fases geram um déficit no fluxo de caixa, pois as atividades de preparo de solo e plantio são normalmente onerosas, e o retorno da produção começa somente depois de três a cinco anos do plantio.

4.1.3 Tratos culturais I

O processo de tratos culturais I engloba as atividades relacionadas à formação e estabelecimento do pomar. O objetivo deste processo é garantir que as plantas cheguem à fase de produção comercial saudáveis e bem formadas. Neste processo, 3 atividades e 6 qualidades exigidas foram identificadas (Tabela 9).

Tabela 9 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Tratos culturais I

Atividade	Qualidade exigida	Autor(es)
Manter a fertilidade do solo	3.1 Boa aplicação de corretivos e fertilizantes para formação	F, H
Controlar pragas e doenças	3.2 Boa inspeção de pragas e doenças durante a formação	D, E, I, K
	3.3 Bom controle de pragas e doenças durante a formação	G, I, J, K
Manejar o pomar para formação	3.4 Bom manejo da cobertura vegetal e controle de plantas invasoras durante a formação	B
	3.5 Bom manejo da poda durante a formação	A
	3.6 Ter água disponível durante a formação	C

A Carvalho et al. (2005); **B** Correia e Franco (2008); **C** Fachinello, Nachtigal e Kersten (2009); **D** Laranjeira et al. (2005a); **E** Laranjeira et al. (2005b); **F** Mattos Junior, Bataglia e Quaggio (2005); **G** Parra et al. (2005); **H** Quaggio, Mattos Junior e Cantarella (2005); **I** Spósito e Bassanezi (2008); **J** Yamamoto e Parra (2005); **K** Yamamoto e Pinto (2008)

As atividades identificadas neste processo foram manter a fertilidade do solo, controlar pragas e doenças e manejar o pomar de forma adequada para sua formação.

As doenças de maior importância nesta fase do processo de produção são aquelas relacionadas à erradicação das plantas, como o HLB (*Huanglongbing*) e o cancro-cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Citri* Vauterin et al.). Nestes casos os prejuízos serão maiores quanto mais cedo ocorrer a infecção, pois a erradicação de plantas invariavelmente refletirá na redução da produção total da área (SPÓSITO; BASSANEZI, 2008). Igual atenção também deve ser despendida à inspeção e ao controle de pragas e vetores (YAMAMOTO; PINTO, 2008).

Carvalho et al. (2005) destacam a poda como importante atividade desta fase. A poda de formação é uma operação manual que demanda mão-de-obra qualificada. Esta operação tem o objetivo de definir a arquitetura da planta, selecionar ramos mais vigorosos, prevenir doenças e eliminar as brotações indesejáveis, principalmente do porta-enxerto.

Correia e Franco (2008) apontam que, devido ao porte das plantas durante seu período de formação, o manejo da cobertura vegetal é indispensável à conservação do solo, para não deixar o solo exposto às intempéries.

4.1.4 Tratos culturais II

O processo de tratos culturais II visa a condução do pomar e a produção de frutos. O objetivo deste processo é manter as plantas saudáveis e com boa conformidade, garantindo assim que as plantas produzam todo seu potencial e atinjam o máximo de idade possível. Nesse processo, 3 atividades e 8 qualidades exigidas foram identificadas, apresentadas na Tabela 10.

As atividades deste processo envolvem manter a fertilidade do solo, controlar as pragas e doenças e manejar o pomar para produção. As atividades executadas neste processo são similares às realizadas no processo de tratos culturais I. A diferença entre elas está no objetivo das mesmas.

Tabela 10 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Tratos culturais II

Atividade	Qualidade exigida	Autor(es)
Manter a fertilidade do solo	4.1 Boa aplicação de corretivos e fertilizantes para produção	G, J
Controlar pragas e doenças	4.2 Boa inspeção de pragas e doenças durante a condução e produção	D, E, K, M
	4.3 Bom controle de pragas e doenças durante a condução e produção	I, L, M
Manejar o pomar para produção	4.4 Bom manejo da cobertura vegetal e controle de plantas invasoras durante a condução	B
	4.5 Bom manejo da poda durante a condução e produção	A
	4.6 Ter água disponível durante a condução e produção	C
	4.7 Boa florada	F, H
	4.8 Bom pegamento dos frutos	F, H

A Carvalho et al. (2005); **B** Correia e Franco (2008); **C** Fachinello, Nachtigal e Kersten (2009); **D** Laranjeira et al. (2005a); **E** Laranjeira et al. (2005b); **F** Malerbo-Souza e Halak (2008); **G** Mattos Junior, Bataglia e Quaggio (2005); **H** Medina et al. (2005); **I** Parra et al. (2005); **J** Quaggio, Mattos Junior e Cantarella (2005); **K** Spósito e Bassanezi (2008); **L** Yamamoto e Parra (2005); **M** Yamamoto e Pinto (2008)

Quaggio, Mattos Junior e Cantarella (2005) afirmam que o manejo eficiente da fertilidade do solo garante a disponibilidade de nutrientes para planta, permitindo o bom desenvolvimento dos pomares, boa produtividade e boa qualidade dos frutos.

A inspeção e o manejo de pragas e doenças têm como o objetivo o controle das mesmas, a fim de prevenir os danos e perdas à produção (LARANJEIRA et al., 2005a). O controle de doenças nesta fase deve ser direcionado principalmente a doenças que atacam frutos e botões florais, como a mancha-preta-dos-citros (*Guignardia citricarpa* Kiely) e a podridão floral (*Colletotrichum acutatum* Simmonds),

fungo que chega a causar 95% de perda de produção em epidemias severas (LARANJEIRA et al., 2005b). Doenças que levam a erradicação de plantas continuam a ter importância, como o cancro-cítrico e o HLB, pois a reposição de plantas nesta fase mostra-se inviável quanto mais velho for o pomar.

Parra et al. (2005) destacam as pragas importantes na fase produtiva do pomar. Entre elas, estão as que causam danos diretos em frutos, como a mosca-das-frutas e o bicho-furão (*Ecdyolopha aurantiana* Lima), as pragas-vetoras, como as cigarrinhas vetoras de CVC (clorose variegada dos citros), afídeos transmissores de CTV (citrus tristeza vírus), o psíldeo (*Diaphorina citri* Kuwayama) transmissor do HLB e pragas que, apesar de não serem vetores, tem sua ocorrência associada com o aumento na incidência de doenças, como o caso da larva-minadora-dos-citrus (*Phyllocnistis citrella* Staiton) e cancro-cítrico.

A poda, apesar de não ser uma prática tão usual, é essencial à manipulação do crescimento vegetativo da planta. A poda de condução e produção tem a finalidade de controle do porte, arejamento de copa e controle de doenças (CARVALHO et al., 2005). O manejo da cobertura vegetal também merece destaque pois há espécies de plantas que podem servir de hospedeiras a pragas, doenças ou vetores (CORREIA; FRANCO, 2008).

4.1.5 Colheita

Para o processo de colheita foi identificada apenas uma atividade e 4 qualidades exigidas, apresentadas na Tabela 11. O objetivo deste processo é colher a máxima quantidade de frutos possíveis, com boa qualidade, mínima perda e sem danificar as plantas.

Tabela 11 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Colheita

Atividade	Qualidade exigida	Autor(es)
Colher os frutos	5.1 Boa quantidade de frutos colhidos	B, D
	5.2 Frutos colhidos de alta qualidade	C, D, E
	5.3 Poucos danos as plantas durante a colheita	D
	5.4 Baixa perda de frutos no campo	A, D

A Laranjeira et al. (2005a); **B** Malerbo-Souza e Halak (2008); **C** Malgarin et al. (2008); **D** Pozzan e Triboni (2005); **E** Stuchi, Donadio e Sempionato (2002)

Para Pozzan e Triboni (2005) a colheita é uma das etapas mais críticas de todo o macroprocesso de produção, pois, após um longo período de custeio para formação e condução dos pomares, é durante a colheita que o citricultor concretiza suas expectativas. Além disso, a colheita tem elevada importância econômica devido ao seu custo elevado, decorrente principalmente da mão-de-obra.

4.1.6 Processo gerencial

O processo gerencial controla e monitora o uso dos recursos e insumos buscando o sucesso organizacional. O objetivo deste processo é obter a máxima eficiência de uso dos recursos, com baixo custo de produção porém sem comprometer a qualidade da produção e a conservação do meio ambiente. Outro aspecto importante neste processo é a valorização das pessoas e reconhecimento da sociedade. As 4 atividades e 6 itens da qualidade exigida identificados para este processo são apresentados na Tabela 12.

Dois itens da qualidade exigida deste processo foram incluídos por sugestão do citricultor. O respeito e desenvolvimento dos funcionários é essencial para uma produção sustentável. Já a manutenção da qualidade do pomar foi um item proposto para equilibrar a qualidade exigida de baixo custo de produção. A justificativa para a inclusão deste item é que, para se manter um baixo custo de produção, pode-se optar por não realizar a adubação ou não controlar pragas e doenças. Porém, esta decisão fará com que o objetivo da produção – produzir frutos com qualidade – não seja alcançado.

Tabela 12 – Atividades e qualidades exigidas para o processo Gerencial

Atividade	Qualidade exigida	Autor(es)
Controlar os custos e os recursos	6.1 Baixo custo de produção	A, B
	6.2 Boa gestão e utilização adequada de recursos	C, D
	6.3 Manutenção da qualidade do pomar	G
Conservar o meio ambiente	6.4 Boa prevenção de danos ambientais	E
Valorizar os funcionários	6.5 Respeito e desenvolvimento dos funcionários	G
Respeitar os consumidores	6.6 Segurança alimentar e respeito ao consumidor	E, F

A Boteon e Neves (2005); **B** Boteon e Pagliuca (2010); **C** Fundação Nacional da Qualidade (2008); **D** Franco Junior (2012); **E** Gravena et al. (2008); **F** Pozzan e Triboni (2005); **G** Sugestão do Citricultor

4.1.7 Composição da tabela das qualidades exigidas

Os itens da qualidade exigida foram organizados em uma tabela, denominada tabela das qualidades exigidas. A fim de validar os itens, a tabela foi apresentada e discutida com dois engenheiros agrônomos do Centro de Assistência Técnica Integrada (CATI) de Limeira–SP, especialistas na cultura dos citros, e com um engenheiro agrônomo e citricultor da região de Artur Nogueira–SP. Os engenheiros da CATI sugeriram o agrupamento de alguns itens, como o controle de pragas e doenças. O citricultor sugeriu a inclusão do processo gerencial, utilizado para garantir o sucesso das atividades de todos os outros processos, a satisfação do acionista e o respeito e valorização dos clientes, sociedades e colaboradores.

4.2 Grau de importância

A atribuição dos graus de importância aos itens da qualidade exigida permitiu identificar quais os que têm maior importância em ter seu desempenho medido, sob a ótica do citricultor. Os graus de importância foram atribuídos pelo citricultor da região de Artur Nogueira–SP, que buscou responder a questão: *Qual a importância de se medir o desempenho da qualidade exigida em questão?* A distribuição dos graus de importância obtida por processo é apresentada na Tabela 13.

Tabela 13 – Distribuição dos graus de importância atribuídos às qualidades exigidas dos processos

Processo	Valor dos graus de importância									
	1		2		3		4		5	
	Quant.*	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Planejamento	3	37,5	1	12,5	1	14,3	2	25,0	0	0,0
Implantação	1	12,5	4	50,0	1	14,3	1	12,5	0	0,0
Tratos Culturais I	2	25,0	1	12,5	1	14,3	1	12,5	1	14,3
Tratos Culturais II	2	25,0	1	12,5	1	14,3	3	37,5	1	14,3
Colheita	0	0,0	0	0,0	1	14,3	1	12,5	2	28,6
Gerencial	0	0,0	1	12,5	2	28,6	0	0,0	3	42,8
TOTAL	8	100,0	8	100,0	7	100,0	8	100,0	7	100,0

* Quant. é abreviatura de quantidade

O processo de planejamento obteve 37,5% dos graus de importância de valor 1. Isto se deve à característica atemporal de três itens deste processo, como

características de solo local, características dimensionais e topográficas e bom histórico da área. A justificativa do citricultor para esta escolha é que, uma vez selecionado o local de implantação da cultura, não há necessidade de se medir o desempenho destes itens.

Cinquenta por cento dos valores 2 de grau de importância foram atribuídos às qualidades exigidas do processo de implantação. Apesar de a implantação ser de inquestionável importância ao desenvolvimento da planta, a justificativa para esta escolha foi a simplicidade das operações realizadas nesta etapa. Sob o ponto de vista do citricultor, há pouca necessidade de medir o desempenho das atividades específicas deste processo. Garantir que estas etapas sejam realizadas é suficiente para o sucesso do macroprocesso. Os valores 1 e 2 atribuídos às qualidades exigidas dos processos de Tratos culturais I e II, relacionados ao manejo da cobertura vegetal, manejo da poda e boa aplicação de corretivos e fertilizantes, justificam-se da mesma forma.

O valor 2 atribuído à qualidade exigida do processo gerencial “Boa prevenção de danos ambientais” foi definido pois, durante a maior parte do tempo, o solo não está exposto à intempéries, além do porte das plantas auxiliar no controle de deriva de insumos, reduzindo o risco de danos ambientais.

Os processos de tratos culturais II e de colheita são recorrentes após o estabelecimento do pomar. Já o processo gerencial é aquele que garante o controle dos outros processos buscando a sustentabilidade econômica da produção. Medir o desempenho das qualidades exigidas destes processos é de grande interesse para o citricultor. Isto justifica a atribuição de 50% dos valores 4 e 85,7% dos valores 5 às qualidades exigidas destes processos.

4.3 Características técnicas da produção

As características técnicas da produção representam, em itens mensuráveis e tangíveis, as qualidades exigidas do macroprocesso de produção, intangíveis. A identificação dessas características deu-se por meio de revisão bibliográfica. A base bibliográfica utilizada foi a mesma selecionada para a definição das qualidades exigidas, constituída por 41 trabalhos. As características identificadas por autor foram organizadas em uma tabela, apresentada parcialmente na Figura 7. A tabela completa é apresentada no Anexo B.

Autor(es)	Características técnicas							Total
	Mudas			Plantas				
	Pós-plantio			Pomar				
	cm	%	%	n° ha ⁻¹	m	m	n° ha ⁻¹	
	Distância entre o colo da muda e o nível do solo	Mudas descartadas	Mudas replantadas	População de plantas por hectare	Distância entre fileiras	Distância entre plantas	Plantas erradicadas	
	1.2.1	1.2.2	1.2.3	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	
De Negri, Stuchi e Blasco (2005)				X	X	X		11
Duenhas et al. (2002)								7
Fachinello, Nachtigal e Kersten (2009)	X		X	X	X	X		41
Fidalsky, Tormena e Silva (2007)								3
Franco Junior (2012)		X	X					54
Fukuda et al. (2010)				X			X	14
Gravena et al. (2008)							X	9
Karlen, Ditzler e Andrews (2003)								13
Laranjeira et al. (2005a)	X	X	X				X	25
Laranjeira et al. (2005b)								18
Malerbo-Souza e Halak (2008)								2
Total	4	4	5	10	3	3	4	566

Figura 7 – Visão parcial da matriz com as características técnicas da produção, identificadas por autor

Um total de 566 características técnicas da produção (CT's) foi identificado, inicialmente sem organização ou ordem lógica. A quantidade de características identificadas por autor é apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 – Relação da quantidade de características técnicas da produção identificadas por autor

Autor(es)	Quantidade
Andrade (2005)	26
Azevedo e Carvalho (2007)	27
Blumer, Pompeu Junior e Garcia (2003)	6
Bordin et al. (2005)	2
Boteon e Neves (2005)	7
Boteon e Pagliuca (2010)	3
Carvalho et al. (2005)	10
Carvalho, Graf e Violante (2005)	7
Corá, Silva e Martins Filho (2005)	22
Correia e Franco (2008)	22
De Negri, Stuchi e Blasco (2005)	11
Duenhas et al. (2002)	7
Fachinello, Nachtigal e Kersten (2009)	41
Fidalski, Tormena e Silva (2007)	3
Franco Junior (2012)	54
Fukuda et al. (2010)	14
Gravena et al. (2008)	9
Karlen, Ditzler e Andrews (2003)	13
Laranjeira et al. (2005a)	25
Laranjeira et al. (2005b)	18
Malerbo-Souza e Halak (2008)	2
Malgarin et al. (2008)	8
Mattos Junior, Bataglia e Quaggio (2005)	13
Medina et al. (2005)	31
Müller et al. (2005)	19
Parra et al. (2005)	7
Paulillo, Almeida e Vieira (2006)	3
Pio et al. (2005)	8
Pompeu Junior (2005)	28
Pozzan e Triboni (2005)	13
Quaggio, Mattos Junior e Cantarella (2005)	19
Rigolin e Tersì (2005)	24
Rodrigues e Oliveira (2005)	3
Salva e Zaccaro (2008)	4
Santos, Campos e Aguilar-Vildoso (2005)	4
Sentelhas (2005)	17
Spósito e Bassanezi (2008)	8
Stuchi, Donadio e Sempionato (2002)	3
Vezzani e Mielniczuk (2009)	12
Yamamoto e Parra (2005)	3
Yamamoto e Pinto (2008)	10
TOTAL	566

As características técnicas foram reunidas em grupos de afinidades, com base na relação natural entre os itens. Os itens repetidos, similares, ou com o mesmo conteúdo, como por exemplo “pH do solo” e “acidez do solo”, foram resumidos em um único item. A organização dos grupos de afinidades e suas respectivas características em um diagrama de afinidades constituiu a primeira versão da tabela

das características técnicas da qualidade. Esta tabela foi apresentada e discutida com os engenheiros agrônomos da CATI e com o citricultor, a fim de validar as características selecionadas e verificar a inexistência de alguma. Por sugestão deles, algumas características foram agrupadas, como por exemplo as 6 características técnicas “teor de N, P, K, Ca, Mg, S na análise foliar”, agrupadas em uma única característica. O mesmo ocorreu com a incidência de pragas e doenças específicas, também agrupadas em uma única característica. Estes agrupamentos reduziram consideravelmente a quantidade de características técnicas, resultando num total de 114. A Tabela 15 apresenta a distribuição dos sub-grupos e das características nos grupos de afinidades.

Tabela 15 – Quantidade de sub-grupos e características técnicas da produção por grupo de afinidade

Grupo	Sub-grupo		Características técnicas da produção	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Mudas	2	16,7	9	7,9
Plantas	3	25,0	37	32,5
Solo	4	33,3	29	25,4
Ambiente	3	25,0	13	11,4
Insumos	0	0,0	8	7,0
Mão-de-obra	0	0,0	6	5,3
Máquinas	0	0,0	12	10,5
Total	12	100,0	114	100,0

O grupo constituído pela maior quantidade de características foi o grupo Plantas, com 37 itens. Para este grupo, assim como para os grupos Mudas, Solo e Ambiente identificou-se uma relação de proximidade entre algumas características, permitindo a criação de sub-grupos. Isto não ocorreu para os grupos Insumos, Mão-de-obra e Máquinas. A justificativa para este fato pode ter sido o caráter da bibliografia selecionada, que considerou apenas trabalhos aplicados à citricultura.

A tabela das características técnicas representa como, em itens mensuráveis, as qualidades exigidas podem ser avaliadas. Esta tabela foi posicionada na matriz QFD de modo que cada característica representa uma coluna da matriz, conforme apresentado previamente na Figura 6. As características técnicas servem de base para a definição de indicadores de desempenho para o macroprocesso de produção.

4.4 Matriz de relacionamento

O estabelecimento da relação entre as qualidades exigidas e as características técnicas da produção visa identificar as relações de causa-efeito entre os elementos das duas tabelas que formam a matriz: as qualidades exigidas nas linhas e as características técnicas nas colunas. O arranjo matricial e a utilização de símbolos dá visibilidade às relações, facilitando a leitura da matriz.

Govers (1996) explica que o preenchimento da matriz deve ser realizado por toda a equipe de trabalho, que deve buscar o consenso na existência e na intensidade de cada relação estabelecida. Cheng e Melho Filho (2007) destacam que é neste momento quando ocorrem os maiores benefícios indiretos com o uso da ferramenta, pois as discussões geradas durante o preenchimento permitem que os conhecimentos tácitos de cada integrante da equipe se tornem explícitos para todos, elevando o nível de conhecimento de todos os participantes.

Devido às dificuldades encontradas para compor uma equipe técnica disposta a reunir-se para discutir as interações, o preenchimento das relações foi realizado pelo engenheiro agrônomo e citricultor da região de Artur Nogueira–SP junto ao pesquisador. O pesquisador atuou somente como um facilitador do método, não intervindo no estabelecimento das relações. É importante ressaltar que o estabelecimento das relações reflete o conhecimento da equipe técnica em relação ao processo de produção. Portanto, o resultado de uma matriz pode variar de acordo com a constituição da equipe técnica.

A disposição dos 38 itens da qualidade exigida nas linhas e 114 características técnicas nas colunas resultou em uma matriz QFD com 4.332 células. Cada uma destas células corresponde a uma interação possível entre um item da qualidade exigida e uma característica técnica. Ao final do preenchimento, 1.186 interações (27,4%) foram identificadas, das quais 836 (70,5%) foram fortemente relacionadas, 173 (14,6%) foram medianamente relacionadas e 177 (14,9%) foram pouco relacionadas. A comparação da quantidade relativa de interações identificadas com trabalhos similares aponta uma diferença significativa. Pauli (2009) obteve 8,6% das interações possíveis preenchidas, enquanto Ferreira (2012) obteve 11%.

Para verificar se houve omissão ou excesso de itens nas tabelas, averiguou-se a existência de linhas ou colunas em branco, conforme o proposto por Cheng e Melo Filho (2007). Não foram verificadas linhas ou colunas em branco, indicando que não

houve falhas na identificação das qualidades exigidas e das características técnicas. Porém, foi constatada a existência de qualidades exigidas com pequenas quantidades de interações (Figura 8).

Figura 8 – Quantidade de interações por item da qualidade exigida

Na Figura 8, o comprimento das barras representa a quantidade total de características técnicas que possuem relação com as qualidades exigidas. Notou-se a presença de quantidades muito distintas de relações entre os itens da qualidade exigida. Enquanto alguns possuem relação com mais de 50 características técnicas, outros possuem relação com menos de 10. Uma das justificativas para esta diferença pode ser a inexistência de características técnicas relacionadas a estas qualidades exigidas na bibliografia considerada. Os graus de importância levam a esta justificativa, pois todas as qualidades exigidas que obtiveram menos de 25 interações receberam valores de grau de importância inferiores ou iguais à 3. Isto significa que estas qualidades exigidas têm, no máximo, alguma importância em ter seu desempenho medido.

Entre os itens da qualidade exigida com pequenas quantidades de relações, encontram-se “6.5 Respeito e desenvolvimento dos funcionários” e “6.6 Segurança alimentar e respeito ao consumidor”. A primeira foi sugerida pelo citricultor, enquanto a segunda foi citada apenas por dois autores. Devido à base bibliográfica ser a mesma, houve poucas características relacionadas a estes itens. Porém, isso não deve diminuir a importância dos itens, que receberam valor 3 em grau de importância.

As qualidades exigidas que possuíram maior quantidade de relações foram “boas características de solo local”, “boas características climáticas locais” e “boa aplicação de corretivos e fertilizantes para formação”, com 58, 56 e 55 relações respectivamente.

Para verificar a distribuição das interações entre os grupos de qualidades exigidas e os grupos de características técnicas criou-se o índice de preenchimento das células. Este índice, apresentado na Tabela 16, expressa a razão do número de células preenchidas sobre o número total de células da intersecção da matriz, em porcentagem.

Tabela 16 – Índice de preenchimento de células de relacionamento

	Quantidade de células preenchidas por intersecção da matriz de relação							
	%							
	Mudas	Plantas	Solo	Ambiente	Insumos	Mão-de-obra	Máquinas	Total
Planejamento	12,7	47,5	30,5	33,0	28,6	21,4	29,8	34,2
Implantação	27,0	20,5	28,1	19,8	12,5	31,0	38,1	24,7
Tratos Culturais I	0,0	29,3	19,0	19,2	22,9	30,6	50,0	25,0
Tratos Culturais II	0,0	31,8	19,4	26,9	26,6	20,8	49,0	26,4
Colheita	0,0	37,8	27,6	36,5	62,5	12,5	2,1	28,7
Gerencial	11,1	34,2	10,9	11,5	60,4	30,6	31,9	25,3
Total	9,1	33,2	22,5	24,1	32,9	25,0	36,0	27,4

O índice de preenchimento representa a influência que os grupos de características técnicas têm sobre os processos que ocorrem no macroprocesso de produção de laranjas. Na Tabela 16 observa-se que o processo de planejamento obteve 34,2% de suas células (interações possíveis) preenchidas. Isto aponta a importância sistêmica deste processo ao macroprocesso.

O maior índice de preenchimento foi obtido na intersecção da matriz definida pelo processo de colheita com o grupo insumos, com 62,5% das células preenchidas. Isto mostra como as qualidades exigidas desse processo são afetadas pelas características técnicas do grupo.

O menor índice de preenchimento observado entre os grupos de características técnicas foi em relação grupo mudas, com 9,1%. Isto ocorreu pois as características técnicas das mudas influenciarão até a implantação da cultura, não afetando os processos sucessivos. Já o grupo máquinas obteve um índice de preenchimento sempre próximo ou acima de 30%, mostrando grande importância deste grupo aos processos da produção. Este padrão só não é observado em relação à colheita, por esta não ser mecanizada.

Ao ordenar as qualidades exigidas em processos e atividades sequenciadas e relacioná-las com as características técnicas da produção foi possível obter a sistematização do macroprocesso de produção de laranjas. Sistematização é uma forma metodológica, na qual o arranjo de alguns elementos em uma estrutura organizada propicia a reflexão e reelaboração do pensamento, conduzindo ao conhecimento (SECRETARIA NACIONAL DE FORMAÇÃO, 2000).

4.5 Conversão e priorização

A conversão é um método quantitativo que possibilita a priorização das características técnica da qualidade. A conversão é obtida ao somar, por coluna da matriz, os resultados da multiplicação do grau de importância das qualidades exigidas com o valor correspondente à intensidade de relação. O valor obtido nesta soma quantifica a influência da característica técnica sobre a qualidade exigida, estabelecendo-se assim uma relação de efeito-e-cause entre estes elementos (CHENG; MELO FILHO, 2007). O resultado do processo de conversão é apresentado na Figura 9.

As cinco características técnicas prioritárias foram “2.3.1 Produtividade”, “ 2.2.4 Nível de infestação de doenças”, “5.0.5 Quantidade de produtos fitossanitários recomendada e aplicada”, “2.1.4 Plantas erradicadas” e “2.3.5 Quantidade de frutos por planta”. Quatro destas características pertencem ao grupo Plantas e uma ao grupo Insumos. Considerando a afirmação de Govers (2001), de que a análise de decisão em uma matriz QFD deve ser tomada com base no conceito dos “poucos vitais, muitos triviais” (Princípio de Pareto), a priorização foi estabelecida em aproximadamente 80% (79,4%) das soma dos pesos relativos, ordenados do maior para o menor. Assim, uma listagem com 64 características, que correspondem a 56,1% do total de características, foi obtida. As 50 características restantes representaram pouco mais de 20% (20,6%) do total de características. Neste caso, não foi verificado um efeito de Pareto puro, em que 20% das causas justificam 80% dos efeitos.

Figura 9 – Diagrama de Pareto das características técnicas da produção

Considerando apenas o grupo Mudas (Figura 10), 6 indicadores (66,7%) foram responsáveis por 79,3% dos pesos relativos calculados pela conversão (do grupo). A característica técnica de maior representatividade foi “1.2.3 Mudas replantadas”, seguido de “1.2.1 Distância entre o colo da muda e o nível do solo”, “1.1.5 Custo das mudas” e “1.1.6 Idade das mudas”. As mudas replantadas relacionam-se com quase todas as qualidades exigidas do processo de plantio e algumas qualidades exigidas do processo gerencial. A distância entre o colo da muda e o nível do solo é um indicador operacional de qualidade do processo fortemente relacionado à “4.8 Bom pegamento das mudas”, qualidade exigida que recebeu grau de importância 4 (importante) sob a ótica do citricultor.

Figura 10 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Mudas

O grupo Plantas é o que possui a maior quantidade de características técnicas, com 37 no total. O resultado da conversão deste grupo é apresentado na Figura 11. Vinte e quatro características (64,9%) representam 79,9% dos pesos relativos calculados na conversão (do grupo). As cinco características prioritárias deste grupo são “2.3.1 Produtividade”, “2.2.4 Nível de infestação de doenças”, “2.1.4 Plantas erradicadas”, “2.3.5 Quantidade de frutos por plantas” e “2.2.3 Nível de infestação de pragas”. Cada uma destas características obteve ao menos uma correlação forte

com as qualidades exigidas de todos os processos, indicando uma relação sistêmica deste grupo com todo o processo de produção.

Figura 11 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Plantas

O diagrama de Pareto obtido para o grupo Solo é apresentado na Figura 12. De um total de 29 características, 18 (62,1%) somam 80,8% do peso relativo obtido no processo de conversão deste grupo. A característica “3.1.2 Umidade do solo” foi a que apresentou maior peso relativo no grupo. Esta característica é fortemente relacionada com as qualidades exigidas dos processos de Planejamento, Implantação, Tratos culturais I e II e Colheita. A disponibilidade de água no solo é, portanto, importante para todo o macroprocesso de produção. A segunda característica técnica em importância relativa neste grupo foi a “3.3.4 Altura da cobertura vegetal na entrelinha”. Esta característica está relacionada a algumas qualidades exigidas do processo gerencial, como “6.4 Boa prevenção de danos ambientais”, pois evita o processo erosivo, e “6.5 respeito e desenvolvimento dos

funcionários”, devido a questão de segurança do trabalho. A cobertura vegetal pode abrigar animais peçonhentos, representando uma ameaça à segurança dos funcionários, principalmente na época da colheita.

Figura 12 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Solo

A priorização das características do grupo Ambiente é apresentada na Figura 13. Seis características (46,2%) representaram 80,6% dos pesos relativos calculados durante o processo de conversão do grupo. Quatro características têm sua importância destacada na priorização. São elas “4.1.6 Precipitação”, “4.1.1 Temperatura do ar”, “4.3.3 Déficit hídrico” e “4.3.1 Evapotranspiração”. Estas características estão relacionadas principalmente à indução floral dos citros. As plantas cítricas florescem apenas sob estresse térmico ou hídrico. Além disto, estas características estão relacionadas às qualidades exigidas dos processos de Planejamento, Implantação, Tratos culturais I e II e Colheita, indicando uma relação sistêmica com o processo de produção.

Figura 13 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Ambiente

O diagrama de Pareto obtido para as características técnicas do grupo Insumos é apresentado na Figura 14. Cinco características (62,5%) representaram 78,7% dos pesos relativos calculados pela conversão do grupo. Quase todas as características do grupo apresentaram forte relação com os processos Colheita e Gerencial. A característica prioritária deste grupo foi “5.0.5 Quantidade de produtos fitossanitários recomendada e aplicada”. Esta característica está fortemente relacionada com as qualidades exigidas de bom controle de pragas e doenças, dos processos de Tratos Culturais I e II, que receberam valor 5 (muita importância) pelo citricultor.

Figura 14 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Insumos

O resultado do processo de conversão do grupo Mão-de-obra é apresentado na Figura 15. Este foi o menor grupo em quantidade, com apenas 6 características identificadas. Destas, quatro representaram 78,2% dos pesos relativos calculados na conversão. As características que mais se destacaram no grupo foram “6.0.4 Horas de treinamento por funcionário” e “6.0.5 Quantidade de acidentes”. As operações realizadas durante todo o processo de produção dependem de mão-de-obra qualificada. Por isso, a primeira recebeu destaque, fortemente relacionada com qualidades exigidas dos processos: Implantação; Tratos culturais I e II; Colheita; Gerencial. Já a segunda, quantidade de acidentes, representa um risco que pode ocorrer em todo o processo de produção, e serve como um indicador para a seguridade e respeito aos funcionários.

Figura 15 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Mão-de-obra

A priorização das características técnicas do grupo Máquinas é apresentada na Figura 16. De um total de 12 características, oito (66,7%) somaram 81,3% dos pesos relativos deste grupo. A característica técnica mais relevante neste grupo foi “7.0.3 Pontualidade de operação (atrasos na operação)”. Esta característica apresenta importância significativa para a cultura pois, na citricultura, atrasos em operações de controles de doenças podem comprometer a vida de todo um pomar. As características “7.0.1 Horas de máquinas utilizadas nas atividades” e “7.0.12 Custo operacional” são fortemente relacionadas à qualidade exigida do processo gerencial “6.1 Baixo custo de produção”, que foi considerada muito importante pelo citricultor.

Figura 16 – Diagrama de Pareto para características técnicas do grupo Máquinas

Ao se analisar a relação entre as características técnicas dentro de cada grupo de afinidades, esperava-se obter uma diferença maior entre os valores calculados na conversão para cada característica de um mesmo grupo, aproximando-se ao princípio de Pareto. Porém, o resultado do processo de conversão para todos os grupos, sem exceção, foi similar à primeira conversão realizada. Ao estabelecer uma linha de corte em aproximadamente 80,0%, a quantidade relativa de características variou entre 46,2% e 66,7% do total do grupo. Isto representa que existe a diferença entre a influência das características para o processo de produção, mas a priorização não atende ao princípio de Pareto.

4.6 Matriz de correlação

A matriz de correlação é uma matriz auxiliar, que identifica a interdependência entre as características técnicas da produção. Para Tan, Xie e Chia (1998) esta matriz contém a informação mais crítica do QFD, pois equilibra a troca das características técnicas em vista de seus benefícios. Chan e Wu (2002a) afirmam que esta é a parte menos explorada do QFD, enquanto seus benefícios são de

grande contribuição. O que se deseja evidenciar nesta matriz é o comportamento das características técnicas frente à alteração no valor de outra determinada característica. Uma relação diretamente proporcional significa que quando uma característica técnica é alterada em um sentido, outra se altera no mesmo sentido. De forma análoga, a relação inversamente proporcional representa que quando uma característica é alterada, outra se altera em sentido oposta.

No método QFD, além do sentido das interdependências também é comum atribuir valores de intensidade as interdependências. Porém, a existência, o sentido e a intensidade destas correlações são atribuídos pela equipe técnica responsável pelo projeto. Neste trabalho, devido à utilização de revisão bibliográfica para determinação das relações de interdependências, foi estabelecido apenas a existência e o sentido das mesmas, sem estabelecer a intensidade.

A Tabela 17 apresenta o índice de preenchimento das células da matriz de correlação. Este índice foi calculado pela divisão da quantidade de interações obtidas pela quantidade de interações possíveis. O estabelecimento das correlações neste trabalho deu-se por revisão bibliográfica, utilizando como base os mesmos trabalhos de onde foram extraídas as características técnicas. De 6.441 interações possíveis entre as 114 características técnicas da produção foram identificadas 491 relações.

Tabela 17 – Índice de preenchimento de células da matriz de correlação

	Quantidade de células preenchidas por intersecção da matriz de correlação						
	%						
	Mudas	Plantas	Solo	Ambiente	Insumos	Mão-de-obra	Máquinas
Mudas	22,2%	3,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Plantas	-	17,4%	5,3%	14,6%	6,4%	3,6%	2,5%
Solo	-	-	17,2%	6,4%	7,3%	0,6%	2,6%
Ambiente	-	-	-	28,2%	0,0%	2,6%	4,5%
Insumos	-	-	-	-	17,9%	0,0%	5,2%
Mão-de-obra	-	-	-	-	-	46,7%	0,0%
Máquinas	-	-	-	-	-	-	25,8%

É natural que as características técnicas de um grupo tenham interação com as outras características do mesmo grupo. Por isso, na Tabela 17 é possível verificar que os maiores índices de preenchimento foram obtidos nas matrizes formadas por um mesmo grupo de características (por exemplo, “mudas $\times$ mudas”, “plantas $\times$

plantas”). Outro aspecto que pode se observar na Tabela 17 é que os grupos plantas e solos obtiveram correlações com todos os outros grupos.

Um fato interessante deste tipo de análise é a exposição do caráter sistêmico da produção agrícola. Considerando o exemplo da característica técnica “2.3.1 Produtividade, em toneladas por hectare”, que obteve o maior peso relativo na conversão, na Tabela 18 são apresentadas todas as interdependências desta características com as outras, assim como a ordem de priorização obtida para cada uma no processo de conversão.

Tabela 18 – Correlações para a característica 2.3.1 Produtividade

Prioridade	Características técnicas da produção	
1		2.3.1 Produtividade
2	2.2.4 Nível de infestação de doenças	-
5	2.3.5 Quantidade de frutos por planta	+
6	2.2.3 Nível de infestação de pragas	-
8	2.3.15 Frutos perdidos por queda espontânea	-
12	2.1.1 População de plantas por hectare (planejada e efetiva)	+
22	4.3.3 Déficit hídrico	-
26	2.2.1 Teor de N, P, K, Ca, Mg, S na análise foliar	+
26	2.2.2 Teor de B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn na análise foliar	+
33	2.3.6 Massa dos frutos	+
39	3.3.7 Ocorrência de cupins e formigas no solo	-
41	3.2.3 Saturação por bases (V%)	+
42	2.3.4 Diâmetro dos frutos	+
44	2.2.5 Nível de infestação de insetos polinizadores	+
52	2.1.9 Índice de área foliar IAF	+
54	3.2.5 Soma de Bases (SB)	+
54	3.2.6 Teor de H+Al, K, Ca, Mg no solo	+
57	3.2.7 Teor de P, S no solo	+
58	3.2.8 Teor de B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn no solo	+
59	2.3.14 Frutos perdidos por queda acidental	-
61	3.1.9 Capacidade de água disponível (CAD)	+
63	2.1.3 Distância entre plantas	-
69	3.1.7 Resistência do solo à penetração	-
70	4.1.4 Velocidade do vento	-
77	4.1.3 Número de horas de frio	+
86	3.2.4 Saturação por alumínio (m%)	-
102	1.1.4 Altura da enxertia	+

Vinte e seis características obtiveram relação de interdependência com a característica analisada na Tabela 18, considerada prioritária pelo processo de conversão. Porém, ao considerar 80% da soma dos pesos relativos das características obtidas no método da conversão, previamente apresentada no gráfico de Pareto (Figura 9), 64 características mostraram-se prioritárias. Nota-se na Tabela 18 a existência de correlação entre a característica técnica analisada e 5 outras que não foram consideradas prioritárias pelo peso relativo calculado na conversão. Isto evidencia a utilidade da matriz de correlação, expondo a relação sistêmica das características técnicas do processo de produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior dificuldade encontrada durante a realização do trabalho foi compor uma equipe técnica multifuncional interessada no desenvolvimento da matriz, o que gerou uma limitação para a pesquisa. A equipe constituiu-se apenas por um citricultor, que definiu a existência ou não e a intensidade das relações, e pelo pesquisador, que atuou como o facilitador do método. Sendo assim, o preenchimento da matriz QFD refletiu o conhecimento do citricultor que auxiliou a preencher as relações.

Apesar desta limitação, o resultado do trabalho mostra-se relevante ao identificar as qualidades exigidas dos processos e as características técnicas da produção citrícola com base em pesquisa bibliográfica. Ao consolidar o conhecimento identificado na bibliografia em uma matriz de relacionamento, obteve-se a sistematização do processo.

A utilização do método QFD permitiu a priorização das características técnicas da produção com base na importância atribuída às qualidades exigidas para o sucesso do processo de produção, mesmo que considerando a limitação previamente descrita. Ao analisar o conjunto de todas as características técnicas da produção, obtém-se que 56% das características representam 80% do total dos pesos relativos calculados na conversão, mostrando que a diferença relativa entre as características não obedece ao conceito dos poucos vitais (princípio de Pareto). O peso relativo das características técnicas variou entre 2,57% e 0,03%, indicando que existe sim uma diferença entre as características, porém não é possível afirmar que uma característica é mais importante que outra. Isto é sustentado pela matriz de correlação, na qual foi verificada a influência de características que obtiveram valores pequenos de peso relativo sobre outras que foram consideradas prioritárias.

Alguns autores explicam que a priorização não é o principal objetivo do QFD. Para Hauser e Clausing (1988), os valores relativos subjacentes à casa de qualidade representam o esforço da equipe multifuncional para estabelecer relações claras entre as funções de produção e satisfação do cliente, que não são fáceis de visualizar. Para Govers (1996) a priorização pode não ser a principal contribuição da matriz, pois o esforço deve ser direcionado à compreensão da tendência e interação entre os valores calculados, e não diretamente a um número por si só. Govers

(2001) complementa, afirmando que a equipe deve manter a atenção nos relacionamentos da matriz e não à linha inferior, representada pela priorização.

Em relação à aplicação do método QFD neste trabalho, utilizou-se uma adaptação da fase da casa da qualidade. A etapa de avaliação competitiva não foi realizada por que o objetivo não foi realizar um estudo de caso de uma produção específica, e sim identificar e sistematizar as características técnicas do processo de produção de laranjas para a indústria, com base no conhecimento já consolidado da bibliografia. Estas características, junto à compreensão de suas interações, servem de base para a definição de indicadores de desempenho da produção citrícola.

Devido à complexidade do processo de produção, identificou-se 38 itens da qualidade exigida e 114 características técnicas da produção, resultando em uma matriz com 4.332 células, em que cada uma representa uma interação possível. Esta é uma matriz relativamente grande quando comparada à alguns trabalhos da bibliografia. Franceschini e Rossetto (1998) explicam que a grande quantidade de qualidades exigidas e o número de características técnicas pode tornar-se um problema no QFD. Uma matriz muito grande tende inevitavelmente a atenuar a visibilidade e a facilidade de análise da informação ali contida. Para Lowe e Ridgway (2000) o uso de matrizes pequenas evita a complexidade e foca a equipe em questões mais importantes. Miguel (2003) aponta que a utilização de matrizes muito grandes, com mais de 25 a 30 itens por tabela, não flexibiliza o uso do método e é uma das principais causas de empresas deixarem de utilizar o QFD.

Como sugestão para trabalhos futuros, para identificar e priorizar indicadores de desempenho de processos, pode-se utilizar a abordagem do QFD das 4 fases. Espera-se que, com a adoção desta abordagem, o maior número de desdobramentos gere matrizes menores e específicas para cada etapa do processo, o que facilitaria a sua utilização e talvez permita a priorização dos itens dentro do conceito de Pareto.

6 CONCLUSÃO

A identificação dos requisitos do processo de produção com base em bibliografia criou um conceito de qualidade exigida, suportado pelo conhecimento dos trabalhos utilizados. Aplicações futuras podem utilizar este conceito e adaptá-lo à uma situação específica. As características técnicas identificadas representam as variáveis mensuráveis que atendem as qualidades exigidas, intangíveis, do processo de produção e servem de base para a definição de indicadores de desempenho.

O estabelecimento das relações entre o que o cliente deseja do processo de produção (qualidade exigida) e as diversas variáveis que lhe afetam (características técnicas), em uma estrutura matricial, permitiu a sistematização do processo de produção. A sistematização auxiliou na compreensão do macroprocesso de produção, tornando explícito como atender a requisitos intangíveis por meio de características mensuráveis.

A conversão obtida pela matriz QFD permitiu a quantificação da influência de cada característica técnica sobre o processo de produção. Apesar de não ter atendido ao princípio de Pareto, notou-se a diferença entre os pesos relativos obtidos pelas características técnicas, permitindo assim a priorização das mesmas.

REFERÊNCIAS

AKAO, Y. QFD: past, present, and future. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QFD, 1997, Linköping. **Transactions and proceedings...** Linköping: ISQFD, 1997. p. 1-12.

AKAO, Y.; MAZUR, G.H. The leading edge in QFD: past, present and future. **International Journal of Quality & Reliability Management**. Bradford, v. 20, n. 1, p.20-35, 2003.

ALBRECHT, K. Knowledge deployment: the "hive-mind". In: _____. **The power of minds at work: organizational intelligence in action**. New York: AMACOM, 2003. chap. 9, p. 177-200. Disponível em: <<https://www.karlalbrecht.com/books/chapters/MAW09.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2012.

ALVES, E.R.S. **Utilização da ferramenta desdobramento da função qualidade (QFD) para melhoria contínua da satisfação de clientes internos e externos: o caso da vitrine de tecnologias da Embrapa**. 2009. 144 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ANDRADE, T.P.R. (Coord.). **Manual da citricultura**. 2. ed. Chapecó: [s.n.], 2005. 78 p.

ARAÚJO, E.F.; ROQUE, N. Taxonomia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo; FUNDAG, 2005. cap. 6, p. 125-146.

ATTADIA, L.C.L.; MARTINS, R.A. Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua. **Revista Produção**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 33-41, 2003.

AZEVEDO, C.L.L.; CARVALHO, J.E.B. **Sistema de produção integrada de citros - Bahia**. 2. ed. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2007. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosBahia_2ed/index.htm>. Acesso em: 18 abr. 2012.

BARROS, F.F.; MILAN, M. Qualidade operacional do plantio de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 221-229, jan./mar. 2010.

BEHN, R.D. Why measure performance? Different purposes require different measures. **Public Administration Review**, Washington, v. 63, n. 5, p. 586-606, Sept./Oct. 2003.

BENNER, M.; LINNEMANN, A.R.; JONGEN, W.M.F.; FOLSTAR, P. Quality Function Deployment (QFD): can it be used to develop food products? **Food Quality and Preference**, Barking, v. 14, n. 4, p. 327-339, June 2003.

BITITCI, U.; NUDURUPATI, S. Driving continuous improvement. **Manufacturing Engineer**, London, v. 81, n. 5, p. 230-235, Oct. 2002.

BITITCI, U.S.; TURNER, T.; BEGEMANN, C. Dynamics of performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v. 20, n. 6, p. 692-704, 2000.

BLUMER, S.; POMPEU JUNIOR, J.; GARCIA, V.X.P. Características de qualidade dos frutos de laranjas de maturação tardia. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p. 423-431, 2003.

BORDIN, I.; NEVES, C.S.V.J.; AIDA, F.T.; SOUZA, W.R.; DAVOGLIO JUNIOR, A.C.; FURLANETO, T.L.R.; TAVARES FILHO, J. Sistema radicular de plantas cítricas e atributos físicos do solo em um latossolo argiloso submetido à escarificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 820-825, 2005.

BOTEON, M.; NEVES, E.M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 2, p. 19-36.

BOTEON, M.; PAGLIUCA, L.G. Análise da sustentabilidade econômica da citricultura paulista. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 31, n. 2, p. 101-106, 2010.

BOURNE, M.; MILLS, J.; WILCOX, M.; NEELY, A.; PLATTS, K. Designing, implementing and updating performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000.

BOVÉ, J.M. Huanglongbing: a destrutive, newly-emerging, century-old disease of citrus. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, v. 88, n. 1, p. 7-37, 2006.

BRAZ, R.G.F.; SCAVARDA, L.F.; MARTINS, R.A. Reviewing and improving performance measurement systems: an action research. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 133, n. 2, p. 751-760, Oct. 2011.

CAMPOS, L.M.S.; MELO, D.A. Indicadores de desempenho dos sistemas de gestão ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. **Revista Produção**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 540-555, set./dez. 2008.

CARNEVALLI, J.A.; MIGUEL, P.A.C. Revisão, análise e classificação da literatura sobre o QFD – tipos de pesquisa, dificuldades de uso e benefícios do método. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 557-579, set./dez. 2007.

CARNEVALLI, J.A.; MIGUEL, P.A.C.; CALARGE, F.A. Requisitos de implantação do QFD e recomendações para reduzir dificuldades de uso: análise da literatura utilizando o método AHP. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-32, 2005.

CARVALHO, E.L. Importância da gestão da informação para o processo decisório nas organizações. In: STAREC, C.; VALENTIM, M.L.P. (Org.). **Informação, conhecimento e inteligência organizacional**. 2. ed. Marília: FUNDEP, 2007. cap. 5, p. 81-98.

CARVALHO, J.E.B.; NEVES, C.S.V.J.; MENEGUCCI, J.L.P.; SILVA, J.A.A. Práticas culturais. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 16, p. 449-482.

CARVALHO, S.A.; GRAF, C.C.D.; VIOLANTE, A.R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 10, p. 279-316.

CASER, D.V.; CAMARGO, A.M.M.P.; BUENO, C.R.F.; CAMARGO, F.P.; ÂNGELO, J.A.; OLIVETTE, M.P.A.; FRANCISCO, V.L.F.S. Previsões e estimativas de safras agrícolas do estado de São Paulo, ano Agrícola 2011/12, 4º levantamento, Abril de 2012. **Análise e Indicadores do Agronegócio**. São Paulo, v. 7, n. 6, p. 1-5, jun. 2012. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br> >. Acesso em: 18 nov. 2012.

CHAN, L.K.; WU, M.L. Prioritizing the technical measures in quality function deployment. **Quality Engineering**, Monticello, v. 10, n. 3, p. 467-479, 1998.

_____. Quality function deployment: a literature review. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 143, n. 3, p. 463-497, Dec. 2002a.

_____. Quality function deployment: a comprehensive review of its concepts and methods. **Quality Engineering**, Monticello, v. 15, n. 1, p. 23-35, 2002b.

CHENG, L.C.; MELO FILHO, L.D.R. **QFD**: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. 539 p.

COELHO, M.F. **Planejamento da qualidade no processo de colheita mecanizada da cana-de-açúcar**. 2009. 75 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

COLLETA FILHO, H.D.; TARGON, M.L.P.N.; TAKITA, M.A.; DE NEGRI, J.D.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARAL, A.M.; MULLER, G.W.; MACHADO, M.A. First report of the causal agent of huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) in Brazil. **Plant Disease**, St. Paul, v. 88, n. 12, p. 1382, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.12.1382C>> Acesso em: 31 out. 2012.

CORÁ, J.E.; SILVA, G.O.; MARTINS FILHO, M.V. Manejo do solo sob citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 12, p. 345-368.

CORREIA, N.M.; FRANCO, H.B.J. Manejo de plantas daninhas em citros. In: PINTO, A.S.; ZACCARO, R.P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP 2, 2008. cap. 6, p. 107-124.

CRISTIANO, J.J.; LIKER, J.K.; WHITE, C.C.I. Key factors in the successful application of quality function deployment (QFD). **IEEE Transactions on Engineering Management**, New York, v. 48, n. 1, p. 81-95, Feb. 2001.

DA HORA, H.R.M.; VIEIRA, L.E.V. Sistemas de medição de desempenho organizacional: evolução e atualidade. **Perspectivas Online**, Campos dos Goytacazes, v. 5, n. 1, p. 80-93, 2008.

DE NEGRI, J.D.; STUCHI, E.S.; BLASCO, E.E.A. Planejamento e implantação do pomar cítrico. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 14, p. 409-428.

DONADIO, L.C.; MOURÃO FILHO, F.A.A.; MOREIRA, C.S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 1, p. 1-18.

DUENHAS, L.H.; VILLAS BÔAS, R.L.; SOUZA, C.M.P.; RAGOZO, R.A.; BULL, L.T. Irrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis* O.) 'Valência'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 214-218, abr. 2002.

FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 304 p. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/index.htm>. Acesso em: 21 mar. 2012.

FAO. **FAOSTAT**. 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 13 fev. 2013.

FELÍCIO, P.E. Desdobramento da qualidade da carne bovina. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 54, p. 16-22, 1998.

FERNANDES, J.M.R.; REBELATO, M.G. Proposta de um método para integração entre QFD e FMEA. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 2, p. 245-259, maio/ago. 2006.

FERREIRA, A.F. **Gestão da qualidade agrícola para o setor sucroenergético**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Qualidade física do solo em pomar de laranjeira no noroeste do Paraná com manejo da cobertura permanente na entrelinha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 423-433, jun. 2007.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE QUALIDADE. **Cadernos compromisso com a excelência**: informações e conhecimento. São Paulo, 2008. 18 p.

FOLAN, P.; BROWNE, J. A review of performance measurement: towards performance management. **Computers in industry**, Amsterdam, v. 56, n. 7, p. 663-680, Sept. 2005.

FRANCESCHINI, F.; ROSSETTO, S. Quality function deployment: how to improve its use. **Total Quality Management**, Abingdon, v. 9, n. 6, p. 491-500, 1998.

FRANCO JUNIOR, N.C. **Sistema de informação aplicado à agricultura**. 2012. 88 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

FUKUDA, L.A.; FRANCO, D.; FACIO, S.L.; LIMA NETO, R.S. Sustentabilidade econômica da citricultura perante o *huanglongbing*. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 31, n. 2, p. 107-114, 2010.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 175 p.

GORDON, S.R.; GORDON, J.R. **Sistemas de informação**: uma abordagem gerencial. Tradução de O.R. Kronmeyer Filho. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 377 p.

GOVERS, C.P.M. What and how about quality function deployment (QFD). **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 46/47, p. 575-585, Dec. 1996.

_____. QFD not just a tool but a way of quality management. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 2, p. 151-159, Jan. 2001.

GRAVENA, S. História do controle de pragas na citricultura brasileira. **Citrus Research & Technology**, Cordeirópolis, v. 32, n. 2, p. 85-92, 2011.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R.; SILVA, J.L.; GRAVENA, R. Manejo integrado de pragas dos citros: base para o sistema de produção integrada dos citros. In: YAMAMOTO, P.T. (Org.). **Manejo integrado de pragas dos citros**. Piracicaba: CP 2, 2008. cap. 1, p. 11-33.

GRIFFIN, A. Evaluating QFD's use in US firms as a process for developing products. **Journal of Product Innovation Management**, New York, v. 9, n. 3, p. 171-187, 1992.

HAUSER, J.R.; CLAUSING, D. The house of quality. **Harvard Business Review**, Boston, v. 66, n. 3, p. 63-73, May/June 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 2012. v. 25, n. 12, 84 p.

KARLEN, D.L.; DITZLER, C.A.; ANDREWS, S.S. Soil quality: why and how? **Geoderma**, Amsterdam, v. 114, n. 3/4, p. 145-156, June 2003.

KENDER, W.J. Citrus. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 5, p. 1043-1047, Aug. 2003.

LARANJEIRA, F.F.; FEICHTENBERGER, E.; BASSANEZI, R.B.; SPÓSITO, M.B. Manejo integrado de doenças de citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005a. cap. 21, p. 629-654.

LARANJEIRA, F.F.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; COLLETA FILHO, H. Fungos, procariotos e doenças abióticas. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005b. cap. 18, p. 509-566.

LOWE, A.; RIDGWAY, K. UK user's guide to quality function deployment. **Engineering Management Journal**, London, v. 10, n. 3, p.147-155, June 2000.

MALERBO-SOUZA, D.T.; HALAK, A.L. Polinização das laranjeiras. In: PINTO, A.S.; ZACCARO, R.P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP 2, 2008. cap. 7, p. 125-131.

MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.F.; OLIVEIRA, R.P.; TREPTOW, R.O. Qualidade pós-colheita de citros 'nova' em diferentes períodos de armazenamento e comercialização. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 19-23, jan./mar. 2008.

MARCOS, S.K.; JORGE, J.T. Desenvolvimento de tomate de mesa, com o uso do método QFD (desdobramento da Função Qualidade), comercializado em um supermercado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 490-496, set. 2002.

MARTINS, R.A. **Sistemas de medição de desempenho**: um modelo para estruturação do uso. 1998. 248 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MARTINS, R.A.; COSTA NETO, P.L.O. Indicadores de desempenho para a gestão pela qualidade total: uma proposta de sistematização. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 298-311, dez. 1998.

MASUI, K.; SAKAO, T.; KOBAYASHI, M.; INABA, A. Applying quality function deployment to environmentally conscious design. **International Journal of Quality & Reliability Management**. Bradford, v. 20, n. 1, p. 90-106, 2003.

MATOS, R.B. **Planejamento da qualidade para o processo de produção de mudas clonais de eucalipto**. 2009. 75 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MATTOS JUNIOR, D.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J.A. Nutrição dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 8, p. 197-220.

MEDINA, C.L.; RENA, A.B.; SIQUEIRA, D.L.; MACHADO, E.C. Fisiologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 7, p. 147-196.

MIGUEL, P.A.C. The state-of-the-art of the Brazilian QFD applications at the top 500 companies. **International Journal of Quality & Reliability Management**. Bradford, v. 20, n. 1, p. 74-89, 2003

MILAN, M.; BARROS, J.W.D.; GAVA, J.L. Planning soil tillage using quality function deployment (QFD). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 217-221, abr./jun. 2003.

MÜLLER, G.W.; TARGON, M.L.P.N.; CARVALHO, S.A.; SOUZA, A.A.; RODRIGUES, J.C.V. Doenças de citros causadas por vírus e viróides. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 19, p. 567-604.

NAGUMO, G.K. **Desdobramento da função qualidade (QFD) aplicado à produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.)**. 2005. 61 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

NEELY, A. The performance measurement revolution: why now and what next? **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v. 19, n. 2, p. 205-228, 1999.

NEELY, A.D.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, Bradford, v. 25, n. 12, p. 1228-1263, 2005.

NEVES, M.F.; TROMBIM, V.G.; KALAKI, R.B.; LOPES, F.F. Competitiveness of the orange juice chain in Brazil. In: IFAMA FORUM & SYMPOSIUM, 2012, Shangai. **Proceedings...** Shangai: IFAMA, 2012. p. 1-12. Disponível em: <<https://www.ifama.org>>. Acesso em: 18 nov. 2012.

NEVES, M.F.; TROMBIM, V.G.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R.B. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: MARKESTRAT: Centro de Pesquisa e Projetos em Marketing e Estratégia, 2010. 137 p.

NICOLOSI, M.M. **Planejamento da qualidade da aplicação a lanço em taxa variável**. 2011. 99 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

NUINTIN, A.A.; NAKAO, S.H. A definição de indicadores do desempenho e da qualidade para o processo de produção: estudo de casos do processo de produção do café. **Revista Contemporânea em Contabilidade**, Florianópolis, v. 7, n. 14, p. 51-73, jul./dez. 2010.

NUINTIN, A.A.; CURI, M.A.; NOGUEIRA, L.R.T. Avaliação de desempenho e tomada de decisão utilizando os preceitos do Balanced Scorecard: o caso de uma organização que explora a atividade pecuária de gado bovino de corte em Mato Grosso do Sul. **Custos e Agronegócio Online**, Recife, v. 6, n. 2, p. 89-109, maio/ago. 2010.

OLIVEIRA, G.T.; MARTINS, R.A. Efeitos da adoção do modelo Prêmio Nacional da Qualidade na medição de desempenho: estudos de caso em empresas ganhadoras do prêmio. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 15, n. 2, p. 247-259, 2008.

PARRA, J.R.P.; LOPES, J.R.S.; ZUCCHI, R.A.; GUEDES, J.V.C. Biologia de insetos-praga e vetores. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 22, p. 655-688.

PAULI, D.G. **Planejamento da qualidade do plantio mecanizado de cana de açúcar**. 2009. 79 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PAULILLO, L.F.; ALMEIDA, L.M.; VIEIRA, A.C. Citricultura paulista: entraves institucionais e organizacionais. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 2, p. 185-212, 2006.

PECHE FILHO, A. **Indicadores de qualidade nas operações mecanizadas do plantio direto**. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/indicadores/Index.htm>. Acesso em: 03 abr. 2012.

PEIXOTO, M.O.C.; CARPINETTI, L.C.R. Aplicação de QFD integrando o modelo de Akao e o modelo QFD estendido. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 221-238, dez. 1998.

PELOIA, P.R.; MILAN, M. Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 681-691, jul./ago. 2010.

PIO, R.M.; FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; CARDOSO, S.A.B. Variedade de copas. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 3, p. 37-60.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 4, p. 61-104.

POZZAN, M.; TRIBONI, H.R. Colheita e qualidade do fruto. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 26, p. 799-822.

QUAGGIO, J.A.; MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 17, p. 483-508.

RAMOS, R.C.; FAGUNDES, P.R.S.; OLIVEIRA, A.L.R. Apoio à citricultura paulista: subvenção ao prêmio de seguro de sanidade. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 6, n. 6, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 18 nov. 2012.

RIGOLIN, A.T.; TERSI, F.E.A. Mecanização em citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 15, p. 429-448.

RODRIGUES, J.C.V.; OLIVEIRA, C.A.L. Ácaros fitófagos dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 23, p. 689-728.

SALVA, R.A.; ZACCARO, R.P. Produção de mudas cítricas em ambientes protegidos. In: PINTO, A.S.; ZACCARO, R.P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP 2, 2008. cap. 1, p. 9-16.

SANTOS, J.A.; CAMPOS, A.S.; AGUILAR-VILDOSO, C.I. Nematóides dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 20, p. 605-628.

SECRETARIA NACIONAL DE FORMAÇÃO. **O que é sistematização?** Uma pergunta. Diversas respostas. São Paulo: CUT BRASIL, 2000. 56 p. Disponível em: <<http://www.cut.org.br/>>. Acesso em 28 jun. 2013.

SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2005. cap. 11, p. 317-344.

SOUZA, A.B.M. **Sistema de informação aplicado ao processo mecanizado de semeadura direta**. 2005. 75 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SPÓSITO, M.B.; BASSANEZI, R.B. Manejo de doenças dos citros. In: PINTO, A.S.; ZACCARO, R.P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP 2, 2008. cap. 5, p. 87-100.

SRIMAI, S. RADFORD, J.; WRIGHT, C. Evolutionary paths of performance measurement. **International Journal of Productivity and Performance Management**, London, v. 60, n. 7, p. 662-687, 2011.

STOKSTAD, E. Dread citrus disease turns up in California, Texas. **Science**, Washington, v. 336, n. 6079, p. 283-284, Apr. 2012.

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R. Qualidade industrial e produção de frutos de laranja 'valência' enxertada sobre sete porta-enxertos. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 23, n. 2, p. 453-471, 2002.

TAN, K.C.; XIE M.; CHIA, E. Quality function deployment and its use in designing information technology systems. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Bradford, v. 15, n. 6, p. 634-645, 1998.

UTNE, I.B. Improving the environmental performance of the fishing fleet by use of Quality Function Deployment (QFD). **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 17, n. 8, p. 724-731, May 2009.

VATTHANAKUL, S.; JANGCHUD, A.; JANGCHUD, K.; THERDTHAI, N.; WILKINSON, B. Gold kiwifruit leather product development using quality function deployment approach. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 21, n. 3, p. 339-345, Apr. 2010.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.

VILLAS, M.V.; MACEDO-SOARES, T.D.L.V.A.; RUSSO, G.M. Bibliographical research method for business administration studies: a model based on scientific journal ranking. **Brazilian Administration Review**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 139-159, Apr./June 2008.

WAGGONER, D.B.; NEELY, A.D.; KENNERLEY, M.P. The forces that shape organizational performance measurement systems: an interdisciplinary review. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 60/61, p. 53-60, Apr. 1999.

YAMAMOTO, P.T.; PARRA, J.R.P. Manejo integrado de pragas dos citros. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico; FUNDAG, 2005. cap. 24, p. 729-768.

YAMAMOTO, P.T.; PINTO, A.S. Manejo de pragas dos citros. In: PINTO, A.S.; ZACCARO, R.P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP 2, 2008. cap. 4, p. 49-86.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO B

[illegible]