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

Sistema de informação aplicado à agricultura

Nelson Cerino Franco Júnior

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

**Piracicaba
2012**

Nelson Cerino Franco Júnior
Engenheiro Agrônomo

Sistema de informação aplicado à agricultura

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

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

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

Piracicaba
2012

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

Franco Júnior, Nelson Cerino

Sistema de informação aplicado à agricultura / Nelson Cerino Franco Júnior. -
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba,
2012.

88 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Administração agrícola 2. Frutas cítricas 3. Indicadores de produtividade
4. Qualidade do processo 5. Qualidade do produto I. Título

CDD 634.3
F825s

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

*A toda minha família, pelo esforço incondicional à minha educação,
À minha esposa, por todo empenho durante o mestrado,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela saúde.

À **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”** pela infraestrutura proporcionada à realização do mestrado.

Ao **Prof. Dr. Marcos Milan**, pelo exemplo, orientação, confiança e paciência transmitidos ao longo desse período.

Ao **Prof. Dr. Thiago Romanelli**, pela amizade, apoio e grande contribuição ao trabalho.

Ao **Prof. Dr. José Paulo Molin**, pela contribuição ao trabalho e dedicação aos programas de Máquinas Agrícolas e Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Ao **Prof. Dr. Antonio José da Silva Maciel** da FEAGRI/UNICAMP, pela contribuição ao trabalho.

Ao **Prof. Dr. Gabriel Adrián Sarriés** do departamento de Ciências Exatas, pelo aprendizado e incentivo durante meus primeiros passos na vida acadêmica.

À **CAPES** pelo apoio financeiro, essencial para a realização do mestrado.

Aos grandes amigos **Adriano, André Colaço, André Ferreira, Carlos, Edemilson, Eloy, Erik, Fernanda, Giancarlo, Hugo, João, Maria Carolina, Mark, Milton, Rafael e Raniére**, pelas experiências e convivência durante o curso.

Aos funcionários do departamento **Afonso, Agnaldo, Angela, Áureo, Chicão, Davilmar, Fátima, Fernanda, José Geraldo, Juarez e Tereza**, pelo apoio e amizade.

Aos funcionários da Biblioteca Central, especialmente à **Eliana e Silvia**, pela ajuda, paciência e amizade prestadas.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Sistemas de informação.....	22
2.2 Sistemas de medição de desempenho	25
2.3 Mapa de processos	36
2.4 Citros	39
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Macroprocesso A ₁ Plantio	47
4.2 Macroprocesso A ₂ Tratos culturais I.....	54
4.3 Macroprocesso A ₃ Tratos culturais II.....	64
4.4 Macroprocesso A ₄ Colheita	71
4.5 Indicadores de sucesso das fases	73
5 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS.....	79

RESUMO

Sistema de informação aplicado à agricultura

As organizações evoluíram desde o artesanato até as grandes corporações atuais, passando pela Revolução Industrial e Segunda Guerra Mundial. Essa evolução trouxe alterações expressivas na forma de administração, especialmente pelo surgimento do computador e pela globalização. As empresas tornaram-se obrigadas a captar as crescentes mudanças no ambiente e a substituir o empirismo e improvisação por uma administração baseada na tomada de decisão a partir da análise de dados, que foi facilitada pelo desenvolvimento de sistemas de informação. Na atividade agrícola, a utilização de sistemas de informação e adoção da gestão por processos, os quais permitem a gerência obtenção de melhores resultados no negócio ainda são incipientes. Assim, o objetivo do trabalho é a adaptação de um modelo voltado ao mapeamento de processos que permita a definição de indicadores para a avaliação de desempenho dos principais processos operacionais da produção citrícola. O sistema de produção foi mapeado a partir do modelo IDEF₀ (Integrated Definition for Function Modelling), sendo dividido em quatro macroprocessos principais denominados A₁ Plantio; A₂ Tratos culturais I – estabelecimento das mudas; A₃ Tratos culturais II – manutenção do pomar; A₄ Colheita. As principais fases operacionais referentes a cada um dos macroprocessos foram definidas com base em um sistema de produção de uma empresa agrícola. Identificou-se 13 principais fases, que resultaram num total de 60 atividades e 248 indicadores operacionais, sendo que 28 indicadores foram classificados como relacionados ao sucesso das fases. Para os indicadores de produtividade, foi possível definir três classes: custo, tempo e quantidade, sendo “tempo de manutenção das máquinas”, “tempo de mão-de-obra utilizada”, e “tempo de máquinas utilizado nas atividades”, os indicadores propostos de maior frequência para a avaliação do desempenho relacionado à utilização dos recursos. Os indicadores de qualidade relacionados ao sucesso com maior frequência nas fases foram os referentes à qualidade química do solo (ou substrato): saturação por bases, teores de macro e micronutrientes. A validação dos indicadores obtidos neste trabalho em uma empresa ou propriedade citrícola permitirá maior alcance para a utilização do modelo. Também a realização de novos trabalhos sobre indicadores de desempenho para a agricultura, como a análise do relacionamento causa-efeito

entre estes, permitirá a definição de itens prioritários para a gestão do sistema produtivo.

Palavras-chave: Citros; Desempenho; Gestão agrícola; Indicadores; Mapa de processos

ABSTRACT

Agriculture applied information system

Organizations evolved from handicraft to the current large corporations, passing through the Industrial Revolution and World War II. This evolution has brought expressive changes in the management style, especially due to informatics and globalization. Companies were forced to adapt to the increasing changes in the business environment, as well as to replace the empiricism and improvisations by the management based on decision-making from data analysis, which was eased by the development of information systems. In agriculture, the use of information systems and the adoption of processes management, which provide better results, are still incipient. Therefore, this study aimed to adapt a model dedicated to process mapping, allowing indicators definition for the performance analysis of the main operational processes of the citrus production. The production system was mapped using the IDEF model, divided into four main macroprocesses named A1 Planting; A2 Cultural treatments I – seedling establishment; A3 Cultural treatments II – orchard maintenance; A4 Harvesting. The main operational stages of each macroprocess were defined based on the production system of an agricultural company. Thirteen main stages were identified, resulting in a total of 60 activities and 248 operational indicators, out of which 28 of them were linked to the success of the stages. Among the productivity indicators, it was possible to set those which belong to cost, time and quantity classes, being “work time”, “machinery time” and “maintenance time”, the more frequently proposed indicators for the performance evaluation related to resource use. The most frequently proposed quality indicators regarding the success of the stages were those related to the soil (or substratum) chemical quality: base saturation, macro and micronutrients levels. The validation of these indicators in a citrus company would expand the model application. The validation of these indicators in a citrus company will allow larger range for the model application. Also new studies about agricultural performance indicators, as the cause-effect analysis of them, will allow priority items to be defined to the production system management.

Keywords: Citrus; Farm management; Indicators; Performance; Process mapping

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases no desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho	28
Figura 2 – Representação de processo	37
Figura 3 – Modelo para descrição dos processos	43
Figura 4 – Macroprocessos secundários principais do negócio e suas fases	45
Figura 5 – Modelo proposto para o sistema de informação	46
Figura 6 – Indicadores para a fase A ₁₁ “produzir mudas”	48
Figura 7 – Indicadores para a fase A ₁₂ “preparar o solo”	51
Figura 8 – Indicadores para a fase A ₁₃ “plantar as mudas”	53
Figura 9 – Indicadores para a fase A ₂₁ “replantar as mudas”	55
Figura 10 – Indicadores para a fase A ₂₂ “corrigir e adubar o solo”	57
Figura 11 – Indicadores para a fase A ₂₃ “controlar pragas e doenças”	59
Figura 12 – Indicadores para a fase A ₂₄ “controlar plantas daninhas”	61
Figura 13 – Indicadores para a fase A ₂₅ “irrigar as mudas”	63
Figura 14 – indicadores para a fase A ₃₁ “corrigir e adubar o solo”	65
Figura 15 – Indicadores para a fase A ₃₂ “controlar pragas e doenças”	67
Figura 16 – Indicadores para a fase A ₃₃ “controlar plantas daninhas”	69
Figura 17 – Indicadores para a fase A ₃₄ “irrigar as plantas”	70
Figura 18 – Indicadores para a fase A ₄₁ “colher os frutos”	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Roteiro para detalhamento dos indicadores	26
Tabela 2 – Modelos básicos de processos em uma organização.....	38
Tabela 3 – Sistemas de produção agrícola.....	40
Tabela 4 – Indicadores de sucesso para o sistema de produção de citros.....	74

1 INTRODUÇÃO

A primeira forma de produção organizada foi baseada no trabalho artesanal, surgido no fim da Idade Média com o renascimento comercial e urbano, e caracterizado pela produção independente na qual o artesão era o responsável pela realização de um determinado produto, estabelecendo a forma de trabalho e as especificações e preços de suas encomendas.

Com o crescimento do consumo, a divisão do trabalho ocorreu, surgindo a manufatura. O artesão então passou a ser responsável por apenas uma etapa produtiva recebendo pagamento do manufatureiro, que distribuía a matéria-prima e comercializava a produção, baseando-se em medidas de desempenho contábeis.

A invenção da máquina a vapor por James Watt, em 1764 na Inglaterra deu início à Revolução Industrial, que trouxe rápidas e profundas mudanças econômicas, sociais e políticas, devido principalmente à substituição do trabalho humano pelo mecanizado e o estabelecimento do sistema fabril. Posteriormente, o desenvolvimento do motor de combustão interna, em 1860, provocou um novo choque tecnológico na sociedade.

Esse ambiente possibilitou o crescimento das primeiras organizações, já no século XIX, que buscavam atender à aparentemente inesgotável demanda de bens pela sociedade, por meio da massificação e padronização de suas produções. Durante o século XX, o foco das empresas se volta para a eficiência e qualidade das operações e junto com as empresas o desenvolvimento das primeiras teorias da ciência da administração.

Após a Segunda Guerra Mundial, dentro do cenário de luta entre as superpotências envolvidas na corrida armamentista devido à chamada Guerra Fria, ocorreu o avanço na área da informática e o surgimento do computador, que possibilitou o desenvolvimento dos primeiros sistemas de informação automatizados, na década de 1950, focados na coleta de dados internos da organização.

A globalização iniciada no final da década de 1980, com o avanço na área de comunicação, deu início à era da informação, na qual as empresas tornaram-se obrigadas a captar as crescentes mudanças no ambiente e mudar o foco de sua produção para as necessidades dos seus clientes. Paralelamente, com a intensificação dos avanços na área da tecnologia da informação, tornou-se possível o desenvolvimento de sistemas com maior capacidade de armazenamento e

processamento, que possibilitaram à organização substituir o empirismo e improvisação por uma administração baseada na tomada de decisão a partir da análise de dados. Esse foi um período onde as pesquisas sobre os sistemas de medição de desempenho aumentaram de forma considerável, após a percepção da necessidade de se avaliar a organização sob outros aspectos e não somente o financeiro.

Atualmente, a sociedade vive uma nova revolução, chamada era do conhecimento, assim denominada devido à crescente gama de informações virtualmente disponibilizadas. Os sistemas de informação passam então a fornecer dados à organização, em tempo hábil, para que sejam utilizados na estrutura gerencial da empresa, auxiliando os executivos no processo de administração, nas funções de planejamento, controle e tomada de decisão.

Entretanto, na agricultura, a utilização e até mesmo a existência de modelos de sistemas de informação que permitam a gerência do negócio são incipientes, ao contrário da indústria e prestação de serviços. Isso porque o foco dos administradores se concentra nos ganhos de escala da produção.

Porém, a existência de um sistema de informação voltado à agricultura, que permita ao administrador agrícola a tomada de decisões com base em fatos e dados, mesmo dentro de um ambiente de alta complexidade, com inúmeras variáveis relacionadas que afetam o desempenho da organização, permitirá ao sistema produtivo a obtenção de melhores resultados.

Da mesma forma, o mapeamento das principais atividades de uma organização possibilitará a adoção da gestão por processos pela empresa, que, dentre os inúmeros benefícios, alavanca o desempenho organizacional, por meio da melhor compreensão das operações, com base em informações, uso de indicadores e identificação de possíveis riscos, facilitando a tomada de decisão por parte da gerência.

A citricultura é um desses complexos ambientes e tem destacado papel na agricultura, representando cerca de 20% da massa total de frutos produzidos no mundo, gerando empregos e renda. O Brasil, além de ser o maior exportador mundial de suco, também é o maior produtor de laranja, tendo colhido, em 2011, 19,0 milhões de toneladas de frutos, enquanto que os Estados Unidos, segundo colocado, aproximadamente 7,5 milhões de toneladas.

Portanto, considerando-se a importância da citricultura e da informação para a gestão do negócio agrícola, o objetivo do trabalho é a adaptação de um modelo voltado ao mapeamento de processos que permita a definição de indicadores para a avaliação de desempenho dos principais processos operacionais da produção citrícola.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Antes mesmos da revolução industrial e do surgimento do paradigma fordista-taylorista, medidas de desempenho contábeis já eram utilizados pelos artesãos.

De acordo com Tezza et al. (2010), no início do século XIX, os gerentes das fábricas passaram a tomar decisões com base em informações sobre o custo por hora da transformação da matéria-prima em produtos acabados, particularizadas por departamentos e indivíduos. Dessa forma, mediam a eficiência do processo e comparavam o desempenho produtivo de cada funcionário. Essas informações eram usadas para conceder remuneração adicional aos trabalhadores mais produtivos e estipular metas aos demais. Em meados do século XIX, os gerentes financeiros das ferrovias desenvolveram uma nova medida de desempenho: o índice operacional, que correlacionava o índice de despesas operacionais com a receita. Esse índice era utilizado para medir a eficiência dos gerentes locais e a lucratividade dos negócios. As fábricas de produtos sob encomenda utilizavam essas informações produtivas e contábeis para determinar os produtos mais rentáveis e os preços de venda.

Para diversos autores, como Matos e Pires (2006), a Revolução Industrial alterou o modo de produção das organizações, incluindo, dentre outras características a divisão do trabalho (surgida anteriormente, mas disseminada a partir de então), o trabalho coletivo, a perda do controle do processo de produção pelos trabalhadores e a compra e venda da força de trabalho.

No início do século XX surgiram as primeiras grandes corporações industriais, tendo como base de sucesso a eficiência na produção em massa, caracterizada por bens padronizados. Nesse caso, o cliente fica atrelado às especificações da empresa e em grandes quantidades para atender a demanda crescente de novos produtos (PELOIA, 2008). Nesse contexto, apareceram os primeiros trabalhos tratando da ciência da administração, tendo como objetivo a racionalização do trabalho.

Após a Segunda Guerra Mundial, dentro do cenário de luta entre as superpotências envolvidas na corrida armamentista devido à chamada Guerra Fria, ocorreu o avanço na área da comunicação, especialmente pelo surgimento do computador (DAL BELLO, 2008).

Paralelamente, com o movimento da qualidade, especialmente no Japão, a preocupação das organizações em relação à obtenção de menores custo de produção e preço de venda passa a ser dividida com a adequação do produto à satisfação do cliente. As empresas então passam a utilizar indicadores focados em qualidade e em outras categorias internas, como a velocidade e a flexibilidade, ao lado do custo, como fatores importantes para o sucesso, fazendo com que os indicadores financeiros tradicionalmente utilizados se tornassem menos relevantes (BITITCI et al., 2001; SRIMAI et al., 2011).

Na década de 1980 ocorreu a globalização da economia com o apoio dos sistemas avançados de tecnologia, especialmente os ligados às áreas de comunicação e informática, levando ao aumento da competitividade entre as organizações.

No mundo globalizado, as empresas mudam rapidamente, e as tecnologias se renovam em períodos cada vez menores, pois a concorrência entre as empresas tornou-se internacional, as mudanças geraram a necessidade e a preocupação constantes com uma produção de melhor qualidade e maior eficiência, numa busca de competitividade que passa, obrigatoriamente, pela adoção de ações flexíveis para a revisão de processos e tecnologias, mudanças na forma de atuação e adoção de modelos administrativos que possam simplificar os processos e tornar as tarefas mais simples (SILVA, 2003).

Atualmente, de acordo com Dal Bello (2008), a sociedade vive a denominada era do conhecimento, na qual, devido à crescente gama de informações virtualmente disponibilizadas, as corporações passam a exigir do profissional profundos conhecimentos na sua área de especialização e em todas a ela correlacionadas. O teletrabalho, a educação à distância, a telemedicina e a videoconferência, entre outras facilidades do mundo moderno possibilitam o acesso a novos conteúdos em tempo real, independentemente do local.

2.1 Sistemas de informação

A definição de sistema de informação, conforme Pereira (2009) é: "conjunto de componentes inter-relacionados que geram, coletam (ou recuperam), processam, interpretam, armazenam, codificam e disseminam dados, informações e conhecimento para dar suporte às decisões".

Ao longo do tempo, conforme observaram Perottoni et al. (2001), houve o desenvolvimento de diferentes tipos de sistemas de informação, visando atender às necessidades das organizações e áreas: sistemas transacionais, gerenciais, de apoio à decisão, para automação de escritório, para mineração de dados, especialistas, para executivos, de gestão empresarial e de relacionamento com o cliente.

O surgimento dessa vasta gama de tipos de sistemas fez com que a bibliografia especializada no tema criasse diversas classificações para os sistemas de informação. Entretanto, um dos fatores mais utilizados para a definição do tipo de sistema de informação é o nível da estrutura organizacional a que ele atende.

Leite et al. (2010) definem estrutura organizacional como “a escolha da melhor forma para o agrupamento de recursos humanos e materiais (departamentalização), assim como a definição de autoridade, atividades e comunicação (atribuições), necessárias para cumprir a missão da organização, sem perder de vista a inerente complexidade organizacional”.

Dessa forma, as organizações são normalmente divididas em três níveis: estratégico, tático e operacional. O nível estratégico, segundo Tezza et al. (2010), “está ligado a abordagens focadas em aspectos vinculados ao futuro, que avaliam as estratégias subjacentes ao negócio e ao atingimento de objetivos macros, a longo prazo”.

Ainda de acordo com esses autores, o nível tático está ligado ao monitoramento das variações no desempenho operacional, mensuração de grupos de indivíduos ou processos e relacionadas a controles administrativos e decisões sobre operações de controle. No nível operacional, as ações resultam em uma resposta imediata, e as programações e procedimentos são estáveis estando dessa forma, ligados diretamente ao feedback imediato e a medidas de rotina.

Dessa maneira, O'Brien (2004, apud ROSSETTI; MORALES, 2007) divide os sistemas de informação em quatro tipos: sistemas de informação transacionais (relacionado ao nível operacional), sistemas de informação gerenciais e sistemas de apoio à decisão (nível tático), e sistemas de informação executivos (nível estratégico):

Sistemas de informação transacionais: tratam das informações e transações rotineiramente efetuadas, necessárias ao funcionamento de uma organização (ex:

emissão de notas fiscais, pedidos, compras, etc.), que normalmente alimentam um banco de dados para futuras consultas.

Segundo Perottoni et al. (2001), os primeiros sistemas de informação computadorizados surgidos na década de 1950 tinham foco no nível operacional da organização.

Sistemas de informação gerenciais: por meio dos dados e informações coletados, incluindo nos sistemas transacionais, possibilitam consultas e produção de relatórios para a gerência (ex: orçamento anual), apoiando muitas das necessidades dos sistemas de tomada de decisão da administração.

Sistemas de apoio à decisão: fornecem aos gerentes apoio interativo de informações durante o processo de tomada de decisão em ambientes complexos, com grande número de variáveis envolvidas, por meio de modelagens analíticas dos tipos “what if”, de sensibilidade, de busca de metas e de otimização (O'BRIEN, 2004, apud ROSSETTI; MORALES, 2007). Como exemplo tem-se a análise de custos de contratação.

Sistemas de informação executiva: possuem funções dos sistemas de apoio à decisão e dos sistemas de informação gerenciais, que são disponibilizadas aos executivos das organizações, visando apoiarem o planejamento estratégico da organização.

Entretanto, há autores como Costa (2001) que criticam essas denominações, referindo-se por exemplo aos sistemas de medição de desempenho e de gestão estratégica, os quais considera inadequados, como sistemas de suporte a decisão, pois reúnem elementos-chave para a orientação da gerência.

Atualmente, há crescente demanda por pacotes de softwares que integram diversos sistemas de informação, sendo os mais difundidos (DE SORDI; MEDEIROS JR., 2006; BANDEIRA; MAÇADA, 2008; RIBEIRO et al., 2006): Gestão Empresarial Integrada (ERP); Inteligência Empresarial (BI); Gestão do Relacionamento com Clientes (CRM); Gestão do Relacionamento com Fornecedores (SRM); Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM); Gestão do Desenvolvimento Colaborativo de Produtos (PLM); Compra de Materiais Indiretos (e-Procurement); Compra de Materiais Diretos (e-Sourcing); Sistema de Informação Gerencial (MIS); e outros sistemas colaborativos via Internet e de automação de processos.

2.2 Sistemas de medição de desempenho

O desempenho é definido por Neely et al. (1995) como sendo a eficiência e eficácia das ações dentro de um contexto de negócio. De acordo com Braz et al. (2011), a eficácia é a conformidade com as necessidades do cliente, enquanto que a eficiência é a forma como os recursos da organização são utilizados para atingir os níveis de satisfação do consumidor.

Dessa forma, a medição de desempenho pode ser definida como o processo de quantificação da eficácia e eficiência. Para isso, indicadores de desempenho devem ser selecionados, implementados e monitorados.

Para Takashina e Flores (1999), “os indicadores são formas de representação quantificáveis das características de produtos e processos”. “Os indicadores são definidos como expressões quantitativas que representam uma informação gerada a partir da medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e dos produtos resultantes, sendo o indicador de desempenho um resultado atingido em determinado processo ou características dos produtos finais resultantes.” (SOUZA et al., 1995).

Ainda de acordo com os autores, os indicadores de desempenho podem ser divididos em indicadores de qualidade (medem o desempenho de um produto ou serviço, relativos às necessidades dos clientes internos ou externos) e indicadores de produtividade (medem o desempenho dos processos, por meio de relações elaboradas a partir dos recursos utilizados e respectivos resultados atingidos). Essa classificação é semelhante à de Hronec (1994, apud NAVARRO, 2005), que define os indicadores de desempenho em indicadores de produto e de processo.

Esses autores, entretanto, assim como outros, defendem a flexibilidade dessa definição, uma vez que a adoção de um conceito mais amplo da qualidade pode englobar também a melhoria da produtividade.

Para a definição dos indicadores de um sistema de medição de desempenho, vários trabalhos, assim como o de Kiyan (2001), baseado nos trabalhos de Neely et al. (1997) e Takashina e Flores (1999), apontam que, além do título e da fórmula para cálculo da medida, outras características devem ser detalhadas, conforme roteiro apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Roteiro para detalhamento dos indicadores

Especificações	Significado
Título do indicador	Nome por extenso do indicador
Abreviatura	Sigla ou título simplificado do indicador
Fórmula	Método de cálculo do indicador
Dados	Fonte de dados ou resultados
Unidade da medida	Unidade do indicador
Meta	Nível de desempenho desejado
Modelo de relacionamento	Representação da relação causa-e-efeito da medida com os objetivos estratégicos
Responsável pelo indicador	Pessoa ou equipe responsável pelo produto ou processo
O Que Ele Faz	Ações do responsável pelo indicador
Público alvo	Pessoas ou órgãos que utilizam a medida
Propósito	Objetivo do emprego da medida
Dificuldades	Possíveis dificuldades na coleta ou medição do indicador
Processo relacionado	Processo ao qual a medida está relacionada
Frequência para geração de informações	Periodicidade sugerida para coleta ou medição da medida
Frequência de revisão	Periodicidade para revisão da medida

Fonte: Adaptado de Kiyan (2001)

Dentre os indicadores de desempenho utilizados em um sistema de medição de desempenho, Shepherd e Günter (2006) propõe 132 medidas, classificadas em três categorias: (i) quantitativas e qualitativas; (ii) financeiras e não-financeiras; (iii) qualidade, tempo, flexibilidade e inovação. Apesar dessa classificação, o trabalho aponta uma falta de consenso sobre a melhor maneira de defini-las.

Lima (2005) define o sistema de indicadores de desempenho como sendo “um conjunto de medidas integradas em vários níveis, definidas a partir da estratégia e dos objetivos da unidade de negócio, tendo como objetivo fornecer informações relevantes às pessoas certas sobre o desempenho de processos e produtos, para auxiliar no processo de tomada de decisão”.

Dentre os principais elementos de um sistema de medição de desempenho, Santos et al. (2007) citam: características - propriedades ou elementos; regras - fins ou funções; processos - conjunto de ações que constituem o sistema.

Ainda de acordo com os autores, as características são as medidas de desempenho e a infraestrutura de apoio, que pode ser constituída de mecanismos manuais ou automatizados para a coleta, classificação, análise, interpretação e disseminação de informações úteis aos tomadores de decisão. Como funções têm-se a medição de desempenho, a gestão estratégica, a comunicação, o comportamento e o aprendizado e melhoria. Os processos podem ser agrupados em cinco categorias: criação e seleção de indicadores; coleta e manipulação de dados; gestão da informação; avaliação de desempenho e recompensa; revisão do sistema.

“A implementação de um sistema de medição de desempenho estimula mudanças gerenciais e promove a aprendizagem organizacional por meio da aquisição, armazenamento, análise, interpretação e distribuição de dados e conhecimentos sobre o desempenho” (GARENGO et al., 2007).

Bourne et al. (2000) propõem uma metodologia para o desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho dividida em quatro fases: concepção do sistema, implementação dos indicadores, uso dos indicadores para avaliar a implementação das estratégias e uso dos indicadores para validar as estratégias, conforme Figura 1.

Figura 1 – Fases no desenvolvimento de sistemas de medição de desempenho (BOURNE et al., 2000)

Para Hora e Viera (2008), há duas vertentes da medição de desempenho organizacional: a primeira, iniciada por volta de 1880 e aperfeiçoada na década de 1950, acompanha o paradigma da produção em massa, sendo baseada em relatórios, cálculos financeiros e medidas como ROI (Return On Investment), EVA (Economic Value Added) e EBITDA (Earned Before income Tax and Depreciaton Amortiation). A segunda, a partir da década de 1990, passa a considerar os chamados ativos intangíveis, definidos como “ativos monetários identificáveis sem substância física” (CPC, 2009), “... incorpóreos representados por bens e direitos associados a uma organização, que independentemente de estarem contabilizados, possuem valor e podem agregar vatagens competitivas a uma organização, tal como é o caso de uma marca” (HOSS et al., 2010).

Os sistemas de medição de desempenho tradicionalmente empregados pelas organizações industriais (primeira vertente) focavam em duas perspectivas: busca pela eficiência operacional e gerenciamento orientado por visão financeira. Os indicadores mais comumente aplicados são os índices de produtividade como o retorno sobre investimentos, lucro por ações, lucratividade por produto, custo, entre outros (NEELY et al., 1995).

A partir da década de 1970, com o aumento da instabilidade nos mercados e o aumento da competitividade, esses SMD passam a apresentar inúmeras incongruências, como (KIYAN, 2001): foco excessivo na eficiência, visão fragmentada, falta de aderência com os objetivos estratégicos, ênfase nos resultados, sistemas orientados para a mensuração do resultado financeiro, ênfase nos resultados de curto prazo, deficiência em prover informações em tempo hábil, etc. Bourne et al. (2000) também relatam trabalhos que apresentam críticas aos tradicionais sistemas de medição, devido às seguintes características mencionadas: incentivo ao imediatismo, otimização localizada de recursos e minimização da variabilidade (ao invés da busca pela melhoria contínua), falta de foco estratégico e falta de foco ao ambiente externo, entre outras.

Dessa forma, a partir da década de 1980 começaram a surgir novos modelos de SMD com a proposta de expressar novas dimensões de desempenho a serem medidas. Entretanto, de maneira geral, mantinha-se a preocupação em expressá-las em termos de custos: OPTIM (Operating Profit Through Time and Investment Management), Modelo para Medição do Desempenho, Medida do Desempenho Integral da Manufatura e Matriz de Medição de Desempenho.

De acordo com Srimai et al. (2011), o movimento das técnicas de gestão da qualidade ocorridas na América durante a década de 1980 criou um momento propício para o desenvolvimento de inovações na medição de desempenho, tendo como causa a incompatibilidade dos fundamentos filosóficos das tais técnicas (visão holística e integrada da organização como um todo) com as medidas tradicionais de desempenho que abrangiam, normalmente, uma pequena parcela das atividades.

Conforme Tezza et al. (2010), uma das primeiras abordagens não financeira e organizacional é a do 7-S da McKinsey, desenvolvida no final dos anos 1970 nos EUA. Sua abordagem considera sete elementos organizacionais, subdivididos em objetivos (estratégia, estrutura e sistema) e subjetivos (habilidades, valor compartilhado, estilo e pessoas), de uma forma sistêmica e descritiva.

De acordo com Martins (1999), as pesquisas sobre sistemas de medição de desempenho aumentaram de forma considerável nas décadas de 1980 e, principalmente, de 1990, após a publicação dos primeiros artigos e livros alertando para a necessidade de novos estudos na área. Dentre os novos modelos propostos na literatura, são citados: SMART; Sistema de Medição de Desempenho para Competição Baseada em Tempo; Balanced Scorecard; Modelo de Medição para

Valor Adicionado; Estruturas de Indicadores de Gestão; Modelo Quantum de Desempenho; Modelo de Desempenho para Manufatura Classe Mundial; Sete Critérios do Desempenho; Sistema de Medição de Desempenho Integrado e Dinâmico.

Smirai et al. (2011) apresentam um quadro comparativo das dimensões das medidas de desempenho dos sistemas introduzidos a partir da década de 1980, desde o modelo de Sink e Tuttle, de 1985, até o sistema de desempenho multidimensional dinâmico (2003), relacionando-as a dois grupos: processos; stakeholders. Entre as classes de indicadores referentes aos processos, encontram-se: eficiência; produtividade; qualidade. Para cada stakeholder são consideradas as respectivas classes de medidas: clientes (custo; entrega; satisfação); acionistas (estratégia; financeira; rentabilidade); competidores (participação no mercado); colaboradores (satisfação; valor; aprendizado); sociedade (ambiente; social).

Os stakeholders são conceituados por Quadros et al. (2003), a partir de diversas denominações levantadas em trabalhos anteriores, como “grupos que tenham relações com a organização”, “grupos pelos quais a corporação é responsável”, “grupos ou pessoas identificáveis dos quais a organização depende para sobreviver” e “qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou ser afetado pela conquista dos objetivos de uma empresa”.

No trabalho de Tezza et al. (2010) é apresentada uma revisão de 140 sistemas de medição de desempenho publicados entre 1980 e 2007, incluindo periódicos, anais de congresso, teses, dissertações e livros, classificando-os com base em cinco critérios: abrangência, tipo de abordagem, foco, nível de medição e grau de complexidade.

Em relação à abrangência, notou-se que a grande maioria (75%) tem aplicação corporativa, devido à área em que se iniciaram os estudos sobre SMD. As demais abrangências, como cadeia de suprimento, serviços e indivíduo apresentaram baixa frequência.

Quanto ao tipo de abordagem, identificou-se que 83 publicações utilizaram de alguma forma a prática para validar algum conceito, enquanto que 57 trabalhos foram puramente teóricos. Também se verificou que entre 1980 a 2000 houve mais abordagens teóricas, relacionadas ao desenvolvimento de modelos, enquanto que a partir de 2000, os trabalhos tratavam das aplicações práticas desses modelos, o que refletiu na redução do número de publicações.

O terceiro critério está relacionado ao caráter das medidas de desempenho utilizadas, sendo que a abordagem não-financeira foi intensificada na década de 1980, e a partir de meados dos anos 1990, os estudos focam somente nos âmbitos puramente não financeiros ou nas associações financeiros/não financeiros de SMD.

Quanto ao critério nível de medição dos modelos, observou-se que, do final dos anos 1990 a 2007, a preocupação principal foram as medidas de nível estratégico, enquanto que os sistemas envolvendo os três níveis organizacionais foram alvo somente de 10,6% dos trabalhos.

Identificou-se também que os modelos analisados, em sua grande maioria, possuíam uma estrutura robusta e, na maioria das vezes, com certo grau de complexidade tanto em seu entendimento quanto em sua aplicabilidade. Isto vem aumentando no decorrer do tempo, indicando que as modelagens estão envolvendo cada vez mais recursos, tecnologias, pessoas e fases do processo.

Quanto aos modelos mais citados e utilizados como base para o desenvolvimento de outros, destacam-se o SMART, o Quantum e o Balanced Scorecard.

O modelo SMART (*Strategic Measurement and Reporting Technique*) foi desenvolvido por Cross e Lynch, em 1989, sendo posteriormente aperfeiçoado e denominado de Pirâmide de desempenho (LYNCH; CROSS, 1995, apud NAVARRO, 2005). Tal pirâmide é constituída de quatro níveis de objetivos e medidas, estabelecendo uma estrutura de ligação entre a estratégia da organização e as operações. Os objetivos estratégicos são transmitidos às operações, do nível superior para o inferior, e os indicadores, do nível operacional para o tático e o estratégico. Esse modelo também é representado por três ângulos distintos: clientes, gerência e empregados.

O modelo Quantum de desempenho consiste em “uma abordagem sistemática, lógica, coerente e abrangente para desenvolvimento, implementação e utilização das medidas de desempenho, sendo composto por quatro elementos: os geradores, os facilitadores, o processo e a melhoria contínua” (HRONEC, 1994, apud NAVARRO, 2005).

Os geradores estão vinculados à estratégia da empresa, enquanto que os facilitadores auxiliam a organização a desenvolver, implementar e utilizar os indicadores de desempenho. O elemento processo busca identificar os processos críticos da empresa por meio de análise que estabelecerá as prioridades de

desenvolvimento, implementação e utilização dos indicadores de desempenho nas áreas críticas. A melhoria contínua está vinculada ao processo de constante revisão e melhoria dos indicadores de desempenho, retroalimentando a estratégia da empresa.

Na estrutura do modelo, a base é representada pela estratégia da empresa, que se dissemina por toda organização por meio das medidas de desempenho.

O Balanced Scorecard (BSC) é um dos modelos relacionados ao desenvolvimento de um conjunto de informações mais citados na literatura. Foi criado a partir de Kaplan e Norton (1992), e consiste em traduzir, comunicar e implementar a estratégia da empresa, relacionando-a aos indicadores por meio dos seus quatro processos: esclarecer e traduzir a visão e a estratégia; comunicar e associar objetivos e medidas estratégicos; planejar, estabelecer metas e alinhar iniciativas estratégicas; melhorar o feedback e o aprendizado estratégico (KAPLAN; NORTON, 1997; DIETSCHI; NASCIMENTO, 2008).

Conforme Canevarolo (2004), o BSC passou por um processo de evolução desde sua concepção original ligada ao seu uso. Em seu lançamento, a proposta foi a utilização de algumas medidas não financeiras para direcionar os indicadores de processo. Em 1996, o modelo passou a ser proposto como um sistema de medição de desempenho alinhado à estratégia da organização. Por último, em 2001, o BSC passou a ser visto também como um método de apoio para comunicar a visão e a estratégia organizacional, tendo o foco centralizado na implementação da estratégia.

A base do BSC é a proposta de agrupamento dos indicadores de desempenho em quatro perspectivas distintas: financeira, clientes, processos internos e aprendizado e crescimento.

A perspectiva financeira tem a função de definir o desempenho financeiro esperado a partir da estratégia, e suas medidas e objetivos servirem como metas finais para as outras perspectivas. As suas medidas de desempenho estão tipicamente relacionadas à rentabilidade, tais como receita operacional, retorno sobre o capital empregado, valor econômico adicionado (EVA), etc.

Já a perspectiva do cliente contém indicadores relacionados à satisfação e retenção do cliente, à conquista de novos mercados, etc. Normalmente utilizam-se para tanto três classes de indicadores: atributos do produto e serviço (funcionalidade, qualidade e preço); relacionamento com o cliente (qualidade da experiência de compra e relacionamentos pessoais); imagem e reputação.

Na perspectiva de aprendizagem e crescimento, as medidas de desempenho são direcionadoras para as outras três perspectivas. As três principais categorias dessa perspectiva são: capacidades do funcionário; capacidade do sistema de informação; motivação, *empowerment* (relacionado à iniciativa de dar mais autonomia, transferindo poder de decisão a funcionários e equipes, de acordo com MAXIMIANO, 2004) e alinhamento.

Por último, na perspectiva dos processos internos de negócio encontram-se as medidas e objetivos para os processos que têm grande impacto na satisfação dos clientes e acionistas. Os processos internos são subdivididos em processos de inovação, operacionais e de serviços pós-venda.

Entre os trabalhos que utilizaram o BSC como base para o desenvolvimento de sistemas de informação, há: Kiyon (2001); Nuintin (2007); Peloia (2008); Peloia e Milan (2010).

Kiyon (2001) propõe uma sistemática para o desenvolvimento de indicadores de desempenho voltados para auxiliar a implantação da estratégia empresarial, sendo a mesma dividida em três etapas: análise ambiental, definição do conjunto de indicadores e detalhamento dos indicadores.

O objetivo de Nuintin (2007) foi desenvolver uma metodologia para determinar indicadores de desempenho e qualidade para o processo de produção de café por meio de quatro estudos de casos. A proposta é dividida em cinco fases: identificação da missão e objetivos da organização; definição dos objetivos dos processos de produção; definição das estratégias do processo de produção (plano de ação das fases de produção); identificação, interpretação e descrição dos fatores críticos de sucesso do processo de produção; determinação dos indicadores. A conclusão é que os indicadores de desempenho e de qualidade dos processos de produção dependem do objetivo, da estratégia, dos fatores críticos de sucesso do processo de produção e do objetivo da avaliação.

Peloia (2008); Peloia e Milan (2010) apresentam como objetivo propor um sistema de medição de desempenho integrado para dar suporte à gestão da mecanização agrícola, dividindo a metodologia do trabalho em duas fases: adaptação de um modelo conceitual sistêmico e posterior desenvolvimento numa situação prática. O modelo utilizou como base os conceitos e critérios exigidos pela Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade e a metodologia Balanced Scorecard de Kaplan e Norton (1997).

Outros trabalhos relacionados à definição de um conjunto de informações relacionadas à agricultura encontrados na bibliografia são: Lopes et al. (1995); Fernandes et al. (2000); Barros (2001); Milan e Fernandes (2002); Pinto (2002); Milan et al. (2003); Souza (2005); Nagumo e Milan (2006); Campos (2007); Toledo (2008), Coelho (2009); Pauli (2009); Barros e Milan (2010).

Lopes et al. (1995) e Fernandes et al. (2000) analisaram a qualidade de operações agrícolas mecanizadas na cultura da cana-de-açúcar (colheita e sulcação para plantio, no caso do primeiro; subsolagem e pulverização de produtos fitossanitários, no caso do segundo trabalho), por meio da identificação e gerenciamento de indicadores de qualidade tais como espaçamento entre sulcos, impurezas na colheita, profundidade da subsolagem e concentração de gotas.

Barros (2001) e Milan et al. (2003) tiveram como objetivos de seus trabalhos a definição das prioridades do preparo do solo de acordo com as necessidades da muda de eucaliptos.

Milan e Fernandes (2002) avaliaram a qualidade do preparo de solo na cultura do milho por meio dos indicadores profundidade de trabalho para a operação de escarificação e tamanho de torrões para a operação de gradagem. Concluíram que o acompanhamento dos indicadores melhoraram os processos estudados.

Pinto (2002) buscou medir a efetividade dos indicadores sugeridos como ferramenta de gerenciamento das frotas canavieiras por meio da aplicação de questionários em usinas de açúcar e álcool brasileiras, entre os anos de 1998 e 2000. A proposição dos indicadores foi baseada na bibliografia e na interação com as empresas durante uma fase de teste piloto.

Souza (2005) buscou o desenvolvimento e aplicação de indicadores para avaliar a qualidade da operação de semeadura direta em um sistema de produção de milho, dividindo a metodologia em seis etapas: caracterização, pesquisa bibliográfica, seleção dos indicadores, coleta dos dados a campo, análise dos dados e criação do índice do indicador.

Nagumo e Milan (2006) estabeleceram e analisaram as características exigidas pelos clientes de mudas de café enxertadas e comercializadas em tubetes plásticos, bem como definidos os requisitos técnicos relacionados, que posteriormente foram submetidos à verificação por meio da utilização de cartas de controle e histogramas.

Campos (2007) teve por objetivo identificar e avaliar as variáveis críticas do processo de produção da cana-de-açúcar por meio da definição do fluxograma do

processo, utilização da FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) e determinação da capacidade do processo em uma usina.

Toledo (2008) buscou avaliar o desempenho de um conjunto trator-semeadora-adubadora na operação de semeadura de amendoim sob preparo convencional de solo, por meio de análise geoestatística aplicada às variáveis de desempenho operacional (força e potência na barra de tração, velocidade, capacidade de campo efetiva, consumo de combustível e de energia e patinagem) e à resistência mecânica do solo à penetração, bem como de controle estatístico de processo e análise de capacidade aos indicadores de qualidade da operação: distribuição longitudinal de plântulas, espaçamento entre fileiras de semeadura e número de dias para emergência.

Coelho (2009) e Pauli (2009) definiram as prioridades técnicas para o planejamento das operações de plantio e colheita mecanizados da cana-de-açúcar, respectivamente.

Barros e Milan (2010) buscaram a identificação dos fatores críticos e a análise do processo de melhoria contínua no plantio da cana-de-açúcar. O trabalho foi dividido em três etapas: definição dos itens críticos; avaliação dos itens e propostas de melhorias; início e avaliação das melhorias. Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados o método FMEA (Failure mode and effect analysis ou Análise de modo e efeitos de falha), e os princípios do ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Action), além da construção de histogramas e cartas de controle.

A partir da análise dos trabalhos descritos acima, foi possível verificar que vários deles utilizaram a ferramenta QFD (Quality Function Deployment) como metodologia para definição do conjunto de informações relativas aos processos.

O método foi criado por Mizuno e Akao, no final da década de 1960, no Japão, inserido no contexto do TQC - Total Quality Control, quando as indústrias japonesas, em dificuldades após o término da II Guerra Mundial, desenvolviam os seus produtos por meio de cópias e imitações com base no original (CHENG; MELO FILHO, 2007).

O principal componente do QFD é a matriz da qualidade, que na maioria das aplicações do método, a sua construção é a única etapa realizada. Os elementos que a compõem são: itens da qualidade exigida pelo cliente, obtida no planejamento da qualidade; características da qualidade que devem ser projetados, convertidas a partir do desdobramento da qualidade exigida pelo cliente; qualidade planejada para os itens da qualidade exigida; matriz de relações entre a qualidade exigida e os

requisitos técnicos; qualidade projetada para os requisitos; benchmarking técnico (CHENG; MELO FILHO, 2007; GOVERS, 1996).

Também foi identificado na Fundação Nacional da Qualidade o Modelo de Excelência da Gestão (MEG), utilizado para avaliação, diagnóstico e desenvolvimento do sistema de gestão de qualquer tipo de organização, sendo reconhecido como uma referência importante para empresas dos setores público ou privado, com ou sem finalidade de lucro, de porte pequeno, médio ou grande (FNQ, 2009a).

O modelo é constituído de 8 elementos: liderança; estratégias e planos; pessoas; processos; clientes; sociedade; resultados; informações e conhecimento, sendo alicerçado sobre um conjunto de conceitos fundamentais da excelência em gestão, que expressam conceitos reconhecidos internacionalmente e que se traduzem em práticas ou fatores de desempenho encontrados em organizações líderes, de classe mundial, que buscam constantemente se aperfeiçoar e se adaptar às mudanças globais. Os seus fundamentos são (FNQ, 2009b): pensamento sistêmico; aprendizado organizacional; cultura de inovação; liderança e constância de propósitos; orientação por processos e informações; visão de futuro; geração de valor; valorização das pessoas; conhecimento sobre o cliente e o mercado; desenvolvimento de parcerias; responsabilidade social.

2.3 Mapa de processos

Em 1990, Porter desenvolveu a idéia de “cadeia de valor” (value chain), uma visão revolucionária da organização empresarial para a época que, basicamente, desagrega a organização em atividades (processos) estrategicamente relevantes e passíveis de mensuração (MÜLLER, 2003).

Para o termo processo há inúmeras definições, sendo a de Davenport (1994) uma das mais citadas. O autor o conceitua como sendo “um conjunto estruturado e mensurável de atividades projetadas para produzir uma saída específica para um mercado ou consumidor particular”.

Harrington (1993) por sua vez o define como sendo qualquer atividade que recebe uma entrada (input), agrega valor (fazendo uso dos recursos da organização) e gera uma saída (output) para um cliente interno ou externo (Figura 2).

Figura 2 – Representação de processo (adaptado de HARRINGTON, 1993)

Quanto à classificação, os processos de uma empresa podem ser de negócio (ou de cliente), organizacionais (ou de integração organizacional) e gerenciais (GONÇALVES, 2000).

Os processos de negócios são aqueles que caracterizam a atuação da empresa e que são suportados por outros processos internos, resultando no produto ou serviço que é recebido por um cliente externo.

Os processos organizacionais são centralizados na organização e viabilizam o funcionamento coordenado dos vários subsistemas da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado aos processos de negócio.

Os processos gerenciais são focalizados nos gerentes e incluem as ações de medição e ajuste do desempenho da organização.

Ainda segundo o autor, há cinco modelos básicos de processos em uma organização, com espectro variando desde o mais objetivo e concreto, até o mais abstrato modelo, que se fundamenta na mudança de estados de um sistema (Tabela 2).

Tabela 2 – Modelos básicos de processos em uma organização

Modelo	Exemplo	Características
Fluxo de material	- Processos de fabricação	- inputs e outputs claros - atividades discretas - fluxo observável - desenvolvimento linear - sequência de atividades
Fluxo de trabalho	- Desenvolvimento de produto - Recrutamento e contratação de pessoal	- início e final claros - atividades discretas - sequência de atividades
Série de etapas	- Modernização do parque Industrial da empresa - Redesenho de um processo - Aquisição de outra empresa	- caminhos alternativos para o resultado - nenhum fluxo perceptível - conexão entre atividades
Atividades coordenadas	- Desenvolvimento gerencial - Negociação salarial	- sem sequência obrigatória - nenhum fluxo perceptível
Mudança de estados	- Diversificação de negócios - Mudança cultural da empresa	- evolução perceptível (indícios) - fraca conexão entre atividades - durações apenas previstas - baixo nível de controle possível

Fonte: Gonçalves (2000)

A FNQ (2008) classifica os processos em: processos principais do negócio, processos de apoio, processos de relacionamento com os fornecedores e processos de aspectos econômico-financeiros.

Os processos são normalmente representados por meio de mapas, definidos como uma das ferramentas básicas da qualidade, que permite o melhor entendimento dos processos atuais, a eliminação ou simplificação dos que necessitam de mudanças, a melhoria dos serviços, a identificação das interfaces críticas, a definição de oportunidades para simulações de processos ou rotinas, a implantação de métodos de contabilidade baseados em atividades e a identificação de pontos desconexos ou ilógicos nos processos (HUNT, 1996; NAVARRO, 2005).

Para o mapeamento dos processos podem ser utilizadas diversas metodologias. Mohammadi e Mukhtar (2012) citam como exemplos: redes de Petri;

Diagrama de Fluxo de Dados (DFD); técnicas IDEF (Integrated Definition for Function Modelling); Cadeia de Processos Dirigida por Eventos (EPC); Role Activity Diagram (RAD); Linguagem de Modelagem Unificada (UML); Notação de Modelagem de Processos de Negócio (BPMN).

O mapeamento de processos possibilita à organização adotar a gestão por processos, uma das práticas ressaltadas na literatura com capacidade de provocar salto qualitativo na competitividade das organizações (ALVARENGA-NETTO, 2004). Para a FNQ (2008), “a gestão por processos une as pessoas da organização em torno de objetivos comuns, criando um ambiente agradável, cooperativo e produtivo, o qual assegura os resultados da organização”.

Ainda de acordo com a instituição, o controle dos processos tem por finalidade assegurar que os requisitos de processo e produto sejam atendidos e, conseqüentemente, sejam atendidas as necessidades e expectativas de clientes e de outras partes interessadas. Isto é realizado por meio do acompanhamento dos indicadores de desempenho, cujos resultados são comparados com padrões (metas) previamente estabelecidos.

Assim, a gestão dos processos de uma organização que busca a excelência apóia-se no fundamento Orientação por processos e informações. Esse fundamento indica que a organização deve ser compreendida e gerenciada por meio de processos, visando à melhoria do desempenho e a agregação de valor para as partes interessadas. Indica também que a organização compreende e agrupa logicamente o conjunto dessas atividades, visando facilitar a tomada de decisões e execução de ações. Isto é realizado com base na medição e análise do desempenho, levando-se em consideração as informações disponíveis, o uso de indicadores adequados, e a análise dos riscos identificados.

2.4 Citros

Os citros compreendem um grande grupo de plantas do gênero *Citrus* e outros gêneros afins (*Fortunella* e *Poncirus*), ou híbridos da família Rutaceae, representado, na maioria, por laranjas doces (*Citrus sinensis*), como as variedades: Pêra, Natal e Valência, entre outras; laranja-azeda (*Citrus aurantium*); tangerinas (*Citrus reticulata* e *Citrus deliciosa*), como: Ponkan, Murcott e Mexerica-do-Rio; limões (*Citrus limon*), representados pelas variedades: Eureka, Feminello e Siciliano; limas ácidas, como o

Tahiti (*Citrus latifolia*) e o Galego (*Citrus aurantifolia*); limas doces como a lima da Pérsia (*Citrus limettoides*); pomelo (*Citrus paradisi*); cidra (*Citrus medica*); e toranjas (*Citrus grandis*) (BASTIANEL et al., 2001; PIO et al., 2005).

Foram introduzidos nas Américas durante a expansão colonial européia, inicialmente nas Ilhas Canárias, por Cristóvão Colombo, em 1493. No Brasil, foi relatada a presença de plantas cítricas em Cananéia (SP), a partir de 1530. A produção mundial para fins comerciais iniciou-se em 1600 (DONADIO et al., 2005; MAZZINI; PIO, 2010).

As plantas cítricas são perenes, e apresentam ciclo de desenvolvimento que varia de seis a dezesseis meses, dependendo da espécie, da variedade e da variação sazonal das condições térmicas e hídricas do local (REUTHER, 1977; apud SENTELHAS, 2005).

De acordo com Luchetti et al. (2003, apud SILVA et al., 2004), na agricultura, incluindo a citricultura, são caracterizados três tipos de sistemas de produção: convencional, orgânico e integrado, englobando atividades do campo, passando pelo empacotamento, até chegar ao consumidor. Eles apresentam características diferenciadas em função do valor do produto, de nichos de mercado e do atendimento às normas de comercialização vigentes nos mercados interno e externo (Tabela 3).

Tabela 3 – Sistemas de produção agrícola

Prática agrícola	Sistemas		
	Convencional	Orgânico	Integrado
Manejo do solo	Intenso	Mínimo	Mínimo
Agroquímicos	Pouco controle	Naturais	Restritos
Pós-colheita	Usa agrotóxico	Não usa	Não usa
Fertilização	Sem controle	Orgânicos	Orgânicos/Químicos
Controle de pragas	Calendário	Monitorado	Monitorado
Certificação	Não	Sim	Sim
Rastreabilidade	Não	Sim	Sim
Legislação	Não dispõe	Dispõe	Dispõe

Fonte: Adaptado de Silva et al. (2004)

O sistema de produção inicia-se com o planejamento do pomar, englobando as fases de: escolha da área, escolha da combinação copa e porta-enxerto e definição

da densidade de plantio e espaçamento. Em seguida, faz-se a implantação do pomar, incluindo: preparo do solo, distribuição dos talhões e plantio das mudas (DE NEGRI et al., 2005).

Após o plantio, iniciam-se as atividades de tratos culturais, relacionadas ao manejo das plantas daninhas, ao controle de pragas e doenças e à adubação e manutenção da fertilidade do solo. A última etapa do sistema produtivo consiste na colheita dos frutos (FNP, 2011).

Dentre os maiores produtores mundiais de laranja, destaque para o Brasil (aproximadamente 19,1 milhões de toneladas) e EUA (7,5 milhões de toneladas, sendo o estado da Flórida responsável por 80% da produção americana, segundo (CHINCHULUUN et al., 2009), que juntos representam quase 40% da produção mundial, seguidos pela União Européia (6,5 milhões de toneladas), Índia (6,3 milhões de toneladas), China (cerca de 5,0 milhões de toneladas) e México (4,1 milhões de toneladas), segundo dados do USDA, 2012.

No cenário nacional, de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2010, o estado de SP responde por quase 80% da produção brasileira, com um volume aproximado de 14,4 milhões de toneladas, em uma área de quase 600 mil hectares, o que resulta numa produtividade média de 24,0 t/ha. Outros estados com destaque são: Bahia, Minas Gerais e Sergipe. As espécies mais cultivadas e comercializadas são a Laranja Pêra, a Lima e a Baía (FNP, 2011).

Em relação à rentabilidade da cultura, de acordo com Boteon e Pagliuca (2010), há uma complexidade de fatores internos e externos ao setor que influenciarão a citricultura paulista nos próximos anos, dificultando a previsão do comportamento da sustentabilidade da produção, principalmente levando em conta que as projeções são de uma significativa queda na oferta de laranja.

Ainda de acordo com os autores, em São Paulo os pontos importantes de análise da rentabilidade devem levar em conta a previsão de aumento dos custos fitossanitários e da mão-de-obra, a limitação do aumento da produtividade devido à maior incidência do HLB e à elevação do custo de oportunidade com outras culturas, como a cana-de-açúcar e o eucalipto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O tipo de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi o exploratório, “estudo em que o maior objetivo é se tornar familiar com o fenômeno que se quer investigar, de maneira que o estudo principal a seguir será planejado com grande entendimento e precisão.” (THEODORSON; THEODORSON, 1970 apud FERREIRA, 2011). Para Severino (2007), “a pesquisa exploratória busca apenas levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto”.

A metodologia do trabalho baseou-se no modelo proposto por Alvarenga-Netto (2004), que utilizou a técnica IDEF₀ (Integrated Definition for Function Modelling) para o mapeamento de processos, conforme Figura 3.

Figura 3 – Modelo para descrição dos processos (ALVARENGA-NETTO, 2004)

De acordo com o modelo, o campo “Entrada” (1)* representa os materiais (insumos), dados e pessoas, que sofrerão a “Ação” (2, processo) de transformação, deslocamento, mudança de posse ou estado. O resultado - “Saída” (3) - corresponde à transformação desses insumos em produtos, informações e pessoas tratadas que podem se constituir em entradas para os processos seguintes. O termo pessoas tratadas indica que os processos podem se referir ao “tratamento” da mão-de-obra em termos de, por exemplo, treinamento ou capacitação. A possibilidade de

representar tanto o processamento físico de bens quanto o tratamento dos dados e pessoas, segundo Alvarenga-Netto (2004), amplia o campo de aplicação do modelo, incluindo, além da manufatura, a área de serviços. Para a realização dos processos é necessária a utilização dos recursos (4), classificados em quatro categorias: mão-de-obra; equipamentos; softwares; infraestrutura. Também é necessária a avaliação das atividades em relação ao esperado, realizada por meio dos controles (5), representados pelos indicadores, especificações e procedimentos.

Para a definição dos dados que compõem os campos, inicialmente definiu-se o macroprocesso primário principal do sistema de produção “Produzir laranja”, tendo como resultado final os frutos. Em seguida, os principais processos (campo 2 – “Ação”) relacionados ao sistema de produção de laranja foram levantados, por meio de reuniões e visitas a uma empresa citrícola localizada na região de Casa Branca/SP. Foram observadas as principais operações de campo, junto aos supervisores técnicos, definindo-se também os insumos, produtos e recursos referentes aos campos “Entrada” (1), “Saídas” (3), e “Recursos” (4), respectivamente.

Esses processos foram organizados em quatro macroprocessos denominados secundários sendo, em seguida, as principais fases de execução definidas. Posteriormente, por meio de revisão bibliográfica, foram definidos os indicadores de desempenho quanto à utilização dos recursos para transformar os insumos em produtos e quanto aos atributos desses produtos exigidos pelos clientes (processo seguinte), que se constituíram no campo “Controles” (5) do modelo.

Finalmente, foram identificados quais indicadores, definidos anteriormente, estão relacionados ao sucesso de cada uma das fases correspondentes aos processos, ou seja, os indicadores que exprimem o desempenho final da fase quanto ao alcance do objetivo.

* Os números entre parênteses referem-se à Figura 3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os macroprocessos secundários, desdobrados a partir do macroprocesso principal denominado A_0 - Produzir laranja - incluindo as fases que os compõem, são apresentados na Figura 4. Em seguida, no subitem 4.1, o modelo estabelecido para a representação das fases é discutido. Nos itens 4.2, 4.3, 4.4, e 4.5 são apresentadas e discutidas as principais fases, incluindo os respectivos indicadores de desempenho, referentes aos macroprocessos secundários denominados: A_1 – Plantio; A_2 – Tratos culturais I; A_3 – Tratos culturais II; A_4 – Colheita, de acordo com o modelo proposto.

Figura 4 – Macroprocessos secundários principais do negócio e suas fases

A Figura 4 representa os quatro macroprocessos do sistema de produção de citros: Plantio (A_1); Tratos culturais I (A_2); Tratos culturais II (A_3); Colheita (A_4). Para cada macroprocesso as fases de produção da cultura foram definidas:

Macroprocesso A_1 Plantio - engloba as fases produzir mudas (A_{11}), preparar o solo (A_{12}) e plantar as mudas (A_{13});

Macroprocesso A_2 Tratos culturais I - engloba as principais fases realizadas durante a formação das plantas, onde não há a produção de frutos: replantar as

mudas (A_{21}), corrigir e adubar o solo (A_{22}), controlar pragas e doenças (A_{23}), controlar plantas daninhas (A_{24}) e irrigar as mudas (A_{25});

Macroprocesso A_3 Tratos culturais II - compreende as fases realizadas para a manutenção do pomar (das plantas) já adulto, incluindo corrigir e adubar o solo (A_{31}), controlar pragas e doenças (A_{32}), controlar plantas daninhas (A_{33}) e irrigar as plantas (A_{34});

Macroprocesso A_4 Colheita - engloba as atividades destinadas à colheita dos frutos maduros produzidos, constituindo a fase A_{41} – Colher os frutos.

Na Figura 5 o modelo estabelecido para a representação das fases relativas aos macroprocessos secundários é apresentado, ilustrando os campos que o compõem.

Figura 5 – Modelo proposto para o sistema de informação

Na Figura 5 é possível identificar os elementos que compõem os campos representados no modelo. As “Entradas” (1)* são constituídas por materiais (insumos) que serão transformados durante a “Fase” (2), resultando nos produtos, “Saídas” (3). Para a realização das fases é necessária a utilização de recursos, representados no campo (4), correspondendo aos equipamentos (máquinas,

implementos e ferramentas), mão-de-obra (recursos humanos), e a infraestrutura (instalações). No campo (5), os principais indicadores de desempenho propostos para o controle da fase classificados em indicadores de produtividade e de qualidade do processo e das saídas são apresentados. No campo (6), as principais atividades operacionais realizadas durante a execução da fase são visualizadas. O foco do modelo é o nível operacional da organização citrícola, visto que as atividades que compõem o sistema de produção apresentam semelhança entre uma empresa e outra, devido ao objetivo comum das operações. Finalmente, no campo (7) apresenta-se a qual macroprocesso secundário a fase apresentada pertence: A_1 Plantio; A_2 Tratos culturais I – estabelecimento das mudas; A_3 Tratos culturais II – manutenção do pomar; A_4 Colheita.

4.1 Macroprocesso A_1 Plantio

O primeiro macroprocesso secundário, A_1 – Plantio, e os respectivos indicadores de produtividade e qualidade são apresentados nas Figuras 6, 7 e 8, englobando as fases produzir mudas (A_{11}), preparar o solo (A_{12}) e plantar as mudas (A_{13}), respectivamente.

* Os números entre parênteses referem-se à Figura 5.

A₁

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Custo de produção das mudas (R\$ muda⁻¹) - Enxertias realizadas no período - Mudanças produzidas no período - Substrato produzido no período (kg) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo médio necessário para produção das mudas (h) - Tempo necessário para produção do substrato (h) - Tempo necessário para realização das enxertias (h) 	<ul style="list-style-type: none"> - Altura da haste principal das mudas (cm) - Altura do local da enxertia (cm) - Área foliar das mudas (cm²) - Capacidade de retenção de água do substrato (g água g substrato⁻¹) - Densidade do substrato (g cm⁻³) - Diâmetro médio das partículas do substrato (mm) - Massa radicular das mudas (g) - <i>Mudas descartadas no período (%)</i> - Ocorrências de fungos, nematóides e patógenos no substrato - Ocorrências de pragas e doenças nas mudas - Porosidade do substrato (%) - Quantidade de plantas daninhas no substrato - Relação sólidos: ar: água do substrato - <i>Sucesso nas enxertias (%)</i> - <i>Tempo médio necessário para formação das mudas (dias)</i> - Tempo necessário para decomposição do substrato (dias) - Teor de água do substrato (%) - Teor de matéria orgânica do substrato (g kg⁻¹) - Teores de macronutrientes no substrato (g kg⁻¹) - Teores de micronutrientes no substrato (mg kg⁻¹)

Figura 6 – Indicadores para a fase A₁₁ “produzir mudas”

Na Figura 6, o macroprocesso A_1 inicia-se com a fase A_{11} , produzir mudas de laranja em viveiros protegidos de modo a garantir a sanidade das mudas em relação a várias doenças. No caso do Estado de São Paulo, sob a coordenação da Agência de Defesa Agropecuária, foram criadas portarias que regulamentam a produção, armazenamento e comercialização das mudas certificadas e fiscalizadas de citros (CARVALHO, 2003).

Os citros podem ser propagados por semente, estaquia, alporquia, enxertia e cultivo de tecidos (POMPEU JÚNIOR, 2005). Os principais insumos necessários à produção de mudas são a água, adubos e produtos fitossanitários, utilizados para a irrigação das mudas, adubação, e o controle de pragas e doenças das mudas e de patógenos do substrato.

Os principais indicadores de produtividade da fase A_{11} estão relacionados ao processamento dos insumos para a produção de mudas, por meio da utilização dos recursos, constituídos em custo, tempo e produtividade: custo de produção das mudas; enxertias realizadas, mudas e substrato produzidos no período; tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades; tempo médio necessário para produção de substrato e de mudas; tempo necessário para realização das enxertias.

Entre os indicadores de qualidade correspondentes às “saídas” da fase A_{11} , têm-se os requisitos físicos, químicos e biológicos do substrato e da muda. Como indicadores físicos foram definidos: alturas da haste principal das mudas e do local da enxertia; área foliar e massa radicular das mudas; densidade, diâmetro médio das partículas, porosidade, relação sólidos:ar:água e teor de água do substrato. Como requisitos químicos foram definidos: capacidade de retenção de água e teor de matéria orgânica do substrato; teores de macro (cálcio, enxofre, fósforo, magnésio, nitrogênio e potássio) e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco) no substrato. Finalmente, como requisitos biológicos foram definidos: ocorrências de fungos, nematóides, patógenos e plantas daninhas no substrato; ocorrências de pragas e doenças nas mudas.

Os indicadores relacionados ao sucesso da fase podem ser visualizados na figura 6, destacados em *itálico*: mudas descartadas no período (relacionado a uma das características mais desejadas para a muda, a resistência/tolerância às principais doenças); sucesso nas enxertias; tempo médio necessário para formação das mudas. Esses indicadores são finais da fase, ou seja, resultantes do efeito dos demais indicadores (causa).

Na Figura 7 é apresentado o mapa com as principais atividades da fase A₁₂, preparar o solo e os respectivos indicadores de desempenho para garantir o objetivo de produzir covas preparadas para o plantio das mudas.

A₁

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Quantidade de covas preparadas/planejadas no período (%) - Taxa de aplicação de adubos (t ha⁻¹) - Taxa de aplicação de corretivos (t ha⁻¹) - Tempo de manutenção das máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de troca catiônica do solo (mmol_c dm⁻³) - Densidade do solo (g cm⁻³) - <i>Diâmetro médio das covas (cm)</i> - Distância média entre covas (m) - Espaçamento médio entre fileiras (m) - Massa de cobertura vegetal na área (g m⁻²) - Ocorrências de cupins, formigas, insetos e nematóides no solo - pH do solo - Porosidade do solo (%) - Profundidade das operações (m) - <i>Profundidade média das covas (m)</i> - Relações entre macronutrientes no solo - <i>Resistência do solo à penetração (kgf cm⁻²)</i> - <i>Saturação por bases do solo (%)</i> - Teor de matéria orgânica do solo (g kg⁻¹) - <i>Teores de macronutrientes no solo (g kg⁻¹)</i> - <i>Teores de micronutrientes no solo (mg kg⁻¹)</i> - Velocidade de infiltração da água no solo (mm min⁻¹)

Figura 7 – Indicadores para a fase A₁₂ “preparar o solo”

Na Figura 7, a fase A_{12} – preparar o solo - correspondente ao macroprocesso A1 (Plantio) apresenta como entradas: adubos e corretivos para a correção e adubação; produtos fitossanitários para o controle de insetos e patógenos. Entre os recursos necessários à realização dessa fase têm-se os equipamentos para: remoção de plantas daninhas; destorroamento e nivelamento do solo; abertura de sulcos; coleta e análise do solo visando a recomendação de correção e adubação; aplicação de corretivos e adubos. Como indicadores de produtividade definiu-se aqueles relacionados ao consumo de insumos e utilização de máquinas e mão-de-obra, que refletirão no indicador “custo operacional do processo”, expresso na unidade R\$ ha⁻¹.

Para o controle de qualidade da fase, os indicadores correspondentes às características físicas, químicas e biológicas foram definidos com base nos trabalhos de Carneiro et al. (2009), Cunha et al. (2012), Fidalski et al. (2007) e Vezzani e Mielniczuk (2009). Com relação às características físicas definiu-se a densidade, a porosidade, a resistência à penetração e a velocidade de infiltração da água no solo, o diâmetro médio e a profundidade média das covas, a profundidade das operações, a distância média entre covas e o espaçamento médio entre fileiras. Para as químicas definiu-se a capacidade de troca catiônica, o pH, o teor de matéria orgânica, a saturação por bases, os teores e relações entre macronutrientes (cálcio - Ca, enxofre - S, fósforo - P e magnésio - Mg) e os micronutrientes (boro - B e zinco - Zn) do solo. Para as características biológicas definiu-se a massa de cobertura vegetal na área e as ocorrências de cupins, formigas, insetos e nematóides no solo.

Como indicadores finais de qualidade relacionados ao sucesso das atividades dessa fase, destacam-se o diâmetro e a profundidade médios das covas, a resistência do solo à penetração, os teores de macro e micronutrientes e a saturação por bases do solo.

A Figura 8 apresenta o mapa referente à fase A_{13} plantar as mudas, correspondente ao macroprocesso A1 – plantio das mudas - e os indicadores de produtividade e qualidade das atividades.

A₁

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo de energia elétrica no período (kWh) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Mudas plantadas no período - Mudas transportadas no período - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) - Volume de água aplicado no período (m³) 	<ul style="list-style-type: none"> - Água disponível no solo (mm) - Covas fechadas com mudas (%) - Covas vazias (%) - Mudas descartadas ou perdidas no transporte (%) - Mudas mortas após período (%) - Mudas replantadas na área após período (%) - Plantas estabelecidas na área após período - Sucesso no plantio ("pegamento") (%) - Teor de água do solo (%)

Figura 8 – Indicadores para a fase A₁₃ “plantar as mudas”

Na Figura 8, as principais atividades da fase A₁₃ “plantar as mudas” são o transporte e o depósito das mudas (produzidas na fase A₁₁), as covas (preparadas na fase A₁₂), o fechamento das covas, e a irrigação das mudas.

Entre os indicadores de produtividade relacionados à utilização de insumos têm-se o consumo de combustível pelas máquinas, de água e energia elétrica para a

irrigação das mudas. Quanto à utilização de mão-de-obra e equipamentos, têm-se os indicadores: tempo de manutenção de máquinas, de utilização de mão-de-obra e de máquinas, e mudas transportadas no período.

Como indicadores finais de qualidade relacionados ao sucesso das atividades dessa fase, definiu-se o sucesso no plantio, chamado popularmente de “pegamento”, podendo se adotar também as covas fechadas com mudas e as plantas estabelecidas na área.

4.2 Macroprocesso A₂ Tratos culturais I

O segundo macroprocesso secundário (A₂ - Tratos culturais I – estabelecimento das mudas) e os respectivos indicadores de desempenho classificados em produtividade e qualidade são apresentados nas Figuras 9, 10, 11, 12 e 13, correspondendo às fases: replantar as mudas (A₂₁); corrigir e adubar o solo (A₂₂); controlar pragas e doenças (A₂₃); controlar plantas daninhas (A₂₄); irrigar as mudas (A₂₅), respectivamente.

A₂

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Mudanças mortas ou doentes identificadas/total - Mudanças replantadas /total - Mudanças transportadas no período - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) - Volume de água aplicado no período (m³) 	<ul style="list-style-type: none"> - Água disponível no solo (mm) - Covas não replantadas (%) - Mudanças descartadas após o transporte (%) - <i>Mudanças mortas após período (%)</i> - Mudanças mortas identificadas sem arranquio após período (%) - Mudanças mortas não identificadas após período (%) - Plantas estabelecidas na área após período - <i>Sucesso no (re)plantio ("pegamento") (%)</i> - Teor de água do solo (%)

Figura 9 – Indicadores para a fase A₂₁ “replantar as mudas”

Na Figura 9, o macroprocesso A₂ inicia-se com a fase A₂₁ “replantar as mudas”, com a substituição daquelas plantadas na fase A₁₃ e que não apresentaram desenvolvimento suficiente após certo período, ou morreram. As principais

atividades operacionais são a identificação das mudas mortas ou doentes, o arranquio dessas mudas, o transporte das novas mudas, o depósito das novas mudas nas covas, o fechamento das covas e a irrigação das mudas. A partir do transporte das novas mudas, as operações são semelhantes à fase A_{13} – Plantar as mudas, apresentada na Figura 8. Como recursos necessários à execução das atividades, têm-se: equipamentos, como materiais, ferramentas diversas, carretas, coveadores, tanques e tratores; mão-de-obra de agrônomos, técnicos, motoristas e tratoristas.

Como indicadores de produtividade relacionados à utilização desses recursos, definiu-se o consumo de combustível, água e energia elétrica, a distância média percorrida, o tempo de manutenção, de utilização de máquinas e de mão-de-obra.

O indicador de qualidade relacionado à atividade de identificação das mudas mortas ou doentes é “mudas mortas não identificadas após período”. Para o transporte das mudas, definiu-se “mudas descartadas após o transporte”. Como indicador final de qualidade da fase A_{21} propõe-se “mudas mortas após período” ou “sucesso no (re)plantio (pegamento)”, semelhante à fase A_{13} (Plantar as mudas).

A Figura 10 apresenta o mapa correspondente à fase A_{22} – corrigir e adubar o solo, relacionada ao macroprocesso secundário A_2 – Tratos culturais I - estabelecimento das mudas, e tem como principais atividades: amostragens e análises de solo e de folhas; recomendação de correção e adubação; carregamento, transporte; aplicações de adubos e corretivos.

A₂

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Taxa de aplicação de adubos (t ha⁻¹) - Taxa de aplicação de corretivos (t ha⁻¹) - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de troca catiônica do solo (mmol_c dm⁻³) - <i>pH do solo</i> - Relações entre macronutrientes no solo - <i>Saturação por bases do solo (%)</i> - Teor de matéria orgânica do solo (g kg⁻¹) - Teores de macronutrientes nas folhas (g kg⁻¹) - <i>Teores de macronutrientes no solo (g kg⁻¹)</i> - Teores de micronutrientes nas folhas (mg kg⁻¹) - <i>Teores de micronutrientes no solo (mg kg⁻¹)</i>

Figura 10 – Indicadores para a fase A₂₂ “corrigir e adubar o solo”

De acordo com a Figura 10, embora essa fase seja semelhante à fase A₁₂ – preparar o solo (referente ao macroprocesso A₁ – Plantio), é possível observar que na fase A₂₂ não há a atividade de gradagem nas entrelinhas (para que não ocorra danos às raízes das mudas). As atividades de amostragem e análise foliar estão

previstas, visando a recomendação de correção e adubação do solo, que, no caso da fase correspondente ao macroprocesso A_1 , é realizada com base somente nos resultados da análise de solo. Essa semelhança reflete-se nos indicadores de produtividade e qualidade. Como requisitos químicos para o controle de qualidade dessa fase, definiu-se os teores de macro e micronutrientes no solo, podendo haver diferença quanto à quantidade necessitada desses elementos, de acordo com a fase de desenvolvimento em que a planta se encontra. Entre os nutrientes analisados, são normalmente considerados: cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e potássio (K), expressos na unidade g kg^{-1} de solo; boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), expressos em mg kg^{-1} de solo.

Para outros elementos químicos, que em determinados teores no solo são considerados tóxicos às plantas, também são adotados os indicadores relacionados à qualidade do solo. É o caso, por exemplo, do alumínio (Al) e dos chamados metais pesados como o cromo (Cr), o chumbo (Pb) e o flúor (F).

A fase A_{23} “controlar pragas e doenças”, correspondente ao macroprocesso secundário A_2 – Tratos culturais I, é apresentada na Figura 11.

A₂

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Plantas inspecionadas/total (%) - Quantidade de aplicações no período - Quantidade de inspeções realizadas no período - Taxa de aplicação de produtos fitossanitários (kg ha⁻¹ ou L ha⁻¹) - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) - Volume de calda aplicado na área (L) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mudas replantadas/total (%) - <i>Nível de infestação de pragas e doenças (%)</i> - Plantas com toxidez na área (%) - Plantas erradicadas/identificadas com greening (%) - <i>Plantas estabelecidas na área</i> - <i>Plantas mortas/total (%)</i> - Pontualidade da operação (dias) - Taxa de cobertura da aplicação (%)

Figura 11 – Indicadores para a fase A₂₃ “controlar pragas e doenças”

A Figura 11 corresponde às atividades da fase A₂₃ destinadas à manutenção da fitossanidade do pomar, por meio da aplicação de produtos químicos e/ou

erradicação de plantas doentes. O método de erradicação é utilizado especialmente no caso de plantas infectadas com a bactéria *Candidatus liberibacter*, causadora da doença denominada de *greening* (HLB). Essa doença é hoje o maior desafio para a rentabilidade da citricultura, principalmente nos pomares de São Paulo, devido ao aumento dos custos fitossanitários, da mão-de-obra e da limitação à produtividade, além da elevação do custo de oportunidade com outras culturas, como a cana-de-açúcar e o eucalipto (BOTEON; PAGLIUCA, 2010).

Dentre as outras doenças de importância para a cultura que devem ser monitoradas e controladas, estão as causadas pelos fungos: *Colletotrichum acutatum*, *Corticium salmonicolor*, *Diaporthe citri*, *Elsinoe fawcetti*, *E. australis*, *Guignardia citicarpa* e *Phytophthora spp*; pelas bactérias: *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, *Xylella fastidiosa*, dentre outras; pelos vírus: *Citrus leprosis* e *Citrus tristeza*, além da chamada morte súbita do citros. As pragas de maior importância na cultura são os ácaros: *Brevipalpus phoenicis* e *Pyllocoptruta oleivora*; as cigarrinhas: *Acrogonia terminalis*, *Bucephalogonia xanthophis*, *Dilobopterus costalima*, *Oncometopia facialis*, e *Plesiomata corniculata*, entre outras; as moscas-das-frutas: *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata*; a cochonilha: *Orthezia praelonga*; o *Ecdyolopha aurantiana*, conhecido como bicho-furão (ANDRADE, 2005; PINTO; ZACCARO, 2008).

O replantio foi definido como uma das atividades nessa fase, diferentemente da fase A₂₁, quando o replantio constitui-se na própria fase, devido a maior ocorrência e quantidade de operações envolvidas. Entretanto, pela semelhança das operações, a diferenciação é obtida, quando possível, pela causa da morte da muda/planta. Enquanto no replantio da fase A₂₁ há a substituição das plantas que não apresentaram desenvolvimento suficiente ou morreram no plantio, na fase A₂₃ a causa da morte ou erradicação é a infecção da planta por praga ou doença.

Como indicadores de produtividade foram definidos aqueles relacionados ao consumo de insumos (combustível, produtos fitossanitários, etc.), bem como à utilização de recursos (máquinas e mão-de-obra) e à velocidade das atividades.

Os indicadores finais que refletirão a qualidade das atividades em relação ao sucesso do controle fitossanitário são: nível de infestação por pragas e doenças (antes e após o controle); plantas estabelecidas na área; plantas mortas/total.

Na Figura 12 é apresentado o mapa correspondente à fase A₂₄, controlar plantas daninhas, incluindo os principais indicadores para o controle de produtividade e qualidade.

Figura 12 – Indicadores para a fase A₂₄ “controlar plantas daninhas”

A fase A₂₄, controlar plantas daninhas apresentada na Figura 12 tem como principais atividades a aplicação de herbicidas e a roçada/capina, sendo utilizados como recursos: enxadas; equipamentos de proteção individual; pulverizadores

(manuais e de barras); roçadoras; tratores; mão-de-obra de agrônomos, técnicos e motoristas.

“A perda de produtividade devido à concorrência de plantas daninhas é estimada de 23 a 33%, sendo geralmente mais impactante durante a fase de estabelecimento do pomar. As plantas daninhas não somente competem por nutrientes e água, como também podem servir de hospedeiros alternativos para patógenos, além de dificultar operações como a colheita” (SINGH; SHARMA, 2008 e FUTCH; SINGH, 2011, apud SINGH et al., 2012).

Para o controle da produtividade da fase definiram-se os itens relacionados à utilização de insumos, como consumo médio de combustível e taxa de aplicação de herbicidas, e de recursos, como tempo de mão-de-obra, de utilização e de manutenção de máquinas.

Os indicadores finais de qualidade, relacionados ao sucesso para atingir o objetivo da fase de manter o solo livre de plantas daninhas são representados pela massa e espécies de plantas daninhas sobreviventes após o controle, além do nível de infestação da área.

Na Figura 13 apresenta-se a quinta e última fase referente ao macroprocesso A2 – tratos culturais I, destinada à irrigação das mudas.

A₂

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo de energia elétrica no período (kWh) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) - Volume de água aplicado no período (m³) 	<ul style="list-style-type: none"> - Água disponível no solo (mm) - Período da cultura sob estresse hídrico (dias) - <i>Plantas infectadas por gomose (%)</i> - <i>Plantas mortas por deficiência hídrica no período (%)</i> - Teor de água do solo (%)

Figura 13 – Indicadores para a fase A₂₅ “irrigar as mudas”

Na Figura 13 é apresentada a última fase do macroprocesso A₂, que tem como principais atividades o enchimento dos tanques de água e a irrigação das mudas, sendo itens de entrada a água e a energia elétrica (para a alimentação do sistema de irrigação).

Diferentemente das fases A₁₃ (Plantar as mudas) e A₂₁ (Replantar as mudas), quando a irrigação correspondia a uma das atividades dessas fases, no final do macroprocesso A₂, ela passa a constituir uma fase do macroprocesso A₂ (Tratos

culturais I), devido à maior frequência de ocorrência e a maior utilização de insumos (água e energia elétrica) e equipamentos (bombas, tanques, etc.).

Entre os indicadores de produtividade relacionados à utilização de insumos têm-se o consumo de combustível pelas máquinas, de água e energia elétrica para o sistema de irrigação da cultura. Quanto à utilização da mão-de-obra e equipamentos, os indicadores sugeridos são referentes aos tempos de mão-de-obra, de utilização e manutenção das máquinas durante as atividades.

Os indicadores finais de qualidade que expressam o sucesso das atividades destinadas à irrigação das mudas referem-se ao número de plantas: mortas por deficiência hídrica; infectadas por gomose (*Phytophthora parasitica* e *Phytophthora citrophthora*). O indicador “plantas infectadas por gomose” foi incluído aqui, pois reflete a qualidade do manejo, já que a irrigação pode ser agente de disseminação de doenças, sendo a qualidade da água, o sistema de irrigação e a frequência da operação, os fatores relacionados à incidência da contaminação do pomar por meio de propágulos desses patógenos (LARANJEIRA et al., 2005).

Também foram definidos os indicadores relacionados à disponibilidade de água no solo: água disponível e teor de água do solo (KLEIN et al., 2006).

A irrigação também pode ser utilizada para o fornecimento dos elementos nutritivos necessários às plantas, juntamente com a água. Essa técnica é chamada de fertirrigação, e apresenta diversas vantagens relacionadas à maior eficiência, melhor distribuição do fertilizante no campo e a possibilidade de maior parcelamento das adubações, aumentando a absorção de nutrientes pelas plantas (VIVANCOS, 1993 apud DUENHAS et al., 2005). Neste caso, há a necessidade de se verificar o alcance do objetivo da operação, em termos de quantidade e teores de nutrientes fornecidos em relação ao recomendado (exigido), podendo se adotar indicadores como teor e quantidade do nutriente fornecido/recomendado.

4.3 Macroprocesso A₃ Tratos culturais II

O terceiro macroprocesso secundário (A₃ - Tratos culturais II – manutenção do pomar) é representado nas Figuras 14, 15, 16, e 17, respectivos às fases: corrigir e adubar o solo (A₃₁), controlar pragas e doenças (A₃₂), controlar plantas daninhas (A₃₃), e irrigar as plantas (A₃₄).

A₃

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Taxa de aplicação de adubos (t ha⁻¹) - Taxa de aplicação de corretivos (t ha⁻¹) - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de troca catiônica do solo (mmol_c dm⁻³) - <i>pH do solo</i> - Relações entre macronutrientes no solo - <i>Saturação por bases do solo (%)</i> - Teor de matéria orgânica do solo (g kg⁻¹) - Teores de macronutrientes nas folhas (g kg⁻¹) - <i>Teores de macronutrientes no solo (g kg⁻¹)</i> - Teores de micronutrientes nas folhas (mg kg⁻¹) - <i>Teores de micronutrientes no solo (mg kg⁻¹)</i>

Figura 14 – indicadores para a fase A₃₁ “corrigir e adubar o solo”

Na Figura 14, o macroprocesso A₃ inicia-se com a fase A₃₁, corrigir e adubar o solo, de modo a manter a fertilidade e nutrir as plantas, apresentando como recursos: amostradores e coletores de solo; depósitos de adubos e corretivos;

laboratórios para envio e análise das amostras; agrônomos; motoristas; técnicos; tratoristas; adubadoras; carretas; distribuidores de corretivos; tratores.

As atividades são as amostragens e análises de solo e de folhas, a recomendação para a correção e adubação do solo, o carregamento, o transporte e as aplicações de corretivos e adubos, semelhantes à fase A₂₂. Essa semelhança reflete-se nos indicadores de desempenho. Para o controle de qualidade dessa fase, os requisitos químicos relacionados aos teores de macro e micronutrientes no solo também são observados, podendo haver diferença quanto à quantidade necessária desses elementos, de acordo com a fase de desenvolvimento em que a planta se encontra. Entre os nutrientes analisados, têm-se: cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg) e potássio (K), boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn). Nessa fase, o foco da análise são os nutrientes mais exportados aos frutos, que deverão ser repostos no solo, via adubação. A recomendação de correção e adubação, nesse caso, leva em conta os dados de produtividade esperada para a cultura.

Também podem ser adotados indicadores relacionados aos teores de outros elementos que podem ser considerados tóxicos, como o alumínio (Al) e os chamados metais pesados cromo (Cr), chumbo (Pb) e flúor (F).

A fase A₃₂ - controlar pragas e doenças - e os respectivos indicadores de produtividade e qualidade são apresentados na Figura 15.

A₃

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Plantas inspecionadas/total (%) - Quantidade de aplicações no período - Quantidade de inspeções realizadas no período - Taxa de aplicação de produtos fitossanitários (kg ha⁻¹ ou L ha⁻¹) - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) - Volume de calda aplicado na área (L) 	<ul style="list-style-type: none"> - Frutos descartados ou perdidos por pragas e doenças (%) - Frutos identificados com pinta-preta ou ferrugem (%) - Nível de infestação de pragas e doenças (%) - Plantas estabelecidas na área - Plantas com toxidez na área (%) - Plantas erradicadas/identificadas com greening (%) - Plantas mortas/total (%) - Plantas replantadas/total (%) - Pontualidade da operação (dias) - Taxa de cobertura da aplicação (%)

Figura 15 – Indicadores para a fase A₃₂ “controlar pragas e doenças”

Na Figura 15, a fase A₃₂ “controlar pragas e doenças” apresenta as atividades semelhantes à fase A₂₃, relacionado ao macroprocesso secundário A₂ – Tratos culturais I (estabelecimento das mudas), embora a atividade de replantio não seja utilizada em todos os casos onde houve erradicação de plantas, especialmente em casos onde os pomares já apresentem idade avançada.

Os recursos utilizados para a realização das atividades são os equipamentos e mão-de-obra. Entre os equipamentos previstos, têm-se: materiais diversos; EPIs; aviões; atomizadores (que no caso da fase A₂₃ não estão previstos, pois são utilizados pulverizadores de pistola, devido ao menor porte das plantas/mudas); carretas; tanques; tratores. Como mão-de-obra, têm-se: agrônomos; motoristas; técnicos; tratoristas.

Para o controle da utilização dos insumos e recursos na fase, foram definidos os indicadores de produtividade: área realizada/planejada no período; consumo médio de combustível; custo operacional do processo; distância média percorrida no período; plantas inspecionadas/total; quantidades de aplicações e inspeções no período; taxa de aplicação de produtos fitossanitários; tempos de manutenção e utilização de máquinas; tempo de mão-de-obra utilizado nas atividades; volume de calda aplicado na área.

Os indicadores para o controle de qualidade da fase são os mesmos da fase A₂₃, incluindo-se os requisitos “frutos descartados ou perdidos por pragas e doenças” e “frutos identificados com pinta-preta (*Guignardia citricarpa*) ou ferrugem (causada pelo ácaro *Phyllocoptruta oleivora*)”, relacionados à perda de produtividade e qualidade, já que na fase A₂₃ a planta ainda não está em estágio produtivo.

Na Figura 16 é apresentado o mapa correspondente à fase A₃₃ - controlar plantas daninhas - e os respectivos indicadores de produtividade e qualidade para a sua gestão.

A₃

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Quantidade de aplicações no período - Taxa de aplicação de herbicidas (kg ha⁻¹ ou L ha⁻¹) - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) - Volume de calda aplicado na área (L) 	<ul style="list-style-type: none"> - Altura da cobertura vegetal na entrelinha (cm) - <i>Espécies de plantas daninhas na área</i> - <i>Massa de plantas daninhas na área (g m⁻²)</i> - <i>Nível de infestação da área (%)</i> - Plantas com toxidez na área (%) - Taxa de cobertura da aplicação (%)

Figura 16 – Indicadores para a fase A₃₃ “controlar plantas daninhas”

Na Figura 16 a fase A₃₃ - controlar plantas daninhas - apresenta as mesmas atividades da fase A₂₄, aplicação de herbicidas e roçada/capina, sendo também utilizados os mesmos recursos de equipamentos, mão-de-obra e infraestrutura.

Como indicadores para o controle da produtividade, definiu-se a área realizada/planejada no período, o consumo médio de combustível, o custo operacional do processo, a distância média percorrida no período, a quantidade de aplicações, a taxa de aplicação de herbicidas na área, os tempos de manutenção e

utilização de máquinas, o tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades e o volume de calda aplicado na área.

Para o controle de qualidade, definiu-se a altura da cobertura vegetal na entrelinha; a massa, o nível de infestação e o número de espécies de plantas daninhas na área; a porcentagem de plantas com toxidez; a taxa de cobertura da aplicação.

Na Figura 17 apresenta-se a quarta e última fase do macroprocesso A₃, Tratos culturais II (manutenção do pomar), correspondendo à irrigação das plantas.

A₃

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área realizada/planejada no período (%) - Consumo de energia elétrica no período (kWh) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo operacional do processo (R\$ ha⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) - Volume de água aplicado no período (m³) 	<ul style="list-style-type: none"> - Água disponível no solo (mm) - <i>Frutos abortados por deficiência hídrica no período (%)</i> - <i>Frutos perdidos por doenças relacionadas à irrigação (podridão) (%)</i> - Período da cultura sob estresse hídrico (dias) - <i>Plantas infectadas por gomose (%)</i> - <i>Plantas mortas por deficiência hídrica no período (%)</i> - Teor de água do solo (%)

Figura 17 – Indicadores para a fase A₃₄ “irrigar as plantas”

Na Figura 17, a fase A₃₄, - irrigar as plantas - apresenta as mesmas atividades da fase A₂₅: enchimento de tanques e irrigação (nesse caso, das plantas). Para atender o objetivo da fase de manter o volume de água disponível do solo às plantas, definiram-se os seguintes indicadores de produtividade: área realizada (irrigada)/planejada no período; consumo de energia elétrica no período; consumo médio de combustível; custo operacional do processo; distância média percorrida no período (no caso de utilização de tanques de água); tempos de utilização de mão-de-obra; máquinas e manutenção; volume de água aplicado no período.

Para o controle de qualidade da fase, definiu-se inicialmente os mesmos indicadores da fase A₂₅ (irrigar as mudas): plantas infectadas por gomose (*Phytophthora parasitica* e *Phytophthora citrophthora*); plantas mortas por deficiência hídrica; período da cultura sob estresse hídrico; água disponível do solo; teor de água do solo. Dois requisitos relacionados à qualidade do manejo da irrigação em relação à produção de frutos foram acrescentados: frutos abortados por deficiência hídrica; frutos perdidos por doenças relacionadas à irrigação. Os dois requisitos foram definidos como indicadores finais de qualidade.

4.4 Macroprocesso A₄ Colheita

O quarto e último macroprocesso secundário A₄ – Colheita - e os respectivos indicadores de desempenho são apresentados na Figura 18, correspondentes à fase A₄₁ “colher os frutos”.

A₄

INDICADOR	
Produtividade	Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - Área colhida/planejada no período (%) - Consumo médio de combustível (L h⁻¹) - Custo de colheita (R\$ caixa⁻¹) - Distância média percorrida no período (km) - Produtividade da mão-de-obra (kg dia⁻¹) - Quantidade de colheitas no período - Tempo de manutenção de máquinas (h) - Tempo de mão-de-obra utilizada nas atividades (hora-homem) - Tempo de máquinas utilizado nas atividades (hora-máquina) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Frutos não colhidos na planta (%)</i> - <i>Frutos perdidos (chão) (%)</i> - <i>Plantas com injúrias (%)</i> - Pontualidade da operação (dias)

Figura 18 – Indicadores para a fase A₄₁ “colher os frutos”

Na Figura 18, o último macroprocesso secundário A₄ apresenta uma única fase (A₄₁ - colher os frutos), compreendendo as atividades de colheita dos frutos, carregamento e transporte dos “bags”. Os principais insumos são os equipamentos: EPIs; escadas; “bags”; carretas; transbordos; tratores e guindastes; mão-de-obra referente aos agrônomos, colhedores, técnicos e motoristas.

Como indicadores finais de qualidade relacionados ao sucesso do processo, têm-se as porcentagens de frutos não colhidos na planta, perdidos, e de plantas com injúrias.

É possível verificar que as fases, bem como as atividades que as compõem, são bastante semelhantes a outras culturas (especialmente as perenes, como o café - *Coffea arabica* e o eucalipto - *Eucalyptus spp*), conforme observadas em FNP, 2011.

Os indicadores relacionados ao desempenho dos macroprocessos apresentados anteriormente poderão refletir na qualidade dos frutos colhidos, sendo os requisitos dessa qualidade dependentes do mercado que a produção se destinará (mesa/suco; mercado interno/exportação).

Como requisitos de qualidade dos frutos, têm-se os indicadores físicos, químicos e biológicos. Entre os físicos, podem ser citados o diâmetro médio dos frutos e a quantidade de sementes nos frutos. Entre os químicos, inclui-se o brix e o pH do fruto. Entre os biológicos, têm-se a porcentagem de frutos com sintomas de pragas e doenças, que pode causar depreciação do fruto, e/ou restrição de mercado à produção, entre outros (DUENHAS et al., 2005; GRIZOTTO et al., 2012, STUCHI et al., 2004).

4.5 Indicadores de sucesso das fases

Na tabela 4 são apresentados os indicadores finais do sucesso para o sistema de produção dos citros, que refletem o desempenho dos processos quanto ao alcance dos seus objetivos. Para cada indicador, são indicadas as fases que eles estão relacionados.

Tabela 4 – Indicadores de sucesso para o sistema de produção de citros

Indicador	Fases relacionadas
Covas fechadas com mudas (%)	A ₁₃
Diâmetro médio das covas (cm)	A ₁₂
Espécies de plantas daninhas na área	A ₂₄ ; A ₃₃
Frutos abortados por deficiência hídrica no período (%)	A ₃₄
Frutos descartados ou perdidos por pragas e doenças (%)	A ₃₂
Frutos identificados com pinta-preta ou ferrugem (%)	A ₃₂
Frutos não colhidos na planta (%)	A ₄₁
Frutos perdidos (chão) (%)	A ₄₁
Frutos perdidos por doenças relacionadas à irrigação (podridão) (%)	A ₃₄
Massa de plantas daninhas na área (g m ²)	A ₂₄ ; A ₃₃
Mudas descartadas no período (%)	A ₁₁
Mudas mortas após período (%)	A ₂₁
Nível de infestação de plantas daninhas na área (%)	A ₂₄ ; A ₃₃
Nível de infestação de pragas e doenças (%)	A ₂₃ ; A ₃₂
pH do solo	A ₂₂ ; A ₃₁
Plantas com injúrias (%)	A ₄₁
Plantas estabelecidas na área após período	A ₁₃ ; A ₂₃
Plantas infectadas por gomose (%)	A ₂₅ ; A ₃₄
Plantas mortas por deficiência hídrica (%)	A ₂₅ ; A ₃₄
Plantas mortas/total (%)	A ₂₃ ; A ₃₂
Profundidade média das covas (m)	A ₁₂
Resistência do solo à penetração (kgf cm ⁻²)	A ₁₂
Saturação por bases do solo (%)	A ₁₂ ; A ₂₂ ; A ₃₁
Sucesso nas enxertias (%)	A ₁₁
Sucesso no (re)plantio ("pegamento") (%)	A ₁₃ ; A ₂₁
Tempo médio necessário para formação das mudas (dias)	A ₁₁
Teores de macronutrientes no solo (g kg ⁻¹)	A ₁₂ ; A ₂₂ ; A ₃₁
Teores de micronutrientes no solo (mg kg ⁻¹)	A ₁₂ ; A ₂₂ ; A ₃₁

A₁₁ – Produzir mudas; A₁₂ – Preparar o solo; A₁₃ – Plantar as mudas; A₂₁ – Replantar as mudas; A₂₂, A₃₁ – Corrigir e adubar o solo; A₂₃, A₃₂ – Controlar pragas e doenças; A₂₄, A₃₃ – Controlar plantas daninhas; A₂₅ – Irrigar as mudas; A₃₄ – Irrigar as plantas; A₄₁ – Colher os frutos.

Na tabela 4 é possível visualizar os indicadores relacionados ao sucesso do sistema de produção de citros, desde a fase de produção de mudas (A_{11} , ex.: mudas descartadas no período), até a colheita dos frutos (A_{41} , ex.: frutos não colhidos na planta).

Os indicadores de sucesso propostos para as fases A_{24} e A_{33} (controlar plantas daninhas) são os mesmos, uma vez que os recursos utilizados e as atividades realizadas são semelhantes. Isso também ocorre para as fases A_{23} e A_{32} (controlar pragas e doenças), onde os indicadores de sucesso são: nível de infestação de pragas e doenças e plantas mortas/total. Entretanto, para a fase A_{32} são propostos mais dois indicadores, relacionados à perda de produtividade ou qualidade de frutos por problemas relacionados à ocorrência de pragas e doenças: frutos descartados ou perdidos; frutos identificados por pinta-preta (*Guignardia citricarpa*) ou ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*).

Para as fases relacionadas à irrigação das plantas ou mudas (A_{25} e A_{34}), os indicadores relacionados à qualidade final são: plantas infectadas por gomose; plantas mortas por deficiência hídrica. Para a fase A_{34} , são acrescentados mais dois indicadores relacionados à produção: “frutos abortados por deficiência hídrica no período” e “frutos perdidos por doenças relacionadas à irrigação (podridão)”.

As fases relacionadas ao preparo do substrato ou solo (A_{12} , A_{22} e A_{31}) apresentam indicadores de sucesso relacionados à qualidade química em termos de teores de macro e micronutrientes e saturação por bases. No caso da fase A_{12} , também são propostos os indicadores diâmetro e profundidade médios da cova, além da resistência do solo à penetração.

A fase A_{41} é a única que não apresenta indicadores de desempenho relacionados às demais fases do sistema de produção, pelo fato de suas atividades serem exclusivas. Como indicadores de sucesso são apresentados: frutos não colhidos na planta; frutos perdidos (chão); plantas com injúrias.

5 CONCLUSÕES

Com base nos macroprocessos principais foram estabelecidas 13 fases, que resultaram num total de 60 atividades e 248 indicadores operacionais. Destes, 28 foram relacionados ao sucesso das fases.

Dentre os indicadores de produtividade, foi possível definir aqueles pertencentes às classes custo, tempo e quantidade, sendo “quantidade de horas de mão-de-obra”, “quantidade de horas de máquinas”, e “quantidade de horas de manutenção de máquinas”, os indicadores de maior frequência para a avaliação do desempenho relacionado à utilização dos recursos.

Os indicadores de qualidade relacionados ao sucesso com maior frequência nas fases foram os referentes à qualidade química do solo (ou substrato): saturação por bases, teores de macro e micronutrientes.

Os indicadores de desempenho dos macroprocessos poderão refletir na qualidade dos frutos, que pode ser definida por meio de indicadores.

Sugestões para futuros estudos

Novos trabalhos sobre indicadores para a agricultura deverão analisar o relacionamento causa-efeito entre estes, incluindo outros indicadores (como, por exemplo, de qualidade dos frutos), permitindo a definição de itens prioritários para a gestão do negócio.

A validação dos indicadores obtidos neste trabalho, em um futuro estudo de caso em uma propriedade ou empresa citrícola, bem como a comprovação do seu custo-benefício, permitirá maior alcance para a utilização do modelo adotado.

A aplicação do modelo em sistemas de produção de outras culturas, especialmente as perenes, poderá validar o modelo como útil ao seu propósito de permitir a definição de indicadores de desempenho voltados à agricultura.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA NETTO, C.A. **Proposta de modelo de mapeamento e gestão por macroprocessos**. 2004. 146 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ANDRADE, T.P.R. (Coord.). **Manual de citricultura**. Chapecó: Aurora, 2005. 78 p.

BANDEIRA, R.A.M.; MAÇADA, A.C.G. Tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos: o caso da indústria gases. **Produção**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 287-301, maio/ago. 2008.

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.

BARROS, J.W.D. **Planejamento do preparo mecanizado do solo para implantação de florestas de *Eucalyptus spp.* utilizando o método desdobramento da função qualidade: QFD**. 2001. 117 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

BASTIANEL, M.; DORNELLES, A.L.C.; MACHADO, M.A.; WICKERT, E.; MARASCHIN, S.F.; COLETTA FILHO, H.D.; SCHÄFFER, G. Caracterização de genótipos de *Citrus spp.* através de marcadores RAPD. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 763-768, 2001.

BITITCI, U.S.; SUWIGNJO, P.; CARRIE, A.S. Strategy management through quantitative modelling of performance measurement systems. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 1, p. 15-22, 2001.

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

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

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, 2011.

CAMPOS, C.M. **Identificação de variáveis críticas no processo de produção de cana-de-açúcar**. 2007. 88 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CANEVAROLO, M.E.A.P. **Experiências sobre a implementação de Balanced Scorecard em empresas no Brasil: estudos de caso**. 2004. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S.; AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CARVALHO, S.A. Regulamentação atual da agência de defesa agropecuária para produção, estocagem, comércio, transporte e plantio de mudas cítricas no Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 199-239, 2003.

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.

CHINCHULUUN, R.; LEE, W.S.; EHSANI, R. Machine vision system for determining citrus count and size on a canopy shake and catch harvester. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 25, n. 4, p. 451-458, Apr. 2009.

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.

COMITÊ DE PRONUNCIAMENTOS CONTÁBEIS. **Pronunciamentos técnicos contábeis 2008**. Brasília, 2009. 881 p.

COSTA, A.P.P. **Contabilidade gerencial: Um estudo sobre a contribuição do Balanced Scorecard**. 2001. 164 p. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, J.A.A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 56-63, 2012.

DAL BELLO, J.C.R. As tecnologias avançadas como fator de mudança de paradigmas na educação e no trabalho no mundo moderno globalizado. **Revista da Escola Superior de Guerra**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 50, p. 93-103, jul./dez. 2008.

DAVENPORT, T.H. **Reengenharia de processos**: como inovar na empresa através da tecnologia da informação. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 391 p.

DE NEGRI, J.D.; STUCHI, E.S.; BLASCO, E.E.A. Planejamento e implantação do pomar citrícola. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundag, 2005. cap. 14, p. 409-427.

DE SORDI, J.O.; MEDEIROS JR., G. Abordagem sistêmica para integração entre sistemas de informação e sua importância à gestão da operação: análise do caso GVT. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 1, p. 105-116, jan./abr. 2006.

DIETSCHI, D.A.; NASCIMENTO, A.M. Um estudo sobre a aderência do Balanced Scorecard às empresas abertas e fechadas. **Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 19, n. 46, p. 73-85, abr. 2008.

DONADIO, L.C.; MOURÃO FILHO, F.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 Agrônomo; Fundag, 2005. cap. 1, p. 1-18.

DUENHAS, L.H.; VILLAS BÔAS, R.L.; SOUZA, C.M.P.; OLIVEIRA, M.V.A.M.; DALRI, A.B. Produção, qualidade dos frutos e estado nutricional da laranja valência sob fertirrigação e adubação convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 154-160, 2005.

FERNANDES, R.A.T.; MILAN, M.; PECHE FILHO, A. Gerenciamento da qualidade em operações mecanizadas em um sistema de produção de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 20, n. 3, p. 215-220, set. 2000.

FERREIRA, M.A.V. Assimetrias de conhecimento e percepção de textos midiáticos: Um estudo exploratório. **Revista Comunicação Midiática**, Bauru, v. 6, n. 3, p. 31-50, set./dez. 2011.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; SCAPIN, C.A. Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um latossolo vermelho cultivado com citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 9-19, jan. 2007.

FNP CONSULTORIA & AGROINFORMATIVOS. Citros: laranja. In: _____. **AGRIANUAL 2011**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2011. p. 245-277.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE. **Cadernos compromisso com a excelência**: processos 2008. São Paulo, 2008. 22 p.

_____. **Critérios de excelência**: avaliação e diagnóstico da gestão organizacional 2010. São Paulo, 2009a. 112 p.

_____. **Critérios compromisso com a excelência e rumo à excelência 2009-2010**. São Paulo, 2009b. 64 p.

GARENGO, P.; NUDURUPATI, S.; BITITCI, U. Understanding the relationship between PMS and MIS in SMEs: an organizational life cycle perspective. **Computers in Industry**, Amsterdam, v. 58, n. 7, p. 677–686, 2007.

GONÇALVES, J.E.L. As empresas são grandes coleções de processos. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 6-19, jan./mar. 2000.

GOVERS, C.P.M. What and about Quality Function Deployment (QFD). **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 46/47, p. 575–585, 1996.

GRIZOTTO, R.K.; SILVA, J.A.A.; MIGUEL, F.B.; MODESTO, R.T.; VIEIRA JR., J.B. Qualidade de frutos de laranjeira Valência cultivada sob sistema tecnificado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 784–789, 2012.

HARRINGTON, J. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo: Makron Books, 1993. 343 p.

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

HOSS, O.; ROJO, C.A.; GRAPEGGIA, M.; SOUSA, A.F.; LEZANA, A.G.R.; VESCO, D.G.D. **Gestão de ativos intangíveis**: da mensuração à competitividade por cenários. São Paulo: Atlas, 2010. 248 p.

HUNT, D.V. **Process mapping: how to reengineer your business processes**. New York: John Wiley, 1996. 288 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. The Balanced Scorecard: measures that drive performance. **Harvard Business Review**, Boston, v. 70, p. 71-79, Jan./Feb. 1992.

_____. **A estratégia em ação**: Balanced Scorecard. Tradução de L.E.T. Frazão Filho. 21. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997. 344 p.

KIYAN, F.M. **Proposta para desenvolvimento de indicadores de desempenho como suporte estratégico**. 2001. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

KLEIN, V.A.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Água disponível em um latossolo vermelho argiloso e murcha fisiológica de culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 646-650, 2006.

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, 2005. cap. 21, p. 631-654.

LEITE, N.P.; ALBUQUERQUE, L.G.; KNISS, C.T. Reflexões sobre comprometimento e gestão de pessoas em estruturas organizacionais inovativas e remotas. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 87-112, out./dez. 2010.

LIMA, H.M.R. **Concepção e implementação de sistema de indicadores de desempenho em empresas construtoras de empreendimentos habitacionais de baixa renda**. 2005. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LOPES, M.B.; MILAN, M.; COELHO, J.L.D. Qualidade em operações agrícolas mecanizadas na cultura da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 13, n. 3, p. 26-30, 1995.

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, 1999.

MATOS, E.; PIRES, D. Teorias administrativas e organização do trabalho: de Taylor aos dias atuais, influências no setor saúde e na enfermagem. **Texto e Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 15, n. 3, p. 508-514, 2006.

MAXIMIANO, A.C.A. **Introdução à administração**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2004. 434 p.

MAZZINI, R.B.; PIO, R.M. Caracterização morfológica de seis variedades cítricas com potencial ornamental. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 32, p. 463-470, 2010.

MILAN, M.; FERNANDES, R.A.T. Qualidade das operações de preparo de solo por controle estatístico do processo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 261-266, abr./jun. 2002.

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.

MOHAMMADI, M.; MUKHTAR, M.B. Business process modeling languages in designing integrated information system for supply chain management. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, Sandy Bay, v. 2, n. 6, p. 54-57, 2012.

MÜLLER, C.J. **Modelo de gestão integrando planejamento estratégico, sistemas de avaliação de desempenho e gerenciamento de processos (MEIO - Modelo de estratégia, indicadores e operações)**. 2003. 108 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.

NAGUMO, G.K.; MILAN, M. Desdobramento da função qualidade (QFD) aplicado à produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.). **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 17, n. 2, p. 45-51, dez. 2006.

NAVARRO, G.P. **Proposta de sistema de indicadores de desempenho para a gestão da produção em empreendimentos de edificações rurais**. 2005. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NEELY, A.D.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. **International Journal of Operations and Production Management**, Bradford, v. 15, n. 4, p. 80-116, 1995.

NEELY, A.D.; RICHARDS, J.M.; PLATTS, K.; BOURNE, M. Designing performance measures: a structured approach. **International Journal of Operations and Production Management**, Bradford, v. 17, n. 11, p. 1131-1152, 1997.

NUINTIN, A.A. **O desenvolvimento de indicadores do desempenho e da qualidade para o processo de produção: estudo de casos do processo de produção do café**. 2007. 143 p. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

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.

PELOIA, P.R. **Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola: um estudo de caso no setor sucroalcooleiro**. 2008. 132 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

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.

PEREIRA, J.V. The new supply chain's frontier: Information management. **International Journal of Information Management**, Guildford, v. 29, p. 372-379, 2009.

PEROTTONI, R.; OLIVEIRA, M.; LUCIANO, E.M.; FREITAS, H. Sistemas de informações: um estudo comparativo das características tradicionais às atuais. **ReAd: Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 1-28, maio/jun. 2001.

PINTO, A. S.; ZACCARO, R. P. (Org.). **Produção de mudas e manejo fitossanitário dos citros**. Piracicaba: CP 2, 2008. 133 p.

PINTO, R.S.A. **Indicadores de desempenho de frota de empresas agroindustriais canavieiras brasileiras**. 2002. 110 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

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

QUADROS, G.A.S.; XAVIER, M.P.I.; SILVA, T.N.; PEDROSO, E.Á. Dimensão temporal no papel dos stakeholders: um estudo de caso em uma cooperativa agropecuária gaúcha. In: Congresso Internacional de Economia e Gestão de Redes Agroalimentares, 4., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: FEA, Editora USP, 2003.

RIBEIRO, P.C.; SILVA, L.A.F.; BENVENUTO, S.R.S. O uso de tecnologia da informação em serviços de armazenagem. **Produção**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 526-537, set./dez. 2006.

ROSSETTI, A.G.; MORALES, A.B.T. O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 124-135, jan./abr. 2007.

SANTOS, M.F.; KENNERLEY, M.; MICHELI, P.; MARTINEZ, V.; MASON, S.; MARR, B.; GRAY, D.; NEELY, A.D. Towards a definition of a business performance measurement system. **International Journal of Operations and Production Management**, Bradford, v. 27, n. 8, p. 784–801, 2007.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.

SHEPHERD, C.; GÜNTHER, H. Measuring supply chain performance: current research and future directions. **International Journal of Productivity and Performance Management**, London, v. 55, n. 3/4, p. 242-258, 2006.

SILVA, J.U. A Reorganização das empresas no comércio internacional. **Revista Gerenciais**, São Paulo, v. 2, p. 7-14, set. 2003.

SINGH, M.; RAMIREZ, H.M.; JHALA, A.J.; MALIK, M. Weed control efficacy and citrus response to flazasulfuron applied alone or in combination with other herbicides. **American Journal of Plant Sciences**, Irvine, v. 3, p. 520-527, 2012.

SOUZA, A.B.M. **Sistema de informações 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.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G.; SILVA, M.A.C.; LEITÃO, A.C.M.T.; SANTOS, M.M. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Pini, 1995. 247 p.

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

STUCHI, E.S.; DONADIO, L.C.; SEMPIONATO, O.R.; PERECIN, D. Produtividade e qualidade dos frutos da laranjeira ‘pêra’ clone IAC em 16 porta-enxertos na região de Bebedouro-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 359-362, 2004.

TAKASHINA, N.T.; FLORES, M.C.X. **Indicadores da qualidade e do desempenho: como estabelecer metas e medir resultados**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 1999. 116 p.

TEZZA, R.; BORNIA, A.C.; VEY, I.H. Sistemas de medição de desempenho: uma revisão e classificação da literatura. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 1, p. 75-93, 2010.

TOLEDO, A. **Variabilidade espacial e diagnóstico da qualidade do processo em semeadura de amendoim**. 2008. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2008.

UNITED STATES. Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 26 mar. 2012.

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