EDUARDO GIOVANNETTI MOTTA

A\$: Arquitetura de componentes de software aplicados à produção
brasileira de laranjas

São Paulo

2007

EDUARDO GIOVANNETTI MOTTA

A\$: Arquitetura de componentes de software aplicados à produção
brasileira de laranjas

Dissertação Apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Mestre em
Engenharia.

Área de Concentração: Sistemas Digitais
Orientador: Professor Doutor André Riyuiti
Hirakawa

São Paulo

2007

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com anuência de seu orientador.

São Paulo, 30 de novembro de 2007.

Autor: Eduardo Giovannetti Motta

Orientador: André Riyuiti Hirakawa

FICHA CATALOGRÁFICA

Motta, Eduardo Giovannetti

A\$: arquitetura de componentes de software aplicados a produção brasileira de laranjas / E.G. Motta. -- São Paulo, 2007. 82 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais.

1.Sistemas de informação 2.Arquitetura de software 3.Componentes de software I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.

Dedico este trabalho a minha amada esposa
Luciana e a nossa filha Clara, bem como aos
nossos pais Antonio, Marilena, Ivanir e Neusa.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Doutor André Riyuiti Hirakawa que foi o mentor para a realização deste trabalho, prontificando-se a ajudar desde o primeiro contato na instituição.

À minha família Luciana e Clara, que me incentivou e com amor iluminou o meu caminho para que eu pudesse concluir esta jornada.

Ao professor Livre Docente Antonio Mauro Saraiva que muito me ensinou sobre Agricultura de Precisão em suas aulas.

A todos os colegas do Laboratório de Automação Agrícola, que de todas as formas compartilharam o saber e me ajudaram nas dificuldades que enfrentei.

A todos os professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com quem tive a oportunidade de aprender e me desenvolver tanto no meio acadêmico como pessoal.

RESUMO

Este trabalho apresenta a proposta de desenvolvimento de componentes de software orientados a serviço para prover informações financeiras e fitossanitárias, aplicadas ao mercado brasileiro de laranjas. O setor citrícola brasileiro produz metade do suco de laranja no mundo e é o responsável por 80% da comercialização internacional, gerando 420 mil empregos diretos e movimentando anualmente US\$ 5,0 bilhões em negócios. A cada ano a produção de laranja aumenta, fazendo com que os produtores rurais necessitem de informações confiáveis para o apoio à decisão. O desenvolvimento dos componentes foi elaborado através de uma arquitetura de referência para sistemas de informação orientados a serviço. Esta arquitetura está dividida em camadas lógicas que definem a apresentação, integração, troca de informações e serviços de software. Os componentes desenvolvidos integram a camada de serviço fornecendo os custos operacionais, a previsão de ocupação de mão de obra, a série mensal de preços e o calendário fitossanitário. Como prova de conceito foi desenvolvido um software para apoio à decisão que utiliza os componentes financeiro e fitossanitário desenvolvidos. O objetivo deste software é apoiar o produtor a obter uma melhor utilização de seus recursos, e com isso aumentar a produtividade. A principal contribuição deste trabalho é disseminar a arquitetura de componentes abertos para a agricultura, a proposição e elaboração de dois novos componentes financeiro e fitossanitário e a implementação de uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão no processo de produção de laranjas.

Palavras-chave: sistemas de informação, arquitetura de software, componentes de software, produção de laranjas.

ABSTRACT

This work presents a service-oriented software component development proposal to provide financial and phytosanitary information applied to the Brazilian orange market. The Brazilian citric sector produces half of the world's orange juice and is responsible for 80% of the international commercialization, creating 420 thousand direct jobs and moving annually US\$ 5,0 billion in business. Each year the orange production increases, making the rural producers need reliable information for decision support. The development of the components was elaborated on a reference architecture for service-oriented information systems. This architecture is divided in logical layers that define the presentation, integration, information exchange and software services. The components developed integrate the service layer, providing the operational costs, the occupation forecast, the monthly price series and the phytosanitary plant timetable. As proof of concept, a software was developed for decision support that uses the financial and phytosanitary components that were developed. The objective of this software is support the producer to obtain a better use of his resources and as a result increase his productivity. The main contribution of this work is disseminating the architecture of open components for agriculture, the proposition and elaboration of two new components for the architecture and the implementation of a tool to aid in decision-making in the process of orange production.

KeyWords: systems information, software architecture, software components, orange production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Gráfico percentual dos assuntos pesquisados.....	15
Figura 2 - Metodologia do trabalho.....	15
Figura 3 - Modelo de domínio da arquitetura de referência de Murakami (2006).....	21
Figura 4 - Diagrama de objetos do <i>Business Delegate</i>	25
Figura 5 - Diagrama de objetos do <i>Business Object</i>	27
Figura 6 - Diagrama de objetos do <i>Data Access Object</i>	28
Figura 7 - Diagrama de objetos do <i>Data Transfer Object</i>	29
Figura 8 - Cálculo de ocorrência de mão de obra	34
Figura 9 - Diagrama de atividades para os custos operacionais	37
Figura 10 - Diagrama de atividades da série mensal de preços.....	38
Figura 11 - Calendário de manifestações de pragas e doenças	39
Figura 12 - Diagrama de atividades do calendário de pragas e doenças.....	39
Figura 13 - Requisitos do Software	41
Figura 14 - Diagrama de casos de uso	44
Figura 15 - Protótipo da ferramenta de apoio a decisão	54
Figura 16 - Estrutura de dados para a ocupação de mão de obra	57
Figura 17 - Estrutura de dados da série mensal de preços.....	59
Figura 18 - Estrutura de dados dos custos operacionais	61
Figura 19 - Estrutura de dados do calendário fitossanitário	62
Figura 20 - Visão geral da arquitetura de referência.	65
Figura 21 - Diagrama de classes dos componentes financeiro e fitossanitário	66
Figura 22 - Plataforma de desenvolvimento Eclipse	67
Figura 23 - Diagrama de classes do componente financeiro.	69
Figura 24 - Diagrama de pacotes do componente financeiro	70
Figura 25 - Implementação da classe <i>CustoOperacionalBusinessObject</i>	71
Figura 26 - Diagrama de classes do componente fitossanitário	72
Figura 27 - Implementação da classe <i>DiseaseBusinessObject</i>	73
Figura 28 - Diagrama de classes do componente fitossanitário	74
Figura 29 - Diagrama de casos de uso para trabalhos futuros.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes de ocupação de mão de obra rural.....	31
Tabela 2 - Estimativa de mão de obra.....	33
Tabela 3 - Distribuição do custo operacional.....	36
Tabela 4 - Resultado da consulta para cálculo de ocupação de mão de obra	58
Tabela 5 - Resultado da consulta para composição da série mensal de pecos	60
Tabela 6 - Resultado da consulta para apresentação do custo operacional	62
Tabela 7 - Resultado da consulta para apresentação do calendário fitossanitário....	63

LISTA DE SIGLAS

ANSI	American National Standards Institute
APTA	Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
CBD	Desenvolvimento Baseado em Componentes
CESSR	Contribuição Social Sobre a Renda Bruta
COE	Custo Operacional Efetivo
COT	Custo Operacional Total
COL	Custo Operacional Líquido
EDR	Escritório de Desenvolvimento Rural
FAESP	Federação de Agricultura do Estado de São Paulo
FIPE	Fundação Instituto de Pesquisas
FUNDECITRUS	Fundo de Defesa da Citricultura
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i>
GCONC	Grupo de Consultores em Citrus
GOF	Gang of Four
IAC	Instituto de Agrônomo de Campinas
IEA	Instituto de Economia Agrícola
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electrotechnical Commission
J2EE	Java Enterprise Edition
MOSAICo	Modelo de Objetos para Sistemas Abertos de Informação de Campo
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OO	Orientação a Objetos
OSI	Open Systems Interconnection
PDF	Portable Document format
POF	Pesquisa de Orçamento Familiar
RF	Requisitos Funcionais
RFN	Requisitos Não Funcionais
SGBD	Servidor de Banco de Dados
SQL	Linguagem de Consultas Estruturadas
SOA	Arquitetura Orientada a Serviços
UC	Caso de Uso
UML	Linguagem de Modelagem Unificada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVO	14
1.2	MATERIAIS E MÉTODOS	14
1.3	MOTIVAÇÃO	16
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	INTRODUÇÃO	19
2.2	A ARQUITETURA DE REFERÊNCIA	19
2.3	A ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇO E OS <i>WEB-SERVICES</i>	22
2.4	OS PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE (DESIGN PATTERNS)	23
2.4.1	A CAMADA DE ACESSO <i>BUSINESS DELEGATE</i>	24
2.4.2	A CAMADA DE NEGÓCIOS <i>BUSINESS OBJECT</i>	26
2.4.3	A CAMADA DE ACESSO A DADOS <i>DATA ACCESS OBJECT</i>	28
2.4.4	A CAMADA DE TRANSFERÊNCIA DE DADOS <i>DATA TRANSFER OBJECT</i>	29
2.5	OS CONCEITOS E A METODOLOGIA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE SERVIÇOS PARA O MERCADO BRASILEIRO DE LARANJA	30
2.5.1	O SERVIÇO PARA O CÁLCULO DE OCUPAÇÃO DE MÃO DE OBRA	30
2.5.2	O SERVIÇO PARA O CÁLCULO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO	35
2.5.3	O SERVIÇO PARA ELABORAÇÃO DA SÉRIE MENSAL DE PREÇOS	38
2.5.4	O SERVIÇO PARA APRESENTAÇÃO DO CALENDÁRIO FITOSSANITÁRIO	38
3	A FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO PARA O MERCADO DE LARANJAS E OS SEUS COMPONENTES	40
3.1	INTRODUÇÃO	40
3.2	OS REQUISITOS DE SOFTWARE	40
3.2.1	O DETALHAMENTO DOS REQUISITOS FUNCIONAIS	41
3.2.2	O DETALHAMENTO DOS REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS	43
3.3	O MODELO DE CASOS DE USO	44
3.3.1	OS ATORES ENVOLVIDOS NAS FUNCIONALIDADES DO SOFTWARE	45
3.3.2	O DETALHAMENTO DOS CASOS DE USO	45

3.4	O PROTÓTIPO DA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO	53
3.5	O MODELO DE DADOS	55
3.6	A MODELAGEM DOS COMPONENTES FINANCEIRO E FITOSSANITÁRIO	64
3.6.1	O DESENVOLVIMENTO DO COMPONENTE FINANCEIRO	68
3.6.2	O DIAGRAMA DE CLASSES DO COMPONENTE FINANCEIRO	69
3.6.3	A IMPLEMENTAÇÃO DO COMPONENTE FINANCEIRO	70
3.6.4	O DESENVOLVIMENTO DO COMPONENTE FITOSSANITÁRIO	72
3.6.5	O DIAGRAMA DE CLASSES DO COMPONENTE FITOSSANITÁRIO	72
3.6.6	A IMPLEMENTAÇÃO DO COMPONENTE FITOSSANITÁRIO	73
4	AS CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO	75
4.1	A DISCUSSÃO SOBRE O USO DOS PADRÕES ADOTADOS	75
4.2	A CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO	76
4.3	A ADERÊNCIA À ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PROPOSTA	77
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
5.1	CONCLUSÃO	78
5.2	CONTRIBUIÇÃO	79
5.3	TRABALHOS FUTUROS	80
	REFÊRENCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da produção e exportação de laranja no Brasil vem aumentando gradativamente. Segundo a FAESP¹ a área colhida de laranja no país evoluiu de 575,2 mil hectares em 1980 para 858,8 mil hectares em 1990 e para 1.0 milhão em 1.999, sendo que a participação paulista na produção nacional de laranja está em torno de 80% do total colhido.

Segundo Ghilardi et al.. (2002, p.21) “O setor citrícola brasileiro responde pela metade do suco de laranja produzido no mundo e por 80% do suco comercializado no mercado internacional, gerando 420 mil empregos diretos e movimentando anualmente US\$ 5,0 bilhões em negócios”.

A pesquisa elaborada levou em consideração vinte e seis artigos relacionados ao mercado agrícola. Estes artigos abordam o uso de sistemas de informação para prover dados de campo, apoio à decisão, processamento de dados rurais entre outras funcionalidades, sendo que apenas quatro abordam o uso específico de para o mercado de laranja. A ausência de sistemas relacionados ao mercado de laranja, que abordam os aspectos financeiros foi o fato motivador para o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão, específica para o mercado brasileiro de laranja.

Uma ferramenta de apoio à decisão foi desenvolvida para auxiliar o produtor rural a estimar a ocupação de mão de obra, visualizar a série mensal de preços e acompanhar o calendário fitossanitário.

Esta ferramenta é um software que foi implementado, baseado em uma arquitetura de referência para sistemas de informação orientada a serviço.

A adoção de uma arquitetura de referência para sistemas de informação orientada a serviço já existente e os conceitos de componentes de software foram as premissas adotadas na construção desta ferramenta, garantindo a padronização e possibilitando que os serviços implementados sejam utilizados através da ferramenta de apoio a decisão proposta ou dos componentes desenvolvidos.

---

¹ Federação de Agricultura do Estado de São Paulo

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver dois componentes de software que forneçam serviços financeiros e fitossanitários para o mercado brasileiro de laranjas, baseados em uma arquitetura de referência aberta para sistemas de informação orientada a serviço e implementados em uma ferramenta de apoio a decisão.

O propósito da ferramenta de apoio à decisão é facilitar a visualização das informações inerentes a aspectos financeiro e fitossanitário de uma propriedade rural produtora de laranjas.

A arquitetura de referência existente é um modelo para o desenvolvimento de sistemas de informação e que fornece a base para a construção da camada lógica e física da ferramenta de apoio à decisão e do componente financeiro e fitossanitário, padronizando a modelagem e a implementação dos serviços fornecidos.

O componente financeiro é responsável em fornecer os serviços relativos ao cálculo de ocupação de mão de obra, apresentar o custo operacional de produção e a série mensal de preços para o mercado brasileiro de laranja.

O componente fitossanitário é responsável em fornecer o serviço de formulação e apresentação do calendário fitossanitário de ocorrência de infestações em plantações de laranja no estado de São Paulo.

1.2 Materiais e Métodos

O processo de desenvolvimento desse trabalho iniciou-se com um levantamento das informações sobre o estado atual dos sistemas de informação agrícola, através de uma pesquisa bibliográfica ilustrada na Figura 1.

Posteriormente foram analisadas a utilização, o escopo e a forma de implementação daquelas ferramentas considerando-se os processos de desenvolvimento de software baseado na norma ISO/IEC 12207.

Após o levantamento e análise dos assuntos relacionados aos sistemas de informação e padrões de desenvolvimento de software, foram desenvolvidos os componentes financeiro e fitossanitário.

Por último foi desenvolvida a ferramenta de apoio a decisão. Para a construção deste software foram realizadas as atividades de análise de requisitos, projeto, codificação e testes de acordo com o processo de desenvolvimento de software baseado na norma ISO/IEC 12207-97 “Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Software”.

A Figura 1 ilustra o percentual dos assuntos relacionados à pesquisa bibliográfica, que se concentrou no estudo de sistemas de informação para agricultura, bem como nas normas, padrões e tecnologias empregados ao desenvolvimento de software.

Figura 1 - Gráfico percentual dos assuntos pesquisados.

A figura 2 ilustra a metodologia adotada no trabalho, no qual foram elaborados: uma pesquisa bibliográfica, a modelagem e construção de componentes de software e o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão para o mercado de laranja.

Figura 2 - Metodologia do trabalho

1.3 Motivação

Foi feito um levantamento inicial sobre o uso de sistemas de informação em uma propriedade rural que produz laranja. Foi constatado que existem poucos sistemas utilizados na previsão e monitoramento, e as informações existentes apesar de úteis e confiáveis, não estão disponíveis em um único local.

Os sistemas de informação são operados de forma independente, ou seja, sem integração com os demais sistemas, e a solução mais comum é compor uma planilha eletrônica, reproduzindo os dados processados nos sistemas e assim sintetizar as informações mais relevantes.

O levantamento inicial foi possível observar o seguinte cenário:

- As Informações estão descentralizadas;
- As planilhas independentes abordam cada etapa do processo produtivo;
- A geração de informações dependente do responsável pelas planilhas;
- Existe pouca integração dos softwares hoje desenvolvidos;
- Os softwares existentes possuem uma complexidade elevada, demandando um alto nível de conhecimento do usuário.
- Pouca utilização de variáveis financeiras dos custos de produção para auxílio a decisão.
- Um grande número de erros são gerados ao reescrever os dados, prejudicando a veracidade e a confiabilidade das informações.

Em um segundo momento foi feito um estudo dos sistemas de informação agrícolas, foi possível avaliar que existe um grande número de sistemas voltados para o setor sucroalcooleiro e também para o mercado de grãos, mas poucos são os sistemas aplicados na produção de laranjas.

Meira et al. (2005) apresentam um projeto de pesquisa em execução que têm por finalidade avaliar a execução de tarefas de mineração de aplicativos ao desenvolvimento de sistemas de alerta e monitoramento contra doenças agrícolas. Com estes dados é possível separar as informações relevantes para auxílio de modelos de previsão para prevenção da praga “mancha preta” que afetam a produção de café e amendoim.

Narciso et al. (2005) abordam a utilização de um banco de dados espaço temporal que provê informações relevantes para a tomada de decisões baseadas em variáveis físicas, químicas, biológicas e de solo. Este banco de dados está disponível através de acesso a internet onde é possível obter as informações sobre a produção de milho, segundo o autor: “O Software foi desenvolvido com um algoritmo que contém fatores de relevância na produção, sendo eles: a temperatura média no período da plantação; a quantidade de água (irrigação e chuva) utilizada durante todo o ciclo; o pH do solo e a quantidade de nitrogênio na adubação, sendo para sistema irrigado ou de sequeiro próximos da utilização de informações obtidas em bases de dados.

Miranda et al. (2005) desenvolveram um software que trata do crescimento de atuação de pragas e de manifestações de doenças nas frutas. Este software é capaz de mapear a qualidade das informações.

Foi proposto por Jensen et al (2000) o conceito de processamento de modelos e dados distribuídos onde, “Através de sistemas de informações colaborativos disponibilizados na internet é utilizada uma infra-estrutura computacional que combina componentes de informação distribuídas através de organizações colaborativas anônimas”.

Após o levantamento inicial e o estudo de alguns sistemas, foi observado que a utilização de uma arquitetura em camadas e o uso de padrões de desenvolvimento de software facilitaria tanto a compreensão do software como a integração com os demais sistemas de informação.

Assim como motivação principal deste trabalho foi proposta a utilização de uma arquitetura de referência e o desenvolvimento de componentes baseado em reuso, estes componentes são apresentados em uma ferramenta de apoio a decisão como prova de utilização e integração sistêmica.

1.4 Organização do trabalho

O Capítulo 2 apresenta uma análise dos padrões, arquiteturas e boas práticas de desenvolvimento de software para a implementação de uma ferramenta de apoio à decisão e seus componentes. Neste capítulo também são apresentados os mecanismos para o cálculo de ocupação de mão de obra, os custos operacionais de produção, a série mensal de preços e a composição do calendário fitossanitário para o mercado brasileiro de laranja.

O Capítulo 3 apresenta a modelagem da ferramenta de apoio a decisão e seus componentes, detalhando as funcionalidades e os serviços oferecidos.

O Capítulo 4 apresenta as considerações sobre a implementação da ferramenta de apoio à decisão e seus componentes, discutindo o uso dos padrões adotados, a construção da ferramenta, e a aderência à arquitetura de referência para sistemas de informação orientada a serviço.

O Capítulo 5 apresenta as considerações finais sobre o desenvolvimento da ferramenta de apoio à decisão, as conclusões, contribuições e trabalhos futuros.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

A evolução dos sistemas computacionais nos últimos anos permitiu a automação dos processos gerenciais e de apoio à decisão, dando origem a uma série de sistemas para atender a diversas camadas organizacionais. Tais sistemas são compostos por pessoas, hardware, software e redes, apresentando soluções para problemas variados e distintos.

Com o objetivo de melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis em um projeto de desenvolvimento, um novo conceito permeia a construção de sistemas de informação. Esse conceito é definido como “Arquitetura de Software”, onde fatores como tecnologia, padrões de desenvolvimento e componentização são amplamente utilizados para melhorar a qualidade, padronização e reuso do software a ser desenvolvido.

Shaw e Garlan (1996) definem arquitetura como uma disciplina independente, cujos efeitos são percebidos em todas as fases do processo de desenvolvimento.

A arquitetura de software serve de modelo para futuros desenvolvimentos e assim torna-se a base de um sistema. Segundo Pfleeger (2004) “A arquitetura completa de um sistema é importante não somente para facilitar a implementação e o teste do sistema, mas também para a rapidez e eficiência com que poderão ser realizadas alterações e manutenções. A estrutura arquitetônica de um sistema deve refletir os princípios de um bom projeto”.

2.2 A arquitetura de referência

A arquitetura de referência é a base para a implementação de sistemas. Zimmermann (1980) criou o modelo de referência para interconexão de sistemas abertos (OSI), imaginado como um padrão compatível de comunicação entre sistemas, no qual a troca de dados seria direta e semanticamente significativa através de um padrão pré-estabelecido.

Segundo Sommerville (2003, pág. 196), a Arquitetura de Software consiste em projetar um conjunto estrutural básico para um sistema, envolvendo a identificação dos principais componentes e sua comunicação.

Existem dois tipos de modelos de arquitetura:

1. Modelos genéricos, que são abstrações a partir de uma série de sistemas reais e englobam as principais características desses sistemas.
2. Modelos de referência, que são mais abstratos e descrevem uma classe maior de sistemas. Estes modelos são um meio de informar os projetistas sobre a estrutura geral daquela classe de sistema.

Para exemplificar o modelo de referência, utilizaremos o trabalho de Saraiva (1998), no qual define uma arquitetura denominada “Modelo de Objetos para Sistemas Abertos de Informação de Campo” (MOSAICo). Esta arquitetura estabelece um meta-modelo para Sistemas de Informação em Agricultura de Precisão baseado em Sistemas Abertos, utilizando técnicas Orientadas a Objetos.

O MOSAICo é uma arquitetura direcionada a pesquisadores, desenvolvedores de software, entre outros envolvidos na construção de sistemas de informação que buscam modelos de componentes reutilizáveis em Agricultura de Precisão.

Tendo como base conceitual o MOSAICo, foi proposto por Murakami (2006) uma arquitetura de implementação de componentes abertos para o desenvolvimento de Sistemas de Informação para a área de Agricultura de Precisão, ilustrado na Figura 3. “O objetivo é propor um ambiente para disponibilização, composição e gerenciamento de componentes agrícolas e sistemas de informações para a Agricultura de Precisão”,

A Figura 3 ilustra a visão lógica da arquitetura de referência desenvolvida por Murakami (2006) e o autor explica que:

A primeira camada, denominada “Cliente”, demonstra o acesso por “Clientes” através de *WEB BROWSER*, *WAP-phones*, *PAGERS*.

A segunda camada, denominada “Apresentação”, padroniza a interface de acesso aos usuários através de um Portal.

A terceira camada, denominada “Integração”, é responsável pela integração das aplicações através de um Barramento de serviços, responsável pela invocação dos serviços geograficamente distribuídos.

A quarta camada, denominada “Negócio”, é onde residem os serviços agrícolas, geoespaciais.

A quinta camada, denominada “Recursos”, interliga os sistemas legados já existentes.

Figura 3 - Modelo de domínio da arquitetura de referência de Murakami (2006)

2.3 A Arquitetura Orientada a Serviço e os *WEB-Services*

Para iniciar uma abordagem relativa à Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) e *Web-Services* - é preciso conceituar cada um em face ao seu propósito e utilização.

A abordagem da Arquitetura Orientada a Serviços e *Web-Services*, está relacionada ao fornecimento de um tipo de desenvolvimento modular e independente de plataforma de desenvolvimento de software, visando simplificar a construção de componentes de negócio garantindo o reuso, portabilidade e flexibilidade de um determinado software.

A *Organization for the Advancement of Structured Information Standards* (OASIS) define SOA como a representação de uma coleção de boas práticas, princípios e padrões relacionados a serviços consistentes e de alto nível para computação distribuída. SOA é um esforço de padronização focado em fluxo de trabalho, tradução, coordenação, orquestração e colaboração com baixo acoplamento para modelagem de processos de negócio e outros conceitos para apoio a computação ágil.

SOA é um conjunto de padrões que combina funções individuais de negócio e processos, chamados de serviços e que implementam aplicações compostas por regras de negócios e processos. Este conjunto de padrões combina funções individuais e componentes cujas operações são denominadas e disponibilizadas como serviços (OASIS 2007).

De acordo com os conceitos de tecnologia de informação, esta estrutura está baseada em uma série de serviços reutilizáveis, onde cada componente possui um baixo grau de acoplamento entre a implementação e a plataforma de desenvolvimento e um alto grau de coesão entre a implementação da regra de negócio. Desta forma, SOA provê uma solução para a construção de serviços, onde cada um é conectado através de interfaces bem definidas.

Cada módulo provê um serviço simples que interage com outros para disponibilizar serviços sofisticados.

2.4 Os padrões de desenvolvimento de software (Design Patterns)

A padronização do desenvolvimento de software deu-se a partir dos anos 70 através da criação de bibliotecas de código-fonte, da introdução de metodologias integradas e das ferramentas de desenvolvimento, Aragon(2007) .

Alexander (1977) apud Gamma; Helm; Jonhson e Vlissides (1994), define que “Cada padrão descreve um problema que ocorre várias vezes em um mesmo ambiente, definindo uma solução para resolver este problema milhões de vezes, sem que esta solução seja utilizada sempre da mesma maneira”. Estes padrões são facilmente encontrados na construção de edificações.

Gamma et al.. (1994) definem a utilização de padrões para software através de quatro elementos essenciais:

- 1 - O nome do padrão que explicita e descreve o problema, a solução e a sua descrição.
- 2 - A descrição do problema e onde o padrão será utilizado. Esta é a explicação do problema e o devido contexto, especificando a arquitetura para que seja possível a representação algorítmica dos objetos, descrevendo desta forma, a estrutura das classes e as características próprias da arquitetura.
- 3 - Os elementos que descrevem a solução e compõem o projeto da aplicação. A solução não descreve a implementação física da arquitetura, pois um padrão é um “*TEMPLATE*” que pode ser aplicado a diversas situações. Um padrão fornece uma descrição abstrata do *design* do problema e como os elementos devem ser acoplados para que seja possível resolver o problema propriamente dito.
- 4 - As conseqüências e os resultados da aplicação do padrão. Permite compreender os benefícios da aplicação de um determinado padrão.

Os padrões utilizados neste trabalho para a construção dos componentes financeiro e fitossanitário foram estabelecidos pela empresa SUN Microsystems, para a utilização através da linguagem JAVA e são: o *Business Delegate*, *Business Object*, *Data Access Object* e *Data Transfer Object*. Estes padrões serão descritos nos próximos itens.

2.4.1 A camada de acesso *Business Delegate*

O padrão *Business Delegate* é utilizado em aplicações distribuídas para manipular a chamada do componente e as exceções geradas por ele. As interfaces desenvolvidas neste padrão são específicas para os serviços oferecidos por um determinado componente.

Este padrão também serve para evitar que os componentes possuam as regras de negócio programadas diretamente no código da aplicação, introduzindo desta forma uma classe intermediária, chamada de *Business Delegate*, que separa as classes de negócio dos outros objetos da aplicação.

Os principais benefícios do uso do *Business Delegate* são:

- Ocultar os detalhes do serviço subjacente. Por exemplo, usando o *Business Delegate*, o cliente se torna transparente para serviços de pesquisa e busca do componente.

- Tratar as exceções dos serviços de negócios, provenientes de falhas internas de forma mais amigável para o usuário, sem expor o problema diretamente.

- Armazenar os resultados em memória *cache* para melhorar o desempenho por meio da redução do tráfego de rede.

O diagrama apresentado na Figura 4 exemplifica o uso do padrão *Business Delegate*. Todas as requisições efetuadas por um *WEB Client* serão feitas através desta camada, que não possui codificação, mas somente um método com os parâmetros de entrada e saída necessários, estabelecendo assim uma interface para as demais camadas do sistema.

Figura 4 - Diagrama de objetos do *Business Delegate*.

2.4.2 A camada de negócios *Business Object*

O padrão *Business Object* representa as entidades de domínio de um componente, fornecendo os mecanismos para resolver um determinado problema. Cada uma dessas classes pode representar um objeto de negócio que se relaciona com a lógica específica do serviço fornecido.

As tarefas de encapsulamento e gerenciamento dos dados de negócio são os principais diferenciais deste padrão, que conta ainda com um comportamento específico para separar a lógica de negócio da persistência de dados comuns a toda a aplicação ou domínio.

Os principais benefícios do uso do *Business Object* são:

Segurança – este padrão facilita o gerenciamento de segurança da aplicação ocultando a regra de negócio e ou modelo de domínio do problema.

Disponibilidade – permite o acesso simultâneo à mesma instância do objeto, garantindo desta forma a integridade dos dados e o contingenciamento da aplicação.

Persistência – Modelam os relacionamentos entre as entidades de persistência de dados para armazenamento e recuperação das informações.

O diagrama apresentado na Figura 5 exemplifica o uso do padrão *Business Object*. Nesta camada foram codificados os cálculos e regras do componente financeiro, e desta forma isolando a inteligência dos componentes em classes específicas que serão mantidas e acrescidas de novas funcionalidades à medida que o componente necessite de novos serviços.

Figura 5 - Diagrama de objetos do *Business Object*

2.4.3 A camada de acesso a dados *Data Access Object*

O padrão *Data Access Object*, apresentado na Figura 6, permite encapsular o acesso e a manipulação dos dados em uma camada específica para a comunicação com bases de dados. Na estrutura desenvolvida para a arquitetura de componente proposta neste trabalho, este padrão foi utilizado para efetuar tanto a criação de uma conexão quanto a execução de comandos em um servidor de banco de dados, e desta forma, atuando para inserir, alterar, consultar e excluir as informações.

Os principais benefícios do *Data Access Object* são:

Isolar o acesso a base de dados em uma camada específica para esta comunicação, permitindo assim que toda a ligação entre o sistema e a base seja feita através das classes que implementam o *Data Access Object*.

Permitir que as inclusões, exclusões, alterações e consultas sejam codificadas em classes separadas da regra de negócio e, caso haja substituição da base de dados ou do mecanismo de persistência, somente estas classes deverão sofrer alteração.

O diagrama apresentado na Figura 6 exemplifica a utilização da camada do *Data Access Object*. Nesta camada são programados os comandos de acesso ao servidor de banco de dados para recuperar ou incluir os dados na base de dados.

Figura 6 - Diagrama de objetos do *Data Access Object*

2.4.4 A camada de transferência de dados *Data Transfer Object*

O padrão *Data Transfer Object* fornece o mecanismo de transferência dos dados entre as diversas camadas da aplicação. Uma vez que os dados são extraídos do banco e processados, estes objetos serão os responsáveis em encapsular e transportar os dados entre as demais camadas. Assim, quando um software solicita um serviço para os componentes, este receberá uma coleção de objetos previamente implementados nas classes de persistência de dados.

Os principais benefícios do uso do *Data Transfer Object* são:

Possibilitar que os objetos do sistema sejam transportados de forma segura através das camadas da aplicação;

Definir uma estrutura padrão dos objetos de dados que serão utilizados para a geração e fornecimento dos serviços;

Facilitar o entendimento da estrutura e a composição de um objeto de dados.

O diagrama apresentado na Figura 7 exemplifica a utilização da camada do *Data Transfer Object*. Nesta camada são armazenadas as estruturas de dados persistentes, obtidas através de consultas ao banco de dados.

Figura 7 - Diagrama de objetos do *Data Transfer Object*

2.5 Os Conceitos e a metodologia para a implementação de serviços para o mercado brasileiro de laranja

Considerando o objetivo do desenvolvimento de um sistema de auxílio à tomada de decisão para a cadeia produtiva de laranja, este item apresenta o conhecimento necessário e a metodologia adotada para a implementação de serviços de cálculo de ocupação de mão de obra, da formação dos custos de operação para a produção de laranja, da composição da série mensal de preços e da composição do calendário fitossanitário.

Os conceitos apresentados são utilizados como regra de negócio na camada descrita como *Business Object*, desenvolvida como parte dos componentes de softwares e que serão apresentados no capítulo 3.

2.5.1 O serviço para o cálculo de ocupação de mão de obra

Os cálculos para estimativa de ocupação de mão de obra para o mercado agrícola foram elaborados através dos coeficientes apresentados por Pino et al.. (2002), utilizando modelos de regressões não correlacionados e aplicados sobre os dados do levantamento censitário de unidades de produção agrícola.

Os coeficientes são calculados para três categorias diferentes de mão de obra:

- a. Familiares do proprietário;
- b. Trabalhadores permanentes;
- c. Trabalhadores temporários.

O resultado das duas primeiras categorias é o número de trabalhadores na unidade de produção agrícola, enquanto o último é o número máximo de trabalhadores temporários no ano.

Para obter os resultados de ocupação de mão de obra em cada um dos três tipos (familiares do proprietário, permanentes e temporários) é necessário multiplicar o valor de cada variável pelo respectivo coeficiente e somar tudo.

O objetivo é apresentar o mecanismo de cálculo para a obtenção dos totais de trabalhadores necessários em uma unidade de produção agrícola. Para exemplificar o cálculo foi elaborada a Tabela 1.

O método de cálculo de predição de mão-de-obra é exemplificado quantificando o total de trabalhadores familiares, permanentes e temporários em uma propriedade rural com cultivo de laranja no Estado de São Paulo.

A Tabela 1 é constituída por colunas que descrevem as características de uma propriedade rural e os coeficientes por categoria (familiares do proprietário, permanentes e temporários).

As linhas descrevem o valor pré-fixado para os coeficientes de ocupação, para a cultura de laranja, para a quantidade de tratores, para a assistência técnica e para o Escritório de Desenvolvimento Rural.

A intersecção entre as linhas e colunas são os coeficientes para o cálculo de ocupação de mão de obra. É importante salientar que os coeficientes desenvolvidos não serão detalhados, pois serão apenas utilizados para efeito do cálculo.

Tabela 1 - Coeficientes de ocupação de mão de obra rural

DESCRIÇÃO	COEFICIENTE POR CATEGORIA		
	Familiar	Permanente	Temporário
Valor pré-fixado	0,846000	-0,177000	2,870000
Cultura de Laranja	0	0,034900	0,074400
Quantidade de Tratores	-0,112000	2,710000	-4,720000
Assistência técnica	0,129000	0,00000	2,510000
EDR – Araçatuba	0,167371	-0,270560	-2,748400

A tabela 2 reapresenta a tabela 1 no formato de aplicação. O cálculo de ocupação de mão de obra é obtido através do preenchimento do campo “Valores” na segunda coluna da tabela 2. A descrição de cada uma das linhas é realizada a seguir:

O primeiro campo a ser preenchido é a quantidade de familiares do proprietário que reside e trabalha na propriedade rural. Este valor é descrito na tabela 2 como “Familiares Residentes”.

O segundo campo a ser preenchido é o total de hectares da cultura de laranja. Este valor é descrito na tabela 2 como “Hectares de Laranja”.

O terceiro campo a ser preenchido é a quantidade de tratores existentes na propriedade rural. Este valor é descrito na tabela 2 como “Tratores”.

O quarto campo a ser preenchido indica se o proprietário recebe assistência técnica. Deve ser informado na tabela 2 no campo “Assistência Técnica” os valor “1”, caso receba assistência e “0”, caso não receba

O último campo indica a região da área cultivada, de acordo com o Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR). Para exemplificar utilizamos apenas o escritório de Araçatuba.

A Tabela 2 demonstra que para a produção integrada de laranjas, em uma propriedade rural, no qual um proprietário reside e trabalha, que possui 200 ha de laranjas, com dois tratores que recebem assistência técnica e que está situada na região de Araçatuba, são necessários 12 trabalhadores permanentes e 8 trabalhadores temporários. A aplicação dos coeficientes na Tabela de predição de mão de obra permite estimar o número de trabalhadores ou ocupação de mão de obra.

Tabela 2 - Estimativa de mão de obra

DESCRIÇÃO	Valores	COEFICIENTE POR CATEGORIA					Produto
		Familiar	Produto	Permanente	Produto	Temporário	
Constante	1	0,846	0,846	-0,177	-0,177	2,870	2,870
Hectares de Laranja	200	0	0	0,035	6,980	0,074	14,880
Tratores	2	-0,112	-0,224	2,710	5,420	-4,720	-9,440
Assistência técnica	1	0,129	0,129	0	0	2,510	2,510
EDR - Araçatuba	1	0,167	0,167	-0,271	-0,271	-2,748	-2,748
Total de Trabalhadores			1		12		8

O diagrama de atividades da figura 8 descreve o funcionamento do cálculo de ocupação de mão de obra, onde, através da escolha da região, do tipo de cultura, da quantidade de proprietários residentes, da extensão em hectares da propriedade e da quantidade de tratores, o sistema calcula a quantidade de pessoas temporárias, permanentes e residentes necessárias para o cultivo de uma determinada cultura.

Figura 8 - Cálculo de ocorrência de mão de obra

2.5.2 O serviço para o cálculo dos custos de produção

O serviço de apresentação do cálculo dos custos de produção utiliza o estudo elaborado por Ghilardi et al. (2002) e que são baseadas nas matrizes de coeficientes técnicos para a formação e produção da cultura de laranja destinada à indústria, para as principais regiões produtoras do Estado de São Paulo.

A composição da matriz de coeficientes técnicos foi elaborada através da exigência de fatores físicos, do número de plantas por hectare e das produtividades consideradas na manutenção de pomar de laranja para a indústria. Segundo os autores, os dados foram discutidos e definidos por um grupo formado por pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola (IEA), do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), do Grupo de Consultores em Citrus (GCONCI) e da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) entre meados de 1990 e 2000.

O custo de produção utilizado pelo IEA foi elaborado por Matsunaga et al. (1976), e é composta pelo Custo Operacional Efetivo (COE), pelo Custo Operacional Total (COT) e pelo Custo Operacional Líquido (COL).

O COE é formado pelo conjunto das despesas efetivamente desembolsadas pelo produtor, ou seja, pela soma das despesas diretas.

Em seguida, o COT é obtido acrescentando-se ao COE despesas indiretas, referentes à depreciação dos bens duráveis utilizados na atividade do pomar e à remuneração ao capital fixo (juros de investimentos) itens que fazem parte das estruturas de custo total de produção que, por sua vez, configuram-se como um instrumento de gerenciamento da atividade no longo prazo.

Por último é calculado o COL, obtido através da subtração do COT pela receita obtida na negociação da fruta na fábrica, mais o resultado da somatória do cálculo de frete, da contribuição social de 2.2 % sobre a renda bruta (CESSR) e a contribuição ao FUNDECITRUS.

A Tabela 3 ilustra os valores que compõem o COE, COT e COL para a estimativa e distribuição do Custo Operacional para a cultura de laranja para indústria, nos pomares em produção, com 1 hectare, contendo 300 pés e com produção de 600 caixas² de 40,8kg na região norte do estado de São Paulo, Safra 2000/01. A primeira coluna apresenta os itens utilizados e na segunda coluna, os valores para o cálculo.

Tabela 3 - Distribuição do custo operacional

Item	Em real de junho de 2000 R\$/há
Mão-de-obra	59,11
Operações de máquinas	204,62
Adubos e corretivos	293,15
Defensivos	579,17
Outros materiais	1,97
Colheita empreitada	300,00
Custo operacional efetivo (COE)	1438,02
Depreciação do pomar	246,86
Encargos financeiros	62,91
Depreciação das máquinas utilizadas	81,71
Encargos sociais diretos	19,51
Custo operacional total	1849,01
Receita	700,00
Frete	60,00
CESSR	15,40
FUNDECITRUS	8,00
Custo operacional líquido	1232,41

² Produção média de pomar com idade entre 7 a 19 anos.

O componente financeiro, desenvolvido neste trabalho, possui uma referência aos modelos desenvolvidos por Ghilardi et al. (2002), no qual, o serviço ilustrado na Figura 9 apresenta a formação dos custos.

A figura 9 demonstra que, para apresentar o custo de produção em uma propriedade de laranja, o usuário informa a região de cultivo, o ano da safra e o resultado é o custo operacional detalhado para a cultura de laranja.

Figura 9 - Diagrama de atividades para os custos operacionais

2.5.3 O serviço para elaboração da série mensal de preços

Uma série mensal de preços para a laranja é fornecida pelo IEA, através do levantamento dos preços médios no varejo da cidade de São Paulo. Os preços médios são obtidos através de 218 equipamentos varejistas distribuídos em 30 subdistritos, divididos em 93 supermercados, 54 feiras-livres, 31 açougues, 24 quitandas e 16 empórios e consideram os dispêndios com produtos alimentícios no domicílio de uma família paulistana de tamanho e renda médios, de acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) elaborada e fornecida pela Fundação Instituto de Pesquisas (FIPE).

O componente financeiro desenvolvido neste trabalho possui um serviço para apresentar a série mensal de preços médios para laranja, com dados obtidos através do IEA.

O modelo de negócio do serviço no componente é descrito na figura 10, na qual é necessário informar o produto e o tipo de mercado interno ou contrato e o resultado é uma matriz com os preços médios de venda do produto.

Figura 10 - Diagrama de atividades da série mensal de preços

2.5.4 O serviço para apresentação do calendário fitossanitário

O calendário fitossanitário tem por objetivo auxiliar o produtor de laranjas a cuidar da sanidade dos pomares. O Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS) preparou um calendário, ilustrado na Figura 11, com a época de manifestação das principais pragas e doenças que afetam a produção de laranja.

Este calendário é disponibilizado através de uma imagem no formato *Graphics Interchange Format* (.gif) ou através do formato *Portable Document Format* (.pdf).

O componente fitossanitário desenvolvido neste trabalho utiliza o calendário fitossanitário e apresenta o cruzamento do tipo de infestação com o mês de incidência.

A figura 11 apresenta as linhas contendo as pragas e os meses de incidência da infestação nas colunas. A intersecção das células em cor escura evidencia a possibilidade de incidência da ocorrência da infestação.

Pragas	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ácaro branco												
Ácaro da leprose												
Ácaro da ferrugem												
Bezouro de raiz												
Bicho furão												
Broca dos ramos												
Cigarrinha												
Cochonilha												
Minador												
Ortézia												
Psílideo												
Pulgão												

Figura 11 - Calendário de manifestações de pragas e doenças

A Figura 12 apresenta o funcionamento do serviço para apresentação do calendário fitossanitário, no qual é necessário informar o tipo de infestação e o sistema apresenta o calendário.

Figura 12 - Diagrama de atividades do calendário de pragas e doenças

3 A FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO PARA O MERCADO DE LARANJAS E OS SEUS COMPONENTES

3.1 Introdução

A ferramenta desenvolvida neste trabalho está baseada na arquitetura de referência de Murakami (2006) e nos componentes de software financeiro e fitossanitário, que processam informações para estimar a necessidade de mão de obra, apresentar os custos operacionais através coeficientes técnicos, bem como apresentar os preços mensais do mercado de laranjas e o calendário fitossanitário para o tratamento de pragas e doenças.

A implementação da ferramenta está baseada em conceitos orientados a serviço.

O projeto da ferramenta foi elaborado através do modelo de desenvolvimento baseado em reutilização, no qual o software é construído a partir de componentes já existentes.

Os padrões de construção de software estão baseados na arquitetura Java Enterprise Edition (J2EE) da empresa Sun Microsystems.

A modelagem da ferramenta de apoio à decisão foi feita utilizando a modelagem Orientada o Objetos (OO) e a Linguagem de Modelagem Unificada (UML).

Os dados para processamento das informações são extraídos do modelo de entidade e relacionamento implementados na base de dados da ferramenta. Tanto o modelo de dados como os devidos relacionamentos serão apresentados neste capítulo.

3.2 Os Requisitos de software

Os requisitos do software desenvolvido originaram-se através da especificação dos requisitos funcionais e não funcionais para atender ao adequado uso dos componentes financeiro e fitossanitário no desenvolvimento de uma aplicação. A Figura 11 ilustra os requisitos funcionais e não funcionais considerados.

A Figura 13 ilustra os requisitos Funcionais e Não Funcionais do software.

Figura 13 - Requisitos do Software

3.2.1 O detalhamento dos Requisitos Funcionais

RF01-Controle de Acesso.

O controle de acesso compreende a criação dos perfis e dos usuários do Sistema, bem como a validação e a sessão do usuário, permitindo assim monitorar e controlar as interações do usuário.

O perfil do sistema contém as informações de configuração de cada grupo de usuários do sistema e sua respectiva atribuição.

O usuário deverá ser cadastrado, informando os dados pessoais, que permitirão o acesso ao aplicativo e aos seus respectivos itens.

RF02-Cálculo de Ocupação de Mão de Obra

O Cálculo de Ocupação de Mão de Obra apresenta o total de trabalhadores residentes, permanentes e temporários para a produção de laranja em uma unidade rural.

RF03 – Apresentação dos Custos de Operacionais

Os custos operacionais são apresentados através das estimativas de custo de produção de laranjas elaboradas pelo IEA e pelo uso da metodologia de custo de produção tradicional sugerido por Matsunaga et al. (1976). Nessa estrutura de custo, o Custo Operacional Efetivo (COE) é formado pelo conjunto das despesas efetivamente desembolsadas pelo produtor, ou seja, pela soma das despesas diretas. Em seguida, o Custo Operacional Total (COT) é obtido acrescentando-se ao COE despesas indiretas, referentes à depreciação dos bens duráveis utilizados na atividade, à depreciação do capital investido na formação do pomar e à remuneração ao capital circulante (juros de custeio). O Custo Operacional Líquido (COL), é obtido através da dedução dos valores da receita obtida na negociação da fruta na fábrica, o resultado da somatória do cálculo de frete, da contribuição social de 2.2 % sobre a renda bruta (CESSR) e a contribuição ao FUNDECITRUS no valor do COT.

RF04-Apresentação da Série Mensal de Preços.

A série mensal de preços apresenta os valores de comercialização de laranja no estado de São Paulo, em uma matriz contendo os preços de janeiro de 1996 a 2006, para laranja dos tipos: pêra, bahia, lima, murcote, natal, valência.

RF05-Apresentação do Calendário Fitossanitário.

O calendário fitossanitário apresenta a manifestação das principais pragas e doenças que afetam a produção de laranja em uma determinada época do ano.

3.2.2 O detalhamento dos Requisitos não Funcionais

RNF01-Integração

O software deve ser projetado utilizando uma arquitetura que facilite a interação com outros sistemas.

RNF02-Disponibilidade

O software deve ser disponibilizado em tempo integral, pois será acessado através da Internet.

RNF03-Segurança

O software deve estar em ambiente seguro, acessado através de um *Web Server*. Deve possuir um controle de acesso, que será controlado através da definição de usuário e senha.

RNF04-Padrões Abertos

O software deve utilizar padrões de desenvolvimento abertos e software livre para facilitar a manutenção do software.

3.3 O modelo de casos de uso

O diagrama de casos de uso modela os aspectos dinâmicos de um sistema, demonstrando o comportamento e os relacionamentos entre os objetos.

O Diagrama de casos de uso, apresentado na figura 14, contém a descrição das funcionalidades do software e o ator que faz uso destas. O escopo deve ser entendido através da visão de casos de uso e seu detalhamento.

Figura 14 - Diagrama de casos de uso

3.3.1 Os atores envolvidos nas funcionalidades do software

O ator responsável pelo acesso ao sistema é descrito como “produtor”. O produtor é o usuário responsável pelo acesso ao sistema e pelo uso das funcionalidades para consulta às informações financeiras e fitossanitárias.

3.3.2 O detalhamento dos casos de uso

Neste trabalho foram detalhados dez casos e que são:

UC1 - Acessar Sistema;

UC2 - Calcular Ocupação de Mão de Obra;

UC3 – Apresentar os Custos Operacionais;

UC4 – Apresentar o Custo Operacional Efetivo;

UC5 – Apresentar o Custo Operacional Líquido;

UC6 – Apresentar o Custo Operacional Total;

UC7 – Apresentar Calendário Fitossanitário;

UC8 – Montar Matriz de Data x Ocorrência x Infestação Fitossanitária;

UC9 – Apresentar Série Mensal de Preços;

UC10 – Elaborar Gráfico de Série Mensal de Preços;

UC1 - Acessar o Sistema

Esse caso de uso é responsável pela validação de acesso do usuário ao sistema.

Pré-condições:

O usuário possuir um nome de usuário e senha cadastrados.

Pós-condições:

O usuário ter acessado o sistema.

Fluxo Principal - Acessar o Sistema:

O usuário informa o seu nome de acesso e a sua senha. Caso os dados informados estejam corretos, é apresentada a tela padrão do sistema de acordo com o perfil específico do usuário. Caso contrário será informado ao usuário, através de uma mensagem, que a senha o usuário estão inconsistentes.

O Fluxo é encerrado.

UC2 – Calcular Ocupação de Mão de Obra

Esse caso de uso é responsável pela apresentação do cálculo do total de trabalhadores proprietários, permanentes e temporários para o cultivo laranja em uma propriedade rural.

Pré-condições:

O usuário ter acessado o sistema.

Pós-condições:

Apresentar o total de trabalhadores residentes;

Apresentar o total de trabalhadores permanentes;

Apresentar o total de trabalhadores temporários;

Fluxo Principal:

O usuário fornece as seguintes informações:

- a quantidade de proprietários residentes.

- se recebe ou não assistência técnica para as máquinas e equipamentos da propriedade;
- a quantidade de tratores;
- a área plantada (em hectares);
- a região de cultivo;
- cultura, no caso laranja.

Em seguida, o usuário clica no botão confirmar.

O sistema apresenta o total de trabalhadores residentes, o total de trabalhadores permanentes e o total de trabalhadores temporários.

O fluxo é encerrado.

UC3 – Apresentar o Custo Operacional.

Este caso de uso é responsável pela apresentação do COE(UC4), COL(UC5) e COT(UC6). O resultado é apresentado através de uma imagem, detalhando os custos.

Pré-condições:

O usuário ter acessado o sistema.

Pós-condições:

Efetuar os cálculos de custo operacional.

Fluxo Principal:

O usuário informa a região e a safra;

O sistema executa o caso de uso 04 – Apresentar o custo operacional efetivo;

O sistema executa o caso de uso 05 - Apresentar custo operacional líquido;

O sistema executa o caso de uso 06 - Apresentar o custo operacional total;

O sistema apresenta detalhamento dos custos operacionais: COE, COT E COL;

O fluxo é encerrado.

UC4 – Apresentar o Custo Operacional Efetivo

Este caso de uso é responsável em apresentar o COE, que é formado pelo conjunto das despesas efetivamente desembolsadas pelo produtor nos tratos da cultura, ou seja, pela soma das despesas diretas.

Pré-condições:

Ter informado a região e safra.

Pós-condições:

Apresentar o custo operacional efetivo.

Fluxo Principal:

O usuário informa a região e a safra;

O sistema apresenta o custo operacional efetivo;

O fluxo é encerrado.

UC5 – Apresentar o Custo Operacional Líquido

Este caso de uso é responsável pela apresentação do custo operacional líquido, obtido através da inclusão de despesas de comercialização obrigatórias do setor, como o frete e as contribuições sociais para a FUNDECITRUS. É considerada a receita líquida estimada ao grupo de fatores de produção, que não é considerada no COT.

Pré-condições:

Ter informado a região e safra.

Pós-condições:

Apresentar o custo operacional líquido.

Fluxo Principal:

O usuário informa a região e a safra;

O sistema efetua o cálculo do custo operacional líquido;

O fluxo é encerrado.

UC6 – Apresentar o Custo Operacional Total

Este caso de uso é responsável pela apresentação do COT, obtido acrescentando-se ao COE despesas indiretas, referentes à depreciação dos bens duráveis utilizados na atividade, a depreciação do capital investido na formação do pomar, aos encargos sociais e a remuneração ao capital circulante (juros de custeio). No COT não se inclui a retribuição ao fator terra, a remuneração ao empresário e a remuneração ao capital fixo (juros de investimentos), itens que fazem parte das estruturas de custo total de produção que, por sua vez, se configuram como um instrumento de gerenciamento da atividade no longo prazo.

Pré-condições:

Ter informado a região e safra.

Pós-condições:

Apresentar o custo operacional total.

Fluxo Principal:

O usuário informa a região e a safra;

O sistema apresenta os custos operacionais totais.

O fluxo é encerrado.

UC7 – Apresentar Calendário Fitossanitário

O sistema apresenta o calendário fitossanitário relativo às doenças e pragas nos meses em que o produtor deve ter atenção ao risco eminente. Este deve tomar alguma providência a possíveis infestações de doenças e pragas. O resultado é apresentado através do calendário fitossanitário.

Pré-condições:

O usuário ter acessado o sistema.

Pós-condições:

Apresentar o calendário fitossanitário.

Fluxo Principal:

O usuário informa o tipo de infestação;

O sistema executa o caso de uso UC8 – Montar matriz de data x ocorrência x infestação;

O sistema apresenta o calendário fitossanitário;

O fluxo é encerrado.

UC8 – Montar Matriz de Data x Ocorrência x Infestação fitossanitária

O sistema elabora uma matriz com o cruzamento das informações dos meses, a possível ocorrência e o tipo de infestação que pode incidir sobre a cultura de laranja.

Pré-condições:

O usuário ter informado o tipo de infestação.

Pós-condições:

O sistema fornece a matriz de data, ocorrência e infestação.

Fluxo Principal:

O sistema recebe o tipo de infestação;

O sistema elabora uma matriz com:

- os tipos de doenças e ou pragas,
- os meses de incidência,
- o tipo de precaução que o produtor deve ter: atenção ou uma determinada ação para manter o pomar saudável.

O fluxo é encerrado.

UC9 – Apresentar Série Mensal de Preços

Este caso de uso apresenta uma matriz e um gráfico da série mensal de preços médios recebidos pelos agricultores, referentes aos valores obtidos na transação de venda de produtos para o primeiro comprador do sistema de comercialização. As cotações dizem respeito aos produtos embalados e livres dos custos de comercialização, tais como frete, caixaria, carga e descarga, ICMS, FUNRURAL e taxa de consignação. O levantamento é realizado para 49 produtos, de origem vegetal, em 645 municípios do estado de São Paulo, com periodicidade mensal, através de questionários enviados às pessoas selecionadas. São 731 informantes, cujo número é composto por 450 casas de Agricultura, 91 produtores, 110 empresas e entidades (cooperativas, atacadistas, indústrias, maquinistas, sindicatos rurais e outros).

Pré-condições:

O usuário ter acessado o sistema.

Pós-condições:

Apresentar a série mensal de preços pagos ao produtor.

Fluxo Principal:

O usuário informa:

- o tipo de produto,
- o tipo de mercado.

O sistema executa o caso de uso UC10 - Elaborar o Gráfico de Série Mensal de Preços;

O fluxo é encerrado.

UC10 – Elaborar Gráfico de Série Mensal de Preços

Este caso de uso é responsável em formatar a matriz e o gráfico contendo a série mensal de preços recebidos pelos agricultores.

Pré-condições:

O usuário informar o tipo de produto e o tipo de mercado.

Pós-condições:

O sistema elabora uma matriz da série mensal de preços médios recebidos pelos agricultores.

Fluxo Principal:

O sistema recebe o tipo de produto e o tipo de mercado.

O sistema elabora a matriz da série mensal de preços médios recebidos pelos agricultores.

O fluxo é encerrado.

3.4 O protótipo da ferramenta de apoio à decisão

Pressman (2004), define prototipagem como um paradigma que pode ser de finalidade aberta ou fechada. “A abordagem de finalidade fechada é frequentemente chamada de prototipagem para usar e jogar fora. Usando essa abordagem, um protótipo serve apenas como uma demonstração rústica dos requisitos. Ele é então descartado e o software é construído usando um paradigma diferente. Uma abordagem de finalidade aberta, chamada prototipagem evolutiva, usa o protótipo como primeira parte de uma atividade de análise que vai ter continuidade no projeto de construção”.

Os princípios de análise de sistemas, apresentados nos requisitos e no descritivo dos casos de uso, através das funcionalidades do software para mercado de laranja, foram a base para a construção do protótipo, na qual foi utilizada a abordagem aberta para o desenvolvimento do protótipo do software para apoio à decisão. O protótipo do software desenvolvido é a primeira evolução do sistema acabado.

O protótipo, ilustrado na Figura 15, foi desenvolvido com o propósito de validar a utilização dos componentes financeiro e fitossanitário na construção da ferramenta de apoio à decisão. A tela possui quatro áreas distintas que funcionam de forma independente e apresentam os serviços oferecidos pelos componentes.

Cada uma das quatro partes recebe a seguinte denominação: Ocupação de Mão de Obra, Custos Operacionais, Calendário Fitossanitário e Série Mensal de Preços.

Para o cálculo de Ocupação de Mão de Obra, o usuário informa a quantidade de proprietários residentes, a quantidade de tratores, a área plantada, seleciona a região da propriedade rural e o tipo de cultura. Em seguida, o sistema apresenta o total de trabalhadores permanentes, residentes e temporários.

Para os Custos Operacionais, o usuário seleciona o tipo de mercado e o ano de safra para que o software apresente o COE, COT, COL e o detalhamento dos custos.

Para a Série Mensal de Preços, o usuário seleciona o tipo de produto e o mercado e o software apresenta uma matriz com o ano, mês e os preços pagos no varejo.

Para o Calendário Fitossanitário, o usuário seleciona o tipo de infestação: praga, doenças bacterianas, doenças fúngicas, doenças viróticas e causas desconhecidas e o software apresenta as infestações e os meses de incidência.

O protótipo possui uma visão aderente aos componentes desenvolvidos, e desta forma caso haja a necessidade de uma nova visualização para o usuário das informações financeiras ou fitossanitárias, basta apenas incluir a nova funcionalidade a tela. O exemplo de uma nova funcionalidade é o uso de uma consulta fitossanitária em decorrência das pragas e doenças que afetam a produção em um determinado período, desta forma possibilitando o monitoramento da lavoura.

«jsp page»
Ferramenta de Apoio à Decisão

Ocupação de Mão de Obra

Proprietário Residente ☐ Assist. Técnica ☐

Quantidade de Tratores Região

Área Plantada (ha): Cultura

Quantidade de Trabalhadores:

Total de Trabalhadores Permanentes

Total de Proprietários Residentes

Total de Trabalhadores Temporários

Confirma Limpar

Custos Operacionais

Mercado Formação

Custo operacional efetivo (COE)

Custo operacional total (COT)

Custo operacional Líquido

Detalhamento do custo

Confirma Limpar

Calendário Fitossanitário

Tipo Ocorrência

Ocorrência/Mês de Incidência

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Alternária												
Melanose												
Po. Floral												
Pinta Preta												
Rubelose												
Verrugose												

Confirma Limpar

Série Mensal de Preços

Produto Mercado

	00	01	02	03	04	05	06
Jan.	1,46	3,98	8,7	10,07	9,87	7,08	12,13
Mar.	1,61	5,46	6	6,25	5,29	6,01	8,66
Abr.	1,8	5,5	5,79	5,67	4,91	5,85	7,58
Jun.	1,67	0	5,55	7,3	4,99	7,14	8,1
Ago.	1,57	7,16	8,25	8,75	6,22	8,44	10,76
Set.	1,66	7,44	8,48	9,24	5,98	7,94	0
Nov.	2,47	8,96	11,21	10,2	7,23	9,7	0
Dez.	2,94	9,27	10,98	9,98	7,31	11,53	0

Confirma Limpar

Figura 15 - Protótipo da ferramenta de apoio a decisão

3.5 O Modelo de dados

Segundo Silberschatz, Korth e Sudarshan (1998), “O maior benefício de um banco de dados é proporcionar ao usuário uma visão abstrata dos dados. Isto é, o sistema acaba por ocultar determinados detalhes sobre a forma de armazenamento e manutenção desses dados”.

Os níveis de abstração para facilitar a interação do usuário com o sistema são:

- **Nível lógico:** Este nível médio de abstração descreve quais dados estão armazenados no banco de dados e quais os inter-relacionamentos entre eles. Assim, o banco de dados como um todo é descrito em termos de um número relativamente pequeno de estruturas simples. Embora a implementação dessas estruturas simples no nível lógico possa envolver estruturas complexas no nível físico, o usuário do nível lógico não necessariamente precisa ser familiarizado com essa complexidade. O nível lógico de abstração é utilizado pelos administradores do banco de dados que precisam decidir quais informações devem pertencer ao banco de dados.
- **Nível físico:** É o mais baixo nível de abstração que descreve como esses dados estão de fato armazenados.
- **Nível de visão:** É o mais alto nível de abstração que descreve apenas parte do banco de dados. Apesar das estruturas simples do nível lógico, alguma complexidade permanece devido ao tamanho dos bancos de dados. Muitos dos usuários de banco de dados não precisam conhecer todas as suas informações. Pelo contrário, os usuários normalmente utilizam apenas parte do banco de dados. Assim, para que estas interações sejam simplificadas, um nível de visão é definido. O sistema pode proporcionar diversas visões do mesmo banco de dados.

Na arquitetura de referência proposta por Murakami (2006), e utilizada neste trabalho, o banco de dados local está na camada de Recursos e, interliga os sistemas já existentes.

A ferramenta de apoio à decisão desenvolvida possui um banco de dados local que armazena as informações do cálculo de ocupação de mão de obra, da série mensal de preços, dos custos de produção e do calendário fitossanitário.

Para a construção do banco de dados foi utilizado o servidor de banco de dados (SGBD) da empresa Microsoft o *MSQL Server 2000* e a Linguagem de Consultas Estruturadas (SQL ANSI 93).

A implementação do modelo lógico e as instruções de comando SQL favorecem o entendimento do modelo de banco de dados e facilita a codificação para o tratamento dos dados armazenados.

Inicialmente, para a criação do banco de dados da ferramenta de apoio à decisão, foi desenvolvido o modelo lógico para cada uma das funcionalidades e que contém as entidades de dados (tabelas) os atributos (campos) e os relacionamentos entre as entidades (chaves primárias e estrangeiras).

A codificação em linguagem SQL é implementada no código fonte da ferramenta de apoio a decisão, na camada denominada *Data Access Object*.

A carga inicial dos dados nas tabelas foi feita através de uma importação dos dados provenientes do IEA, que fornece os dados para o cálculo de ocupação de mão de obra, para a apresentação do custo operacional e para a apresentação da série mensal de preços.

Os dados para elaboração do calendário fitossanitário foram obtidos através da FUNDECITROS. Tanto o IEA quanto o FUNDECITROS fornecem e mantêm os dados, sem nenhum custo, através de páginas na Internet.

A Figura 16 ilustra a estrutura de dados do cálculo de ocupação de mão de obra e que possui as tabelas itemVariavelIndependente, variavelIndependente, grupo e tipoTrabalhador. Estas tabelas se relacionam através das chaves primárias: código do item de variável independente (ivi_numero), código da variável independente (vin_numero), código do grupo (gru_numero) e código do trabalhador (tra_numero).

Figura 16 - Estrutura de dados para a ocupação de mão de obra

A seqüência de comandos SQL para recuperar as informações e compor o cálculo de ocupação de mão de obra é apresentada a seguir:

```

SELECT
    GRU.gru_numero,    GRU.gru_descricao,    IVI.ivi_numero,    IVI.ivi_coeficiente,
    TRA.tra_numero,    TRA.tra_descricao,    VIN.vin_numero,    VIN.vin_descricao
FROM
    itemVariavelIndependente IVI INNER JOIN
    grupo GRU ON IVI.gru_numero = GRU.gru_numero INNER JOIN
    tipoTrabalhador TRA ON IVI.tra_numero = TRA.tra_numero INNER JOIN
    variavelIndependente VIN ON IVI.vin_numero = VIN.vin_numero
ORDER BY IVI.ivi_numero, GRU.gru_numero
  
```

A Tabela 4 apresenta o resultado da consulta para o cálculo de mão de obra. Esta consulta possui os campos: descrição dos grupos de itens, o número da variável independente, os coeficientes, o código do trabalhador, a descrição do trabalhador, o código e a descrição da variável.

Tabela 4 - Resultado da consulta para cálculo de ocupação de mão de obra

gru_descricao	ivi_numero	ivi_coeficient	tra_numero	tra_descricao	vin_numero	vin_descricao
Constante	1	0,846	1	Proprietario	1	Constante
Constante	2	-0,17731	2	Permanente	1	Constante
Constante	3	2,871129	3	Temporário	1	Constante
Culturas	4	0	1	Proprietario	2	Laranja (citrus)
Culturas	5	0,034903	2	Permanente	2	Laranja (citrus)
Culturas	6	0,074439	3	Temporário	2	Laranja (citrus)
Trator	7	-0,11216	1	Proprietario	3	Tratores
Trator	8	2,709311	2	Permanente	3	Tratores
Trator	9	-4,72268	3	Temporário	3	Tratores
Assistência técnica	10	0,128907	1	Proprietario	4	Assistência Técnica
Assistência técnica	11	0	2	Permanente	4	Assistência Técnica
Assistência técnica	12	2,506897	3	Temporário	4	Assistência Técnica
EDR	13	0,167371	1	Proprietario	5	EDR - Araçatuba
EDR	14	-0,27056	2	Permanente	5	EDR - Araçatuba
EDR	15	-2,7484	3	Temporário	5	EDR - Araçatuba

A Figura 17 ilustra a estrutura de dados da série mensal de preços, que possui as tabelas mês, ano, preço, mercado e produto. Estas tabelas se relacionam através das chaves primárias código do preço (pre_codigo), código do ano (ano_codigo), código do mês (mes_codigo), código do mercado (mer_codigo) e código do produto (pro_codigo).

Figura 17 - Estrutura de dados da série mensal de preços

A sequência de comandos SQL para recuperar as informações e compor a série mensal de preços é apresentada a seguir:

```
SELECT
    PRE.pre_codigo, PRE.pre_preco, PRO.pro_descricao, MER.mer_descricao,
    ANO.ano_descricao, MES.mes_descricao
FROM
    preco PRE INNER JOIN
    mes MES ON PRE.mes_codigo = MES.mes_codigo INNER JOIN
    ano ANO ON PRE.ano_codigo = ANO.ano_codigo INNER JOIN
    mercado MER ON PRE.mer_codigo = MER.mer_codigo INNER JOIN
    produto PRO ON PRE.pro_codigo = PRO.pro_codigo
WHERE
    (PRO.pro_codigo = 1) AND (MER.mer_codigo = 1)
```

A Tabela 5 apresenta o resultado da consulta para composição da série mensal de preços. Esta consulta possui os campos código de preço, preço do produto, descrição do produto, descrição do mercado, descrição do ano e descrição do mês.

Tabela 5 - Resultado da consulta para composição da série mensal de pecos

pre_codigo	pre_preco	pro_descricao	mer_descricao	ano_descricao	mes_descricao
12	7,08	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	jan
25	6,83	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	fev
38	6,58	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	mar
51	6,33	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	abr
64	6,08	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	mai
77	5,83	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	jun
90	5,58	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	jul
103	5,33	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	ago
116	5,08	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	set
129	4,83	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	out
142	4,58	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	nov
155	4,33	Laranja posta na indústria paulista (sem contrato)	Interno	2005	dez

A figura 18 ilustra a estrutura de dados dos custos operacionais de produção, que possui as tabelas: custo, ano e região. Estas tabelas se relacionam através das chaves primárias: código do custo (cus_codigo), código do ano (ano_codigo) e código da região (reg_codigo).

Figura 18 - Estrutura de dados dos custos operacionais

A sequência de comandos SQL para recuperar as informações e apresentar o custo de produção é apresentada a seguir:

```

SELECT
    REG.reg_descricao, ANO.ano_descricao, CUS.cus_custoOperacionalEfetivo,
    CUS.cus_custoOperacionalTotal, CUS.cus_custoOperacionalLiquido,
    CUS.cus_estimativaDistribuicao
FROM
    custo CUS INNER JOIN
    regio REG ON CUS.reg_codigo = REG.reg_codigo INNER JOIN
    ano ANO ON CUS.ano_codigo = ANO.ano_codigo
WHERE
    (CUS.reg_codigo = 2) AND (CUS.ano_codigo = 7)
  
```

A Tabela 6 apresenta o resultado da consulta para a apresentação do custo operacional. Esta consulta possui os campos: descrição da região, ano, o custo operacional efetivo, o custo operacional total, o custo operacional líquido e o caminho para o detalhamento dos custos operacionais.

Tabela 6 - Resultado da consulta para apresentação do custo operacional

reg_ descricao	ano_ descricao	cus_ custoOperacional Efetivo	cus_ custoOperacional Total	cus_ custoOperacional Liquido	cus_ estimativa Distribuicao
SUL	2000	1408,86	1814,90	1198,30	\\ma\$\images\estimativa2000sul
NORTE	2000	1438,02	1849,01	1232,41	\\ma\$\images\estimativa2000norte

A figura 19 ilustra a estrutura de dados para a apresentação do calendário fitossanitário e que possui as tabelas ocorrência de pragas, tipo de praga, mês e ocorrência. Estas tabelas se relacionam através das chaves primárias: código de ocorrência de pragas (opr_codigo), código do tipo de praga (tpr_codigo), código de contaminação (con_codigo), código de ocorrência (oco_codigo) e código do mês (mes_codigo).

Figura 19 - Estrutura de dados do calendário fitossanitário

A seqüência de comandos SQL para recuperar as informações para compor o cálculo de ocupação de mão de obra é apresentada a seguir:

```
SELECT
    OPR.opr_codigo, TPR.tpr_descricao, MES.mes_descricao,
    CON.con_descricao, OCO.oco_codigo, OCO.oco_descricao,
    CON.con_codigo
FROM
    ocorrenciaPragas OPR
JOIN tipoPraga TPR ON (OPR.tpr_codigo = TPR.tpr_codigo)
JOIN contaminacao CON ON (OPR.con_codigo = CON.con_codigo)
JOIN mes MES ON (OPR.mes_codigo = MES.mes_codigo)
JOIN ocorrencia OCO ON (OPR.oco_codigo = OCO.oco_codigo)
WHERE
    TPR.tpr_codigo = 13 order by MES.mes_codigo
```

A Tabela 7 apresenta os resultados da consulta para apresentação do calendário fitossanitário. Esta consulta possui os campos código da ocorrência de pragas, descrição da infestação, mês, descrição da doença ou praga, tipo da ocorrência e o código da contaminação.

Tabela 7 - Resultado da consulta para apresentação do calendário fitossanitário

opr_codigo	tpr_descricao	mes_descricao	con_descricao	oco_codigo	oco_descricao	con_codigo
13	Doenças Bacterianas	jan	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
14	Doenças Bacterianas	fev	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
15	Doenças Bacterianas	mar	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
16	Doenças Bacterianas	abr	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
17	Doenças Bacterianas	mai	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
18	Doenças Bacterianas	jun	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
19	Doenças Bacterianas	jul	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
20	Doenças Bacterianas	ago	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
21	Doenças Bacterianas	set	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
22	Doenças Bacterianas	out	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
23	Doenças Bacterianas	nov	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13
24	Doenças Bacterianas	dez	Cancro Cítrico	1	Inspeção Rigorosa	13

3.6 A modelagem dos componentes financeiro e fitossanitário

A construção dos componentes financeiro e fitossanitário foi elaborada através do Desenvolvimento Baseado em Componentes (CBD). Esta técnica de desenvolvimento é uma evolução da abordagem orientada a objetos e a principal característica desta técnica é o reuso, que tem como objetivo construir um sistema a partir de partes padronizadas e independentes.

A tecnologia de objetos tende a tratar o software como um conjunto de componentes que podem ser agrupados para atender a necessidade específica (um sistema aplicativo), Khoshafian e Abnous (2004).

No processo de desenvolvimento de sistemas baseado em componentes é necessário descrever, compreender e identificar como integrá-los com outros componentes.

Na UML, um componente é uma unidade de código de software, binário ou executável. Para a modelagem dos componentes financeiro e fitossanitário, foi utilizado o modelo lógico, através do diagrama de classes. Segundo Booch, Jacobson e Rumbaugh (1998), as classes de um sistema descrevem um conjunto de objetos que compartilham os mesmos atributos, operações, relacionamentos e semântica.

A modelagem dos componentes, através do diagrama de classes, ajuda a compreender os níveis de abstração de um domínio de problema específico, e desta maneira, garantir o balanceamento entre a coesão e o acoplamento dos objetos OMG(2003).

Os componentes financeiro e fitossanitário foram projetados aderentes a arquitetura de referência proposta por Murakami (2006), ilustrada na Figura 20. Os componentes desenvolvidos estão inseridos na camada de serviços agrícolas da figura. Na figura, o barramento de serviço recebe as requisições realizadas pelas aplicações e invoca os serviços apropriados. Após o processamento, as respostas são armazenadas no repositório de resultados e notificadas o cliente.

Figura 20 - Visão geral da arquitetura de referência.

A Figura 21 mostra o diagrama de classes da arquitetura dos componentes financeiro e fitossanitário. Em primeiro plano existe um pacote de componentes implementados e que contém as interfaces encapsuladas no padrão *Business Delegate*. Cada um dos componentes possui uma chamada para a classe concreta que implementa as regras de negócio propriamente ditas e que estão nas classes denominadas *Business Object*. Na parte inferior da figura são apresentadas as classes que fazem acesso e persistência dos dados através do padrão *Data Access Object* e os pacotes *Bean* que implementam o padrão *Data Transfer Object*.

Figura 21 - Diagrama de classes dos componentes financeiro e fitossanitário

A implementação dos componentes financeiro e fitossanitário foi feita utilizando-se a plataforma de desenvolvimento Eclipse.

A figura 22 ilustra a plataforma de desenvolvimento Eclipse, Version: 3.0.1. ECLIPSE(2006) Na figura, a tela contempla o projeto dos componentes com os pacotes, classes e a codificação para ilustrar o uso da ferramenta.

Figura 22 - Plataforma de desenvolvimento Eclipse

3.6.1 O desenvolvimento do componente financeiro

O componente financeiro possui três serviços bem definidos, o serviço para cálculo de ocupação de mão de obra, a apresentação dos custos operacionais e a apresentação da série mensal de preços.

O serviço para ocupação de mão de obra foi implementado com base nos cálculos para estimativa de ocupação de mão de obra para o mercado agrícola, apresentado no capítulo 2. Estes cálculos foram elaborados através dos coeficientes apresentados por Pino et al. (2002), utilizando modelos de regressões não correlacionados e aplicados sobre os dados do levantamento censitário de unidades de produção agrícola..

O serviço para apresentação dos custos operacionais foi implementado com base no cálculo dos custos de produção elaborado por Ghilardi et al. (2002), apresentado no capítulo 2. O cálculo está baseado nas matrizes de coeficientes técnicos para a formação e produção da cultura de laranja destinada à indústria para as principais regiões produtoras do Estado de São Paulo.

O serviço para apresentação da série mensal de preços foi implementado com base nos dados de preços fornecidos pelo IEA, através do levantamento dos preços médios no varejo da cidade de São Paulo. Os preços médios são obtidos através de 218 equipamentos varejistas distribuídos em 30 subdistritos, divididos em 93 supermercados, 54 feiras-livres, 31 açougues, 24 quitandas e 16 empórios e consideram os dispêndios com produtos alimentícios no domicílio de uma família paulistana de tamanho e renda médios, de acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) elaborada e fornecida pela Fundação Instituto de Pesquisas (FIPE).

3.6.2 O diagrama de classes do componente financeiro

As classes do componente financeiro compreendem a interface para a chamada ao componente e as classes Mão de Obra e Custo operacional. A classe Mão de Obra possui o serviço para cálculo de ocupação de mão de obra, na qual, o resultado do cálculo é o total de trabalhadores familiares, permanentes e temporários. A classe Custo Operacional possui o método para a apresentação dos custos operacionais COT, COE e COL.

A Figura 23 ilustra o modelo conceitual através das classes do componente financeiro e os seus relacionamentos. Neste diagrama está ilustrado o componente financeiro, a interface do componente e a extensão para as classes que implementam a regra de negócio para os serviços de ocupação de mão de obra e do custo operacional.

Figura 23 - Diagrama de classes do componente financeiro.

3.6.3 A implementação do componente financeiro

O desenvolvimento do componente financeiro foi feito através da linguagem de programação *Java Enterprise Edition 1.4* (J2EE) e modelada através do diagrama de pacotes, ilustrado na Figura 24. Estes objetos possuem a lógica e persistência de dados necessários para executar os serviços para o cálculo de ocupação de mão de obra, a apresentação dos custos operacionais e a apresentação da série mensal de preços.

A Figura 24 apresenta os pacotes *BUSINESS OBJECT* contendo as classes *CustoOperacionalBusinessObject*, *MãoObraBusinessobject* e *PrecoBusinessobject*. Para a camada do *DATA TRANSFER OBJECT* foi implementado o pacote *BEAN* que são os objetos que irão garantir a persistência das informações. Finalmente, a camada *DATA TRANSFER OBJECT*, que implementa a camada *DTO* e o *DAO* que implementa a camada *DATA ACCESS OBJECT* são apresentadas

Figura 24 - Diagrama de pacotes do componente financeiro

A figura 25 ilustra o exemplo do código fonte da classe `CustoOperacionalBusinessObject` que executa a recuperação das informações do COT, COE e COL. Estas informações são retornadas através de um lista.

```
1 package br.usp.ma$.finance.businessObject;
2
3 import java.util.ArrayList;
4 import br.usp.ma$.finance.bean.CustoOperacionalBean;
5 import br.usp.ma$.finance.dao.CustoOperacionalDao;
6
7
8 public class CustoOperacionalBusinessObject {
9
10     public ArrayList CalculaCustoOperacional(int codigoRegiao, int codigoAno) {
11
12         ArrayList custo = new ArrayList();
13         try{
14             CustoperacionalBean custoVO = new br.usp.ma$.finance.bean.CustoOperacionalBean();
15             CustoperacionalDao custoDAO = new br.usp.ma$.finance.dao.CustoOperacionalDao();
16             custoVO = custoDAO.CalculaCustoOperacional(codigoRegiao,codigoAno);
17             custo.add(0,custoVO);
18
19         }catch (Exception e){
20             e.printStackTrace();
21         }
22         return custo;
23     }
24 }
25
```

Figura 25 - Implementação da classe `CustoOperacionalBusinessObject`.

3.6.4 O desenvolvimento do componente fitossanitário

O componente fitossanitário possui o serviço para a apresentação do calendário fitossanitário. Este serviço tem por objetivo auxiliar o produtor de laranjas a cuidar da sanidade dos pomares. As informações fornecidas apresentam a incidência de pragas e doenças que afetam o pomar de uma unidade rural de produção de laranjas. Os dados são obtidos através do FUNDECITRUS que disponibiliza uma imagem no formato *Graphics Interchange Format* (.gif) ou através do formato *Portable Document Format* (.pdf)

3.6.5 O diagrama de classes do componente fitossanitário

O componente fitossanitário desenvolvido neste trabalho utiliza o calendário fitossanitário e apresenta o cruzamento do tipo de infestação com o mês de incidência.

O diagrama de classes da figura 26 apresenta o empacotamento das classes do modelo de componente Fitossanitário composto pela interface e a implementação da classe *CalendarioFitossanitario* que possui os métodos *ApresentarInfestações* e *ApresentarPeriodosOcorrencia*. Através destes métodos é possível elaborar um calendário fitossanitário onde, ao informar o tipo de doença, o componente retorna o período de infestação e a ocorrência.

Figura 26 - Diagrama de classes do componente fitossanitário.

3.6.6 A implementação do componente fitossanitário

A implementação do componente fitossanitário foi feita através da linguagem de programação *Java Enterprise Edition 1.4* (J2EE) e modelada por meio do diagrama de classes, ilustrado na Figura 27. Estes objetos possuem toda a lógica e persistência de dados necessários para executar os serviços do calendário fitossanitário.

A lógica implementada neste componente, ilustrada na figura, consiste em recuperar as informações de infestações, doenças e os respectivos períodos de ocorrência. A partir destas informações, o componente retorna uma lista para a elaboração do calendário fitossanitário.

Figura 27 - Implementação da classe DiseaseBusinessObject

A figura 28 apresenta as classes de implementação do componente fitossanitário. Neste modelo é possível visualizar todas as camadas implementadas, os atributos e os métodos para apresentação do calendário fitossanitário.

Figura 28 - Diagrama de classes do componente fitossanitário

4 AS CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO

A prova de conceito foi desenvolvida através de uma ferramenta de apoio à decisão que fornece recursos de consulta a dados e a realização de cálculos para estimar a ocupação de mão-de-obra. Dentre as funcionalidades de apresentação de dados está a visualização do custo de produção para as regiões norte ou sul do estado de São Paulo, a série mensal de preços e o calendário fitossanitário de pragas e doenças que afetam a saúde do pomar.

Esta ferramenta foi baseada nos conceitos de arquitetura de referência aberta e na adoção de padrões de desenvolvimento de software componentizável. O ganho em adotar uma arquitetura de referência está relacionado diretamente à padronização na qual a arquitetura se insere e que define todas as camadas para o desenvolvimento dos serviços dos componentes.

A qualidade no desenvolvimento da ferramenta de apoio à decisão não está apenas na escolha de uma arquitetura de referência e de um padrão de desenvolvimento de software, mas também nos serviços dos cálculos de ocupação de mão de obra, nos cálculos de custo de produção, na composição da série mensal de preços e nas informações do calendário fitossanitário.

4.1 A discussão sobre o uso dos padrões adotados

Os componentes de software foram baseados em padrões de desenvolvimento de software, comumente conhecidos como *Design Patterns*. Estes padrões foram elaborados pela *Gang of Four* (GOF), que têm como seus idealizadores Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johson e John Vlissides (1994).

Os padrões adotados foram: *Business Delegate*, *Business Object*, *Data Transfer Object* e o *Data Access Object*. Cada padrão possui uma característica própria, que têm por objetivo facilitar a compreensão e o desenvolvimento dos componentes, e desta forma, garantir a qualidade do software a ser desenvolvido.

O principal ganho na utilização destes padrões é a rapidez na implementação das classes do sistema, uma vez que, se o primeiro objeto foi desenvolvido, os outros

seguem a mesma estrutura. Em um segundo momento, a manutenção do sistema é facilmente realizada.

A estrutura dos componentes desenvolvidos, e os padrões descritos, podem ser disponibilizados através de um repositório de componentes para que sejam utilizados em futuras implementações de software. O reuso é o principal mecanismo que garante a que não será necessário de desenvolver tudo novamente e sim, utilizar o que já foi implementado.

4.2 A construção da ferramenta de apoio à decisão

A ferramenta de apoio à decisão foi construída através dos componentes financeiro e fitossanitário. Esta ferramenta possui quatro áreas dispostas lado a lado em uma tela, apresentadas no Protótipo ilustrado na Figura 15.

Cada uma das quatro partes da tela possui uma funcionalidade e recebe uma denominação, sendo: Ocupação de Mão de Obra, Custos Operacionais, Calendário Fitossanitário e Série Mensal de Preços.

Cada funcionalidade representa um serviço que auxilia um produtor rural na tomada de decisões.

A ferramenta pode ser utilizada para prever a mão de obra necessária para o cultivo de laranja em uma determinada região.

Outra funcionalidade apresenta a série mensal de preços pagos ao produtor em decorrência da venda de um tipo de laranja específico.

A apresentação dos custos de produção COT, COE e COL, foram elaborados a partir de uma técnica de custos, amplamente utilizada pelo IEA. Através destas informações é possível que o produtor tenha um parâmetro para provisionar recursos para o aumento da propriedade rural, e para garantir as colheitas futuras.

E por último a ferramenta apresenta o calendário fitossanitário, este fornecido pela FUNDECITRUS, e ilustra a incidência de pragas ou doença em uma plantação de laranjas. O produtor utiliza esta informação para garantir a saúde do pomar e aplicar os devidos insumos para que a plantação continue produzindo.

4.3 A aderência à arquitetura de referência proposta

A arquitetura de referência utilizada foi elaborada por Murakami (2006) e descreve uma arquitetura de implementação de componentes abertos para o desenvolvimento de Sistemas de Informação para a área de Agricultura de Precisão.

Existem inúmeros ganhos em utilizar uma arquitetura de referência, porém, o principal é a facilidade em entender como esta foi estruturada e onde é possível integrar novos sistemas.

Cada camada possui um tipo de integração, seja por meio de um barramento específico para a descoberta de um novo componente, ou até mesmo para servir de interface para um cliente.

No caso da arquitetura desenvolvida por Murakami (2006), fica bem nítido como é possível acoplar novos serviços, e para isso é necessário que o padrão de desenvolvimento seja feito aderente ao modelo SOA.

Os componentes financeiro e fitossanitário integram a camada de Serviços de Negócio definidas na arquitetura de referência e foram desenvolvidos utilizando o modelo SOA.

Desta forma, os novos componentes que utilizaram a arquitetura de referência como um guia para a elaboração são aderentes ao padrão proposto.

5 Considerações finais

Este capítulo contém os comentários finais sobre o trabalho. Apresentando a conclusão, baseado no estudo realizado a partir da arquitetura de referência, na proposição dos componentes financeiro e fitossanitário e da implementação da ferramenta de apoio à decisão.

5.1 Conclusão

Este trabalho teve como base o estudo de sistemas de informação aplicados à agricultura e o estudo de arquiteturas e padrões para o desenvolvimento de software.

O estudo dos padrões e trabalhos relativos ao agronegócio mostrou o quanto necessários são os sistemas computacionais em toda a cadeia produtiva do agronegócio, auxiliando não só o aumento de produtividade de uma determinada cultura, mas também a sustentabilidade em longo prazo das atividades rurais e ou industriais relacionadas. Para isto o acompanhamento e previsão, através do software para apoio a tomada de decisão, é parte fundamental para a gestão dos recursos e produtos rurais, bem como para a própria negociação dos elementos que permeiam o agronegócio.

Através da construção dos componentes financeiro e fitossanitário e da implementação da ferramenta de apoio a decisão possibilitou comprovar a eficácia do uso de uma arquitetura de referência e dos padrões de desenvolvimento de software, os principais pontos a destacar foram a rapidez no desenvolvimento do software, a facilidade de compreensão das camadas lógica e física da arquitetura e a possibilidade de incluir novos componentes a estrutura projetada.

A princípio foi possível notar que os sistemas de informação para a agricultura possuem pouca ou nenhuma interoperabilidade, o que justifica a utilização de padrões de desenvolvimento.

O resultado deste estudo conclui que para integrar os sistemas é necessário utilizar padrões de construção de software aberto e arquiteturas de referência para auxílio a modelagem de negócio específico para a necessidade, como por exemplo, o auxílio

a gestão de plantações, o aumento da produtividade, a geração das informações dinâmicas e descentralizadas e principalmente a integração sistêmica.

A ferramenta desenvolvida utilizou os padrões de desenvolvimento de software abertos, disponibilizando os custos, preços, calendário fitossanitário e cálculos para a ocupação de mão de obra a ser aplicada em uma unidade rural produtora de laranjas no mercado brasileiro, viabilizando a utilização dos componentes desenvolvidos e gerar uma especificação para trabalhos futuros.

A principal observação a ser feita sobre os componentes desenvolvidos está voltada para as interfaces de chamada e retorno que foram padronizadas utilizando o conceito de objetos.

O componente financeiro possui dois serviços: um para o cálculo de ocupação de mão de obra e outro para o cálculo de custos operacionais.

O componente fitossanitário possui apenas um serviço responsável em fornecer o calendário de ocorrência de doenças fitossanitárias.

A proposta da arquitetura de componentes viabiliza a utilização de forma integrada ou não dos componentes de forma harmônica, rápida e eficaz.

5.2 Contribuição

Esse trabalho detalhou a construção de uma ferramenta de apoio à decisão para uso no mercado brasileiro de laranja baseada na utilização de componentes de software financeiro e fitossanitário.

Dentre as contribuições do trabalho podem ser citados:

- A utilização e disseminação da arquitetura de componentes abertos para a agricultura;
- A proposição e elaboração de dois novos componentes para a arquitetura;
- A implementação de um protótipo de uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão no processo de produção de laranjas.

5.3 Trabalhos Futuros

A sugestão para o desenvolvimento em trabalhos futuros é a ampliação do escopo da ferramenta de apoio à decisão, ilustrada na Figura 27. Este modelo considera novas funcionalidades e serviços que integram os sistemas de sensoriamento de campo levando em consideração as variáveis coletas por máquinas e implementos e assim auxiliando no tratamento de aspectos de produção de campo.

Figura 29 - Diagrama de casos de uso para trabalhos futuros

REFÊRENCIAS

- ARAGON, A.F.; TEIXEIRA, D. Fábrica de Software: Implantação e Gestão de Operações. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2007. 304p.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. The Unified Modeling Language User Guide. Indianapolis: Pearson Education. 1998, 482p.
- ECLIPSE. Eclipse Foundation. Apresenta recursos e atividades desenvolvidas disponível em: <http://www.eclipse.org>. Acesso em: 2007.
- GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VILISSIDES, J. Design Patterns Elements of Reusable Object Oriented Software, Portland: Addison-Wesley, 1994.
- GHILARDI, A.; MAIA, L.; AMARO, A.; De Negri, J.D. Citricultura Paulista: Exigência Física de Fatores de Produção, Estimativa de Custo e Evolução das Técnicas Agrícolas. Informações Econômicas, Revista Técnica do Instituto de Economia Agrícola – IEA, n.9, p.21-34, set.2002.
- JENSEN, A.L.; BOLL, P.S.; THYSEN, I.; PATHAK, B.K. A Web-Based System for Personalised Decision Support in Crop Management, Computers and Electronics in Agriculture. Department of Agricultural Systems, Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, Denmark. 25 p. 2000.
- KHOSHAFIAN, k; ABNOUS, R. Object Orientation. London: John Wiley & Sons, 2004. 528p.
- MATSUNAGA, M. et al.. Estimativas de custos de produção utilizada pelo IEA. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.23,t.1,p.123-139,jan.1976.
- MEIRA, C.A.; RODRIGUES, L.H.A. Mineração de Dados no Desenvolvimento de Sistemas de Alerta Contra Doenças de Culturas Agrícolas. V Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBI-AGRO Londrina, 7p, 28 à 30 Set.2005.
- MIRANDA, J. I.; CHAIM M.L.; SOUZA, K.X.S.; NAKA, J. Um Sistema Web para a Gerência dos Dados da Produção Integrada de Frutas. V Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBI-AGRO Londrina, 7f, 28 à 30 Set 2005.
- MURAKAMI, E. Uma Infra-Estrutura de Desenvolvimento de Sistemas de Informação Orientados a Serviços Distribuídos para Agricultura de Precisão. 2006, 191f. Tese - Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- NARCISO, M.G.; PEREIRA, D.F.; NÃÃS. A.I.; Soares, A.S. Banco de Dados Georeferenciados e Sistema de Apoio a Decisão para a Cultura de Milho. V Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBI-AGRO Londrina, 8p, 28 à 30 Set 2005.

OASIS. Organization for the Advancement of Structured Information Standards. Apresenta recursos e atividades desenvolvidas disponível em: <http://www.oasis-open.org>. Acesso em: 16 de outubro de 2007.

OMG. The Object Management Group. Apresenta recursos e atividades desenvolvidas disponível em: <http://www.omg.org>. Acesso em 2003.

PFLEEGER, . LAWRENCE, S. Engenharia de Software: teoria e prática. 2.ed. New York: Prentice-Hall, 2004.

PINO, F.A; FRANCISCO, V.; MARGARIDO, M.A.; VICENTE, M.C.M. Predição de Ocupação da Mão-de-Obra Agrícola Paulista, Informações Econômicas, Revista Técnica do Instituto de Economia Agrícola – IEA, n.9, p.7-20, set.2002.

PRESSMAN, R. S. Software Engineering: A Practitioner's Approach. 4 ed. New York: Markon books, 2004. 752p.

SARAIVA, A.M. Tecnologia da Informação na Agricultura de Precisão e Biodiversidade: Estudos e Proposta de Utilização de Web Services para Desenvolvimento e Integração de Sistemas. 2003. 209 f. - Tese Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SARAIVA, A.M. Um Modelo de Objetos Para Sistemas Abertos de Informações de Campo Para Agricultura de Precisão: MOSAICo. 1998, 235f. Tese - Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SHAW, M.; GARLAN, D. Software Architecture - Perspectives on an Emerging Discipline. New York: Prentice-Hall. 1996.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H.; SUDARSHAN.S. Sistema de Banco de Dados. 3 ed. São Paulo: Person Education do Brasil, 1999. 778p.

SOMMERVILLE, I. Software Engineering. Portland: Addison-Wesley, 2003. 592p.

ZIMMERMAN, H. OSI Reference Model: The ISSO Model of Arqchitecture for Open Systems Interconnection. IEEE Transaction on Communications, COM-28(4), 1980.