OSVALDO GOGLIANO SOBRINHO

MODELAGEM DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA
RASTREABILIDADE NA INDÚSTRIA VINÍCOLA BASEADO EM UMA
ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS

São Paulo

2008

OSVALDO GOGLIANO SOBRINHO

MODELAGEM DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA
RASTREABILIDADE NA INDÚSTRIA VINÍCOLA BASEADO EM UMA
ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS

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

Área de Concentração:
Sistemas Digitais

Orientador: Prof. Livre-Docente
Carlos Eduardo Cugnasca

São Paulo

2008

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

São Paulo, de maio de 2008.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Gogliano Sobrinho, Osvaldo

Modelagem de um sistema de informação para rastreabilidade na indústria vinícola baseado em uma arquitetura orientada a serviços / O. Gogliano Sobrinho. -- ed.rev. -- São Paulo, 2008. 132 p.

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

1.Descrição de sistemas 2.HTML 3.Internet 4.Middleware 5.Modelagem de dados 6.Rastreabilidade 7.Sistemas de informação 8.Tecnologia da informação 9.UML 10.Vinho 11.XML I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho
à minha esposa e meu eterno amor,
Renata Maria Marè Gogliano,
pelo seu constante apoio e incentivo, por
sua inabalável confiança em meu trabalho
e por todos os momentos roubados de
nosso convívio.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Dirceu e Julieta Gogliano, sempre atentos e vigilantes na tarefa de mostrar a seu filho a importância e o valor de estudar.

Ao Prof. Livre-Docente Carlos Eduardo Cugnasca, mais que meu orientador, professor por vocação e um verdadeiro amigo nesta jornada.

Ao Prof. Livre-Docente Antonio Mauro Saraiva, coordenador do Laboratório de Automação Agrícola da Escola Politécnica da USP, LAA, pelo apoio, incentivo, sugestões e confiança sempre demonstrados, neste e em outros trabalhos.

Ao Prof. Dr. Pedro Luis Pizzigatti Corrêa, pelo apoio, incentivo e pelas importantes sugestões ao trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Fapesp, pelo apoio ao projeto, através do Auxílio à Pesquisa (Processo: 06/59346-0).

Ao Dr. Jaime Milan e à Associação dos Produtores de Vinhos Finos do Vale dos Vinhedos, de Bento Gonçalves, RS, pelo incentivo e pelo incansável trabalho de fazer a interface entre o setor produtivo vinícola em Bento Gonçalves e o autor.

Ao Instituto Brasileiro do Vinho, Ibravin, na pessoa de seu presidente Dr. Carlos Paviani, pelo apoio manifestado ao projeto.

Ao pesquisador Dr. Flávio Bello Fialho da Embrapa Uva e Vinho, pela colaboração ao trabalho, e por ter compreendido desde o primeiro momento as idéias apresentadas, em toda sua extensão.

Ao pesquisador Dr. Celito Crivellaro Guerra da Embrapa Uva e Vinho, pela colaboração, principalmente na descrição e caracterização dos processos produtivos do vinho, essenciais para a realização deste trabalho.

A todos os funcionários das vinícolas Aliança, Aurora, Miolo e Salton, e aos pesquisadores da Embrapa Uva e Vinho que participaram de reuniões com o autor na cidade de Bento Gonçalves, quando os diversos aspectos deste projeto foram discutidos.

À empresa Abili Assessoria Técnica Comercial e Tecnologia da Informação Ltda. que gentilmente cedeu seu servidor Internet e recursos computacionais para a construção do protótipo do sistema aqui tratado.

À Cuca, pelo carinho e apoio silencioso manifestado nas incontáveis horas deitada junto a meus pés e pelas horas de passeio roubadas.

À Nina, Neve e Terra, que acompanharam o início desta jornada, cada uma em momentos e circunstâncias diversas, mas igualmente importantes.

Ao Dr. Ede Oliveira Silva, pelo suporte nos aspectos insanos deste processo.

À Prof^a. Livre-Docente Carmita Helena Najjar Abdo, por ter conseguido incutir em meu espírito a idéia de que esta jornada não seria impossível como a princípio imaginei.

Ao Prof. Dr. Ricardo Leopoldo e Silva França, que em um momento extremamente difícil não perdeu a oportunidade de auxiliar um amigo.

Aos meus colegas e professores do Laboratório de Automação Agrícola da Escola Politécnica da USP pelo incentivo, apoio e sugestões.

EPÍGRAFE

“Uma tarde, a alma do vinho cantava em uma garrafa...”

(Charles Baudelaire)

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é a modelagem de um sistema de informação destinado ao registro de dados de rastreabilidade aplicado à indústria do vinho, segundo os conceitos de uma arquitetura computacional orientada a serviços. A importância da pesquisa decorre do fato de ser obrigatória, desde 2005, a manutenção de tais registros por parte de todos os produtores que pretendem exportar seus produtos para países da Comunidade Européia. Além desta exigência legal, os consumidores finais, inclusive brasileiros, têm apresentado uma demanda crescente sobre informações acerca dos produtos alimentícios por eles consumidos. No software modelado, buscou-se uma solução que contemple a indústria coletivamente, através de consórcios ou associações de produtores, visando a diluição de custos e compartilhamento dos benefícios auferidos. A partir do levantamento bibliográfico realizado, efetuaram-se contatos com o setor produtivo vinícola brasileiro, na cidade de Bento Gonçalves, RS, e pesquisaram-se tópicos de tecnologia da informação ligados ao tema. O software foi modelado através da Unified Modeling Language, UML, a partir de modelo de caracterização do processo produtivo do vinho utilizado pelo autor. Criou-se um protótipo funcional. Através de sua utilização, constatou-se que o modelo adotado é viável para atender as necessidades da indústria vinícola, individual ou coletivamente. A continuidade do trabalho poderá transformar o protótipo construído em um produto para utilização comercial. Finalmente, observou-se que a mesma estrutura de modelagem poderá ser utilizada em outros domínios.

Palavras-chave: Arquitetura orientada a serviços. Internet. Modelagem de software. Rastreabilidade. Sistemas de informação. UML. Vinho. *Web services*.

ABSTRACT

The purpose of this project is the modeling of an information system aimed at the maintenance of traceability data in the wine industry, according to the principles of a service oriented architecture. The importance of this issue is due to the fact that, since 2005, traceability data maintenance is mandatory for all food and feed producers intending to export their products to any European Union country. Besides that, final consumers, Brazilians included, have more and more been demanding for information about their food products consumed. In the project, a collective solution intended to be used by producer consortiums or associations, was attempted. The aim was sharing the costs and benefits of such a solution. Starting with an extensive bibliographic review, Brazilian wine industries at Bento Gonçalves, RS, Brazil, were visited and information technology issues related with the theme were researched. The software was modeled with the Unified Modeling Language, UML, through a representation of the wine production process used by the author. A functional prototype was built. Through its utilization, it was possible to perceive that the model adopted is able to fulfill the demands of wine producers considered both individually and collectively. Future development of this work, could transform the built prototype into a full featured product. As a final point, another interesting possibility to be considered is the use of this model in other domains.

Keywords: Information systems. Internet. Service oriented architecture. Software modeling. Traceability. UML. Wine. Web services.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Características da garrafa AAF 03622571 do Vinho Brunello di Montalcino, produzido por Camigliano SRL	25
Figura 2 - Selo de Indicação de Procedência da Aprovele	26
Figura 3 - Mapa da Aptidão Agrícola para Viticultura em São Paulo	30
Figura 4 - Potencial climático para a produção vitícola de São Paulo no período outono-inverno	31
Figura 5 - Tanque em aço inox (Vinícola Miolo).....	42
Figura 6 - Tonéis de carvalho (Vinícola Miolo).....	45
Figura 7 - Envelhecimento na garrafa (Casa Valduga).....	46
Figura 8 - <i>Web Services</i> - Tecnologias de 1ª Geração	50
Figura 9 - Troca de mensagens SOAP	51
Figura 10 - Principais elementos de uma mensagem XML SOAP.....	51
Figura 11 - Estrutura de um arquivo WSDL	52
Figura 12 - Diagrama de implantação do Servidor <i>web</i> utilizado nos testes do protótipo	57
Figura 13 - Arquitetura simplificada do sistema	59
Figura 14 - Exemplo de interação de um portal Internet com o sistema proposto	60
Figura 15 - Camadas tecnológicas da arquitetura computacional	60
Figura 16 - Fases de produção do vinho	61
Figura 17 - Representação dos dados envolvidos no processo produtivo.....	62
Figura 18 - Etapa genérica no processo produtivo do vinho.....	63
Figura 19 - Diagrama Entidade-Relacionamento	64
Figura 20 - Encadeamento das etapas de produção	67
Figura 21 - Classes e suas associações.....	68
Figura 22 - Classes Proprietario, LocalProducao e LinhaProducao.....	70
Figura 23 - Exemplo de diagrama de objetos: Produtor, LocalProducao e LinhaProducao	71
Figura 24 - Diagrama de classes: Etapa e classes diretamente correlatas.....	72
Figura 25 - Exemplo de diagrama de objetos: Etapa e classes correlatas.....	74
Figura 26 - Diagrama de classes: Lote, Parametro, Produto, Comprador,	

Venda.....	75
Figura 27 - Exemplo de diagrama de objetos: Lote, Produto, Venda, Comprador, Analise	77
Figura 28 - Diagrama de seqüência: <i>operadorExiste()</i>	80
Figura 29 - Diagrama de seqüência: <i>operadorGet()</i>	81
Figura 30 - Diagrama de seqüência: <i>operadorLista()</i>	82
Figura 31 - Diagrama de seqüência: <i>operadorNovo()</i>	82
Figura 32 - Diagrama de seqüência: <i>operadorSalva()</i>	83
Figura 33 - Diagrama de seqüência: <i>etapaAnteriores()</i>	84
Figura 34 - Diagrama de seqüência: <i>etapaConectar()</i>	85
Figura 35 - Diagrama de seqüência: <i>etapaListaDesconexas()</i>	86
Figura 36 - Diagrama de seqüência: <i>etapaListaFinais()</i>	86
Figura 37 - Diagrama de seqüência: <i>etapaListaInicio()</i>	87
Figura 38 - Diagrama de seqüência: <i>etapaProximas()</i>	88
Figura 39 - Diagrama de seqüência: <i>produtoGetLote()</i>	89
Figura 40 - Diagrama de seqüência: <i>produtoGetProdutos()</i>	90
Figura 41 - Diagrama de seqüência: <i>vendaDetalha()</i>	91
Figura 42 - Diagrama de seqüência: <i>vendaGetCompradores()</i>	91
Figura 43 - Diagrama de atividades geral	92
Figura 44 - Diagrama de atividades: cadastrar produtor	93
Figura 45 - Diagrama de atividades: Nova Etapa	94
Figura 46 - Diagrama de atividades em uma Etapa.....	95
Figura 47 - Diagrama de atividades: Rastreabilidade por produto	96
Figura 48 - Diagrama de atividades: Rastreabilidade por incidente.....	97
Figura 49 - Diagrama de implantação do protótipo funcional.....	100
Figura 50 - SOAP Client: Requisição SOAP	101
Figura 51 - SOAP Client: Resposta SOAP.....	102
Figura 52 - Sistema de vinificação para uvas tintas.....	119
Figura 53 - Sistema de vinificação para uvas brancas.....	120
Figura 54 - Tabelas, relacionamentos e <i>Schema</i> MySQL.....	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Recepção e início do processamento da uva	121
Quadro 2 - Fermentações alcoólica e malolática	122
Quadro 3 - Estabilização do vinho	123
Quadro 4 - Pré-engarrafamento e engarrafamento.....	124
Quadro 5 - Envelhecimento em garrafa	124
Quadro 6 - Rotulagem e expedição	125
Quadro 7 - <i>Web Services</i> Disponibilizados	127
Quadro 8 - Parâmetros utilizados nos web services disponibilizados.....	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção anual de vinhos em litros (X 1000)	27
Tabela 2 - Consumo anual de vinho <i>per capita</i>	28
Tabela 3 - Exportação de vinho de mesa brasileiro	28
Tabela 4 - Exportação de vinho espumante brasileiro	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aprovale	Associação dos Produtores de Vinhos Finos do Vale dos Vinhedos
DTD	<i>Document Type Definition</i>
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
Ibravin	Instituto Brasileiro do Vinho
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
LAA	Laboratório de Automação Agrícola da Escola Politécnica da USP
OASIS	<i>Organization for the Advancement of Structured Information Standards</i>
OIV	<i>Organisation Internationale de la Vigne et Vin</i>
QoS	<i>Quality of Service</i>
SGBD	Sistema de gerenciamento de banco de dados
SOA	<i>Service Oriented Architecture</i>
SQL	Structured Query Language
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i>
UDDI	<i>Universal Description, Discovery and Integration</i>
UML®	<i>Unified Modeling Language</i>
W3C®	<i>World Wide Web Consortium</i>
WSDL	<i>Web Services Description Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	Objetivo	20
1.2	Justificativa.....	20
1.3	Vinho e segurança alimentar.....	22
1.4	Aspectos de marketing.....	24
1.4.1	Fornecimento de dados ao público consumidor	24
1.4.2	Indicações geográficas.....	25
1.5	Dados da indústria vinícola brasileira.....	26
1.5.1	Áreas produtivas tradicionais	27
1.5.2	Novas áreas produtivas.....	30
1.6	Auxílio à pesquisa	31
1.7	Conteúdo do trabalho e organização	32
2	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	33
2.1	Revisão da literatura	33
2.1.1	Rastreabilidade e segurança alimentar	33
2.1.2	Exigências legais.....	34
2.1.3	Rastreabilidade e considerações de marketing.....	34
2.1.4	A indústria vinícola brasileira.....	35
2.1.5	Incidentes de segurança alimentar envolvendo o consumo de vinho.....	35
2.1.6	Processo produtivo do vinho	35
2.1.7	Aspectos de tecnologia da informação.....	36
2.1.7.1	Tecnologia da informação e rastreabilidade do vinho	36
2.1.7.2	Arquitetura Orientada a Serviços – SOA.....	36
2.1.7.3	Web Services	37
2.1.7.4	SOAP e WSDL	37
2.1.7.5	Qualidade do serviço e segurança	38
2.1.7.6	Plataformas e Ferramentas	38
2.2	Contatos com o setor produtivo.....	38
2.3	Modelagem de um sistema dentro de uma arquitetura SOA.....	39
2.4	Construção de um protótipo para avaliação	39

2.5	Avaliação de resultados	39
3	O PROCESSO PRODUTIVO DO VINHO.....	40
3.1	Produção de vinho tinto.....	40
3.1.1	Vindima	40
3.1.2	Recepção, classificação e pesagem	41
3.1.3	Esmagamento e desengaçamento.....	41
3.1.4	Cubagem ou fermentação tumultuosa.....	41
3.1.5	Descuba	43
3.1.6	Fermentação lenta.....	43
3.1.7	Clarificação e estabilização	43
3.1.8	Trasfegas e atestos.....	44
3.1.9	Corte.....	44
3.1.10	Envelhecimento em tonéis de madeira.....	44
3.1.11	Filtração.....	45
3.1.12	Engarrafamento e rotulagem.....	45
3.1.13	Envelhecimento na garrafa e expedição	46
3.2	Outros processos	46
3.3	Detalhamento das etapas do processo produtivo	47
3.4	O processo produtivo do vinho e a rastreabilidade	47
4	ASPECTOS DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO	48
4.1	Arquitetura orientada a serviços.....	48
4.2	Web Services	49
4.3	SOAP	50
4.4	WSDL	52
4.5	Segurança e qualidade do serviço	53
4.6	Escolha da plataforma de desenvolvimento e ferramentas de software	55
4.6.1	Sistema operacional FreeBSD	56
4.6.2	Servidor web Apache	56
4.6.3	Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL.....	56
4.6.4	Linguagem PHP	57
5	MODELAGEM DO SISTEMA PROPOSTO.....	58

5.1	Arquitetura geral do sistema.....	58
5.1.1	Requisitos e arquitetura básica	58
5.2	Modelagem dos dados	61
5.2.1	Diagrama Entidade-Relacionamento.....	63
5.2.1.1	Entidade-Relacionamento e o encadeamento das etapas produtivas.....	66
5.3	Modelagem de classes.....	67
5.3.1	Produtor, LocalProducao e LinhaProducao.....	70
5.3.2	Etapa, Analise, Conexao, Container, Fornecedor, Insumo, Operador e Processo	71
5.3.3	Lote, Produto, Parametro, Comprador e Venda	74
5.3.4	Operações.....	77
5.3.4.1	Classes ligadas às entidades	77
5.3.5	Operações da classe <i>SoapRastreabilidade</i>	78
5.4	Web services oferecidos	78
5.4.1	Serviços básicos.....	79
5.4.1.1	operadorExiste().....	79
5.4.1.2	operadorGet().....	80
5.4.1.3	operadorLista()	81
5.4.1.4	operadorNovo()	82
5.4.1.5	operadorSalva().....	83
5.4.2	Serviços complementares	84
5.4.2.1	etapaAnteriores().....	84
5.4.2.2	etapaConectar().....	84
5.4.2.3	etapaEntradas().....	85
5.4.2.4	etapaListaDesconexas().....	85
5.4.2.5	etapaListaFinais()	86
5.4.2.6	etapaListaInicio()	87
5.4.2.7	etapaProximas()	87
5.4.2.8	etapaSaidas()	88
5.4.2.9	produtoGetLote()	88
5.4.2.10	produtoGetProdutos().....	89
5.4.2.11	vendaDetalha().....	90
5.4.2.12	vendaGetCompradores().....	91
5.5	Considerações sobre aplicações clientes.....	92

5.5.1	Panorama geral.....	92
5.5.2	Cadastro de produtores.....	93
5.5.3	Criação de novas etapas do processo produtivo.....	94
5.5.4	Atividades relacionadas a uma etapa.....	94
5.5.5	Rastreabilidade por produto e rastreabilidade por incidente	95
5.5.6	Verificação automática de parâmetros	97
5.6	Protótipo funcional.....	98
5.6.1	Implementação dos <i>web services</i>	98
5.6.2	Geração do arquivo WSDL.....	99
5.6.3	SGBD MySQL	100
5.6.4	Testes do protótipo.....	101
6	CONCLUSÕES	104
6.1	Atendimento a requisitos	104
6.2	Requisitos legais	104
6.3	Requisitos de marketing de produto.....	105
6.3.1	Requisitos não funcionais.....	105
6.4	Aspectos a serem aperfeiçoados, que exigem verificação em prazos maiores ou que demandam maiores pesquisas	106
6.4.1	Qualidade do serviço e segurança	106
6.4.2	Validação do modelo do processo produtivo.....	107
6.4.3	Tratamento de exceções	107
6.4.4	Soluções mais eficientes para o tráfego de mensagens	107
6.4.5	Independência de plataformas	108
6.4.6	Utilização coletiva.....	108
6.4.7	Complementação dos serviços oferecidos	109
6.5	Perspectivas para continuidade do trabalho.....	109
6.5.1	Modelo de utilização.....	110
6.5.2	Qualidade do serviço e segurança	110
6.5.3	Validação do modelo produtivo adotado	110
6.6	Aplicação a outros domínios	111
6.7	Conclusão	111
	REFERÊNCIAS.....	112

ANEXO A – SISTEMAS DE VINIFICAÇÃO	119
ANEXO B – ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO VINHO	121
ANEXO C – TABELAS, RELACIONAMENTOS E <i>SCHEMA</i> MySQL..	126
ANEXO D – <i>WEB SERVICES</i> DISPONIBILIZADOS	127

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

O objetivo da presente pesquisa é a modelagem de um sistema de informação destinado à coleta, armazenamento e gerenciamento de dados sobre rastreabilidade para a indústria vinícola, segundo uma abordagem de utilização coletiva. Visa ainda a proposta de uma arquitetura computacional adequada ao sistema, baseada no paradigma das arquiteturas orientadas a serviços ou *service oriented architectures* (SOA) (ORGANIZATION FOR THE ADVANCEMENT OF STRUCTURED INFORMATION STANDARDS, 2006b).

Para validação de resultados e futuro refinamento das soluções construiu-se um protótipo do sistema.

Sob um ponto de vista mais amplo, o presente trabalho procura tratar da questão da rastreabilidade na cadeia produtiva do vinho. Foram alvo da atenção do autor questões como:

- Por que ela é necessária ou desejável?
- Quais as vantagens decorrentes de sua utilização para os produtores brasileiros?
- Quais as vantagens decorrentes de sua utilização para o público consumidor?
- Quais os requisitos e as características desejáveis em um sistema de informação para rastreabilidade do vinho?

Procurou-se responder a estas e a outras perguntas no desenrolar deste trabalho.

1.2 Justificativa

A crescente preocupação com a rastreabilidade de produtos alimentícios foi acentuada durante as décadas de 1980 e 1990. Eventos na Europa, como a contaminação do leite e derivados, na Bélgica, por dioxinas (BERNARD et al., 2002) e, em particular, a disseminação da Encefalopatia Espongiforme Bovina (GOLAN et al., 2004; LATOUCHE et al., 1998), o *mal da vaca louca*, afetaram duramente o mercado da carne e leite.

Outras questões têm contribuído para o aumento deste interesse (MACHADO,

2000). Os consumidores têm demonstrado preocupação crescente com a obtenção de informações sobre os alimentos consumidos. São cada vez mais freqüentes perguntas como:

- Um produto (ou insumo de alimento industrializado) foi geneticamente modificado?
- Em seu cultivo ou processamento, foram utilizados pesticidas, defensivos agrícolas, fertilizantes, fungicidas, aditivos ou outros produtos químicos?
- Em que condições foram colhidos, transportados, armazenados e processados?
- Existe a presença, no caso de produtos industrializados, de insumos de origem animal, o que os torna vedados a consumidores vegetarianos ou com restrições de ordem religiosa?

Sob o ponto de vista legal, um importante marco foi a aprovação do Regulamento (CE) Nº 178/2002 de 28 de Janeiro de 2002 (PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPÉIA, 2002), que trouxe novas exigências aos produtores. Este regulamento estabelece em seu Artigo 18º que:

- A rastreabilidade de alimentos deve ser implantada em todos os estágios da produção, processamento e distribuição.
- Todos os operadores¹ de negócios envolvidos com a produção de alimentos devem ser capazes de identificar todos seus fornecedores de alimentos, produtos alimentícios ou quaisquer substâncias que venham ou possam vir a ser incorporadas em seus produtos alimentícios, bem como todas as empresas das quais vier a ser fornecedor, mantendo sistemas e procedimentos que permitam informá-los às autoridades competentes, quando solicitado.
- Todos os alimentos colocados no mercado devem ser adequadamente etiquetados e identificados, com o objetivo de facilitar a sua rastreabilidade.

A responsabilidade dos operadores está definida nos artigos 19º e 20º:

- Qualquer operador que tiver conhecimento ou suspeita que um alimento por ele importado, produzido, processado ou distribuído não atenda aos requisitos de segurança, deverá iniciar procedimentos para a retirada do produto do mercado e avisar as autoridades competentes e demais membros da cadeia

¹ No contexto do regulamento pode-se interpretar *operador* como qualquer empresa ou pessoa física envolvida em alguma etapa da produção ou comercialização de produtos alimentícios.

produtiva.

Portanto, para atender à legislação europeia, é necessário:

- Etiquetar e identificar individualmente os produtos.
- Coletar dados sobre todos os fornecedores de insumos utilizados, associando-os a cada produto.
- Registrar os compradores de cada produto ou lote.
- Estabelecer este procedimento em todas as fases da produção.

Como até o presente momento (segundo semestre de 2007), a absoluta maioria da indústria vinícola brasileira não adotou a prática da coleta e manutenção de dados de rastreabilidade, desde 1º de janeiro de 2005 praticamente todo o vinho brasileiro estaria impedido de ser exportado para países da União Europeia. Na prática isto não está ocorrendo por liberalidade das autoridades (informação verbal)². No entanto, esta situação pode mudar a qualquer momento.

A norma NBR ISO 22000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006) também trata da rastreabilidade aplicada a organizações produtoras de alimentos em seu item 7.9:

A organização deve estabelecer e aplicar um sistema de rastreabilidade que permita a identificação de lotes de produtos e sua relação com lotes de matérias-primas, processamento e registros de liberação.

O sistema de rastreabilidade deve ser capaz de identificar o material recebido de fornecedores diretos e a rota inicial de distribuição do produto final.

Os registros de rastreabilidade devem ser mantidos por um período definido para a avaliação do sistema, de modo a permitir o tratamento adequado de produtos potencialmente inseguros e no eventual recolhimento do produto.

Os registros devem estar de acordo com os requisitos estatutários e regulamentares e requisitos de clientes e podem, por exemplo, ser baseados na identificação do lote do produto final.

Além da questão do comércio exterior, é importante ressaltar que esta exigência legal decorre de uma justa preocupação com a questão da segurança alimentar. A adoção de uma política de rastreabilidade pelos produtores brasileiros de vinho beneficiaria não somente os consumidores europeus, mas também os brasileiros.

1.3 Vinho e segurança alimentar

Os graves problemas envolvendo o consumo de carne, ocorridos, principalmente na

² Informação verbal fornecida por Jaime Milan, consultor da Aprovale, em reunião na sede desta Associação, Bento Gonçalves, RS, em 21/10/2005.

década de 1990, podem fazer crer que seja um exagero ter-se a mesma preocupação com o vinho. No entanto, ainda que em menor número e provavelmente com menor gravidade, constata-se a ocorrência de problemas envolvendo a contaminação do vinho.

Na década de 1980, a indústria vinícola da Áustria sofreu sérios prejuízos, financeiros e de imagem, pela utilização irregular de produtos tóxicos à base de etileno-glicol (utilizados em anti-congelantes) em seus vinhos, com o objetivo de adoçá-los. Como consequência, os vinhos austríacos foram banidos do mercado norte-americano (RICHARDSON, 2005). O mesmo tipo de contaminação ocorreu em produtos na Alemanha e Itália (CONNOLLY; O'REILLY, 2005).

Mais recentemente, constatou-se a contaminação de vinho por ocratoxina A, substância nefro-tóxica produzida por fungos, detectada em vinhos pela primeira vez na década de 1990 (VARGA; KOZAKIEWICZ, 2006).

Cite-se ainda a contaminação da cortiça utilizada em rolhas por pesticidas clorados, antiga preocupação da indústria vinícola (STRANDBERG; HITES, 2001) por causar significativas perdas à produção.

A retirada de grandes lotes de vinho do mercado devido a problemas de contaminação tem ocorrido com alguma frequência. Dois exemplos recentes são dignos de nota:

- Em 2004 na Inglaterra, cerca de 16.000 garrafas de vinho Turning Leaf Sauvignon Blanc do produtor Ernest and Julio Gallo da Califórnia foram recolhidas porque havia a possibilidade da existência de partículas de vidro no interior de 180 garrafas (FOOD STANDARDS AGENCY, 2004).
- Em 2003 na Inglaterra, a rede de supermercados Lidl recolheu o vinho australiano Creston Bay devido ao elevado teor de dióxido de enxofre que poderia provocar ataques de asma em pacientes sensíveis, durante a abertura da garrafa (FOOD STANDARDS AGENCY, 2003).

Do exposto, conclui-se que a possibilidade da ocorrência de problemas envolvendo segurança alimentar no consumo de vinhos é real e deve ser considerada. Quando a retirada de lotes do produto do mercado se faz necessária, a utilização de dados de rastreabilidade assume grande importância, pois pode minimizar esta perda identificando os lotes eventualmente contaminados.

1.4 Aspectos de marketing

Além dos aspectos de segurança alimentar, existe outra importante motivação para a manutenção de dados de rastreabilidade do vinho: o interesse crescente do público por dados sobre seus produtos consumidos.

1.4.1 Fornecimento de dados ao público consumidor

É importante notar que a adoção de práticas de rastreabilidade pode implicar num aumento significativo do valor agregado do vinho brasileiro. Neste aspecto, os portais Internet exercem um importante papel: o da ferramenta através da qual, os consumidores podem obter as respostas desejadas sobre a origem e qualidade dos produtos consumidos. Para isto, a integração destes portais com sistemas informatizados para gerenciamento de dados de rastreabilidade é fundamental.

A rotina para coleta, registro e manutenção dos dados legais é bastante trabalhosa. Se, além dos dados legais, outras informações de interesse do mercado puderem ser anexadas aos registros de rastreabilidade, tais como parâmetros químicos e físicos e outros índices de qualidade, o acréscimo de trabalho será relativamente pequeno e o ganho em valor agregado aos produtos será significativo.

No caso do vinho, este procedimento já vem sendo seguido por alguns consórcios de produtores vinícolas no exterior. Podemos citar como exemplos, a Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes, em Portugal (COMISSÃO DE VITICULTURA DA REGIÃO DOS VINHOS VERDES, 2006), e o Consórcio dos Produtores do Vinho Brunello di Montalcino, na Itália (CONSORZIO DEL VINO BRUNELLO DI MONTALCINO, 2006). Em seus portais na Internet, os consumidores encontram informações detalhadas sobre cada garrafa de vinho produzida, a partir de seu número de série único, tais como teor alcoólico, extrato seco líquido, acidez total, identificação do produtor e outras. Isto contribui para o elevado valor obtido pelos produtores destes vinhos. Vê-se na Figura 1 uma tela do portal Internet do Consórcio dos Produtores do Vinho Brunello di Montalcino, apresentando dados físicos de uma particular garrafa de vinho (graduação alcoólica de 13,71 %/Vol, extrato seco líquido de 34,7 g/l e acidez total de 6,07 g/l).

Tracciabilità / Risultati ricerca

Brunello di Montalcino DOCG

SERIE: AAF CONTR. : 03622571

>> DATI DELLA PARTITA

IMBOTTIGLIATO DA	CAMIGLIANO SRL
ANNATA	1999
PARTITA	38333 bottiglie pari a hl 287.5

>> DATI DELLE ANALISI

DESCRIZIONE	VALORE	LIMITI	
Titolo alcolometrico effettivo	13.71	>12.5 %/Vol
Estratto secco netto	34.7	>24gr/l
Acidità totale	6.07	>5 gr/l

NOTE:

I dati analitici sono relativi alle partite di prodotto certificato idoneo ad essere designato con la Docg Brunello di Montalcino. Eventuali limitate differenze riscontrabili rispetto al dato fornito sono da considerarsi assolutamente normali in quanto conseguenza della regolare evoluzione del prodotto. Tali scostamenti possono risultare più o meno evidenti a seconda del tempo trascorso dall'imbottigliamento, delle condizioni di conservazione e della normale variabilità analitica.

>> DATI DEL PRODUTTORE :

CAMIGLIANO SRL

VIA D'INGRESSO N° 2 CAMIGLIANO

53024 MONTALCINO SIENA

Tel. 0577 844068

Fax 0577 816040

e-mail: camigliano@virgilio.it

Web-site www.camigliano.it

Figura 1 - Características da garrafa AAF 03622571 do Vinho Brunello di Montalcino, produzido por Camigliano SRL.
Extraído de (CONSORZIO DEL VINO BRUNELLO DI MONTALCINO, 2006)

1.4.2 Indicações geográficas

A manutenção de registros de rastreabilidade pode auxiliar os produtores nacionais na obtenção de dados para a caracterização das chamadas zonas de *indicação de procedência* e de *denominação de origem* (GOGLIANO SOBRINHO; CUGNASCA; CUNHA, 2006). Segundo a legislação do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A Resolução INPI N° 075/2000 (BRASIL, 2000) define em seu Artigo 2º, § 1º:

Considera-se indicação de procedência o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço.

Quanto às zonas de *denominação de origem*, temos no § 2º do mesmo Artigo 2º:

Considera-se denominação de origem o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao

meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos.

As concessões destas indicações pelo INPI estão sujeitas à caracterização dos produtos, inclusive física, que pode ser facilitada pela manutenção de registros de rastreabilidade.

No setor vinícola, até o momento da redação deste trabalho (segundo semestre de 2007), apenas uma zona de *Indicação de Procedência* foi concedida pelo INPI – a *Indicação de Procedência do Vale dos Vinhedos*, conferida aos produtores associados à Associação dos Produtores de Vinhos Finos do Vale dos Vinhedos (Aprovale) (ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE VINHOS FINOS DO VALE DOS VINHEDOS, 2006), sediada em Bento Gonçalves, RS. Seus associados podem requerer a utilização da *Indicação de Procedência do Vale dos Vinhedos* para produtos elaborados dentro de especificações estabelecidas pelo estatuto da associação. Esta mesma entidade busca a outorga de *Denominação de Origem*, não concedida pelo INPI, até esta data, a nenhum consórcio de produtores vinícolas no Brasil.

Vê-se na Figura 2 o selo concedido aos produtos dos associados da Aprovale, aprovados para a obtenção de *Indicação de Procedência*. O selo é numerado individualmente por garrafa. Se os dados específicos do produto estivessem disponíveis em um portal na Internet, o valor agregado ao produto seria ainda maior.

Figura 2 - Selo de Indicação de Procedência da Aprovale

1.5 Dados da indústria vinícola brasileira

Para melhor entender a importância da questão da rastreabilidade, do ponto de vista da indústria vinícola brasileira, é preciso conhecer algo de sua produtividade e dos

desafios por ela enfrentados.

1.5.1 Áreas produtivas tradicionais

A indústria vitivinícola brasileira apóia-se em um número significativo de empresas e produtores. Segundo o Instituto Brasileiro do Vinho (Ibravin) (INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO, 2006), a produção do Rio Grande do Sul, é responsável por 90% do vinho brasileiro. Dados do ano 2000 mostravam a cadeia produtiva do vinho no Rio Grande do Sul sendo composta por 620 estabelecimentos vinificadores, 12.829 unidades produtoras de uva, ocupando uma área plantada de 27.986,97 hectares.

Vê-se na Tabela 1 que o Brasil tem uma produção de vinho que oscila em torno de 300.000.000 de litros por ano, o que o coloca ao redor da 15ª posição mundial entre os maiores produtores de vinho (ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, 2007). Parece um número expressivo, principalmente quando comparado à produção do Chile, cujo vinho é mais bem conceituado no mercado internacional do que o brasileiro. Porém, se comparado à produção Argentina, o Brasil fica num patamar muito inferior.

Tabela 1 - Produção anual de vinhos em litros (X 1000).
Fonte: ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, 2007

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Argentina	1.588.800	1.253.700	1.583.500	1.269.500	1.322.500	1.546.400
Chile	480.700	667.400	565.800	562.300	668.200	630.100
Brasil	311.600	363.800	296.800	321.200	262.000	392.500

A baixa produção pode ser atribuída a dois fatores: baixo consumo interno e baixa exportação da produção.

Verifica-se na Tabela 2 (ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, 2006) que o brasileiro bebe pouco vinho, quando comparado aos vizinhos argentinos e chilenos.

Tabela 2 - Consumo anual de vinho *per capita*.
Fonte: ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, 2006

Pais	Consumo (l/hab)
Argentina	38,2
Chile	19,0
Brasil	1,8

Dado o tamanho do mercado brasileiro, a indústria espera melhorar este índice. De fato, o Ibravin (PROTAS, 2006), trabalha com uma meta de consumo da ordem de 9,0 litros por habitante até o ano 2025.

Do ponto de vista da exportação, a situação também é adversa. A Tabela 3 (MELLO, 2006b) mostra que a exportação de vinho brasileiro corresponde a apenas cerca de 1% da produção. Pior que isto, o valor obtido é inferior a US\$ 1,00 por litro, praticamente um preço de *commodity*.

Tabela 3 - Exportação de vinho de mesa brasileiro. Fonte: MELLO, 2006b.

ANOS	2002	2003	2004	2005
QUANTIDADE (1.000 litros)	2.250	1.380	2.802	3.530
VALOR (US\$ 1.000,00)	1.083	673	1.590	2.566
VALOR UNITÁRIO (US\$/litro)	0,48	0,49	0,57	0,73

A Tabela 4 mostra que a situação é um pouco melhor no que diz respeito aos vinhos espumantes. Estes números reforçam a teoria que a produção de vinhos espumantes é uma vocação natural do Brasil.

Tabela 4 - Exportação de vinho espumante brasileiro. Fonte: MELLO, 2006b

ANOS	2002	2003	2004	2005
QUANTIDADE (1.000 litros)	46	76	199	111
VALOR (US\$ 1.000,00)	62	116	237	235
VALOR UNITÁRIO (US\$/litro)	1,35	1,53	1,19	2,12

Em resumo, a indústria vinícola brasileira vê-se diante do desafio de aumentar sua produção, tanto para o mercado externo como para o interno. Nesta empreitada, o produtor brasileiro enfrenta diversos obstáculos:

- Tanto no mercado nacional como no internacional, o conceito do vinho brasileiro ainda deixa a desejar, embora progressos significativos tenham sido alcançados em termos de imagem e qualidade do produto.
- A questão cambial, com a valorização do Real, existente no momento da redação deste trabalho (segundo semestre de 2007) e que já perdura por alguns anos, coloca o preço do produto de países com maior tradição na produção vinícola praticamente no mesmo nível do vinho brasileiro.
- No mercado interno, a classificação do vinho como *bebida alcoólica* aumenta a tributação do produto; a indústria brasileira há muito tempo luta pela classificação do vinho como *produto alimentício* o que diminuiria a carga tributária³.

Neste cenário, as novas exigências legais da Comunidade Européia sobre a manutenção de registros de rastreabilidade poderão se transformar em novas barreiras a serem vencidas.

³ Em 29/08/2006, a Assembléia Estadual do Rio Grande do Sul aprovou projeto de lei apresentado pelo deputado Estilac Xavier, classificando o vinho como alimento funcional, o que reduziria a incidência de ICMS de 12% para 7%. Alguns dias após, o então governador Germano Rigotto vetou o projeto. A discussão continua.

1.5.2 Novas áreas produtivas

Além das áreas produtivas tradicionais localizadas na região sul, novas regiões apresentam propostas para a produção de vinhos finos.

Já é uma realidade a produção do Vale do São Francisco (MIOLO, 2003). A região, irrigada com água do rio São Francisco, por suas características climáticas únicas proporciona mais de uma colheita por ano. Estão sendo testadas uvas tintas (*shiraz*, *cabernet sauvignon*, *cabernet franc*, *tempranillo*, *petit verdot*, *grenache*, *mourvedre*) e brancas (*moscatéis*, *chenin blanc*, *chardonnay*, *sauvignon blanc*, *verdejo*, *viognier*). Com elas, estão sendo elaborados vinhos Moscatel Espumante (processo Asti), Moscatel Seco, Moscatel Licoroso (Late Harvest), Chenin Blanc, Shiraz e Cabernet Sauvignon.

Figura 3 - Mapa da Aptidão Agrícola para Viticultura em São Paulo. Fonte: MARIN et al., 2005.

Tradicional produtor de vinho de mesa, o estado de São Paulo busca também seu lugar dentre os produtores de vinhos finos. Projeto conduzido pelas entidades Embrapa Informática Agropecuária, Centro de Ciências Agrárias da Universidade de São Carlos, CEPAGRI da Unicamp e Embrapa Uva e Vinho (MARIN et al., 2005)

mostra o potencial para a vitivinicultura em São Paulo. Do ponto de vista da aptidão dos solos vê-se na Figura 3 a grande extensão de solos aptos à produção de uva em São Paulo.

Do ponto de vista climático, apresenta-se na Figura 4 o mapeamento do estado apresentando similaridades entre regiões do estado e outras regiões produtoras, segundo critérios estabelecidos no trabalho de Tonietto e Carbonneau (2004). Este mapa considera a produção no período outono-inverno, mais favorável que o período primavera-verão.

Figura 4 - Potencial climático para a produção vitícola de São Paulo no período outono-inverno. Fonte: MARIN et al., 2005.

1.6 Auxílio à pesquisa

A realização da presente pesquisa conta com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), através do Auxílio à Pesquisa, processo nº 06/59346-0, pelo qual o autor agradece.

1.7 Conteúdo do trabalho e organização

Após esta introdução, no Capítulo 2 apresentam-se considerações sobre o desenvolvimento da pesquisa e a metodologia empregada.

No Capítulo 3 detalha-se o processo produtivo do vinho na medida adequada ao entendimento necessário para que o sistema de informação proposto possa ser bem compreendido.

No Capítulo 4, apresentam-se os aspectos mais gerais relativos à tecnologia da informação e justificam-se certas decisões tomadas.

No Capítulo 5 apresenta-se a modelagem do processo produtivo do vinho e do sistema de informação proposto.

No Capítulo 6 apresentam-se as conclusões finais e apontam-se algumas sugestões para a continuidade do trabalho.

Salvo menção contrária, as fotografias apresentadas neste trabalho são do autor.

2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Nesse Capítulo apresentam-se uma revisão da literatura consultada sobre o tema, bem como a metodologia adotada no desenvolvimento do trabalho.

Com base na revisão da literatura que marcou o início desta pesquisa, o andamento dos trabalhos passou pelas seguintes etapas:

- Revisão da literatura
- Contatos com o setor produtivo
- Modelagem do processo produtivo do vinho
- Modelagem do sistema dentro de uma arquitetura SOA
- Construção de um protótipo para avaliação
- Avaliação de resultados

2.1 Revisão da literatura

Iniciou-se o desenvolvimento da pesquisa com um levantamento bibliográfico sobre o tema, que precisou ser dividida entre diversos aspectos a serem considerados.

2.1.1 Rastreabilidade e segurança alimentar

As preocupações iniciais que levaram à intensificação do controle de qualidade dos produtos alimentícios, inclusive com a adoção de registros de rastreabilidade estão retratados nos trabalhos de Bernard et al. (2002) que relatam a contaminação de produtos alimentícios por dioxinas ocorrida na Bélgica, Golan et al. (2004), produzido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, que traz considerações sobre rastreabilidade no mercado norte-americano, principalmente em relação ao consumo de carne, e Latouche; Rainelli e Vermersch (1998) que apresentam as mudanças de hábito dos consumidores de carne bovina na França após os incidentes envolvendo o consumo de carne de animais contaminados pela Encefalopatia Espongiforme Bovina, o *mal da vaca louca*. A importância e o impacto da rastreabilidade na indústria alimentícia são tratados no trabalho de Moe (1998).

2.1.2 Exigências legais

Do ponto de vista legal, a grande referência é o Regulamento Europeu (CE) Nº 178/2002 que torna a adoção de práticas de rastreabilidade obrigatórias para todos os fornecedores de produtos alimentícios destinados a países da Comunidade Européia a partir de Janeiro de 2005 (PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2002).

No Brasil, a recente norma NBR ISO 22000, trata a questão da rastreabilidade dentro de outras considerações sobre sistemas de certificação de qualidade (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006).

Outro tópico ligado à legislação diz respeito à concessão das chamadas *indicações geográficas*. No Brasil, esta responsabilidade cabe ao INPI com base na Resolução Nº 075/2000 (BRASIL, 2000).

2.1.3 Rastreabilidade e considerações de marketing

Os problemas envolvendo segurança alimentar aumentaram o desejo dos consumidores em obter informações sobre os produtos consumidos. Assim, a existência de registros de rastreabilidade agrega valor a estes produtos e sua adoção contribui para o marketing das empresas produtoras. Neste aspecto, vale citar os trabalhos de Machado (2000) que, dentre outros tópicos, trata do aumento na demanda sobre informações do público consumidor e sobre as relações do problema com a tecnologia da informação. Dimara e Skuras (2003) apresentam um interessante trabalho sobre a percepção do valor agregado ao vinho pela disponibilidade de informações de rastreabilidade e indicações geográficas, levantado durante pesquisa realizada na Grécia.

Discutem-se no trabalho de Babcock e Clemens (2004) as vantagens trazidas pelas indicações geográficas, cuja obtenção é facilitada pelo acesso a informações obtidas em um sistema de rastreabilidade. Outras interessantes considerações sobre marketing de produtos alimentícios, rastreabilidade, certificações e tecnologia da informação encontram-se no trabalho de Jonasson; Söderström e Wangler (2002).

Como exemplos de uso bem sucedido da rastreabilidade do ponto de vista de marketing, destacam-se os casos do Consórcio do Vinho Brunello di Montalcino na

Itália (CONSORZIO DEL VINO BRUNELLO DI MONTALCINO, 2006) e da Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes em Portugal (COMISSÃO DE VITICULTURA DA REGIÃO DOS VINHOS VERDES, 2006).

2.1.4 A indústria vinícola brasileira

Dados sobre a atuação da indústria vinícola brasileira, particularmente sobre produção, importação e exportação encontram-se nos trabalhos de Mello (2006a e 2006b) e do Instituto Brasileiro do Vinho (2006).

A Organisation Internationale de La Vigne et du Vin (2006, 2007) apresenta dados sobre a posição da indústria brasileira no âmbito internacional.

Uma interessante proposta de metas de médio e longo prazos para a indústria vinícola brasileira encontra-se no trabalho de Protas (2006).

2.1.5 Incidentes de segurança alimentar envolvendo o consumo de vinho

Encontram-se relatos de incidentes envolvendo o consumo de vinho em BBC News (2006), Food Standards Agency (2003, 2004), Connolly e O'Reilly (2005) e Richardson (2005). Relatos de problemas causados pela contaminação das uvas pela ocratoxina A encontram-se em Varga e Kozakiewicz (2006). Strandberg e Hites (2001) abordam os problemas causados pela contaminação das rolhas por compostos clorados

2.1.6 Processo produtivo do vinho

Para o entendimento do processo produtivo do vinho, além das visitas realizadas ao setor produtivo em Bento Gonçalves, foram essenciais os trabalhos de Amarante (2005) e Pacheco (1995). Ainda mais importantes foram as informações colhidas na Embrapa Uva e Vinho, junto ao pesquisador Prof. Dr. Celito Crivellaro Guerra, que gentilmente preparou e cedeu ao autor os diagramas dos Sistemas de Vinificação para Uvas Tintas e Brancas, apresentados no Anexo A, além das tabelas de Etapas do Processo Produtivo do Vinho, apresentadas no Anexo B.

Como guias de boas práticas para produção do vinho, tratando especificamente do

tema rastreabilidade, destacam-se dois importantes documentos: os trabalhos produzidos pelo GS1 (GS1, 2005) e pela EFWSID (THE EUROPEAN FEDERATION OF WINE & SPIRIT IMPORTERS AND DISTRIBUTORS, 2001).

2.1.7 Aspectos de tecnologia da informação

O objetivo deste trabalho é a modelagem de um sistema para manutenção de informações de rastreabilidade para a indústria vinícola. Assim, os temas ligados às áreas de tecnologia da informação são essenciais.

2.1.7.1 Tecnologia da informação e rastreabilidade do vinho

A pesquisa bibliográfica mostrou a existência de poucos trabalhos dedicados a este tema. Dentre eles, destacam-se trabalhos de Bechini et al. (2005) que apresentam um *framework* genérico para sistemas de rastreabilidade, Cimino et al. (2005) que descreve detalhes do *Cerere*, um sistema baseado no *framework* descrito no trabalho anterior, Lo Bello; Mirabella e Torrisi (2004, 2005) que tratam da modelagem de sistemas de rastreabilidade.

Particularmente importante para esta pesquisa foi o trabalho de Natale; Glielmo e Vasca (2002) que inspirou a modelagem e a solução proposta pelo autor.

Ingensand; Caloz e Pythoud (2005) apresentam um trabalho ligado à produção vinícola, não ligado à rastreabilidade, mas que foi interessante pelo aspecto de utilização coletiva, semelhante à proposta deste trabalho.

2.1.7.2 Arquitetura Orientada a Serviços – SOA

Dada a proposta de modelagem de um sistema de informação dentro do paradigma das arquiteturas orientadas a serviço, a principal referência nesta área é o modelo de referência produzido pela OASIS (2006) disponível em versão traduzida para o português pela equipe coordenada pelo Prof. Dr. Pedro Luiz Pizzigatti Corrêa do Laboratório de Automação Agrícola da Escola Politécnica da USP (LAA).

Uma ampla descrição das arquiteturas SOA, comparando-as com as arquiteturas MDA (*Model Driven Architectures*) encontra-se no trabalho de Jardim-Gonçalves;

Grilo e Steiger-Garcia (2006).

Para a caracterização e implantação de sistemas baseados em arquiteturas SOA um trabalho importante é o de Endrei et al. (2004).

Outro trabalho detalhando a utilização de *web services* é o de Erl (2004).

A utilização de ferramentas *Open Source* em arquiteturas SOA (como é o caso do presente trabalho) é tratado em McIntosh (2004).

2.1.7.3 Web Services

Os chamados *web services* permitem a troca de dados entre sistemas remotos. Sua utilização é crescente e sua especificação e padronização são de responsabilidade do World Wide Web Consortium (W3C[®]) que é a principal referência a ser consultada (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007c). Discussões gerais sobre sua utilização encontram-se nos trabalhos de Curbera et al. (2002, 2003). Descrições mais detalhadas encontram-se no trabalho de Cerami (2002).

2.1.7.4 SOAP e WSDL

A troca de dados nos *web services* ocorre através do envio e recepção de arquivos formatados no padrão eXtensible Markup Language (XML) (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007a). Um dos protocolos mais utilizados para esta troca é o chamado SOAP⁴. Nele, a troca ocorre sobre outros protocolos normalmente utilizados na *World Wide Web*. Para descrição dos serviços fornecidos, utiliza-se frequentemente o padrão conhecido como WSDL (abreviatura de *Web Services Description Language*). A especificação e padronização do SOAP (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007b) e WSDL (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007d) também estão a cargo do W3C[®]. Os trabalhos já citados sobre *web services* e SOA também tratam de SOAP e WSDL.

A implementação de *web services*, SOAP e WSDL com o uso da linguagem PHP (utilizada no protótipo desenvolvido nesta pesquisa) é tratada nos trabalhos de

⁴ Até sua versão 1.1, SOAP era considerada a abreviação de Simple Object Access Protocol. A partir da versão 1.2 este significado foi abandonado, e o termo passou a ser apenas o nome oficial do protocolo

Trachtenberg (2004) e Trachtenberg e Sklar (2006).

2.1.7.5 Qualidade do serviço e segurança

A utilização de uma rede pública como a Internet para a troca de informações levanta questões sobre qualidade do serviço e segurança.

Considerações sobre segurança e *web services* encontram-se nos trabalhos de Curbera et al. (2003), Hondo; Nagaratnam e Nadalim (2002), Naedele (2003) e Rosenberg e Remy (2004).

O trabalho de Knight (2005) trata da segurança no âmbito das arquiteturas SOA.

2.1.7.6 Plataformas e Ferramentas

As referências das diversas ferramentas utilizadas na modelagem e no desenvolvimento dos protótipos encontram-se em:

- Unified Modeling Language (UML) (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2007); outra importante referência utilizada foi o trabalho de Fowler (2003) .
- FreeBSD Unix (THE FREEBSD FOUNDATION, 2007).
- Apache (THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION, 2007).
- MySQL (MySQL AB, 2007).
- PHP (THE PHP GROUP, 2007).

2.2 Contatos com o setor produtivo

Graças ao apoio da Fapesp à presente pesquisa, diversos contatos puderam ser mantidos com representantes da indústria vinícola brasileira na cidade de Bento Gonçalves, RS. Realizaram-se cinco viagens a partir do ano de 2005, que resultaram em:

- Reuniões com representantes de vinícolas (Aliança, Aurora, Miolo e Salton).
- Reuniões com pesquisadores da Embrapa Uva e Vinho.
- Reuniões com representantes de entidades de classe (Ibravin e Aprovale).
- Reuniões com consultores de vinícolas e entidades de classe.
- Visitas a instalações produtivas de vinícolas (Aurora, Casa Valduga, Miolo e

Salton).

Durante estes contatos:

- Discutiu-se a questão da rastreabilidade junto à indústria vinícola.
- Apresentaram-se a idéia de um sistema de informação para rastreabilidade com utilização coletiva, suas vantagens e características.
- Discutiram-se detalhes sobre o processo produtivo do vinho.
- Discutiram-se requisitos do sistema.

2.3 Modelagem de um sistema dentro de uma arquitetura SOA

Utilizou-se para a modelagem do sistema a Unified Modeling Language (UML) (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2007). Maiores detalhes apresentam-se no Capítulo 5.

2.4 Construção de um protótipo para avaliação

Construiu-se, a partir da modelagem proposta, um protótipo do sistema de informações para avaliação de resultados. Maiores detalhes sobre o protótipo apresentam-se no Capítulo 5. Discutem-se no Capítulo 4 a escolha das plataformas de operação e ferramentas de desenvolvimento.

Apesar do pouco tempo para desenvolvimento do protótipo, buscou-se seguir a metodologia da espiral evolucionária apresentada por Boehm (1988). De uma maneira simplificada, neste modelo, parte-se de uma definição inicial de requisitos e desenvolve-se a primeira versão do protótipo. A versão inicial leva a correções e ao surgimento de novos requisitos que levam à construção de uma segunda versão do protótipo. A repetição deste processo leva à convergência do produto final.

2.5 Avaliação de resultados

A partir dos resultados obtidos com a operação do protótipo, anotaram-se as virtudes, os problemas e pontos fracos observados, bem como idéias para sua solução e a conseqüente evolução do sistema. Estes dados forneceram subsídios para a continuidade e evolução do trabalho.

3 O PROCESSO PRODUTIVO DO VINHO

Embora as soluções envolvidas no presente trabalho estejam ligadas à área de computação e sistemas digitais, o conhecimento básico do processo produtivo do vinho é importante para o entendimento dos requisitos do sistema a ser modelado.

Segundo Pacheco (1995, p. 56), “o vinho é uma bebida alcoólica obtido pelo processo de fermentação do mosto da uva sã e madura, sendo resultado de uma atividade biológica exercida por diversos tipos de levedura [...]”.

Um dos problemas da caracterização do processo produtivo do vinho é não apenas ele ser variável de produtor a produtor, mas mesmo um único produtor apresentar variações no processo para os diversos tipos de vinho de sua linha de produtos. Desta forma, uma das dificuldades da presente pesquisa é a criação de um modelo que represente as diversas possibilidades de configuração do processo produtivo.

Apresentam-se no Anexo A os fluxogramas básicos para a vinificação de uvas tintas e brancas respectivamente, fornecidos pela pelos pesquisadores da Embrapa Uva e Vinho, Prof. Dr. Flávio Bello Fialho e Prof. Dr. Celito Crivellaro Guerra (FIALHO; GUERRA, 2007).

Os processos para vinhos rosados e espumantes apresentam diferenças, mas os encadeamentos apresentam certa similaridade.

3.1 Produção de vinho tinto

A seguir, detalham-se as etapas de produção do vinho tinto. As explicações sobre as etapas, apóiam-se nos trabalhos de Pacheco (1995) e Amarante (2005).

3.1.1 Vindima

É a colheita da uva, realizada pela manhã e com tempo seco. As uvas devem estar plenamente maduras, os cachos são cortados com tesoura e são acondicionados em caixas contendo até 25 kg e transportados em caminhões até a cantina⁵. A maturidade é testada pela verificação do grau de açúcar, usando-se um mostímetro.

⁵ Designação usual do local onde se produz vinho.

3.1.2 Recepção, classificação e pesagem

Na cantina as uvas são pesadas e classificadas tendo como parâmetros espécie, grau glucométrico médio e nível de maturação. Uvas destinadas a vinhos de melhor qualidade podem passar por um processo de inspeção visual, com a retirada manual de cachos que não atendam os requisitos de qualidade.

3.1.3 Esmagamento e desengaçamento

No desengaçamento, um mesmo equipamento retira as uvas dos cachos (engãos) e pressiona as uvas para que as cascas se rompam, separando-as do mosto. Esta prensagem é feita com cuidado para que não seja esmagada a semente da uva, o que liberaria taninos em excesso, trazendo forte adstringência ao sabor do vinho e exigindo maior tempo de maturação para seu consumo. Normalmente, os engãos são retirados e destinados à produção de fertilizantes ou cobertura vegetal, pois também apresentam forte conteúdo tânico. Em certos vinhos, por exemplo, os produzidos com a variedade *pinot noir*, cepa que apresenta baixo nível de taninos, parte dos engãos pode ser mantida.

3.1.4 Cubagem ou fermentação tumultuosa

Nesta etapa, é realizada a fermentação alcoólica. O mosto é bombeado para tanques de grande capacidade (Figura 5) com as cascas no caso do vinho tinto, sem estas, no caso do vinho branco ou com estas por pouco tempo, no caso do vinho rosado. Nos tanques é feita a adição de dióxido de enxofre, SO₂, num processo denominado sulfitação, cuja finalidade é inibir a atuação de bactérias e fungos que agem na fase pré-fermentativa, atuar como antioxidante e dissolvente do corante contido nas cascas (vinho tinto).

A reação principal desta fermentação, conforme Natale; Glielmo e Vasca (2002) é:

Figura 5 - Tanque em aço inox (Vinícola Miolo)

Nesta reação, o açúcar das uvas, através da ação dos levedos, transforma-se em álcool etílico e gás carbônico, gerando grande quantidade de calor.

Os levedos estão contidos na própria uva, mas podem-se adicionar quantidades adicionais de levedos especialmente selecionados para a fermentação.

Como a quantidade de açúcar é de primordial importância, em certos países, como Brasil e França, a legislação permite a realização de um processo denominado *chaptalização*, que consiste na adição de açúcar ao mosto.

Esta fase dura de três a dez dias e a temperatura é mantida em torno de 24°C a 32°C, no caso de vinhos tintos, ou 10°C a 16°C no caso dos brancos. A temperatura exata varia conforme o produtor e o tipo de vinho. No decorrer da fermentação, as polpas e as cascas sobem para o topo dos tanques, impulsionadas pelo CO₂ resultante, formando o chamado *chapéu*. Aí pode ser realizado um processo denominado *remontagem*, que consiste no bombeamento lento do líquido da parte inferior para a superior do tanque, o que favorece a extração de material retido no *chapéu*.

3.1.5 Descuba

Finalizada a fermentação tumultuosa, o vinho é separado do bagaço e é transferido para outros tanques onde ocorrerá a fermentação lenta. Este vinho é o chamado *vinho-flor*, de melhor qualidade. O bagaço poderá ser prensado, extraindo-se deste processo o chamado *vinho de prensa*, de qualidade inferior, podendo ser destinado à destilação. O conteúdo do bagaço, destilado após uma segunda prensagem, permitirá a obtenção da *grappa*, bebida de alto teor alcoólico apreciada no mercado.

3.1.6 Fermentação lenta

Esta fase dura de dez a trinta dias. Nela, ocorre uma fermentação secundária, denominada *malolática*, através da ação de bactérias:

Nesta reação, causada por bactérias presentes ou exógenas, o ácido málico presente transforma-se em ácido láctico e gás carbônico. A temperatura deve ser mantida entre 18°C e 20°C.

Este processo, que modera a acidez do vinho, é desejável em vinhos tintos e brancos de guarda, não sendo recomendada em vinhos tintos jovens ou brancos frutados. Alguns países importadores exigem a passagem por esta fase por proporcionar a estabilidade biológica do produto.

Ao final, é realizada a *trasfega*, ou seja, o transporte para outro tanque, de maneira a eliminar-se a borra gerada.

3.1.7 Clarificação e estabilização

Terminada a fermentação lenta, o vinho é bombeado para grandes tanques por um período de cerca de seis meses, o que permite a estabilização do conteúdo e o depósito de resíduos sólidos. Para facilitar este depósito, são empregadas substâncias denominadas clarificantes ou colas que agregam os materiais suspensos levando-os ao fundo do tanque. Estas substâncias podem ser de origem

animal ou mineral. Em escala industrial, usualmente se utiliza o bentonite.

3.1.8 Trasfegas e atestos

Trasfegas consistem no transporte do vinho entre tanques, com o objetivo de eliminar-se do vinho todos os depósitos gerados nos processos de fermentação. São empregadas algumas *trasfegas* para a obtenção deste resultado.

Ao encher-se um tanque, nenhum espaço livre pode permanecer em seu interior, pois o oxigênio ali contido iria oxidar o produto. Desta forma, é necessário preencher totalmente os tanques com pequenos volumes de vinho. A este processo denomina-se *atesto*.

3.1.9 Corte

Consiste na mistura do conteúdo dos diversos tanques da cantina, segundo proporções determinadas pelo enólogo responsável, que utiliza nesta operação, basicamente, seus sentidos. O objetivo é a geração de produtos de boa qualidade, uniformes, que mantenham uma linha de continuidade em relação aos mesmos produtos de anos anteriores, e que não gerem sobras não aproveitadas.

3.1.10 Envelhecimento em tonéis de madeira

Realizada em tonéis de madeira de pequena capacidade, usualmente em torno de 300 litros. Empregam-se o carvalho francês ou americano na construção dos barris. Esta fase contribui para o desenvolvimento das propriedades organolépticas do vinho e sua aplicação, restringe-se, normalmente, aos produtos de melhor qualidade.

Dura de seis meses a dois anos (Figura 6)

Figura 6 - Tonéis de carvalho (Vinícola Miolo)

3.1.11 Filtração

Permite a clarificação final dos vinhos e é efetuada de forma mecânica. Empregam-se membranas filtrantes de fibras vegetais (celulose ou acetato de celulose).

3.1.12 Engarrafamento e rotulagem

No processo de engarrafamento é desejável a ausência de contato com o ar para efeitos de esterilidade e ausência de oxidação. Processos envolvendo a utilização de nitrogênio já são empregados por algumas vinícolas brasileiras.

A utilização de rolhas de cortiça é tradicional. Seu elevado custo e problemas com sua contaminação por derivados clorados que transmitem ao vinho odor e paladar intoleráveis (*bouchoné*), têm incentivado a utilização de outros materiais como derivados plásticos e até tampas rosqueáveis metálicas.

3.1.13 Envelhecimento na garrafa e expedição

Figura 7 - Envelhecimento na garrafa (Casa Valduga)

Etapa pela qual passam normalmente os vinhos tintos de melhor qualidade, quando desenvolve-se o *bouquet*. Os prazos variam de seis meses a dois anos.

Após este processo, ou imediatamente após o engarrafamento, no caso dos vinhos que não passam por esta fase, as garrafas são encaminhadas para a expedição (Figura 7).

3.2 Outros processos

Sem entrar em maiores detalhes, outros processos produtivos como os dos vinhos brancos, rosados e espumantes devem ser levados em conta. O software a ser modelado também deve contemplar estes processos.

No caso dos brancos e rosados, uma importante diferença consiste na remoção das cascas das uvas ao início do processo (ou em momento posterior, no caso dos rosados) já que estas conferem a cor ao vinho. Outras variações ocorrem, inclusive com maior utilização de processos a baixas temperaturas.

Já com os espumantes, ocorre uma segunda fermentação, responsável pela geração do gás característico da bebida pode ser realizada dentro da própria garrafa

(processo *champenoise*), em grandes tanques de aço inoxidável (processo *charmat*) ou em autoclaves (processo *Asti*).

3.3 Detalhamento das etapas do processo produtivo

Conforme citação no item 2.1.6, maiores detalhes sobre os processos produtivos do vinho, encontram-se nos quadros do Anexo B elaborados e fornecidos por Guerra (2007).

3.4 O processo produtivo do vinho e a rastreabilidade

Ao final deste Capítulo, deve-se ressaltar a importância do conhecimento do processo produtivo do vinho para a obtenção de registros de rastreabilidade. A maioria absoluta das informações a serem mantidas no sistema de informação modelado provém da cantina. Dados como adição de insumos (químicos, vegetais ou biológicos), o registro da execução de processos industriais como o controle de temperatura, a retirada de amostras do produto para análises laboratoriais, o registro de operadores e fornecedores envolvidos, são colhidos no dia-a-dia do ambiente de produção. Desta forma, é essencial que se conheça, ainda que superficialmente, os detalhes deste processo.

4 ASPECTOS DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO

Antes da abordagem da modelagem do sistema proposto, apresentada no Capítulo 5, apresenta-se uma breve introdução aos conceitos tecnológicos que fundamentam o desenvolvimento do trabalho.

4.1 Arquitetura orientada a serviços

Segundo a OASIS, “arquitetura orientada a serviço (SOA) é um paradigma para organização e utilização de competências distribuídas que estão sob controle de diferentes domínios proprietários” (ORGANIZATION FOR THE ADVANCEMENT OF STRUCTURED INFORMATION STANDARDS, 2006a). Ligada a esta definição está a necessidade de acesso a estas competências, por parte de terceiros, o que leva ao acesso aos serviços. Segundo o mesmo documento (item 2.1), “no SOA, os serviços são o mecanismo pelo qual as necessidades e as competências são colocadas juntas”.

Já o W3C®, em seu Glossário de Web Services (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007e) refere-se à SOA como “um conjunto de componentes que podem ser invocados e cujas descrições de interfaces podem ser publicadas e descobertas”.

Sua utilização traz diversos benefícios, segundo diversos autores. Endrei et al. (2004) destacam:

- Sobrevida aos recursos computacionais legados, quando transformados em serviços.
- Maior facilidade da integração e gerenciamento da complexidade proveniente da interoperabilidade.
- Maior capacidade de resposta e tempos de implementação menores.
- Menores custos e maiores possibilidades de reuso.
- Maior adequação às tendências futuras de desenvolvimento tecnológico.

Diversas plataformas podem ser empregadas para a implementação de sistemas dentro de uma arquitetura SOA. Ao lado destas, a utilização de *web services* para a implementação de arquiteturas SOA vem crescendo (JARDIM-GONÇALVES et al., 2006).

4.2 Web Services

Embora o conceito de arquitetura orientada a serviços não endosse ou faça qualquer sugestão sobre tecnologias específicas para sua implantação, o uso de *web services* para esta finalidade tem sido corrente.

A padronização dos *web services* é regida pelo W3C® (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007c).

Na descrição de Endrei et al. (2004) “*Web services* são uma tecnologia adequada à SOA. Em sua essência, *web services* são auto-descritivos, e aplicações modulares que expõem a lógica de negócio como serviços que podem ser publicados, descobertos e invocados sobre a Internet”.

O uso de *web services* é baseado na troca de mensagens no formato eXtensible Markup Language (XML) (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007a) entre sistemas distintos. Esta característica torna possível a interoperabilidade entre plataformas distintas, já que arquivos XML são baseados em texto. Esta neutralidade em relação a plataformas tecnológicas contribuiu significativamente para a popularização do conceito de *web services*, tornando-o mais atrativo que os padrões proprietários então utilizados.

Do ponto de vista prático, uma primeira geração de tecnologias que permitiu a utilização de *web services* em uma série de sistemas teve início por volta do ano 2000, quando o W3C® validou o protocolo SOAP, ainda hoje o mais utilizado para a troca de mensagens. Em seguida, foram publicadas as especificações da Web Service Definition Language (WSDL), responsável pela descrição on-line das interfaces a serem utilizadas pelo SOAP (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007b) e Universal Description, Discovery and Integration (UDDI), agora mantido pelo OASIS, capaz de estabelecer um mecanismo padrão de busca e descoberta de *web services* disponíveis (ORGANIZATION FOR THE ADVANCEMENT OF STRUCTURED INFORMATION STANDARDS, 2007). Descrições mais amplas destas tecnologias encontram-se nos trabalhos de Erl (2004) e Curbera et al. (2002). Apresenta-se na Figura 8, um mapa conceitual com a relação entre estas tecnologias.

Figura 8 - Web Services - Tecnologias de 1ª Geração. Extraído e adaptado de ERL (2004)

Embora a possibilidade de descoberta dos serviços publicados seja um dos pré-requisitos das arquiteturas SOA, dado o baixo número de clientes e o aspecto restrito do sistema modelado, além do fato de tratar-se de uma pesquisa e não um serviço regularmente implantado, descartou-se no presente trabalho o detalhamento da utilização do padrão UDDI. Este aspecto deverá ser desenvolvido em expansão futura deste trabalho, principalmente quando o acesso a determinados serviços possa ser aberto ao público. Vale ressaltar que os usuários freqüentes do sistema (basicamente as vinícolas participantes), podem ter acesso aos chamados *serviços públicos*, ou seja, aqueles disponíveis porém somente conhecidos pelos usuários regulares. Outros serviços poderão assumir a condição de *serviços publicados*, ou seja, disponíveis em serviços de registro com a utilização do padrão UDDI. (BROWN et al., 2002).

Feita a introdução a estas tecnologias, vale lembrar que se têm levantado preocupações com relação aos aspectos de segurança envolvidos na utilização de *web services*, dada a natureza aberta dos arquivos XML e seu tráfego em uma rede pública. Têm-se criado novas tecnologias para resolver estes problemas (ROSENBERG; REMY, 2004).

4.3 SOAP

Segundo Cerami (2002), SOAP é um protocolo baseado em XML para troca de

informações entre computadores. Embora possa ser enviado através de diversos protocolos da camada de transporte de redes e utilizado em diversos tipos de trocas de mensagens, a principal utilização do SOAP é em *web services* através do protocolo HTTP. Ilustra-se este mecanismo na Figura 9.

Figura 9 - Troca de mensagens SOAP. Extraído e adaptado de Cerami (2002)

Tanto as mensagens de requisições de clientes dos *web services* como suas respostas ocorrem através das chamadas mensagens SOAP, formatadas em XML e que possuem obrigatoriamente um *header* (cabeçalho, obrigatório) e um *body* (corpo da mensagem, obrigatório). Opcionalmente uma condição de *fault* (erro, opcional) pode estar presente. Apresenta-se na Figura 10 o esquema da estrutura de uma mensagem SOAP.

Figura 10 - Principais elementos de uma mensagem XML SOAP. Extraído e adaptado de Cerami (2002)

As diversas possibilidades de formatação e as informações que compõem *headers* e *bodies* estão definidas na especificação do SOAP (WORLD WIDE WEB

CONSORTIUM, 2007b).

Uma variante do SOAP que permite o tráfego de informações em arquivos anexados à mensagem é o SOAP Messages with Attachments (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2000), que pode ser uma alternativa a ser considerada em situações que levem a trocas de mensagens com um elevado volume de dados.

4.4 WSDL

Na definição de Cerami (2002), WSDL é uma especificação que define como descrever *web services* através de uma gramática XML.

Através da WSDL, um aplicativo cliente pode ter acesso aos serviços web e funções disponibilizados. Ferramentas específicas que a utilizam podem automatizar este processo, minimizando os esforços para a implementação prática. A padronização da WSDL também está a cargo do W3C® (WORLD WIDE WEB CONSORTIUM, 2007d).

Implementa-se uma WSDL através de um arquivo XML. De uma maneira resumida, apresenta-se sua estrutura na Figura 11:

Figura 11 - Estrutura de um arquivo WSDL. Extraído e adaptado de Cerami (2002)

Ao ter acesso ao arquivo WSDL, o aplicativo cliente tem informações sobre todos os *web services* fornecidos, onde estão disponibilizados, quantidade e tipo de parâmetros a serem passados bem como resultados a serem obtidos.

4.5 Segurança e qualidade do serviço

A utilização de *web services* implica na utilização de uma rede pública, a Internet, para a transmissão de dados. Isto levanta questões sobre segurança. Se a autenticidade e correção das informações mantidas em um banco de dados de rastreabilidade forem postas em cheque, todo o sistema será inútil. Devem-se observar cinco conceitos básicos de segurança de dados (LEIWO et al., 1999):

- **Autenticação:** É necessário garantir a identidade dos usuários legítimos do sistema de modo a impedir o acesso de terceiros ao sistema.
- **Confidencialidade:** É necessário garantir que os dados coletados e armazenados não sejam acessados por terceiros, estranhos ao processo.
- **Integridade:** É necessário garantir que os dados não sejam apagados ou modificados durante o tráfego pela rede ou durante o armazenamento.
- **Autorização:** É necessário garantir que os usuários possam acessar somente a parcela dos dados a eles disponibilizados, segundo critérios estabelecidos por uma administração central do sistema.
- **Não repudição:** É necessário garantir que os dados não possam ser negados por sua fonte geradora. Ou seja, se os dados mantidos no sistema comprometerem o produtor, a tecnologia utilizada não deve permitir a negação deste fato.

Do ponto de vista prático, conforme Maynard; Charters e Peters (2005), em *web services* isto pode ocorrer de três maneiras:

- **Através de autenticação básica HTTP:** O protocolo HTTP permite a utilização de um esquema básico de autenticação, através do fornecimento de nome de usuário e senha. Alguns *sites* da Internet utilizam este esquema para restringir o acesso a áreas administrativas. É uma alternativa que oferece pouca segurança já que o nome de usuário e senha trafegam pela rede em formato de texto aberto.
- **Através da utilização de Secure Sockets Layer (SSL):** A utilização do protocolo HTTPS (HTTP sobre SSL) permite a criptografia das mensagens HTTP através do SSL. Utiliza-se com eficácia esta tecnologia no acesso seguro a *sites* da Internet como os de bancos, por exemplo. Esta tecnologia ainda permite a autenticação dos usuários. Em sua utilização mais comum,

autentica-se apenas um dos lados através de um certificado digital fornecido por uma autoridade certificadora (por exemplo, no caso dos *sítes* de bancos, estes apresentam um certificado digital para que o cliente tenha a garantia de que está, de fato, conectando-se ao banco desejado; já o banco autentica o cliente através de combinações usuário/senha ou outras). No entanto, a tecnologia permite a autenticação de ambas as partes através de certificados digitais. Esta dupla autenticação não é usual em *sítes* da Internet, dado o grande número de clientes. No caso de um sistema de informação como o proposto, os clientes a serem autenticados são relativamente poucos (basicamente as vinícolas participantes, associações e alguns outros) e esta solução pode ser bastante viável.

- **Uso das tecnologias WS-Security:** As tecnologias apresentadas anteriormente são externas ao SOAP, mantendo o conteúdo das mensagens intacto. Um grupo de tecnologias, conhecidas coletivamente por WS-Security tratam a questão de uma maneira diversa, acrescentando *headers* de segurança ao envelope SOAP e tratam de diferentes aspectos de segurança, atuando em conjunto. Estas tecnologias podem prover um nível superior de segurança (ROSENBERG; REMY, 2004).

A questão da segurança é um dos aspectos mais visíveis da qualidade do serviço (QoS). No entanto, outras questões estão envolvidas, ligadas ao gerenciamento e controle de transações além de política de uso de serviços. O uso do protocolo SOAP, que normalmente utiliza HTTP como mecanismo de transporte, não traz nenhuma solução já que este não contempla o problema. Pesquisas nesta área e propostas de *frameworks* que trazem algum nível de qualidade de serviço têm surgido freqüentemente na literatura técnica como, por exemplo, Tian et. Al (2003). Feitas estas considerações, deve-se registrar que a utilização de tecnologias que proporcionem um nível de qualidade do serviço, inclusive segurança, adequadas ao sistema de informação é essencial para que sua utilização prática no âmbito produtivo possa ocorrer. No entanto, a abordagem desta questão na presente pesquisa, foge ao escopo do trabalho, na visão do autor. O foco desta pesquisa é a modelagem de um sistema de informação suficientemente flexível para sua adaptação às variabilidades do processo produtivo do vinho, o que é um trabalho de razoável complexidade. A introdução de aspectos de qualidade de serviço e segurança faria com que este foco fosse perdido. Assim, optou-se por não

considerá-los neste momento. Todavia é importante ressaltar a importância desta questão e que obrigatoriamente ela deverá ser tratada na evolução deste trabalho.

4.6 Escolha da plataforma de desenvolvimento e ferramentas de software

Para validação dos resultados desta pesquisa, construiu-se um protótipo funcional com a implementação dos *web services* previstos na modelagem do sistema. Para a construção deste protótipo, adotaram-se ferramentas de desenvolvimento, linguagens de programação, servidores *web* e seus ambientes operacionais. Apresentam-se nesta seção os critérios adotados para a escolha destas ferramentas.

Ressalta-se, no entanto, que a modelagem do sistema proposto não está atrelada a nenhuma característica de alguma plataforma específica, o que obrigaria sua utilização para o desenvolvimento do software. Algumas das escolhas do autor fundamentam-se em preferências pessoais e experiência prévia com sua utilização. Outras plataformas/servidores/linguagens/sistemas operacionais poderiam ser utilizados para o desenvolvimento do protótipo.

Desde as primeiras considerações sobre a presente pesquisa, optou-se pela utilização de ferramentas *open source* para o desenvolvimento dos protótipos do software a ser modelado. Este pensamento foi encorajado pelos pesquisadores da Embrapa Uva e Vinho contatados durante a realização da pesquisa. As vantagens de problemas decorrentes da utilização de software *open source* são um tema recorrente na literatura técnica. Um bom apanhado sobre o tema encontra-se no trabalho de Kogut e Metiu (2001). No caso do presente projeto, quatro razões foram fundamentais:

- Menor custo de desenvolvimento.
- Menor possibilidade de criação de gargalos tecnológicos, obrigando a utilização do software em ambientes específicos (dependentes de sistemas operacionais ou softwares específicos). Este motivo é especialmente importante dado o caráter de utilização coletiva do presente projeto além de ser também uma característica e requisito dos sistemas desenvolvidos dentro de uma arquitetura SOA.
- Extensa experiência prévia do autor com as ferramentas adotadas.

- Disponibilização de várias destas ferramentas pela empresa Abili Assessoria Técnica Comercial e Tecnologia da Informação Ltda, que gentilmente cedeu seu servidor *web* e outros recursos computacionais para o desenvolvimento do protótipo do sistema aqui modelado.

Para a fundamentação da escolha das ferramentas efetivamente empregadas, apresentam-se, a seguir, os aspectos considerados.

4.6.1 Sistema operacional FreeBSD

Apesar da predominância das diversas versões do Linux como alternativa *open source* para sistemas operacionais em servidores *web*, optou-se pela utilização do FreeBSD Unix (THE FREEBSD FOUNDATION, 2007) no servidor que hospeda o protótipo do sistema. Esta opção pode ser justificada por sua origem no sistema operacional Unix (assim como o Linux), do qual herdou a robustez característica deste sistema, acrescida da extensa experiência pessoal do autor com sua utilização e sua disponibilidade no servidor cedido pela Abili Assessoria (FreeBSD versão 6.2).

4.6.2 Servidor web Apache

O servidor *web* Apache (THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION, 2007) é o mais utilizado do mercado, atendendo em dezembro de 2007 a 50,76% do mercado (NETCRAFT, 2007). O servidor cedido opera com o Apache versão 2.2.6.

4.6.3 Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL

A empresa MySQL AB mantém uma versão comunitária do Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) MySQL (MySQL AB, 2007) que é uma das mais populares alternativas entre ferramentas *open source* nesta categoria. A opção pelo MySQL se deu em função da extensa experiência do autor com sua utilização e a disponibilidade da versão 5.0.45 no servidor cedido.

4.6.4 Linguagem PHP

A linguagem PHP (THE PHP GROUP, 2007) é uma das mais utilizadas para a construção de sistemas baseados em *web* e sites Internet dinâmicos. Segundo a empresa Nexen.net, em novembro de 2007 cerca de 35% dos sites a utilizavam (NEXEN.NET, 2007). No servidor cedido, instalou-se o PHP versão 5.2.4.

Apresenta-se na Figura 12 o diagrama de implantação restrito ao servidor web utilizado nos testes do protótipo.

Figura 12 - Diagrama de implantação do Servidor web utilizado nos testes do protótipo

4.7 Conclusão

Durante a construção do protótipo funcional do sistema, constatou-se que o uso das ferramentas apresentadas nos itens 4.6.1 a 4.6.4 não levaram a dificuldades de ordem técnica significativas causadas por sua escolha. Ao contrário, suas qualidades contribuíram para um rápido desenvolvimento do protótipo.

5 MODELAGEM DO SISTEMA PROPOSTO

Este Capítulo traz considerações sobre a modelagem proposta para o sistema de informação em pauta.

5.1 Arquitetura geral do sistema

Inicia-se a discussão da arquitetura do sistema proposto por uma breve análise dos requisitos.

5.1.1 Requisitos e arquitetura básica

Em um sistema de rastreabilidade para a indústria vinícola, três grandes requisitos se destacam e devem, obrigatoriamente, ser verificados por qualquer sistema de informação destinado a esta área. Estes objetivos são de ordem legal e estão ligados ao Regulamento (CE) 178/2002 da Comunidade Européia. Qualquer sistema de rastreabilidade para produtos alimentícios deve permitir, para cada unidade do produto:

- A identificação dos insumos utilizados.
- A identificação dos fornecedores destes insumos.
- A identificação dos compradores dos produtos.

Outro requisito, não legal, é o da utilização coletiva. Neste contexto, aplicativos rodando em produtores vinícolas poderão atuar como fornecedores de dados para o sistema, através dos vários *web services* que permitem a transferência de dados de sistemas locais para o sistema modelado. Podem-se adaptar aplicativos existentes para usar estes serviços, ou podem-se criar novos softwares com esta finalidade. A arquitetura adotada não faz qualquer exigência para a adoção de uma particular plataforma de desenvolvimento, outro requisito do sistema. Dentro da filosofia de uso coletivo, sistemas baseado em *web*, acessíveis por um navegador padrão de Internet podem ser criados, a custos relativamente baixos, para interação com o sistema de rastreabilidade. Um sistema com estas características poderia ser utilizado por produtores vinícolas de menor porte, que eventualmente não disponham de softwares locais a serem adaptados nem recursos para este

desenvolvimento.

Apresenta-se na Figura 13 uma representação da arquitetura proposta (GOGLIANO SOBRINHO; CUGNASCA, 2005).

Figura 13 - Arquitetura simplificada do sistema

Neste conceito, o sistema pode ser instalado, opcionalmente, em mais de um servidor, e o SGBD utilizado pode operar com redundância através de espelhamento. Outros usuários do sistema estão representados: as indústrias vinícolas que atuam basicamente como fornecedoras de informações (na área produtiva) ou consumidoras (nas áreas administrativas), fornecedores e prestadores de serviços, portais Internet de produtores e associações, além do público final. Gerou-se um exemplo de usuário na categoria de portais Internet a partir de um trabalho de conclusão de curso de Engenharia Elétrica, modalidade Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, da Escola Politécnica da USP, co-orientado pelo autor (GONZALEZ et al., 2007). Apresenta-se na Figura 14 uma tela do sistema implementado neste trabalho. Trata-se de uma idéia semelhante à dos portais comunitários europeus citados no Capítulo 1, onde um usuário final de vinho pode obter dados de uma particular garrafa. Observa-se na mesma figura a integração com o Google Maps (GOOGLE, 2007b), possível pela inclusão de dados geográficos no banco de dados de rastreabilidade.

Caracterização do Produto

Dados do Lote

Dados da Produção da Uva

Engarrafamento

Transporte

Dados Analíticos

Dados do Produtor

Dados do Produtor	
Produzido por	Quinta Gaúcha
Endereço	Rua Costa e Silva Nº 2
Cidade	Bento Gonçalves
País	Brasil
Telefone	55 54 1234-4321
Fax	55 54 1234-4322
e-mail	quintagaucha@vv.com.br
Web-site	http://www.quintagaucha.com.br
Latitude e Longitude	-29.186, -51.580

Localização do Produtor:

Apoio:

LAA
POLI USP
Laboratório de Automação Agrícola

Vale dos Vinhedos APROVA
Associação dos Produtores de Vinhos do Vale dos Vinhedos

FAPESP
Fapesp

Embrapa
Uva e Vinho
Embrapa

IBRAVIN
INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO
Instituto Brasileiro do Vinho

Figura 14 – Exemplo de interação de um portal Internet com o sistema proposto. Extraído de GONZALEZ et al., 2007.

Quanto à arquitetura, representada pelas camadas representativas das tecnologias utilizadas, apresentam-se na Figura 15 os conceitos efetivamente implantados representados em preto. Em cinza claro, representam-se tecnologias a serem consideradas em evoluções futuras do sistema.

Figura 15 - Camadas tecnológicas da arquitetura computacional

5.2 Modelagem dos dados

Iniciou-se a modelagem proposta para o sistema com a análise da estrutura de dados envolvidos. A partir das características do sistema produtivo apresentadas no Capítulo 3, procurou-se uma solução adaptável às variabilidades intrínsecas ao processo produtivo do vinho. Existe um número reduzido de trabalhos na literatura sobre esta área; no entanto o trabalho de Natale; Glielmo e Vasca. (2002) apresenta uma solução interessante, cuja implementação parte da caracterização de *etapas de produção*. Este conceito serviu como base para o presente trabalho.

Segundo Natale, pode-se considerar a produção de vinho como uma seqüência de fases ou etapas, conforme mostra a Figura 16.

Figura 16 - Fases de produção do vinho. Fonte (NATALE et al., 2002)

Na primeira etapa, parte-se diretamente dos insumos básicos (uvas). Cada etapa seguinte parte de semi-produto(s) originado(s) na etapa anterior, e se inicia em um determinado instante. Nela podem-se adicionar outros insumos, como produtos químicos ou biológicos, pode-se também fazer com que o produto passe por

processos industriais, como por exemplo, manter-se a temperatura em um valor determinado por certo tempo. Em cada uma destas atividades pode-se empregar um operador (pessoa física). No processo industrial pode-se empregar algum equipamento. Ao final da etapa, mantém-se o semi-produto gerado em um tanque de armazenamento, de onde se podem colher amostras para análises laboratoriais ou se acrescentarem novos aditivos ou insumos. Esses semi-produtos serão os insumos da nova fase de produção através da etapa seguinte. Esse ciclo repete-se até a elaboração final do vinho.

Assim, pode-se representar o processo através da Figura 17.

Figura 17 - Representação dos dados envolvidos no processo produtivo.
Fonte NATALE et al. (2002)

A caracterização do processo produtivo do vinho através de uma seqüência de etapas, conceito apresentado no trabalho referenciado, leva à solução de um dos problemas encontrados na modelagem de um sistema de informações destinado à rastreabilidade na indústria vinícola: o da criação de um modelo do processo produtivo que se adapte à variabilidade inerente ao vinho. A variabilidade dos processos produtivos reflete-se na existência de um maior ou menor número de etapas e em um encadeamento mais ou menos intrincado. No entanto, do ponto de vista do sistema de informações, os processamentos ocorridos dentro de uma única etapa podem ser tratados da mesma maneira.

No presente trabalho, adotou-se uma modificação deste conceito. Observa-se na Figura 18 a variante adotada:

Figura 18 - Etapa genérica no processo produtivo do vinho

No conceito adotado, a distinção entre produtos e componentes, bem como entre fases e semi-produtos, deixa de ser significativa. Caracteriza-se uma etapa de produção pela manutenção de conteúdo homogêneo em um tanque ou *container*, denominação utilizada neste trabalho. Ou seja, enquanto um determinado volume de líquido permanece em um único local físico, assume-se a continuidade da etapa. Isto se justifica, pois o histórico de rastreabilidade é mantido para todo o conteúdo, já que este permanece homogêneo. Neste modelo, uma etapa de produção tem um momento de início e um período de duração (que pode ser longo). Nela podem-se acrescentar diversos insumos, efetuar diversas coletas para análises laboratoriais e aplicar diversos processos industriais. Devem-se registrar operadores, equipamentos e fornecedores de insumos envolvidos.

5.2.1 Diagrama Entidade-Relacionamento

A partir das idéias expostas no trabalho previamente referenciado e no conceito de etapa de produção exposto no item anterior, apresenta-se na Figura 19 o diagrama Entidade-Relacionamento adotado na modelagem dos dados.

Figura 19 - Diagrama Entidade-Relacionamento

Nesse diagrama, apresentaram-se apenas os nomes das entidades e seus relacionamentos, omitindo-se as propriedades das entidades, para aumentar sua clareza. Apresentam-se no Anexo C a implementação deste diagrama no protótipo funcional do sistema, com todas as suas propriedades e o *schema* MySQL adotado. A seguir, comentam-se as diversas entidades e relacionamentos:

Produtor

É a pessoa física ou jurídica que produz vinho.

Local de produção

Também conhecido como *cantina*, é o local onde ocorre a produção do vinho. Cada produtor pode possuir mais de um local de produção.

Linha de produção

Caracteriza um conjunto interconectado de etapas de produção, tendo início no

recebimento das uvas, e prosseguindo até o engarrafamento e expedição do produto. Cada local de produção pode abrigar diversas linhas de produção.

Etapas de produção

Caracteriza-se pela manutenção do produto em um único local de armazenamento, o *container*. Cada etapa é precedida por zero (primeira etapa) ou mais etapas. Também é sucedida por zero (etapa final) ou mais etapas. Este encadeamento forma uma rede que caracteriza toda a linha de produção. Apresentam-se mais considerações sobre este encadeamento no item 5.2.1.1.

Container

Local onde ocorre uma etapa da produção de um vinho, usualmente um tanque de grande capacidade, mas que pode ser, por exemplo, um barril de carvalho de menor capacidade ou até uma garrafa do produto final. Os contêineres podem ser individuais (por exemplo, um tanque de grande capacidade) ou um grupo (por exemplo, um lote de barris de madeira de pequena capacidade). No conceito desta modelagem, pode-se considerar um grupo de contêineres como sendo um único container, sempre que o conteúdo de todo o grupo for homogêneo, ou seja, sempre que no decorrer da etapa de produção, todos os procedimentos executados em cada elemento do grupo forem executados de maneira idêntica em todos os demais.

Insumo

Produto industrial, vegetal, mineral ou de ação biológica adicionado aos contêineres durante as etapas de produção do vinho. Em cada etapa pode ocorrer a adição de zero ou mais insumos. Em cada adição, que ocorre em um determinado instante, envolve-se um operador.

Processo industrial

Qualquer processo industrial aplicado ao conteúdo de um container durante uma etapa do processo produtivo como, por exemplo, a fixação da temperatura em determinado valor por determinado espaço de tempo. Em uma etapa podem ocorrer zero ou mais processos industriais. Cada processo envolve um operador e ocorre em determinado instante.

Amostra para análise

Cada etapa permite a coleta de zero ou mais amostras do produto para análises laboratoriais ou de outra ordem. Estas ocorrem em um determinado instante e envolvem um operador. Os resultados obtidos podem gerar parâmetros públicos de qualidade.

Operador

Pessoa física encarregada da adição de insumos, aplicação de um processo industrial ou coleta de amostras para análise durante as etapas de produção.

Fornecedor

Pessoa física ou jurídica que fornece insumos ou contêineres utilizados nas etapas produtivas.

Lote

Cada etapa final de uma linha de produção dá origem a um lote formado por garrafas de vinho, caixas de garrafas e paletes.

Parâmetro público

Cada análise laboratorial pode dar origem a um parâmetro indicativo de qualidade do produto como, por exemplo, o teor alcoólico efetivo. Estes parâmetros estão relacionados a uma etapa do processo produtivo e a um lote. Poderão ser fornecidos pelo sistema de informação para a utilização, por exemplo, em portais Internet do produtor ou de uma associação de produtores, correlacionando garrafas individuais com o valor do parâmetro colhido.

Produto

Unidade do produto, pronta para ser comercializada. Pode se apresentar na forma de garrafas, caixas de garrafas ou paletes contendo diversas caixas. Cada produto provém de um lote.

Comprador

Pessoa física ou jurídica que adquire produtos através de um processo de venda.

Venda

Relaciona produtos e compradores.

5.2.1.1 Entidade-Relacionamento e o encadeamento das etapas produtivas

O diagrama da Figura 19 não deixa claro como a seqüência de etapas de produção pode ocorrer. Duas etapas são especiais no processo produtivo. A inicial e a final. A etapa inicial marca o início do processo produtivo em uma linha de produção. A etapa final marca a liberação de um lote para a geração e distribuição de produtos finais e sua venda a compradores. Entre elas existe um número variável de etapas. Para facilitar a modelagem e a implementação prática desta estrutura no SGBD

empregado, utilizaram-se entidades denominadas *conexões*, não exibidas na Figura 19 para maior clareza do diagrama. Estas entidades são simples pares de ponteiros unindo duas etapas consecutivas. Pode-se observar o encadeamento das etapas no diagrama da Figura 20. Observa-se que após a etapa final, é gerado um lote, composto de produtos, que serão adquiridos por compradores através de um processo de venda.

Figura 20 - Encadeamento das etapas de produção

5.3 Modelagem de classes

A modelagem do sistema proposto passa pela definição das diversas classes ligadas às entidades descritas no item anterior. Inicialmente, apresenta-se na Figura 21 a visão geral de todas as classes e suas associações.

Figura 21 - Classes e suas associações

Para maior clareza do diagrama, representam-se as generalizações da classe *Base*, comum à maioria das classes representadas, através de linhas azuis. As associações com a classe *SoapRastreabilidade*, também comum à maioria das classes, apresentam-se em linhas verdes.

Observa-se que praticamente todas as classes representam as entidades apresentadas no item anterior deste trabalho. Além destas, introduzem-se três outras:

- *SGBD*: classe que implementa as propriedades e operações necessárias para a interação com o SGBD.
- *Conexao*: classe que implementa as propriedades e operações necessárias para conectar as etapas de produção do vinho.

- *SoapRastreabilidade*: classe que implementa as operações que são oferecidas como *web services*. Têm-se um total de 74 operações mapeadas em *web services*. Apresentam-se detalhadamente estes serviços e seus parâmetros no Anexo D.

Praticamente todas as classes representadas são generalizações de uma classe fundamental, denominada *Base*, que possui três propriedades importantes:

- *chave*: código único que identifica as diversas instâncias dos objetos desta classe e de suas sub-classes, ou seja, praticamente todos os objetos a serem instanciados no sistema. Na implementação do protótipo funcional, utilizou-se como código uma sequência de 32 caracteres aleatórios gerados por uma função *hash*.
- *sgbd*: instância do objeto SGBD, responsável por todas as interações dos diversos objetos com o sistema de gerenciamento de banco de dados.
- *status*: *string* que pode assumir os valores 'ativo' (para instâncias válidas do objeto), 'invalido' (para objetos que possuem combinações de valores de suas propriedades que o tornam inválido no contexto do sistema) e 'inexistente' (para objetos que, identificados por sua chave, não existem no SGBD). Diversas operações utilizam este campo para sinalizar a coerência das propriedades atribuídas a um objeto.

Além destas propriedades, as assinaturas de duas operações também estão presentes nesta classe na forma de funções abstratas:

- *le_bd()* responsável pela leitura das propriedades de um objeto instanciado da classe no SGBD através de sua chave de identificação.
- *grava_bd()* responsável pela gravação de um objeto instanciado da classe no SGBD.

Assim, todas as classes que são generalizações da classe *Base* (a absoluta maioria) podem instanciar objetos que possuem uma chave de identificação única, além de herdar as propriedades *sgbd* e *status*. Como a classe *Base* é abstrata e não define as operações *grava_bd()* e *le_bd()*, cada classe derivada faz sua implementação, a partir das peculiaridades de suas propriedades.

A seguir, apresentam-se outras representações parciais do diagrama de classes com maiores detalhes.

5.3.1 Produtor, LocalProducao e LinhaProducao

Apresenta-se o diagrama parcial detalhando estas classes na Figura 22.

Figura 22 - Classes Proprietario, LocalProducao e LinhaProducao

Os relacionamentos decorrem do diagrama entidades-relacionamentos apresentado na Figura 19. Resumidamente:

- Cada produtor possui um ou mais locais de produção
- Cada local de produção abriga uma ou mais linhas de produção

As propriedades apresentadas para estas três classes procuram caracterizar as entidades (nome, endereço, cidade etc). Outros dados além dos aqui escolhidos podem ser utilizados em implementações desta modelagem.

Além destas, merecem atenção as propriedades *latitude* e *longitude*, definidas para as classes *Produtor* e *LocalProducao*. Estas propriedades foram incluídas com o propósito de fornecer uma eventual integração do sistema com serviços que

ofereçam imagens e mapas como, por exemplo, o Google Maps (GOOGLE, 2007b) ou Google Earth (GOOGLE, 2007a). Tal integração favoreceria as ações de marketing do produtor, possibilitando a seus clientes a visualização da localização geográfica destes pontos.

Discutem-se com mais detalhes as operações destas classes no item 5.3.4.

No diagrama, representam-se junto à classe *SoapRastreabilidade*, 15 operações relativas às classes *Produtor*, *LocalProducao* e *LinhaProducao* que estão disponibilizados como *web services* aos usuários do sistema. Apresentam-se os detalhes destes serviços no Anexo D.

Para melhor entendimento dos relacionamentos, apresenta-se na Figura 23 um diagrama de objetos retratando uma situação hipotética: uma vinícola, com dois locais de produção; o primeiro local com duas linhas de produção.

Figura 23 - Exemplo de diagrama de objetos: Produtor, LocalProducao e LinhaProducao

5.3.2 Etapa, Analise, Conexao, Container, Fornecedor, Insumo, Operador e Processo

Estas classes tratam as informações sobre rastreabilidade. De fato, minimamente espera-se que um sistema de rastreabilidade possa responder quais os insumos e fornecedores utilizados em uma determinada unidade de um produto alimentício. Estas informações passam pelas classes aqui detalhadas.

Vê-se na Figura 24 o diagrama parcial detalhando.

Figura 24 - Diagrama de classes: Etapa e classes diretamente correlatas

Os relacionamentos decorrem do diagrama entidade-relacionamento da Figura 19.

Resumidamente:

- Cada etapa ocorre em um único container.
- Cada etapa conecta-se a uma ou mais etapas anteriores e a uma ou mais etapas posteriores, exceto quando se tratar de etapa inicial ou final (através de instâncias de *Conexao*).
- Cada etapa relaciona-se a uma linha de produção.
- Em cada etapa podem-se adicionar zero ou mais insumos, podem-se coletar zero ou mais amostras para análises e podem-se aplicar zero ou mais processos industriais.
- Insumos e contêineres vêm de um fornecedor registrado.

- A adição de insumos, coleta de análises e aplicação de processos industriais envolvem um operador cadastrado.

Apresentam-se a seguir algumas considerações sobre as propriedades destas classes.

Etapas: chave própria, identificação, data e hora do início, quantidade envolvida, texto contendo observação; chaves do produtor, local, linha de produção e container envolvido.

Análise: chave própria, data e hora da coleta, descrição da análise efetuada, resultado obtido; chaves do produtor, local, linha, etapa e operador envolvidos.

Conexao: chaves da linha de produção e das etapas anterior e posterior à conexão.

Container: chave própria, descrição, quantidade, capacidade de armazenamento e unidade; chaves do produtor, local e fornecedor.

Fornecedor: chave própria, dados de identificação (nome, endereço etc); chave do produtor (seu cliente).

Insumo: chave própria, descrição, quantidade adicionada, unidade de medição, identificação de lote de origem; chaves do produtor, local, linha de produção, etapa, fornecedor e operador envolvidos.

Operador: nome do operador, sua chave própria e as chaves do produtor e local de produção aos quais ele está associado.

Processo: chave própria, nome; chaves do produtor e local de produção associados.

Discutem-se com mais detalhes as operações destas classes no item 5.3.4.

Oferecem-se 39 *web services* a partir da manipulação destas classes e da classe *SoapRastreabilidade*, conforme detalhes no Anexo D.

Para maior facilidade do entendimento dos relacionamentos, apresenta-se na Figura 25 um diagrama de objetos contendo um exemplo hipotético. Nele, uma linha de produção abriga uma seqüência de duas etapas. A segunda etapa ocorre em um container de aço inox, fornecido por “Tanques Inox & Cia”. Acrescentaram-se dois insumos (leveduras secas ativas e anidrido sulfuroso) ambos fornecidos por “Insumos para Vinho & Cia”. Aplicou-se um processo industrial (controle de temperatura) e realizou-se uma análise de controle de evolução da fermentação. O mesmo operador participou da análise, do processo industrial e da aplicação dos insumos.

Figura 25 - Exemplo de diagrama de objetos: Etapa e classes correlatas

5.3.3 Lote, Produto, Parametro, Comprador e Venda

Estas classes tratam do final do processo produtivo do vinho. Terminadas as etapas de produção, geram-se lotes de produtos. Decide-se sobre o fornecimento ou não de parâmetros públicos de qualidade. Finalmente, registram-se os produtos gerados através de números de série e as vendas efetuadas a compradores identificados.

Apresenta-se na Figura 26 o diagrama parcial detalhando estas classes.

Os relacionamentos decorrem do diagrama entidades-relacionamentos já mencionado. Resumidamente:

- Cada etapa final de uma linha de produção gera um lote.
- Cada lote pode apresentar zero ou mais parâmetros públicos de qualidade.
- Cada parâmetro público está associado ao resultado de uma análise efetuada

em uma etapa do processo produtivo.

- Cada lote gera diversos produtos, identificados por número de série, aplicáveis a garrafas, caixas e paletes.
- Cada venda efetuada destina um conjunto de unidades de produto a um comprador.

Figura 26 – Diagrama de classes: Lote, Parametro, Produto, Comprador, Venda

Apresentam-se a seguir algumas considerações sobre as propriedades destas classes.

Lote: chave própria, descrição, data e hora da geração; chaves do produtor, local, linha de produção e etapa final.

Parametro: chave própria, descrição, unidade, explicação do significado (para utilização em portais da Internet, que ofereçam acesso a estes parâmetros); chaves do produtor, local, linha de produção, lote e análise envolvidos.

Comprador: chave própria, dados de identificação (nome, endereço etc); chave do produtor.

Produto: número de série de garrafa, caixa e palete; chaves do produtor, lote e venda. No contexto desta modelagem, o produto pode caracterizar-se como uma garrafa (apenas pelo número de série da garrafa), como caixa (apenas pelo número de série da caixa) ou pelo palete (apenas pelo número de série do palete). No entanto, o registro das instâncias dos produtos no SGBD, armazena todas as informações presentes, permitindo recuperar o lote fornecedor a partir de qualquer uma destas informações. Se o produtor não utilizar paletes, não necessitará informar seus números de série. Idem para o caso de caixas, embora isto na prática não ocorra (venda apenas por garrafas). É importante ressaltar que não é possível a ausência de identificação do produto nos três níveis, já que esta é a única maneira de associar unidades do produto com insumos utilizados, fornecedores e compradores, o que a torna obrigatória, inclusive perante a legislação europeia de rastreabilidade.

Venda: Chaves do produtor e comprador; data da venda e documento fiscal envolvido.

Discutem-se com mais detalhes as operações destas classes no item 5.3.4.

Oferecem-se 20 *web services* a partir da manipulação destas classes e da classe *SoapRastreabilidade*, conforme detalhes no Anexo D.

Para facilitar o entendimento dos relacionamentos, apresenta-se na Figura 27 um diagrama de objetos contendo um exemplo hipotético. Nele, a última etapa de uma linha de produção gera um lote (Cabernet Sauvignon 2007). Os produtos deste lote apresentam como parâmetro público de qualidade a informação “Resíduo seco líquido” com o valor 34,7 g/l. Este valor é obtido na análise relacionada com o parâmetro. Um dos muitos produtos gerados neste lote é a garrafa número de série AAF 03622571. Ela está incluída na compra efetuada pelo Restaurante ABC.

Figura 27 - Exemplo de diagrama de objetos: Lote, Produto, Venda, Comprador, Analise

5.3.4 Operações

Nas classes apresentadas anteriormente, definiu-se um grande número de operações. A descrição destas operações e suas funcionalidades é facilitada considerando-se os aspectos comuns compartilhados.

5.3.4.1 Classes ligadas às entidades

Excluídas as classes *SGBD* e *SoapRastreabilidade*, para a denominação das operações das demais classes optou-se pelo uso de nomes ligados a verbos. Na maioria absoluta das classes as operações são:

le_bd(): lê instância da classe no SGBD.

grava_bd(): grava instância da classe no SGBD.

existe(): verifica a existência de instância da classe no SGBD.

lista(): gera lista de chaves de objetos que atendem a algum requisito.

Constituem exceção a esta regra as operações:

recupera():Lote – recupera o lote de onde se originou um determinado produto, identificado por seu número de série e tipo (garrafa, caixa ou palete).

detalha():Vendas – registra no SGBD todos os produtos participantes de uma venda, associando-os ao comprador, produtor e ao processo de venda.

select_db():SGBD – seleciona o banco de dados a ser acessado pelo SGBD e abre uma conexão ativa.

sql():SGBD – executa *query* SQL no banco de dados definido no SGBD.

get_row():SGBD: retorna um registro proveniente de *query* efetuada previamente no SGBD; chamada consecutivamente retorna os demais registros.

close():SGBD – fecha a conexão ativa ao SGBD.

seq():Etapa – função privativa recursiva que permite percorrer seqüências de etapas de produção no sentido inverso.

seq2():Etapa – função privativa recursiva que permite percorrer seqüências de etapas de produção no sentido direto.

5.3.5 Operações da classe *SoapRastreabilidade*

Na classe *SoapRastreabilidade*, as operações definidas permitiram a criação dos *web services* implementados. Embora o número de operações definidas seja elevado (74), a maioria é formada por poucas funções básicas que se aplicam às diversas classes.

Na escolha dos nomes, adotou-se o padrão *classeAção* para designar a operação que provoca no objeto instanciado de *classe* a *Ação*. Por exemplo, na classe *Operador*, temos as operações **operadorExiste()**, **operadorGet()**, **operadorLista()**, **operadorNovo()** e **operadorSalva()**. Este mecanismo se repete para as demais classes. Nem todas as classes apresentam as cinco ações básicas (Existe, Get, Lista, Novo e Salva). Isto ocorre quando não há necessidade de sua utilização no contexto do sistema modelado.

5.4 Web services oferecidos

Os serviços oferecidos correspondem às 74 operações definidas para a classe

SoapRastreabilidade. A funcionalidade e os parâmetros de cada serviço encontram-se descritas no Anexo D.

5.4.1 Serviços básicos

Conforme exposto no item anterior, boa parte destas operações (e, portanto, dos *web services* oferecidos) tem como nome uma associação do tipo *classeAção*, onde *classe* corresponde a cada uma das classes modeladas e *Ação* assume os valores *Existe*, *Get*, *Lista*, *Novo* e *Salva*. De fato, dos 74 serviços oferecidos, 62 seguem esta regra. Discutem-se os doze restantes mais à frente.

Para ilustrar a funcionalidade dos 62 serviços mais comuns, apresentam-se os diagramas de seqüência de cinco destes serviços: *operadorExiste()*, *operadorGet()*, *operadorLista()*, *operadorNovo()* e *operadorSalva()*. A funcionalidade das operações correspondentes em outras classes é praticamente idêntica, assim como seus diagramas de seqüência. Apenas o número de verificações de consistência entre parâmetros varia em função do número destes. No entanto, a mecânica da verificação é a mesma.

5.4.1.1 *operadorExiste()*

Este serviço checa a existência da instância de *Operador*, definida pela chave própria e chaves do produtor e local de produção associados. Vê-se o diagrama de seqüência correspondente na Figura 28.

Figura 28 - Diagrama de seqüência: *operadorExiste()*

Os parâmetros do serviço são a chave do operador, as chaves do local de produção e do produtor associado. Observa-se no diagrama que se verificam a existência do produtor e local de produção (mensagens 2 e 4). Em seguida verifica-se a existência do operador (mensagem 6). Finalmente, checka-se a consistência no valor das chaves armazenadas na instância do objeto (mensagens 7 e 9), ou seja, o valor das chaves armazenadas no objeto instanciado deve ser igual aos parâmetros passados. O diagrama apresentado pressupõe a condição de existência do objeto, resultando na mensagem de retorno “*verdadeiro*” ao final.

5.4.1.2 *operadorGet()*

Este serviço retorna uma instância de *Operador* a partir dos parâmetros passados (chave própria, chaves do produtor e do local de produção). Vê-se o diagrama de seqüência correspondente na Figura 29.

Figura 29 - Diagrama de seqüência: *operadorGet()*

Observa-se no diagrama que se verificam a existência do produtor e local de produção (mensagens 2 e 4). Em seguida verifica-se a consistência entre as chaves do produtor e local (mensagem 6). Finalmente, busca-se o objeto no SGBD (mensagens 8, 9, 10 e 11) retornando-se sua instância como resultado. O diagrama apresentado pressupõe a condição de existência e consistência do objeto.

5.4.1.3 operadorLista()

Este serviço retorna um vetor contendo as chaves de todos os operadores associados a um produtor e local de produção (seus parâmetros). Vê-se o diagrama de seqüência correspondente na Figura 30.

Figura 30 - Diagrama de seqüência: *operadorLista()*

Este serviço aciona diretamente a operação similar definida na classe *Operador*, retornando seu resultado à aplicação cliente.

5.4.1.4 operadorNovo()

Este serviço retorna uma nova instância de *Operador*. O objeto é inicializado com as chaves do produtor e local de produção (seus parâmetros). Vê-se o diagrama de seqüência correspondente na Figura 31.

Figura 31 - Diagrama de seqüência: *operadorNovo()*

Observa-se no diagrama que se verificam a existência do produtor e local de produção (mensagens 2 e 3). Em seguida verifica-se a consistência entre as chaves do produtor e local (mensagem 4). Finalmente, instancia-se o objeto (mensagem 5) que é retornado como resultado do serviço.

5.4.1.5 operadorSalva()

Este serviço salva no SGBD uma instância de *Operador* (seu parâmetro). Vê-se o diagrama de seqüência correspondente na Figura 32.

Figura 32 - Diagrama de seqüência: *operadorSalva()*

Observa-se no diagrama que se verificam a existência do produtor e local de produção (mensagens 2 e 4). Em seguida verifica-se a consistência entre as chaves do produtor e local (mensagem 6). Finalmente, instancia-se o objeto e este é salvo no SGBD (mensagens 9 e 10). Neste diagrama procura-se retratar uma situação normal de objeto consistente, o que traz como retorno a mensagem “*verdadeiro*”.

5.4.2 Serviços complementares

Doze *web services* oferecidos fogem à mecânica exposta no item 5.4.1. Além do mais, estes serviços são extremamente importantes para a implementação da estrutura modelada no sistema. Assim, abordam-se estes serviços nos próximos tópicos com maior nível de detalhes.

5.4.2.1 etapaAnteriores()

Este serviço retorna um vetor com a(s) chave(s) da(s) etapa(s) imediatamente anterior(es) a uma determinada etapa. Os parâmetros são a chave da etapa considerada e as chaves do produtor, local de produção e linha de produção.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 33.

Figura 33 - Diagrama de seqüência: *etapaAnteriores()*

5.4.2.2 etapaConectar()

Este serviço providencia a conexão entre duas etapas em uma linha de produção, gerando uma instância da classe *Conexao* e gravando seu conteúdo no SGBD. Os parâmetros são as chaves das etapas a serem conectadas, do produtor, local de produção e linha de produção.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 34.

Figura 34 - Diagrama de seqüência: *etapaConectar()*

5.4.2.3 etapaEntradas()

Este serviço retorna um vetor contendo todas as seqüências de etapas que terminam em uma dada etapa. Os parâmetros são a chave da etapa considerada, as chaves do produtor, local de produção e linha de produção. No vetor retornado, cada elemento é do tipo *string* composto pelo encadeamento das chaves das etapas que compõem a seqüência, separados pelo caractere '['.

Este serviço utiliza uma função privada recursiva que monta em uma pilha as seqüências de etapas, devolvendo-as ao final.

5.4.2.4 etapaListaDesconexas()

Este serviço retorna um vetor contendo as chaves de todas as etapas que ainda não estejam conectadas a outras. Os parâmetros são as chaves do produtor, local de produção e linha de produção considerados.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 35.

Figura 35 - Diagrama de seqüência: *etapaListaDesconexas()*

5.4.2.5 etapaListaFinais()

Este serviço retorna um vetor contendo todas as chaves situadas no final de seqüências dentro de uma linha de produção. Os parâmetros são as chaves do produtor, local de produção e linha de produção.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 36.

Figura 36 - Diagrama de seqüência: *etapaListaFinais()*

5.4.2.6 etapaListalInicio()

Este serviço retorna um vetor contendo todas as chaves de etapas que se situam no início de uma linha de produção. Os parâmetros são as chaves do produtor, local de produção e linha de produção.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 37.

Figura 37 - Diagrama de seqüência: *etapaListalInicio()*

5.4.2.7 etapaProximas()

Este serviço retorna um vetor contendo as chaves de todas as etapas imediatamente posteriores a uma determinada etapa. Os parâmetros são as chaves da etapa considerada, do produtor, do local de produção e linha de produção.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 38.

Figura 38 - Diagrama de sequência: *etapaProximas()*

5.4.2.8 etapaSaidas()

Este serviço retorna um vetor contendo todas as seqüências de etapas que se iniciam em uma dada etapa. A partir de uma etapa, o produto cartesiano entre as seqüências retornadas por este serviço com aquelas retornadas por *etapaEntradas()* fornece todas as seqüências que passam por uma dada etapa de uma linha de produção.

Os parâmetros são a chave da etapa considerada, as chaves do produtor, local de produção e linha de produção. No vetor retornado, cada elemento é do tipo *string* composto pelo encadeamento das chaves das etapas que compõem a seqüência, separados pelo caractere '|'.

Este serviço utiliza uma função privada recursiva que monta em uma pilha as seqüências de etapas, devolvendo-as ao final.

5.4.2.9 produtoGetLote()

Este serviço, essencial para a recuperação de informações de rastreabilidade, tem como parâmetros os dados de um produto final: *tipo (garrafa, caixa, palete)*, *número de série* e *chave do produtor*.

Seu resultado é a instância de *Lote* correspondente aos parâmetros fornecidos. A

partir do lote, recuperam-se facilmente insumos, processos, análises e fornecedores envolvidos.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 39.

Figura 39 - Diagrama de seqüência: *produtoGetLote()*

5.4.2.10 produtoGetProdutos()

Retorna um vetor com os produtos gerados a partir de um lote. É importante para identificação de produtos gerados a partir de lotes que apresentem algum indício de problema. Os parâmetros são as chaves do produtor e do lote e o tipo do produto (*garrafa, caixa ou paleta*).

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 40. Inicialmente verifica-se a existência do produtor (mensagens 2 e 3) e lote (mensagens 4 e 5). Uma consulta direta ao SGBD retorna as propriedades de cada produto gerado pelo lote (mensagem 6). Para cada conjunto encontrado, uma instancia de produto é gerada (mensagem 7). Ao final, o vetor de produtos é retornado (mensagem 9).

Figura 40 - Diagrama de seqüência: *produtoGetProdutos()*

5.4.2.11 vendaDetalha()

Este serviço grava no SGBD os registros dos produtos incluídos em uma venda. Seus parâmetros são as chaves do produtor, comprador e venda e um vetor de objetos, instâncias de *Produto*, contendo todos os itens vendidos. Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 41.

Figura 41 - Diagrama de seqüência: `vendaDetalha()`

5.4.2.12 `vendaGetCompradores()`

Este serviço retorna um vetor contendo as chaves dos compradores de produtos gerados a partir de um lote. É importante em caso de percepção de lotes afetados por algum problema. Os parâmetros são as chaves do produtor e do lote.

Apresenta-se o diagrama de seqüência na Figura 42.

Figura 42 - Diagrama de seqüência: `vendaGetCompradores()`

5.5 Considerações sobre aplicações clientes

O sistema aqui modelado é um fornecedor de serviços para aplicações clientes. É importante ressaltar que o termo *aplicação cliente* normalmente está relacionado a sistemas desenvolvidos dentro de uma arquitetura cliente-servidor. No caso presente tem-se uma arquitetura orientada a serviços e a distinção entre ambas existe e é notável. No entanto, para facilidade de entendimento adotou-se o termo *aplicação cliente* para designar qualquer software externo ao sistema modelado, e que com ele interaja através dos *web services* oferecidos.

Nos próximos itens deste trabalho apresentam-se, a título de sugestão para a criação de aplicativos clientes que venham a interagir com o sistema de rastreabilidade aqui proposto, alguns diagramas de atividades referentes às situações mais comuns da interação prevista.

5.5.1 Panorama geral

Apresenta-se na Figura 43 um diagrama de atividades que, de um ponto de vista amplo, cobre as utilizações básicas do sistema.

Figura 43 - Diagrama de atividades geral

Iniciam-se os trabalhos com o cadastro do produtor vinícola, locais de produção e linhas de produção. Ao longo do processo produtivo, as diversas etapas de produção serão cadastradas e detalhadas. Ao final do processo, os lotes gerados serão registrados, bem como as vendas efetuadas.

5.5.2 Cadastro de produtores

Apresentam-se na Figura 44 as atividades envolvidas no cadastro de produtores. Junto a cada ação, apresentam-se como comentários os nomes dos *web services* a serem utilizados em sua realização. Apresentam-se três possíveis casos de uso, o cadastro de um produtor novo, a edição de dados de produtor existente ou seu cancelamento.

No primeiro caso cria-se uma nova instância do objeto *Produtor*. Nos dois outros casos, retorna-se a instância existente no SGBD. Em caso de não existência, temos uma condição de exceção. A manipulação das propriedades pode ser feita diretamente no sistema local e a instância criada ou modificada pode ser gravada no SGBD através do serviço *produtorGrava()*.

Figura 44 - Diagrama de atividades: cadastrar produtor

5.5.3 Criação de novas etapas do processo produtivo

Uma das mais freqüentes atividades no processo produtivo é a criação de novas etapas. Este processo ocorre sempre que o conteúdo do produto muda de container. Registram-se no diagrama da figura Figura 45 as atividades envolvidas.

Figura 45 - Diagrama de atividades: Nova Etapa

5.5.4 Atividades relacionadas a uma etapa

Enquanto o vinho produzido é mantido em um mesmo container, ele está mantido

em uma mesma etapa da seqüência de produção. Diversas atividades podem ocorrer durante a vida de uma etapa: insumos podem ser introduzidos, processos industriais aplicados e coletas para análises laboratoriais efetuadas. Apresentam-se estas situações no digrama da Figura 46.

Figura 46 - Diagrama de atividades em uma Etapa

5.5.5 Rastreabilidade por produto e rastreabilidade por incidente

Apresentam-se neste item duas situações em que o controle de rastreabilidade é posto à prova, aqui denominadas como *Rastreabilidade por produto* e *Rastreabilidade por incidente*.

Na rastreabilidade por produto, buscam-se todas as informações mantidas sobre uma unidade do produto, identificado por seu número de série. No sistema modelado, dado uma unidade de produto, podem-se obter os dados sobre todos os insumos utilizados (e seus fornecedores), todos os processos industriais aplicados e

todas as análises laboratoriais efetuadas. O diagrama da Figura 47 ilustra estas atividades.

A partir do número de série do produto, obtém-se o lote que o gerou, através do serviço *produtoGetLote()*. A partir do lote, obtém-se a chave da etapa que o gerou e, a partir desta, obtém-se todas as seqüências de etapas que contribuíram para o lote, através dos serviços *etapaEntradas()* e *etapaGet()*. Caminhando-se por estas seqüências, acessa-se cada etapa e, para cada uma, obtém-se os dados sobre insumos, processos e análises, através dos serviços listados no diagrama. A partir do lote obtém-se também eventuais parâmetros públicos de qualidade que tenham sido registrados.

Figura 47 - Diagrama de atividades: Rastreabilidade por produto

Outra situação crítica para um sistema de rastreabilidade ocorre quando se identifica tardiamente um incidente comprometendo a qualidade do produto em uma etapa intermediária do processo produtivo. Nesta situação é importante saber quais foram

os produtos finais afetados e quem os adquiriu.

O sistema modelado possibilita a resposta a estas questões, conforme o diagrama da Figura 48.

Figura 48 - Diagrama de atividades: Rastreabilidade por incidente

A partir da etapa onde ocorreu o incidente, obtêm-se todas as seqüências que dali se originaram, através do serviço *etapaSaidas()*. Das etapas situadas ao final destas seqüências, obtêm-se os lotes de produtos gerados, com o serviço *loteGet()*. Obtido o lote, chegam-se aos produtos resultantes, pelo serviço *produtoGetProdutos()*. Identificam-se os compradores através dos serviços *vendaGetCompradores()* e *compradorGet()*.

5.5.6 Verificação automática de parâmetros

Em sua absoluta maioria, os *web services* oferecidos recebem chaves de outros objetos como parâmetros. Por exemplo, o serviço *linhaNovo()*, que cria uma nova instância de uma linha de produção, recebe como parâmetros as chaves do produtor e local de produção associados. Em todos os *web services* modelados previu-se a verificação de existência dos objetos associados a chaves fornecidas como

parâmetros bem como a sua coerência mútua. Implantaram-se também estas verificações no protótipo funcional criado.

Assim, sempre que chaves de objetos são passadas como parâmetros de serviços, automaticamente checam-se sua existência e coerência mútua.

O conceito de coerência entre parâmetros está associado à idéia que não é suficiente que os objetos referenciados por chaves existam no SGBD. Também é necessário que eles estejam corretamente relacionados. Por exemplo, no cadastro de linhas de produção, não basta que as chaves do produtor e local fornecidas como parâmetros correspondam a objetos existentes no SGBD. O local de produção referenciado deve obrigatoriamente estar associado ao produtor referenciado. Caso contrário, tem-se uma situação de incoerência no valor das chaves.

5.6 Protótipo funcional

Para avaliação de resultados, criou-se um protótipo funcional que implementa o software aqui modelado. Conforme descrição no item 4.6, desenvolveu-se e testou-se o protótipo em um ambiente com as seguintes características:

- Servidor internet com sistema operacional FreeBSD Unix 6.2.
- Servidor *web* Apache 2.2.6.
- SGBD MySQL 5.0.45.
- Linguagem de programação PHP V.5.2.4.
- SGBD MySQL V.5.0.45.

5.6.1 Implementação dos *web services*

A implementação de *web services* com a utilização de linguagem PHP foi grandemente facilitada com o lançamento da versão 5 da linguagem. Anteriormente, esta implementação devia ser feita através da utilização de rotinas publicadas por terceiros. Neste contexto, o projeto nuSOAP ganhou destaque sendo ainda uma das soluções mais utilizadas (AYALA, 2002). A versão 5 incorporou oficialmente o suporte ao padrão SOAP, com ou sem a utilização de arquivos WSDL.

Sem entrar em maiores detalhes, a implementação prática de *web services* em PHP V.5 ocorre com a criação de uma classe PHP. Então, podem-se converter em *web*

services suas funções públicas. No protótipo criado, as diversas classes modeladas, descritas no item 5.3 foram implementadas. A classe *SoapRastreabilidade* implementou as 74 funções públicas que são a interface para a utilização dos *web services* e que constituem a essência do sistema de informação modelado.

As demais classes que compõem a modelagem do sistema foram codificadas em arquivos individuais.

O código fonte gerado apresenta mais de 4200 linhas de código.

5.6.2 Geração do arquivo WSDL

Optou-se pela utilização de um arquivo WSDL para descrição dos serviços oferecidos, pois além da existência de um serviço de descrição dos serviços oferecidos ser um dos pré-requisitos das arquiteturas SOA, o processo de codificação e utilização dos *web services* fica extremamente facilitado com sua utilização.

Neste momento, manifestou-se o ponto mais problemático da linguagem PHP para sua utilização com o SOAP: com a natureza “livre” dos tipos de variáveis utilizados na linguagem, é impossível a geração automática, a partir de software, de um arquivo WSDL, pois este necessita definir tipos de parâmetros com precisão absoluta. Explicando melhor, uma variável em PHP pode assumir diversos tipos no decorrer da execução de um script. Transformações do tipo *string* para tipos numéricos ou vice-versa ocorrem freqüentemente, na medida em que esta conversão se torna adequada ao contexto de execução do script. Para os adeptos ortodoxos do paradigma da programação orientada a objetos, esta liberdade é um pecado capital. Para outros, como o autor, esta característica, se bem utilizada, torna-se uma benção, pois permite a resolução de problemas práticos encontrados no dia-a-dia do desenvolvimento de software com rapidez e elegância. Para a resolução do problema prático de como gerar o arquivo WSDL sem fazê-lo manualmente, tirou-se partido de uma das maiores vantagens da utilização de software *open source*: a existência de rotinas públicas.

Em seu site Internet, Coe (2006) publica a rotina *WSDL Generator for PHP*, destinada à geração automática de arquivos WSDL a partir dos códigos fontes das classes em PHP. Isto é feito inserindo-se comentários nas definições das

propriedades das classes através de uma sintaxe pré-definida, compatível com a do padrão phpDoc (WENDEL, 2000). Com o uso desta rotina, gerou-se o arquivo *rastreabilidade.wsdl* disponível em <http://soap.abili.com.br/rastreabilidade.wsdl>. Era intenção do autor publicar seu conteúdo em um Anexo deste trabalho. Como suas mais de 1700 linhas ocupariam cerca de 30 páginas, desistiu-se da idéia.

5.6.3 SGBD MySQL

A utilização do MySQL V.5 permitiu a implementação completa das entidades e propriedades definidas neste trabalho, conforme *schema* no Anexo C.

As propriedades e operações definidas na classe *SGBD*, em algum grau revelam a intenção prévia do autor de utilizar o MySQL. Embora a independência entre modelo e implantação seja um dos requisitos do presente trabalho e, em geral, da boa modelagem de software, freqüentemente a modelagem é “conduzida” com vistas a uma implementação que já se sabe, ocorrerá em determinada plataforma. Este foi um destes casos e, por esta razão, no protótipo construído renomeou-se a classe *SGBD* para *MySQL*, sem alterações nas propriedades e operações modeladas.

Apresenta-se no diagrama da Figura 49 uma visão geral da arquitetura empregada para a implantação do protótipo funcional.

Figura 49 - Diagrama de implantação do protótipo funcional

5.6.4 Testes do protótipo

Efetuaram-se os testes do protótipo construído com uma ferramenta de software *open source* denominada *SOAP Client V.1.6.3.1* (DITCHENDORF, 2006), e com a construção de outros protótipos em linguagem PHP para a chamada dos *web services* definidos e verificação dos resultados obtidos.

Apresenta-se na Figura 50 um exemplo de tela do *SOAP Client*, obtido durante teste do serviço *produtoGetLote()*. Na parte superior da tela digitaram-se os valores para *tipo*, *id*, e *kprodutor*. Na parte inferior, tem-se a mensagem XML com o envelope SOAP enviado ao servidor.

Figura 50 – SOAP Client: Requisição SOAP

A utilização desta ferramenta permitiu que se testassem com sucesso todos os *web services* implementados em seu ambiente operacional. Realizaram-se simulações de situações típicas do processo produtivo com êxito.

Na Figura 51 apresenta-se o resultado da chamada anterior na mesma ferramenta.

Figura 51 - SOAP Client: Resposta SOAP

Os parâmetros de chamada do serviço permanecem na parte superior da tela. Na parte inferior está a mensagem SOAP em XML, contendo os dados do lote retornado (chave própria, chave do produto, chave do local, chave da linha de produção, chave

da etapa, data/hora da geração do lote, descrição e status).

Pretendia-se construir um segundo protótipo configurado como aplicação cliente do sistema modelado. Este protótipo deveria funcionar a partir da Internet e, através dele, a criação de um sistema completo de rastreabilidade vinícola poderia ser configurada e testada.

Este segundo protótipo não chegou a ser concluído. A indisponibilidade de dados reais para testes no segundo semestre de 2007, cobrindo todo o processo produtivo de uma safra (que se inicia em fevereiro/março) foi um dos motivos para que se postergasse sua construção em favor de outros aspectos do protótipo efetivamente construído. No entanto, construíram-se e testaram-se com sucesso algumas rotinas isoladas deste segundo protótipo.

5.7 Conclusão

Ao final deste capítulo, deve-se ressaltar a importância da modelagem do processo produtivo do vinho e das definições de entidades e relacionamentos, apresentadas no item 5.2, pois a partir delas chegou-se naturalmente à modelagem do sistema de informação proposto.

6 CONCLUSÕES

Ao final desse trabalho, apresentam-se os resultados e conclusões obtidos após a modelagem do sistema e a construção do protótipo funcional. Trazem-se ainda considerações do autor sobre a continuidade do trabalho.

6.1 Atendimento a requisitos

Um critério tradicional para avaliação de software é a verificação do atendimento a requisitos. Vale ressaltar que esta verificação é um processo longo e que demanda intenso trabalho de utilização e verificação sistemática de resultados. Dadas as características do trabalho de pesquisa aqui realizado, este processo não pode ser efetuado em toda a sua extensão, particularmente pela ausência de dados “reais” obtidos em uma cantina em produção. Assim, ainda que não se possa atestar o atendimento de requisitos no contexto do sistema modelado, vale ressaltar que nos testes efetuados com o protótipo funcional, não se encontrou nenhuma falha na modelagem de dados e na modelagem e relacionamento de classes que pudessem comprometer uma futura implantação do sistema baseada no modelo proposto. A simulação de cadastro de produtores, locais de produção, linhas de produção, etapas, lotes, produtos finais e vendas transcorreu sem dificuldades.

Quanto aos requisitos, no contexto do sistema, pode-se imaginar uma classificação abrangendo requisitos legais, ligados ao marketing de produto e não funcionais.

6.2 Requisitos legais

Conforme exposto no Capítulo 1, os países integrantes da Comunidade Européia exigem, desde janeiro de 2005, que todos os produtos alimentícios neles comercializados possuam registros de rastreabilidade. O Regulamento (CE) 178/2002 determina que cada unidade de produto esteja devidamente identificada por número de série único. Além disso, o produtor deve poder informar para cada unidade de produto:

- Todos os insumos efetivamente empregados.
- Todos os fornecedores destes insumos.

- O comprador do produto.

O principal requisito imposto a este sistema é a capacidade de atender a estas demandas, aspecto em que se obteve pleno êxito. O sistema modelado permite resposta segura a estes três pontos conforme as atividades apresentadas no item 5.5.5.

Isto torna o sistema eficiente e funcional, segundo a legislação europeia.

6.3 Requisitos de marketing de produto

Conforme discussão no Capítulo 1, a inclusão de determinados dados na massa de informações coletadas durante o processo produtivo do vinho permite a divulgação de resultados que auxiliam diretamente o marketing do produto.

No sistema modelado, criou-se deliberadamente um mecanismo de registro de parâmetros públicos de qualidade para utilização, por exemplo, em portais na Internet de produtores ou suas associações, nos moldes do que já é feito pelos consórcios europeus anteriormente citados.

A inclusão de dados geográficos nos cadastros de fornecedores e locais de produção torna possível a utilização destas informações junto a sistemas de informações geográficas, como o Google Maps (GOOGLE, 2007b) ou Google Earth (GOOGLE, 2007a), contribuindo para o incentivo a atividades ligadas ao enoturismo e o conseqüente fortalecimento das marcas.

O registro de dados de análises laboratoriais efetuadas fornece aos produtores e enólogos um recurso adicional para a solicitação das indicações geográficas, pois tanto a *Denominação de Origem Controlada* como a *Indicação de Procedência* são solicitadas fornecendo-se, dentre outras informações, parâmetros de qualidade, seja para a definição de limites de aceitação ou para a caracterização do produto.

O sistema modelado é capaz de registrar e fornecer estas informações.

6.3.1 Requisitos não funcionais

Dentre os requisitos não funcionais mais relevantes estão aqueles ligados ao desempenho do software. No caso específico do sistema modelado, é fácil perceber tratar-se de um sistema que leva a um número relativamente baixo de transações.

Do lado dos produtores, é razoável supor que os registros diários que envolvam operações nas etapas de produção em uma cantina cheguem, excepcionalmente, à ordem de dezenas. Mesmo que vários produtores sejam usuários do sistema, pode-se afirmar que o tráfego de mensagens SOAP será reduzido.

Considerando-se os usuários de serviços pelo lado público, ou seja, clientes interessados na obtenção de parâmetros públicos de qualidade e demais informações de marketing, ligados à uma determinada garrafa, este número é mais difícil de se imaginar. Na estimativa pessoal do autor, baseada em uma experiência de onze anos na administração de portais na Internet, um volume razoável de solicitações diárias pode girar em torno de cem a duzentas, o que também geraria um volume reduzido de utilizações do serviço.

Outros requisitos ligados à qualidade de serviço podem ser atendidos com mais facilidade. Não existem serviços críticos no sentido de atendimento em tempo real. Políticas de recebimento e re-envio de mensagens podem ser tratadas sem maiores dificuldades nas aplicações clientes.

6.4 Aspectos a serem aperfeiçoados, que exigem verificação em prazos maiores ou que demandam maiores pesquisas

Certos aspectos necessitam aperfeiçoamento ou aprofundamento da pesquisa. Alguns deles já eram previstos e outros se revelaram durante o desenvolvimento e os testes do protótipo. Alguns são inerentes à modelagem adotada e outros decorrem de decisões tomadas na criação do protótipo funcional e se aplicam somente a ele.

6.4.1 Qualidade do serviço e segurança

Conforme exposto no item 4.5, optou-se por não abordar os aspectos de qualidade do serviço e segurança dos dados na presente pesquisa. No entanto, para que o sistema modelado venha a ser implementado e utilizado pela comunidade produtora, o tratamento adequado desta questão é essencial. Quantificar a segurança necessária para este tipo de sistema é um ponto a ser aprofundado na pesquisa. A utilização de SSL com autenticação bi-lateral entre o sistema de rastreabilidade e os

aplicativos clientes parece ser uma solução efetiva para o contexto de aplicação do sistema. A utilização de tecnologias do WS-Security pode ser uma alternativa. Tecnologias relativas a outras áreas de QoS deverão ser pesquisadas.

6.4.2 Validação do modelo do processo produtivo

O sistema aqui modelado e todos os *web services* propostos pressupõem a validade do modelo do processo produtivo adotado. O uso continuado do protótipo funcional poderá colaborar para a sua validação. No caso de alterações deste modelo, adaptações correspondentes na modelagem poderão ser necessárias. Nos testes efetuados, não se encontrou nenhuma situação que sugerisse esta necessidade.

6.4.3 Tratamento de exceções

As condições de exceção (erros) durante a execução dos *web services* devem receber atenção e cuidado na implementação. Uma evolução da modelagem adotada poderia transformar os resultados de serviços que retornam tipos booleanos, para objetos que, no caso de ocorrência de erros, fornecessem em sua estrutura maiores informações sobre o problema.

6.4.4 Soluções mais eficientes para o tráfego de mensagens

Algumas mensagens SOAP, particularmente as que enviam ou recebem vetores de objetos como resultado ou parâmetro talvez possam se beneficiar caso outras estruturas de dados sejam utilizadas. Dois serviços podem servir de exemplo para esta situação: *vendaDetalha()* e *produtoGetProdutos()*. O primeiro recebe um vetor de objetos *Produto* com grande quantidade de elementos. O segundo retorna um vetor semelhante como resultado. Talvez a utilização de um arquivo XML contendo estas informações em conjunto com o protocolo SOAP with Attachments possa ser uma solução mais eficiente. Este é um ponto a ser pesquisado.

6.4.5 Independência de plataformas

Um dos requisitos do sistema proposto é a sua independência quanto à plataforma empregada, principalmente no que diz respeito aos aplicativos clientes. A verificação do atendimento a este requisito é problemática, pois pressupõe a criação, utilização e testes de aplicativos clientes em múltiplas plataformas. Este é um ponto que poderá ser verificado em futuras implementações do sistema.

6.4.6 Utilização coletiva

Uma das idéias centrais para o sistema modelado, que pareceram mais interessantes aos olhos do autor, foi o de sua utilização coletiva. Esta possibilidade fez com que se migrasse da idéia de um software destinado a atender a uma vinícola em particular, para um sistema destinado a atender uma comunidade de produtores. Foi esta idéia que levou à utilização de uma arquitetura SOA e a um desenvolvimento baseado em sistemas *web*.

Conforme exposto previamente, as vantagens desta idéia são várias, passando pelo compartilhamento de custos e benefícios da implantação, bem como do valor agregado comum proveniente dos benefícios que podem ser obtidos pela atuação de associações de produtores.

No entanto, no decorrer dos três anos em que esta pesquisa foi realizada, em vários contatos com representantes da indústria vinícola brasileira, este aspecto mostrou-se o mais polêmico do projeto. Em várias situações foi perceptível certo incômodo nos representantes dos produtores, trazido por este conceito.

O receio básico é o acesso indevido a informações entre produtores. Certamente é possível implantar um sistema a partir da modelagem aqui proposta que seja imune a tais situações. Restam, porém, dois problemas. O primeiro é convencer os produtores que isto é verdade. O segundo é que algum usuário do sistema terá prerrogativas de administrador e como tal, poderá efetuar esta troca de informações. A aceitação do modelo de uso coletivo por um grupo de produtores é um ponto a ser aprofundado na pesquisa. Se o futuro mostrar que esta idéia é impraticável, a modelagem do sistema pode ser modificada sem grandes dificuldades, para uma situação de uso individual.

6.4.7 Complementação dos serviços oferecidos

Os 74 serviços oferecidos pelo sistema apresentam o que se chama de granularidade fina, ou seja, lidam com aspectos básicos de manutenção das entidades envolvidas no sistema. Operações, como instanciação, gravação e leitura no SGBD, verificação de existência de entidades e coerência de parâmetros constituem o cerne da absoluta maioria dos serviços oferecidos. Esta granularidade baixa se justifica dada a manipulação de tais entidades no nível em que isto se faz necessário.

Dois pontos adicionais merecem verificação posterior mais acurada. Em primeiro lugar, mesmo no nível de granularidade adotado, a existência de outros *web services* poderia facilitar a implementação de sistemas baseados na modelagem sugerida. Em segundo lugar, olhando o sistema do ponto de vista do mercado consumidor de vinho, a existência de serviços que apresentem menor granularidade e que possam proporcionar informações estruturadas mais adequadas a este mercado pode vir a ser uma necessidade. Para a definição de serviços desta categoria, é necessário um maior conhecimento sobre o mercado do vinho, o que foge ao escopo do presente trabalho.

6.5 Perspectivas para continuidade do trabalho

As necessidades de utilização de um sistema como o aqui proposto são imediatas, dada a legislação dos países da Comunidade Européia. A atual flexibilidade no atendimento a estas exigências é uma situação pontual, que provavelmente decorre do baixo volume de exportações de vinho brasileiro. O aumento destes volumes, ainda que restrito a alguns nichos como o do vinho espumante, que tem se mostrado um produto brasileiro bem aceito no mercado mundial, pode fazer com que o cumprimento a esta demanda seja imediatamente exigido. Esta obrigatoriedade deixaria muitos produtores brasileiros fora do mercado internacional se adotada no momento em que se redigiu esse trabalho (2º semestre de 2007).

Justifica-se, portanto, a continuidade do desenvolvimento do sistema aqui apresentado. Sua evolução poderá dar origem a produtos que venham a ser efetivamente adotados pela indústria vinícola brasileira, capacitando-a sob o ponto

de vista da rastreabilidade, para sua atuação no mercado internacional. Ao mesmo tempo, informações desejadas pelo público consumidor poderiam estar ao seu dispor, aumentando o valor agregado do produto brasileiro.

Para a continuidade do trabalho, o autor sugere que os aspectos apresentados nos itens seguintes sejam abordados na ordem apresentada. Os tópicos sugeridos nos itens 6.4.3 e 6.4.4 também devem ser considerados.

6.5.1 Modelo de utilização

A definição do modelo de utilização (coletivo ou individual) deve ocorrer em primeiro lugar, pois ele afeta toda a modelagem inclusive nas exigências de qualidade de serviço e segurança, que podem ser menos rigorosas no caso de utilização individual. Esta questão precisa ser verificada junto à comunidade produtora. Sistemas eficientes e seguros podem ser modelados e implantados em ambos os modelos. Esta decisão não é técnica, mas comercial e deve atender a uma demanda de mercado, onde os clientes são os produtores vinícolas brasileiros.

6.5.2 Qualidade do serviço e segurança

Mesmo que se opte por um modelo de utilização individual, aspectos de segurança e qualidade do serviço deverão ser pesquisados. No modelo de uso coletivo, ela torna-se extremamente importante, tanto para garantir a autenticação de usuários, como para garantir a integridade e privacidade dos dados. Recomenda-se maior atenção a outras questões ligadas à qualidade do serviço.

6.5.3 Validação do modelo produtivo adotado

Se o modelo do processo produtivo aqui adotado for validado, a modelagem aqui proposta poderá levar a implantação segura de sistemas de rastreabilidade funcionais. Eventuais alterações poderão ser acolhidas no modelo.

6.6 Aplicação a outros domínios

Finalizando, devem-se tecer algumas considerações sobre a possível utilização do sistema aqui modelado junto a outros domínios. Esta possibilidade ocorreu ao autor em diversos momentos do trabalho e merece pesquisa mais aprofundada.

A idéia central ligada ao conceito de etapa de produção aqui adotado é que, enquanto uma massa de um produto homogêneo permanece depositado em um container, seu histórico de rastreabilidade pode ser tratado como único.

Assim, parece razoável supor que o sistema de rastreabilidade aqui proposto possa ser aplicado a produtos como líquidos, pós, grãos e assemelhados. No caso do vinho, uma ressalva importante decorre do fato de que nunca um container fica parcialmente cheio, pois esta situação levaria à oxidação e perda do produto. No entanto, esta situação pode ocorrer com outros tipos de produtos e as conseqüências deste fato podem levar à necessidade de ajustes no modelo do processo produtivo e/ou na modelagem do sistema de informação.

6.7 Conclusão

Concluída a pesquisa, chegou-se a um modelo do processo produtivo do vinho que possibilitou a modelagem de um sistema de informação adequado ao registro e manutenção de informações de rastreabilidade. Este modelo, concebido para utilização em uma arquitetura computacional orientada a serviços, dentro de um contexto de utilização coletiva, foi o objetivo do trabalho que pode-se afirmar ter chegado a bom termo. A utilização da modelagem aqui apresentada poderá dar origem a novas pesquisas sobre o tema, inclusive com aplicações junto a outros domínios, bem como ao desenvolvimento de sistemas dedicados a esta área, o que, conforme se expôs ao longo do trabalho, poderá ser uma significativa contribuição para a atividade dos produtores vinícolas brasileiros.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, J. O. A. **Os Segredos do Vinho Para Iniciantes e Iniciados** Os Segredos do Vinho Para Iniciantes e Iniciados. 1ª ed. São Paulo: Mescla Editorial, 2005, 505 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 22000: Sistemas de gestão da segurança de alimentos - Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos**. Rio de Janeiro, 2006, 35 p.
- ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE VINHOS FINOS DO VALE DOS VINHEDOS, APROVALE. **Vale dos Vinhedos tem Identidade**. Bento Gonçalves: 2006. Divulga a concessão de "Indicação de Procedência" a certos vinhos produzidos no Vale dos Vinhedos, Bento Gonçalves, RS. Disponível em: <http://www.valedosvinhedos.com.br/conteudo.asp?sSecao=aprovale&sSubSecao=indicacao&sTipo=texto&sCodTexto=IPVV_didatico>. Acesso em: 01 set. 2006.
- AYALA, D. **NuSOAP - SOAP Toolkit for PHP**. 2002. Web site do projeto NuSOAP mantido no SourceForge. Disponível em: <http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=57663>. Acesso em: 11 Nov. 2007.
- BABCOCK, B. A.; CLEMENS, R. **Geographical Indications and Property Rights: Protecting Value-Added Agricultural Products**. Ames: Midwest Agribusiness Trade Research and Information Center, Iowa State University, 2004. 49 p.
- BBC NEWS. **Wine contamination prompts recall**. 2006. Notícia de retirada de produto do mercado. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/1/hi/uk/3919003.stm>>. Acesso em: 26 out. 2006.
- BECHINI, A. et al. A General Framework for Food Traceability. In: The 2005 Symposium on Applications and the Internet Workshops, 2005, Trento. **Proceedings...** Trento: IEEE Computer Society, 2005.
- BERNARD, A. et al. The Belgian PCB/Dioxin Incident: Analysis of the Food Chain Contamination and Health Risk Evaluation. **Environmental Research**, Amsterdam, v. 88, n. 1, p. 1-18, 2002.
- BOEHM, B. W. A Spiral Model of Software Development and Enhancement. **Computer**, Los Alamitos, v. 21, n. 5, p. 61-72, 1988.
- BRASIL. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Define as condições para a concessão de indicações geográficas no Brasil. **Resolução INPI nº 075/2000**. 28 de Novembro de 2000.
- BROWN, A.; JOHNSTON, S.; KELLY, K. **Using Service-Oriented Architecture and Component-Based Development to Build Web Service Applications**. 2002. Disponível em: <<http://download.boulder.ibm.com/ibmdl/pub/software/dw/rational/pdf/2169.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2007.
- CERAMI, E. **Web Services Essentials**. 1a. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2002, 304 p.

- CIMINO, M. G. C. A. et al. Cerere: an Information System Supporting Traceability in the Food Supply Chain. In: Seventh IEEE International Conference on E-Commerce Technology Workshops, 2005, Hong Kong. **Proceedings...** Hong Kong: IEEE Computer Society, 2005.
- COE, K. **Automatic WSDL Generation in PHP 5**. 2006. Rotina PHP para criação automática de arquivos WSDL. Disponível em: <<http://www.djkaty.com/drupal/php-wsdl>>. Acesso em: 01 ago. 2007.
- COMISSÃO DE VITICULTURA DA REGIÃO DOS VINHOS VERDES. **Vinho Verde em Portugal**. Porto: 2006. Apresenta dados de vinhos verdes, obtidos por rastreabilidade, a partir do número de série das garrafas. Disponível em: <<http://www.vinhoverde.pt/>>. Acesso em: 01 set. 2006.
- CONNOLLY, M.; O'REILLY, F. Sensor Networks and the Food Industry. In: Workshop on Real-World Wireless Sensor Networks, 2005, Stockholm. **Proceedings...** Stockholm: 2005.
- CONSORZIO DEL VINO BRUNELLO DI MONTALCINO. **Consorzio del Vino Brunello di Montalcino**. Montalcino: 2006. Apresenta dados do vinho Brunello di Montalcino, obtidos por rastreabilidade, a partir dos números de série das garrafas. Disponível em: <<http://www.consorziobrunellodimontalcino.it>>. Acesso em: 01 set. 2006.
- CURBERA, F. et al. Unraveling the Web Services Web - An Introduction to SOAP, WSDL, and UDDI. **IEEE Internet Computing**, New York, v. 6, n. 2, p. 86-93, 2002.
- CURBERA, F. et al. The next step in Web services. **Communications of the ACM**, New York, v. 46, n. 10, p. 29-34, 2003.
- DIMARA, E.; SKURAS, D. Consumer Evaluations of Product Certification, Geographic Association and Traceability in Greece. **European Journal of Marketing**, Bingley, v. 37, n. 5/6, p. 690-705, 2003.
- DITCHENDORF, T. **Mac SOAP Client**. 2006. Site internet da ferramenta SOAPClient. Disponível em: <<http://www.ditchnet.org/soapclient>>. Acesso em: 04 Ago. 2007.
- ENDREI, M. et al. **Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services** Patterns: Service-Oriented Architecture and Web Services. 1ª ed. Armonk: IBM Corporation, 2004, 348 p.
- ERL, T. **Service-Oriented Architecture** A Field guide to Integrating XML and Web Services. 1ª ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2004, 560 p.
- FIALHO, F. B.; GUERRA, C. C. **Rastreabilidade** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <ogogli@abili.com.br> em 02 jul. 2007.
- FOOD STANDARDS AGENCY, UK. **Lidl trade withdrawal of Australian Creston Bay brand Cabernet Shiraz red wine 0.75L bottles**. 2003. Determinação de retirada do mercado. Disponível em: <<http://www.food.gov.uk/enforcement/alerts/2003/nov/creston>>. Acesso em: 26 out. 2006.
- . **Product withdrawal of Ernest & Julio Gallo Turning Leaf Sauvignon**

- Blanc.** 2004. Determinação de retirada do mercado. Disponível em: <<http://www.food.gov.uk/enforcement/alerts/2004/jul/fhwturningleafwine>>. Acesso em: 26 out. 2006.
- FOWLER, M. **UML Distilled** A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language. 3a. ed. Boston: Addison-Wesley Professional, 2003, 208 p.
- GOGLIANO SOBRINHO, O.; CUGNASCA, C. E. Rastreabilidade na Cadeia Produtiva do Vinho Brasileiro. **Revista Brasileira de Agroinformática - RBIAgro**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 44-57, 2005.
- GOGLIANO SOBRINHO, O.; CUGNASCA, C. E.; CUNHA, G. J. Developing A Software Framework For Traceability In The Brazilian Wine Supply Chain - A Challenge For Producers. In: Computers in Agriculture and Natural Resources, 2006, Orlando, FL, EUA. **Proceedings...** Orlando, FL, EUA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 506-511.
- GOLAN, E. et al. **Traceability in the U.S. Food Supply: Economic Theory and Industry Studies**. Washington: United States Department of Agriculture, 2004. 48 p.
- GONZALEZ, J. L. S.; STANEV, D. A.; SOUSA, F. T. **Aplicações de Rastreabilidade e Serviços para Vinhos**. 2007. 88 p. Trabalho de conclusão de curso - Escola Politécnica da USP. São Paulo,
- GOOGLE. **Google Earth**. 2007a. Site Internet do software Google Earth e serviços associados. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acesso em: 01 out. 2007.
- . **Google Maps**. 2007b. Site Internet do serviço Google Maps. Disponível em: <<http://maps.google.com.br>>. Acesso em: 01 out. 2007.
- GS1 **Wine Supply Chain Traceability - EAN-UCC Standards Application Guideline**. Brussels: EAN International, 2005.
- GUERRA, C. C. **Documento final em anexo**. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <ogogli@abili.com.br> em 28 dez. 2007.
- HONDO, M.; NAGARATNAM, N.; NADALIN, A. J. Securing Web services. **Communications of the ACM**, New York, v. 41, n. 2, p. 228–241, 2002.
- INGENSAND, J.; CALOZ, R.; PYTHOUD, K. Creating an Interactive Network for Wine-cultivation. In: Inaugural Nordic Geographers Meeting, 2005, Lund. **Proceedings...** Lund: 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO, IBRAVIN. **Brasil Vitivinícola**. Bento Gonçalves: 2006. Apresenta dados sobre o mercado vitivinícola brasileiro. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/pronac.htm>>. Acesso em: 01 set. 2006.
- JARDIM-GONÇALVES, R.; GRILO, A.; STEIGER-GARCAO, A. Challenging the interoperability between computers in industry with MDA and SOA. **Computers in Industry**, Amsterdam, v. 57, n. 8-9, p. 679-689, 2006.
- JONASSON, I.; SÖDERSTRÖM, E.; WANGLER, B. What can you do with a frozen

leg of lamb? Connecting products and information services in a web-based environment. In: SSGRR 2002, International Conference on Advances in Infrastructure for e-Business, e-Education, e-Science, and e-Medicine on the Internet, 2002, E'Aquila. **Proceedings...** E'Aquila: 2002.

KNIGHT, W. Security - built-in or bolted-on to the SOA? **Infosecurity Today**, Oxford, v. 2, n. 2, p. 38-40, 2005.

KOGUT, B.; METIU, A. Open-Source Software Development and Distributed Innovation. **Oxford Review of Economic Policy**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 248-264, 2001.

LATOUCHE, K.; RAINELLI, P.; VERMERSCH, D. Food Safety Issues and the BSE Scare: Some Lessons from the French Case. **Food Policy**, Amsterdam, v. 23, n. 5, p. 347-356, 1998.

LEIWO, J.; GAMAGE, C.; ZHENG, Y. Organizational Modeling for Efficient Specification of Information Security Requirements. In: Advances in Databases and Information Systems: Third East European Conference, ADBIS'99, 1999, Maribor. **Proceedings...** Maribor: Springer Berlin / Heidelberg, 1999. p. 247-260.

LO BELLO, L.; MIRABELLA, O.; TORRISI, N. Modelling and Evaluating traceability systems in food manufacturing chains. In: 13th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2004, Modena. **Proceedings...** Modena: IEEE Computer Society, 2004.

———. A General Approach to Model Traceability Systems in Food Manufacturing Chains. In: 10th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 2005. ETFA 2005, 2005, Catania. **Proceedings...** Catania: IEEE Computer Society, 2005. p. 207-214.

MACHADO, R. T. M. **Rastreabilidade, Teoria da Informação e Coordenação de Sistemas Agroindustriais**. 2000. 224 p. Tese (doutorado) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo, 2000.

MARIN, F. R. et al. **Zoneamento Pedoclimático da Vitivinicultura no Estado de São Paulo**. 2005. Site Internet do projeto que apresenta o zoneamento da viticultura voltado à produção de uvas para vinhos de qualidade no Estado de São Paulo, considerando características de solo e de clima. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/zonvinho/Menu.html>>. Acesso em: 22 out 2007.

MAYNARD, C.; CHARTERS, G.; PETERS, M. **Access an enterprise application from a PHP script**. 2005. Artigo técnico da série developerWorks da IBM. Disponível em: <<http://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-phpws/>>. Acesso em: 01 Dez. 2007.

MCINTOSH, R. L. Open-Source Tools for Distributed Device Control Within a Service-Oriented Architecture. **Journal of the Association for Laboratory Automation**, Amsterdam, v. 9, n. 6, p. 404-410, 2004.

MELLO, L. M. R. **Produção e Comercialização de Uvas e Vinhos – Panorama 2005**. Bento Gonçalves: 2006a. Traz informações sobre a produção e consumo de uvas e vinhos no Brasil, no ano de 2005. Disponível em:

<<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/panorama2005-producao.pdf>>. Acesso em: 01/09/2006.

———. **Atuação do Brasil no mercado vitivinícola mundial - Panorama 2005.**

Bento Gonçalves: 2006b. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/panorama2005-mercado.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2007.

MIOLO, A. Novas regiões: vinho de clima tropical. In: X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 2003, Bento Gonçalves. **Proceedings...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 141-144.

MOE, T. Perspectives on traceability in food manufacture. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 5, p. 211-214, 1998.

MYSQL AB. **MySQL AB :: The world's most popular open source database.**

Uppsala: 2007. Site Internet oficial do MySQL, popular sistema gerenciador de banco de dados. Disponível em: <<http://www.mysql.com>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.

NAEDELE, M. Standards for XML and Web Services Security. **Computer**, Los Alamitos, v. 36, n. 4, p. 96-98, 2003.

NATALE, O. R.; GLIELMO, L.; VASCA, F. Data Modeling for Batch Processes Data with Application to Winemaking. In: 44th IEEE Conference on Decision and Control, 2002, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas: 2002.

NETCRAFT. **Netcraft: December 2007 Archives.** 2007. Dados estatísticos sobre o mercado Internet em Dezembro de 2007, publicados pela empresa Netcraft. Disponível em: <<http://news.netcraft.com/archives/2007/12/index.html>>. Acesso em: 15 Jan. 2008.

NEXEN.NET. **PHP stats evolution for November 2007.** 2007. Dados estatísticos sobre utilização da linguagem PHP em novembro de 2007 em sites Internet. Disponível em: <http://www.nexen.net/chiffres_cles/phpversion/17875-php_stats_evolution_for_november_2007.php>. Acesso em: 15 Jan. 2008.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **Object Management Group - UML.** Needham: 2007. Web site do Object Management Group, responsável pela especificação e padronização da UML. Disponível em: <<http://www.uml.org/>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, OIV. **Vin: Consommation en Litres par Habitant de Vin Toutes Categories.** Paris: 2006. Dados de consumo de vinho per-capita, por país. Disponível em: <http://data.oiv.int/pls/oiv/pk_stats2.p_resultat>. Acesso em: 01 set. 2006.

———. **Situation du Secteur Vitivinicole Mondial en 2004.** Paris: 2007. Disponível em: <http://news.reseau-concept.net/images/oiv_uk/Client/Stat_2004_FR.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2007.

ORGANIZATION FOR THE ADVANCEMENT OF STRUCTURED INFORMATION STANDARDS, OASIS. **Modelo de Referência para Arquitetura Orientada a Serviço 1.0.** Billerica: 2006a. Tradução p/ o português do modelo de referência SOA da OASIS. Disponível em: <<http://www.pcs.usp.br/~pcs5002/oasis/soarm->

csbr.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2006.

- . **Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0**. Billerica: 2006b. Proposta de modelo de referência para a arquitetura SOA. Disponível em: <<http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19361/soa-rm-cs.pdf>>. Acesso em: 01/09/2006.
- . **UDDI - Online community for the Universal Description, Discovery and Integration**. 2007. Site Internet de referência para a tecnologia UDDI, mantido pelo OASIS. Disponível em: <<http://uddi.xml.org>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.
- PACHECO, A. O. **Iniciação à Enologia**. 3ª ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 1995, 175 p.
- PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPÉIA. **Regulamento (CE) Nº 178/2002**, 2002. Determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos em matéria de segurança dos gêneros alimentícios. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. 1 de Fevereiro de 2002.
- PROTAS, J. F. S. **Programa de Desenvolvimento Estratégico da Vitivinicultura do Rio Grande do Sul - Visão 2025**. Bento Gonçalves: 2006. Proposta de programa de desenvolvimento para a indústria vitivinícola brasileira. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/visao2025.doc>>. Acesso em: 01 set. 2006.
- RICHARDSON, O. Wine marketing: modelling the ethics of the wine industry using qualitative data. **Qualitative Market Research: An International Journal**, Bingley, v. 8, n. 4, p. 440-453, 2005.
- ROSENBERG, J.; REMY, D. L. **Securing Web Services with WS-Security**. Indianapolis: Sams Publishing, 2004, 408 p.
- STRANDBERG, B.; HITES, R. A. Concentration of Organochlorine Pesticides in Wine Corks. **Chemosphere**, Amsterdam, v. 44, p. 729-735, 2001.
- THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION. **Welcome! - The Apache Software Foundation**. 2007. Site e referência oficial do servidor *web* Apache. Disponível em: <<http://www.apache.org>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.
- THE EUROPEAN FEDERATION OF WINE & SPIRIT IMPORTERS AND DISTRIBUTORS, EFWSID **A Voluntary Code of Practice for Traceability in the Wine Sector (incorporating standards of hygiene)**. Londres: EFWSID - The European Federation of Wine & Spirit Importers and Distributors, 2001.
- THE FREEBSD FOUNDATION. **The FreeBSD Project**. 2007. Site oficial do FreeBSD Unix, sistema operacional mantido pelo The FreeBSD Foundation. Disponível em: <<http://www.freebsd.org>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.
- THE PHP GROUP. **PHP: Hypertext Preprocessor**. 2007. Site oficial da linguagem PHP e sua especificação, mantido pelo The PHP Group. Disponível em: <<http://www.php.net>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.
- TIAN, M. et al. A Concept for QoS Integration in Web Services. In: Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering Workshops, 2003, Roma. **Proceedings...** Roma: IEEE Computer Society, 2003. p. 149-155.

- TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meterology**, Amsterdam, v. 124, n. 1-2, p. 81-97, 2004.
- TRACHTENBERG, A. **Upgrading to PHP 5**. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2004, 348 p.
- TRACHTENBERG, A.; SKLAR, D. **PHP Cookbook**. 2a. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2006, 810 p.
- VARGA, J.; KOZAKIEWICZ, Z. Ochratoxin A in Grapes and Grapederived Products. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 17, p. 72-81, 2006.
- WENDEL, U. **PHPDoc**. 2000. Site internet do projeto phpDoc. Disponível em: <<http://www.phpdoc.de>>. Acesso em: 02 Nov. 2007.
- WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **SOAP Messages with Attachments**. 2000. Site Internet da especificação de SOAP Messages with Attachments. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/SOAP-attachments>>. Acesso em: 01 dez. 2007.
- WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. **Extensible Markup Language (XML)**. Cambridge: 2007a. Site Internet da especificação da Extensible Markup Language (XML), mantido pelo W3C. Disponível em: <<http://www.w3.org/XML/>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.
- . **SOAP Specifications**. Cambridge: 2007b. Site Internet da especificação do protocolo SOAP, mantido pelo W3C. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/soap/>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.
- . **Web Services @ W3C**. Cambridge: 2007c. Site Internet da especificação dos Web Services, mantido pelo W3C. Disponível em: <<http://www.w3.org/2002/ws/>>. Acesso em: 01 Ago. 2007.
- . **Web Services Description Working Group**. Cambridge: 2007d. Site Internet contendo a especificação do padrão WSDL mantido pelo W3C®. Disponível em: <<http://www.w3.org/2002/ws/desc/>>. Acesso em: 01 Dez. 2007.
- . **Web Services Glossary**. Cambridge: 2007e. Glossário de termos técnicos relativos a Web Services mantido no site Internet do W3C. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/ws-gloss/>>. Acesso em: 01. Ago. 2007.

ANEXO A – SISTEMAS DE VINIFICAÇÃO

SISTEMA DE VINIFICAÇÃO PARA UVAS TINTAS

Figura 52 – Sistema de vinificação para uvas tintas. Baseado em documento elaborado por Guerra (2007)

SISTEMA DE VINIFICAÇÃO PARA UVAS BRANCAS

Figura 53 – Sistema de vinificação para uvas brancas. Baseado em documento elaborado por Guerra (2007)

ANEXO B – ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO VINHO

Detalhamento da sequência de etapas do processo produtivo de vinhos tintos, brancos ou rosados. Imagina-se a produção ocorrendo ao longo de 6 contêineres. Gentilmente elaborados e cedidos ao autor pelo Prof. Dr. Celito Crivellaro Guerra da Embrapa Uva e Vinho (GUERRA, 2007).

Quadro 1 - Recepção e início do processamento da uva. Elaborado por Guerra (2007)

CONTAINER I: RECEPÇÃO E INÍCIO DO PROCESSAMENTO DA UVA			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Sanitização da vinícola e da linha de vinificação	Produtos de higiene e limpeza para indústria alimentar	Produtos empregados Doses utilizadas Data das operações	Vinícola e equipamentos sanitizados
Seleção manual	Mesa seletora Selecionadores (pessoas)	Data % de material descartado % de uva podre % de uva não madura	Uva sadia e madura selecionada para vinificação
Pesagem	Caixas plásticas Balança	Data	Peso líquido de uva
Resfriamento	Câmara climatizada	Data de início Duração Temperatura	Uva resfriada pronta para esmagamento
Esmagamento e desengaçamento (uva tinta)	Esmagadora / desengaçadora	Data Intensidade de esmagamento	Uva esmagada para vinificação
Adição de anidrido sulfuroso (uva tinta)	SO ₂ líquido ou gasoso Dosador Aplicador	Data Dose aplicada (ppm) Dose no mosto	Uva esmagada apta a iniciar fermentação
Prensagem da uva para vinificação em branco	Prensa pneumática ou hidráulica	Data Rendimento mosto flor Rendimento mosto prensa	Mosto extraído para clarificação
Adição de anidrido sulfuroso (uva branca)	SO ₂ líquido ou gasoso Dosador Aplicador	Data Dose aplicada (ppm) Dose no mosto	Uva esmagada apta a iniciar fermentação
Adição de enzimas (uvas brancas)	Enzimas Aplicador	Data Dose aplicada (ppm)	Mosto apto para clarificação
Clarificação do mosto branco	Tanque com sistema de resfriamento Enzimas pectinolíticas Bentonite (argila)	Data Duração (horas) Temperatura de resfriamento (°C)	Mosto pronto para iniciar a fermentação

CONTAINER I: RECEPÇÃO E INÍCIO DO PROCESSAMENTO DA UVA			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Amostragem para análises	Vidraria Reagentes Equipamentos de laboratório	Data Tipos de análises Resultados por tipo	Parâmetros analíticos determinados
Adição de açúcar	Açúcar	Data Dose aplicada (ppm)	Uva ou mosto apto a iniciar fermentação

Quadro 2 - Fermentações alcoólica e malolática. Elaborada por Guerra (2007)

CONTAINER II: FERMENTAÇÕES ALCOÓLICA E MALOLÁTICA			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Semeadura de leveduras	Leveduras secas ativas	Data Dose adicionada (g/hL) Marca comercial	Uva esmagada ou mosto aptos para iniciar fermentação
Controle da temperatura de fermentação	Sistema de resfriamento acoplado aos tanques	Temperatura diária (°C) Oscilações Eventos extraordinários	Obtenção de cinética normal de fermentação
Maceração na vinificação em tinto	Sistemas de remontagem	Datas dos eventos N° e frequência das remontagens	Obtenção de cinética normal de fermentação
Controles analíticos	Amostras de vinho Material e reagentes de laboratório	Tipos e n° de análises Frequência das análises Datas das análises	Controle absoluto dos eventos ocorridos no período
Descuba (vinhos tintos)	Tanques Bomba e mangueira Tina para bagaço	Data	Vinho separado das partes sólidas da uva
Prensagem do bagaço	Prensa Bomba e mangueira Tanques	Data Pressão de prensagem	Vinho de prensa obtido
Semeadura de bactérias lácticas (vinhos tintos)	Bactérias secas ativas	Data Dose adicionada (g/hL) Marca comercial	Vinho apto a passar pela fermentação malolática
Controle da evolução da fermentação	Amostras de vinho Material e reagentes de laboratório	N° de análises Frequência das análises Datas das análises	Cinética normal da fermentação malolática
Retirada e filtração das borras	Tanques Filtro Bomba e mangueira	Data	Vinho límpido para a sequência da vinificação

CONTAINER II: FERMENTAÇÕES ALCÓOLICA E MALOLÁTICA			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Correção do teor de anidrido sulfuroso (SO ₂)	SO ₂ líquido ou gasoso Dosador Aplicador	Data Dose adicionada (ppm)	Vinho protegido da oxidação descontrolada
Atesto	Tanque de estocagem	Data	Tanque atestado
Controle sensorial	Degustadores Sala climatizada Copos e fichas de degustação	Data Descritores sensoriais para cor, aroma, sabor e qualidade geral	Vinhos prontos para as etapas seguintes da vinificação

Quadro 3 - Estabilização do vinho. Elaborada por Guerra (2007)

CONTÊNER III: ESTABILIZAÇÃO DO VINHO			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Estabilização tartárica	Tanque Aparato de resfriamento	Data N° de horas de frio Temperatura N° de cada tanque	Vinho estabilizado
Estabilização protéica e polifenólica	Estabilizante usado Doses Data Duração	Data Dose de cada produto N° de cada tanque Temperatura	Vinho estabilizado
Trasfegas com aeração	Vinho Bomba e mangueira Tanques	Data Duração da trasfega Volume trasfegado	Vinho trasfegado
Controle da evolução das estabilizações	Amostras de vinho Material e reagentes de laboratório	N° de análises Frequência das análises Datas das análises	Cinética normal das estabilizações
Passagem por barricas	Barricas Bomba e mangueira	Data Volume embarricado Tipo de barrica utilizada	Vinho em processo de oxidação controlada
Separação das borras	Tanques Bomba e mangueira	Data	Vinho límpido para a sequência da vinificação
Atesto	Tanque de estocagem	Data	Tanque atestado
Correção do teor de anidrido sulfuroso (SO ₂)	SO ₂ líquido ou gasoso Dosador Aplicador	Data Dose adicionada (ppm)	Vinho protegido da oxidação descontrolada
Controle sensorial	Degustadores Sala climatizada Copos e fichas de degustação	Data Descritores sensoriais para cor, aroma, sabor e qualidade geral	Vinhos prontos para o engarrafamento

Quadro 4 - Pré-engarraçamento e engarraçamento. Elaborada por Guerra (2007)

CONTÊINER IV: PRÉ-ENGARRAÇAMENTO E ENGARRAÇAMENTO			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Controle analítico pré-engarraçamento	Amostras de vinho Material e reagentes de laboratório	Nº de análises Tipos de análise Data das análises	Vinho analisado
Controle sensorial pré-engarraçamento	Amostras de vinho Degustadores Sala climatizada Copos e fichas de degustação	Data Descritores sensoriais para cor, aroma, sabor e qualidade geral	Vinho analisado
Correção do teor de anidrido sulfuroso (SO ₂)	SO ₂ líquido ou gasoso Dosador Aplicador	Data Dose adicionada (ppm)	Vinho protegido da oxidação descontrolada
Outras correções	Produtos enológicos Aplicador	Data Doses adicionadas	Vinho corrigido
<i>Assemblage</i> final	Vinhos	Data % de cada vinho na <i>assemblage</i>	Vinho pronto para engarrafar
Sanitização da vinícola e da linha de engarraçamento	Produtos de higiene e limpeza para indústria alimentar	Produtos empregados Doses utilizadas Data das operações	Vinícola e equipamentos sanitizados
Engarraçamento	Linha de engarraçamento Garrafas rolhas	Data Tipo de garrafa Tipo de rolha Nº de garrafas Observações sobre a operação	Vinho engarrafado
Sanitização da vinícola e da linha de engarraçamento	Produtos de higiene e limpeza para indústria alimentar	Produtos empregados Doses utilizadas Data das operações	Vinícola e equipamentos sanitizados

Quadro 5 - Envelhecimento em garrafa. Elaborada por Guerra (2007)

CONTÊINER V: ENVELHECIMENTO EM GARRAFA			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Estocagem das garrafas	Sala climatizada	Data Nº de garrafas e da pilha	Vinho em processo de envelhecimento
Controles analíticos pós-engarraçamento	Amostras de vinho Material e reagentes de laboratório	Nº de análises Tipos de análise Data das análises	Vinho analisado

Controles sensoriais pós-engarrafamento	Amostras de vinho Degustadores Sala climatizada Copos e fichas de degustação	Data Descritores sensoriais para cor, aroma, sabor e qualidade geral	Vinho analisado
---	---	---	-----------------

Quadro 6 - Rotulagem e expedição. Elaborada por Guerra (2007)

CONTÊINER VI: ROTULAGEM E EXPEDIÇÃO			
Processos	Insumos	Variáveis	Produtos
Controles analíticos finais	Amostras de vinho Material e reagentes de laboratório	Nº de análises Tipos de análise Data das análises	Vinho analisado
Controles sensoriais finais	Amostras de vinho Degustadores Sala climatizada Copos e fichas de degustação	Data Descritores sensoriais para cor, aroma, sabor e qualidade geral	Vinho analisado
Rotulagem e encaixotamento	Rotuladora Rótulos Papel seda Caixas Grampos ou fita adesiva	Data Nº de garrafas Nº do palete Nº do lote	Vinho encaixotado e pronto para a expedição
Expedição	Empilhadora Plastificadora	Data Observações	Vinho expedido

ANEXO C – TABELAS, RELACIONAMENTOS E SCHEMA MySQL

Figura 54 - Tabelas, relacionamentos e Schema MySQL

ANEXO D – WEB SERVICES DISPONIBILIZADOS

Quadro 7 - Web Services Disponibilizados

Web Services Disponibilizados	
Nome, tipo de retorno, parâmetros	Descrição
analiseGet: Analise (chave,ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna instância do objeto <i>Analise</i> lida do SGBD a partir das propriedades fornecidas
analiseLista: String[*] (ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor contendo as chaves das análises efetuadas, a partir das propriedades fornecidas
analiseNovo: Analise (ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna nova instância do objeto <i>Analise</i> , inicializado com as propriedades fornecidas
analiseSalva: Boolean (analise)	Salva instância do objeto <i>Analise</i> no SGBD.
compradorExiste: Boolean (chave,kprodutor,status)	Verifica no SGBD a existência de um comprador a partir das propriedades fornecidas
compradorGet: Comprador (chave,kprodutor)	Retorna do SGBD uma instância do objeto <i>Comprador</i> a partir das propriedades fornecidas
compradorLista: String[*] (kprodutor,status)	Retorna vetor contendo as chaves dos compradores de determinado produtor
compradorNovo: Comprador (kprodutor)	Retorna nova instância do objeto <i>Comprador</i> inicializado com a propriedade fornecida
compradorSalva: Boolean (comprador)	Salva instância do objeto <i>Comprador</i> no SGBD.
containerExiste: Boolean (chave,kprodutor,klocal,status)	Verifica no SGBD a existência de um container definido pelas propriedades fornecidas
containerGet: Container (chave,kprodutor,klocal)	Retorna do SGBD instância do objeto <i>Container</i> a partir das chaves fornecidas
containerLista: String[*] (kprodutor,klocal,status)	Retorna vetor contendo as chaves dos containeres a partir das propriedades fornecidas
containerNovo: Container (kprodutor,klocal,kfornecedor)	Retorna nova instância do objeto <i>Container</i> , inicializado com as propriedades fornecidas
containerSalva: Boolean (container)	Salva instância do objeto <i>Container</i> no SGBD
etapaAnteriores: String[*] (chave,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor contendo as chaves das etapas imediatamente anteriores à etapa definida pelas propriedades fornecidas
etapaConectar: Boolean (chave,kprodutor,klocal,klinha,kant)	Conecta a etapa definida pelas propriedades fornecidas à etapa com chave = kant
etapaEntradas: String[*] (chave,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor com seqüências de etapas que terminam na etapa definida pelas propriedades fornecidas. Cada elemento do vetor corresponde a uma possível seqüência. Nelas, as diversas chaves estão separadas pelo caractere ' '

Web Services Disponibilizados	
Nome, tipo de retorno, parâmetros	Descrição
etapaExiste: Boolean (chave,kprodutor,klocal,klinha,status)	Verifica no SGBD a existência da etapa caracterizada pelas propriedades fornecidas
etapaGet: Etapa (chave,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna instância do objeto <i>Etapa</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
etapaListaDesconexas: String[*] (kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor com as chaves das etapas gravadas no SGBD que não apresentam conexões a outras etapas
etapaListaFinais: String[*] (kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor com as chaves situadas no final de seqüências de etapas em uma linha de producao
etapaListaInicio: String[*] (kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor com as chaves situadas no início de seqüências de etapas em uma linha de produção
etapaNovo: Etapa (kprodutor,klocal,klinha)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Etapa</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
etapaProximas: String[*] (chave,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna um vetor contendo as chaves das etapas imediatamente posteriores à etapa definida pelos parâmetros fornecidos
etapaSaidas: String[*] (chave,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor com as chaves das etapas de todas as seqüências que têm início na etapa caracterizada pelos parâmetros fornecidos. Cada elemento do vetor corresponde a uma seqüência. As diversas chaves estão separadas pelo caractere ' '
etapaSalva: Boolean (etapa)	Salva instância do objeto <i>Etapa</i> no SGBD
fornecedorExiste: Boolean (chave,kprodutor,status)	Verifica a existência de fornecedor definido pelos parâmetros fornecidos
fornecedorGet: Fornecedor (chave,kprodutor)	Retorna instância do objeto <i>Fornecedor</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
fornecedorLista: String[*] (kprodutor,status)	Retorna vetor com a chave dos fornecedores associados a um produtor e status
fornecedorNovo: Fornecedor (kprodutor)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Fornecedor</i> inicializado com o parâmetro indicado
fornecedorSalva: Boolean (fornecedor)	Salva instância do objeto <i>Fornecedor</i> no SGBD
insumoGet: Insumo (chave,ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna instância do objeto <i>Insumo</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
insumoLista: String[*] (ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor contendo as chaves dos insumos adicionados na etapa caracterizada pelos parâmetros fornecidos
insumoNovo: Insumo (ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Insumo</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
insumoSalva: Boolean (insumo)	Salva instância do objeto <i>Insumo</i> no SGBD
linhaExiste: Boolean (chave,kprodutor,klocal,status)	Verifica a existência da linha de produção caracterizada pelos parâmetros fornecidos

Web Services Disponibilizados	
Nome, tipo de retorno, parâmetros	Descrição
linhaGet: LinhaProducao (chave,kprodutor,klocal)	Retorna instância do objeto <i>LinhaProducao</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
linhaLista: String[*] (kprodutor,klocal,status)	Retorna vetor contendo as chaves de todas as linhas de produção pertencentes ao produtor e local fornecidos como parâmetros
linhaNovo: LinhaProducao (kprodutor,klocal)	Retorna uma nova instância do objeto <i>LinhaProducao</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
linhaSalva: Boolean (linha)	Salva instância do objeto <i>LinhaProducao</i> no SGBD
localExiste: Boolean (chave,kprodutor,status)	Verifica a existência do local de produção definido pelos parâmetros fornecidos
localGet: LocalProducao (chave,kprodutor)	Retorna instância do objeto <i>LocalProducao</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
localLista: String[*] (kprodutor,status)	Retorna vetor contendo as chaves dos locais de produção definido pelos parâmetros fornecidos
localNovo: LocalProducao (kprodutor)	Retorna uma nova instância do objeto <i>LocalProducao</i> pertencente ao produtor fornecido
localSalva: Boolean (local)	Salva instância do objeto <i>LocalProducao</i> no SGBD.
loteGet: Lote (chave,kprodutor,klocal,klinha,ketapa)	Retorna instância do objeto <i>Lote</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
loteLista: String[*] (kprodutor,klocal,klinha,ketapa)	Retorna vetor contendo as chaves dos lotes relacionados aos parâmetros fornecidos
loteNovo: Lote (ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Lote</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
loteSalva: Boolean (lote)	Salva instância do objeto <i>Lote</i> no SGBD
operadorExiste: Boolean (chave,kprodutor,klocal,status)	Verifica a existência do operador definido pelos parâmetros fornecidos
operadorGet: Operador (chave,kprodutor,klocal)	Retorna instância do objeto <i>Operador</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
operadorLista: String[*] (kprodutor,klocal,status)	Retorna vetor contendo as chaves dos operadores definido pelos parâmetros fornecidos
operadorNovo: Operador (kprodutor,klocal)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Operador</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
operadorSalva: Boolean (operador)	Salva instância do objeto <i>Operador</i> no SGBD
parametroGet: Parametro (chave,kprodutor,klocal,klinha,klote,kanalise)	Retorna o parâmetro público, instância do objeto <i>Parametro</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
parametroLista: String[*] (kprodutor,klocal,klinha,klote)	Retorna vetor contendo as chaves dos parâmetros públicos definidos pelos parâmetros fornecidos

Web Services Disponibilizados	
Nome, tipo de retorno, parâmetros	Descrição
parametroNovo: Parametro (kprodutor,klocal,klinha,klote,kanalise)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Parametro</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
parametroSalva: Boolean (parametro)	Salva instância do objeto <i>Parametro</i> no SGBD
processoGet: Processo (chave,ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna instância do objeto <i>Processo</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
processoLista: String[*] (ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna vetor contendo as chaves dos processos industriais aplicados à etapa caracterizada pelos parâmetros fornecidos
processoNovo: Processo (ketapa,kprodutor,klocal,klinha)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Processo</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
processoSalva: Boolean (processo)	Salva instância do objeto <i>Processo</i> no SGBD
produtoGetLote: (tipo,id,kprodutor)	Retorna o lote que gerou o produto final identificado pelo tipo (garrafa, caixa, palete) e seu id (número de série)
produtoGetProdutos: Produtos[*] (tipo,kprodutor,klote)	Retorna um vetor com os produtos pertencentes ao produtor, lote e tipo informados (<i>garrafa, caixa, palete</i>)
produtorExiste: Boolean (chave,status)	Verifica a existência do produtor definido pelos parâmetros fornecidos
produtorGet: Produtor (chave)	Retorna instância do objeto <i>Produtor</i> lida do SGBD a partir da chave fornecida
produtorLista: String[*] (status)	Retorna vetor contendo as chaves dos produtores definidos pelo status fornecido
produtorNovo: Produtor ()	Retorna uma nova instância do objeto <i>Produtor</i>
produtorSalva: Boolean (produtor)	Salva instância do objeto <i>Produtor</i> no SGBD
vendaDetalha: Int (kprodutor,kcomprador,kvenda, produtos[*]:Produto)	Registra no SGBD todos os produtos associados a uma venda.
vendaGet: Venda (chave,kprodutor,kcomprador)	Retorna instância do objeto <i>Venda</i> lida do SGBD a partir dos parâmetros fornecidos
vendaGetCompradores: String[*] (kprodutor,klote)	Retorna um vetor com as chaves dos compradores dos produtos gerados a partir do lote e produtor fornecidos
vendaNovo: Venda (kprodutor,kcomprador)	Retorna uma nova instância do objeto <i>Venda</i> inicializado com os parâmetros fornecidos
vendaSalva: Boolean (venda)	Salva instância do objeto <i>Venda</i> no SGBD

Quadro 8 - Parâmetros utilizados nos web services disponibilizados

Parâmetros utilizados nos web services disponibilizados	
Parâmetro (tipo)	Descrição
chave (String)	Seqüência de 32 caracteres utilizada como chave primária de identificação de objetos instanciados das classes representadas
kanalise(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Analise</i> , representada como propriedade em outro objeto.
kcomprador(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Comprador</i> , representada como propriedade em outro objeto.
kcontainer(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Container</i> , representada como propriedade em outro objeto.
ketapa(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Etapa</i> , representada como propriedade em outro objeto.
kfornecedor(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Fornecedor</i> , representada como propriedade em outro objeto.
klinha(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>LinhaProducao</i> , representada como propriedade em outro objeto.
klocal(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>LocalProducao</i> , representada como propriedade em outro objeto.
klote(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Lote</i> , representada como propriedade em outro objeto.
koperador(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Operador</i> , representada como propriedade em outro objeto.
kprodutor(String)	Chave de identificação de um objeto instanciado a partir da classe <i>Produtor</i> , representada como propriedade em outro objeto.
status(String)	Assume os valores 'ativo', 'invalido' ou 'inexistente' nos objetos instanciados das classes representadas.
analise(Analise)	Objeto instanciado da classe <i>Analise</i>
comprador(Comprador)	Objeto instanciado da classe <i>Comprador</i>
container(Container)	Objeto instanciado da classe <i>Container</i>
etapa(Etapa)	Objeto instanciado da classe <i>Etapa</i>
fornecedor(Fornecedor)	Objeto instanciado da classe <i>Fornecedor</i>
linha(LinhaProducao)	Objeto instanciado da classe <i>LinhaProducao</i>

Parâmetros utilizados nos <i>web services</i> disponibilizados	
Parâmetro (tipo)	Descrição
local(LocalProducao)	Objeto instanciado da classe <i>LocalProducao</i>
lote(Lote)	Objeto instanciado da classe <i>Lote</i>
operador(Operador)	Objeto instanciado da classe <i>Operador</i>
produtor(Produtor)	Objeto instanciado da classe <i>Produtor</i>
status(String)	Objeto instanciado da classe <i>Analise</i>
produtos[*](Produto)	Vetor de objetos <i>Produto</i> para detalhamento de uma venda
id(String)	<i>Tag</i> de identificação de um produto final (nº de garrafa, de caixa ou palete)
tipo(String)	Assume os valores 'garrafa', 'caixa' ou 'palete' para identificar o tipo do produto referenciado