

Especificação objeto-relacional para rastreabilidade da agricultura orgânica

Relational-Object specification to Organic Agriculture Traceability

VAZ, Monica Cristine Scherer¹; VAZ, Maria Salete Marcon Gomes²

1Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR – Brasil, monicacsvaz@yahoo.com.br; 2 Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR – Brasil, salete@uepg.br

RESUMO: Visando aumentar a credibilidade e a qualidade dos produtos orgânicos, as unidades produtoras passam pela certificação, que dentre outros requisitos avaliados, está a rastreabilidade do processo de produção. Para garantir um nível de rastreamento completo da cadeia de produção é preciso que a especificação dos dados atenda às necessidades do agronegócio envolvido. Este artigo apresenta a especificação de um Banco de Dados Objeto-Relacional para a Rastreabilidade da Agricultura Orgânica, utilizando como requisitos o modelo de rastreabilidade desse tipo de agricultura, desenvolvido para pequenos produtores, e um modelo de banco de dados desenvolvido para gestão. Através dos dois modelos, foi possível obter a especificação que satisfaz as demandas das certificadoras de pequenos produtores orgânicos com relação aos dados rastreados, bem como, permitir o armazenamento e manipulação de dados complexos como, mapa de localização e documentos digitalizados.

PALAVRAS-CHAVE: Rastreabilidade, Agricultura Orgânica, Banco de Dados Objeto-Relacional

ABSTRACT: Aiming to increase the credibility and quality of organic products, the producing unities pass through the certification, which among other evaluated requirements it is the process production of traceability. To assure a complete level of traceability from the production network it is essential the data specification to attend the necessities from the concerned agribusiness. This paper presents the specification of a Relational-Object Database to Organic Agriculture Traceability, using as condition the traceability model for this type of agriculture, developed to small producers, and a database model designed for this management. Through of two models, was possible to obtain the specification which is enough to the requests of the certifying ones from small organic producers, related to tracked data, as well as, allow the storage and handling of complex data for instance, geographic location and scanned documents.

KEY WORDS: Traceability, Organic Agriculture, Object-Relational Database

Introdução

A agricultura orgânica não é somente a produção de alimentos sem o uso de agrotóxicos, mas sim, um processo de produção que respeita a terra. Quando realizada de forma correta, contribui para a preservação do solo, e conseqüentemente de todo o ecossistema.

Conceitualmente, o sistema orgânico de produção agropecuária, definido na Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, considera que é:

"(...) todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, e a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (...)" (MAPA, 2003).

Nesta lei estão previstos mecanismos para a garantia da qualidade orgânica, exigindo que os produtos orgânicos para serem comercializados sejam certificados por organismos reconhecidos, oficialmente (Lei 10.831, 2003).

Tais mecanismos devem garantir nas operações comerciais desses produtos os comprovantes de venda e registros da produção, permitindo ao consumidor saber a origem de cada lote comercializado.

Rastrear é saber "o que" (o produto), "de onde" veio (a origem) e "para onde" foi (o destino). Segundo Eckschmidt (2009), isso define os

requerimentos básicos para rastrear qualquer produto, e a rastreabilidade

"é o ato de rastrear, conhecer a origem de um determinado produto, identificar o caminho percorrido por este produto de um ponto ao outro, ao longo da cadeia produtiva, e apontar o tempo deste percurso até chegar ao consumidor final".

Visando a garantia do processo e autenticidade das informações, existem Instituições credenciadas para avaliação das conformidades em relação às normas de produção orgânica, através de inspeções junto aos produtores. Desde 2011, o MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, é o órgão oficial que credencia as instituições para realizar a avaliação, denominadas OAC - Organismos de Avaliação da Conformidade. As propriedades inspecionadas e acreditadas em relação às normas recebem autorização para colocarem em seus produtos o selo oficial do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica - SISOrg.

A certificação é uma ferramenta para melhorar a confiança nos produtos orgânicos, trazendo benefícios como (FONSECA et al, 2009): (i) facilitar o planejamento da produção e o desenvolvimento de pesquisas devido aos dados coletados; (ii) trazer transparência ao consumidor; e (iii) aumentar a credibilidade da agricultura orgânica.

A certificação é facultativa para produtores que comercializam os produtos diretamente com os consumidores, desde que a empresa esteja previamente cadastrada junto ao órgão fiscalizador, visto que a rastreabilidade do produto e o livre acesso aos locais de produção podem ser realizados pelo consumidor e pelas entidades fiscalizadoras (Lei 10.831, 2003).

Quando o produtor opta por registrar e tornar visível o processo produtivo, são necessárias ferramentas de gestão das informações. Neste

contexto, os sistemas computacionais são desenvolvidos para facilitar a comunicação e disponibilização dos dados.

Alguns sistemas de rastreabilidade de alimentos visam o controle dos tratos produtivos e insumos, mas podem não considerar toda a cadeia de produção até chegar ao consumidor final, não permitindo uma integração da informação do produto em toda a sua cadeia de valor (ECKSCHMIDT, 2009).

A computação aplicada na agricultura pode ser considerada, desde processos computacionais para simplificar a rotina do produtor e gerenciamento dos dados da produção, até tecnologias avançadas como as utilizadas na Agricultura de Precisão, que buscam transformar os dados em conhecimentos, auxiliando a tomada de decisões (STAFFORD, 2000). Dentro de cada necessidade, os produtores rurais precisam de especialização e profissionalização, objetivando a adoção das tecnologias em conformidade com a estrutura organizacional do agronegócio.

Para o desenvolvimento de sistemas computacionais, a fase da especificação dos dados é o momento onde as informações são definidas. Neste caso, para um sistema de rastreabilidade, a definição dos dados que farão parte da cadeia de produção, isto é, as informações que precisam ser recuperadas se ocorrer um problema com o produto, garantirão a qualidade do sistema.

Uma forma de atingir essa qualidade é envolver o usuário no processo de levantamento de requisitos e modelagem dos dados, utilizando ferramentas e pessoal especializado, com o objetivo de compreender e integrar a tecnologia com a melhor solução para a área de negócio que está sendo modelada.

Em um processo de produção de alimentos, alguns dados possuem importância decisiva na produtividade. Desta forma, estes dados devem ser armazenados para futuras pesquisas e referências

cruzadas, visando melhoria do processo de cultivo e análises quantitativas.

Este trabalho tem por objetivo a especificação de um banco de dados objeto-relacional (BDOR), a partir de um modelo de referência para produtores de agricultura orgânica e um Esquema de Banco de Dados Relacional criados para gestão de dados na agricultura orgânica.

Optou-se por trabalhar com BDOR, por possuir características para tratamento de tipos de dados complexos como, imagens, áudios e vídeos, ao mesmo tempo em que possui uma linguagem de consulta para esses dados. As características são pertinentes a um sistema de rastreabilidade, visto que pode ser necessário armazenar imagens do processo produtivo ou até mesmo da propriedade.

Tendo em vista o exposto, este artigo está estruturado como segue, além desta seção introdutória. Nas Seções 2 e 3 é abordada a fundamentação teórica inerente a rastreabilidade e modelagem de banco de dados, respectivamente. Na Seção 4 são descritos dois modelos, de rastreabilidade e de dados convencionais, os quais foram utilizados para especificação objeto-relacional da rastreabilidade de produtos orgânicos. Essa especificação objeto-relacional é apresentada na Seção 5. Na Seção 6 são realizadas as conclusões e abordadas as perspectivas de trabalhos futuros.

Rastreabilidade na Agricultura Orgânica

A rastreabilidade é estabelecida por normas e regulamentos que tem como objetivo garantir a segurança e qualidade do alimento. A Instrução Normativa n° 64, de 18 de dezembro de 2008, obriga que a unidade de produção orgânica guarde os registros de procedimentos de todas as operações envolvidas na produção, por um período mínimo de cinco anos.

O armazenamento dos dados torna possível a implementação de um processo de rastreabilidade,

necessário quando algum problema é detectado e o lote de produto afetado precisa ser retirado do mercado com rapidez. Problemas de contaminação ocorridos com determinado tipo de alimento faz com que as vendas caiam consideravelmente porque os consumidores não fazem ideia de onde vem o produto que estão comprando. Este tipo de problema pode ser reduzido com um sistema de rastreamento desde a origem até o distribuidor final.

Os termos “*Tracking*” e “*Tracing*” são utilizados para descrever o processo de rastreabilidade. *Tracking* (para frente) é a capacidade de acompanhar o caminho passo a passo da produção de uma unidade de comércio na cadeia de abastecimento, enquanto *Tracing* (para trás) é a capacidade de identificar a origem dos produtos utilizados em uma unidade de comércio. Ambos desempenham um papel importante na rastreabilidade da cadeia global de alimentação (THAKUR, 2009).

De acordo com Eckschmidt (2009), existe um grau de cobertura da cadeia produtiva para classificar os requisitos de rastreabilidade. Quanto mais conhecimento existe sobre a cadeia produtiva, mais fiel será a informação sobre o produto final. O nível de rastreabilidade pode ser classificado em Básico, Simples ou Completo. Os dois primeiros são representados por informação baseada na credibilidade do fornecedor, expressas nos rótulos dos produtos, com a diferença que no simples são utilizados códigos numéricos para designar a origem do produto, em qualquer ponto da cadeia produtiva. No rastreamento completo, o acompanhamento do produto é feito ao longo de toda a cadeia, dificultando a falsificação da informação, necessitando o envolvimento de todos.

Alguns participantes são decisivos para que uma empresa evolua num processo de rastreamento, além dos agentes da cadeia produtiva e consumidores. São eles: (i) Agentes Reguladores – órgãos que definem as regras,

normas e leis a serem seguidas, sendo requisitos em um sistema de rastreabilidade; (ii) Agentes Facilitadores – empresas que prestam serviços e oferecem produtos para apoiar o processo de rastreamento, conforme definidos pelos agentes reguladores; (iii) Agentes Certificadores – órgãos que avaliam e certificam que o produtor está cumprindo as exigências estabelecidas, inerentes aos requisitos de rastreabilidade.

Modelagem de Banco de Dados

A modelagem de dados é a atividade de especificar as necessidades de uma aplicação com o objetivo de estruturar o armazenamento dos dados e definir as operações de manipulação destes dados. Segundo Alves (2004), o objetivo da modelagem de dados é transformar uma idéia conceitual em algo que possa ser traduzido em termos computacionais, eliminando redundâncias e incoerências que possam surgir.

A forma como os dados são armazenados no banco de dados facilita a consulta, manipulação e atualização das informações. Para qualquer usuário, a recuperação dos dados no momento em que se necessita deles é o mínimo que se espera de uma aplicação. Em um sistema de rastreabilidade essa premissa é importante, visto que na ocorrência de um problema, os dados são rastreados até sua origem e, neste caso, a confiabilidade do dado vai determinar a causa do problema e a agilidade com que o mesmo será resolvido ou minimizado.

Para manter e gerenciar grandes repositórios compartilhados de dados são usados os Sistemas de Gerência de Bancos de Dados (SGBD), que consistem de um conjunto de programas que permitem ao usuário, criar, consultar, atualizar e excluir as informações armazenadas no banco de dados, controlar as requisições de usuários, garantir a integridade dos dados e ainda fornecer serviços de backup e recuperação.

Na criação de Banco de Dados Relacional (BDR) é utilizada uma linguagem de consulta, proporcionando alta proteção dos dados e o armazenamento é feito em tabelas formadas por linhas e colunas. Entretanto, este modelo utiliza tipos de dados simples, dificultando a modelagem de algumas aplicações que necessitam tipos mais complexos de dados. Esses tipos mais complexos são tratados em um Banco de Dados Orientado a Objetos (BDOO), que, além utilizar os conceitos da Orientação a Objetos (OO) como herança, encapsulamento, abstração e polimorfismo, permite modelar os objetos de forma mais próxima ao mundo real. Nesta abordagem não é utilizado o conceito de chave primária ou secundária, e sim, cada objeto possui um identificador e pode ser visto como uma referência ao objeto em memória. Em contrapartida, possui um desempenho inferior ao modelo relacional e não utiliza uma linguagem simples de consultas.

Com o objetivo de unir as melhores características dos dois modelos, BDR e BDOO, surge o Banco de Dados Objeto-Relacional (BDOR), com a proposta de suprir as carências do BDR através da modelagem de objetos complexos com todas as características de OO e adicionadas extensões à Linguagem SQL (*Structured Query Language*) para permitir consultas aos dados complexos.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento desse modelo foram avaliadas as normas da agricultura orgânica. Como referência, foi utilizado um modelo para a rastreabilidade dos produtos orgânicos (PINHEIRO, 2012) e o modelo convencional de dados, para gestão da agricultura orgânica (VAZ et al., 2012). Esse esquema foi especificado segundo os Modelos Entidade/Relacionamento - E/R e Relacional (ALVES, 2004). Desta forma, foram avaliados os dados em comum entre os dois

modelos para a implementação do Banco de Dados Objeto-Relacional, com o objetivo de atender aos requisitos de rastreabilidade para um sistema de Agricultura Orgânica. Nas subseções são descritos os dois modelos.

Modelo de Referência para Rastreabilidade de Produtos Orgânicos

O modelo proposto por Pinheiro (2012) para rastreabilidade de produtos orgânicos em pequenas propriedades rurais foi desenvolvido pela necessidade de elaborar um método para conscientizar os envolvidos na cadeia produtiva dos benefícios da rastreabilidade. Este modelo envolve os processos que registram o histórico da obtenção do produto.

Foi desenvolvido em parceria com o Programa Paranaense de Certificação de Produtos Orgânicos, que pretende implantar uma rede de consultoria e auditoria para certificação de alimentos orgânicos oriundos de unidades familiares de produção e agroindústrias das regiões centro sul do Paraná e validado por três certificadoras do Estado do Paraná.

Está apoiado em cinco pilares importantes para que se tenha um modelo de rastreabilidade eficaz e eficiente. São eles (PINHEIRO et al., 2010): 1) identificação das atividades que descrevem a trajetória do produto orgânico; 2) comunicação das informações, isto é, armazenamento e transmissão do dado; 3) segurança e qualidade alimentar; 4) melhoria constante do processo orgânico; e 5) diretrizes legais que caracterizam a agricultura orgânica.

Após o levantamento e análise de viabilidade com as empresas certificadoras e agricultores, o modelo de rastreabilidade foi composto por:

- Informações sobre plantio e colheita
- Insumos utilizados
- Origem dos insumos produzidos na propriedade e

adquiridos em outros locais

- Destino de toda a produção, e
- Procedimento de limpeza dos implementos utilizados

Identificou-se que tão importante quanto os dados, a junção de documentos que possam evidenciar a autenticidade dos registros dá maior credibilidade ao processo. Desta forma, a implementação do banco de dados que é objeto deste trabalho, deve permitir o armazenamento dos arquivos em forma digital. O modelo para a rastreabilidade dos produtos orgânicos utilizado como base para a modelagem do Banco de Dados

para Rastreabilidade da Agricultura Orgânica está representado na figura a seguir.

Mesmo o modelo tendo sido considerado viável pelas instituições certificadoras, é importante ressaltar que foi desenvolvido para ser aplicado para o processo de rastreabilidade de produtos orgânicos de pequenas propriedades. Desta forma, outras necessidades podem ser adaptadas de acordo com cada área de negócio, propriedade ou mesmo perfil da área de plantação.

Modelo para Gestão de Dados na Agricultura Orgânica

O modelo de banco de dados desenvolvido para

Figura 1: Modelo para a rastreabilidade dos produtos orgânicos (PINHEIRO, 2012).

RASTREABILIDADE						
Agricultor:						
Endereço:						
Aquisição de Insumos						
Produto	Data	Local de Aquisição	Quantidade	Nº da nota fiscal	Justificativa	
Plantio e Colheita						
Local	Cultura	Data plantio	Quantidade	Data colheita	Quantidade	Perdas
Limpeza de Implementos						
Implemento		Procedimento de limpeza		Data		
Aplicação de Insumos						
Local	Cultura	Produto	Quantidade	Data	Finalidade	
Insumos Produzidos na Propriedade						
Insumo	Data	Quantidade	Produtos utilizados		Finalidade	
Destino da Produção						
Cultura	Local produção	Destino	Data	Quantidade venda	Perdas	

Especificação objeto-relacional

a implementação de uma aplicação para gestão dos dados na agricultura orgânica (VAZ et al, 2012), tem como escopo o controle dos produtos que são cultivados e seus respectivos tipos, aplicação de insumos envolvendo tipo e quantidades, acompanhamento da ocorrência de pragas com as respectivas datas de controle, dados climáticos durante a produção, tipo e manejo do solo onde está sendo feito o cultivo e ainda o controle financeiro com dados sobre investimento e retorno.

A implementação deste banco de dados envolveu a definição de restrições de integridade para impedir manipulação errônea dos dados, criação de gatilhos apoiando a consistência dos dados e criação de visões para consultas como: (i) produtividade de produtos orgânicos; (ii) informações climáticas, por localização geográfica, num determinado período; (iii) produtos orgânicos plantados por tipo de solo; (iv) insumos aplicados, em determinado período e o tipo; (v) investimento realizado e o retorno obtido por período; e (vi) épocas de plantio, colheitas e formação de mudas por culturas.

O modelo Entidade-Relacionamento (E-R) é mostrado na Figura 2, e foi utilizado como referência para a implementação do Banco de Dados Objeto-Relacional para Rastreabilidade da Agricultura Orgânica.

O diagrama Entidade-Relacionamento dá uma noção gráfica de como o sistema está sendo projetado. Neste trabalho, este modelo foi alterado para suprir os campos pertencentes ao modelo para a rastreabilidade dos produtos orgânicos (PINHEIRO, 2012), buscando atender uma aplicação de rastreabilidade. O resultado dessas adequações é mostrado no item 'Especificação Objeto-Relacional para Aplicação de Rastreabilidade da Agricultura Orgânica'.

No diagrama é possível identificar as *Entidades*, representadas por retângulos, as quais serão tabelas no relacional e tabela de objetos no objeto-

relacional. Por exemplo, as entidades Produto, Muda, Plantio, Fertilizante, entre outras. Os *Relacionamentos* são criados para associar entidades, e são representados por losangos. O relacionamento entre as Entidades Produto e Plantio com cardinalidade 1:1 e 0:n, indicando que, cada conjunto de entidade Plantio estará relacionado a um produto e, um determinado Produto pode ser ou não plantado. Outro conjunto de relacionamentos pode ser 1:n, identificando que um determinado Plantio deve utilizar 1 ou vários Fertilizantes.

Especificação Objeto-Relacional para Aplicação de Rastreabilidade da Agricultura Orgânica

Baseado no modelo conceitual de uma aplicação agrícola foi implementado o banco de dados Objeto-Relacional. Foram utilizadas técnicas da modelagem não convencional como: (i) referência aos objetos, o que torna o acesso aos dados mais rápido; (ii) tabelas aninhadas, que permitem que os campos multivalorados sejam armazenados em colunas na tabela de objeto; (iii) gestão de dados complexos, como fotos.

Na Figura 3, é mostrada implementação do banco de dados Relacional e Objeto-Relacional para a gestão de produtos e produção de mudas. No modelo E-R é observado o relacionamento entre as entidades 'Produto' e 'Tipo Produto', e seus respectivos atributos, permitindo que um produto que é cultivado (exemplo: tomate, alface, entre outros) possua um único tipo (exemplo: verdura, legume, fruta, hortaliça). Também, é mostrado o relacionamento entre as entidades 'Produto' e 'Muda' para gerenciar a produção das mudas que são comercializadas, ao invés de serem cultivadas na agricultura orgânica.

Na Figura 4, é mostrado o modelo do Banco de Dados para a Gestão da aplicação dos insumos no plantio da agricultura orgânica. Esta gestão está relacionada aos dados que serão rastreados no processo produtivo. Desta forma, são cadastrados

Figura 2: Diagrama Entidade-Relacionamento do Sistema de Agricultura Orgânica (VAZ, et al 2012).

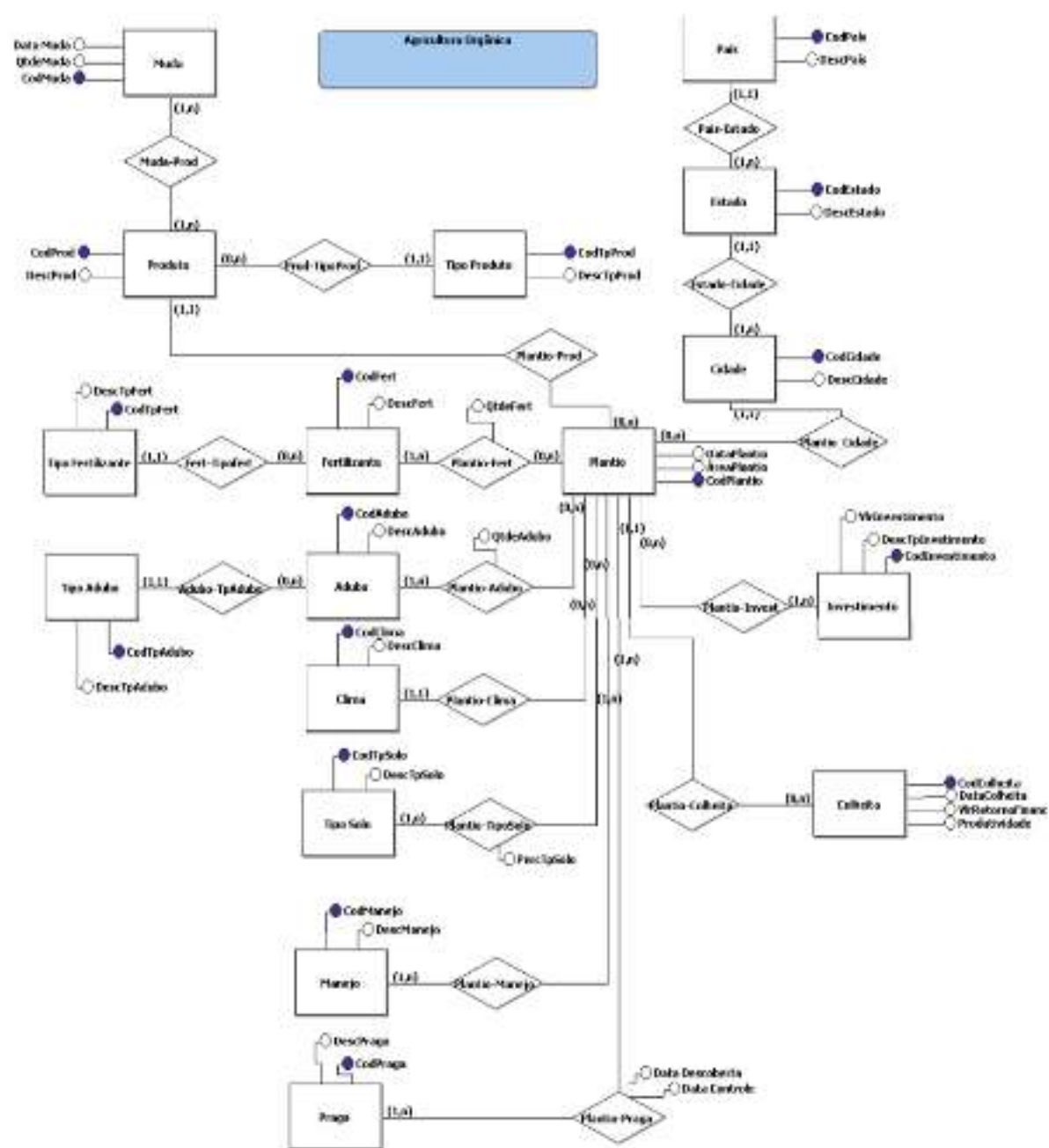


Figura 3: Implementação do banco de dados Relacional e Objeto-Relacional - Gestão de produtos e produção de mudas

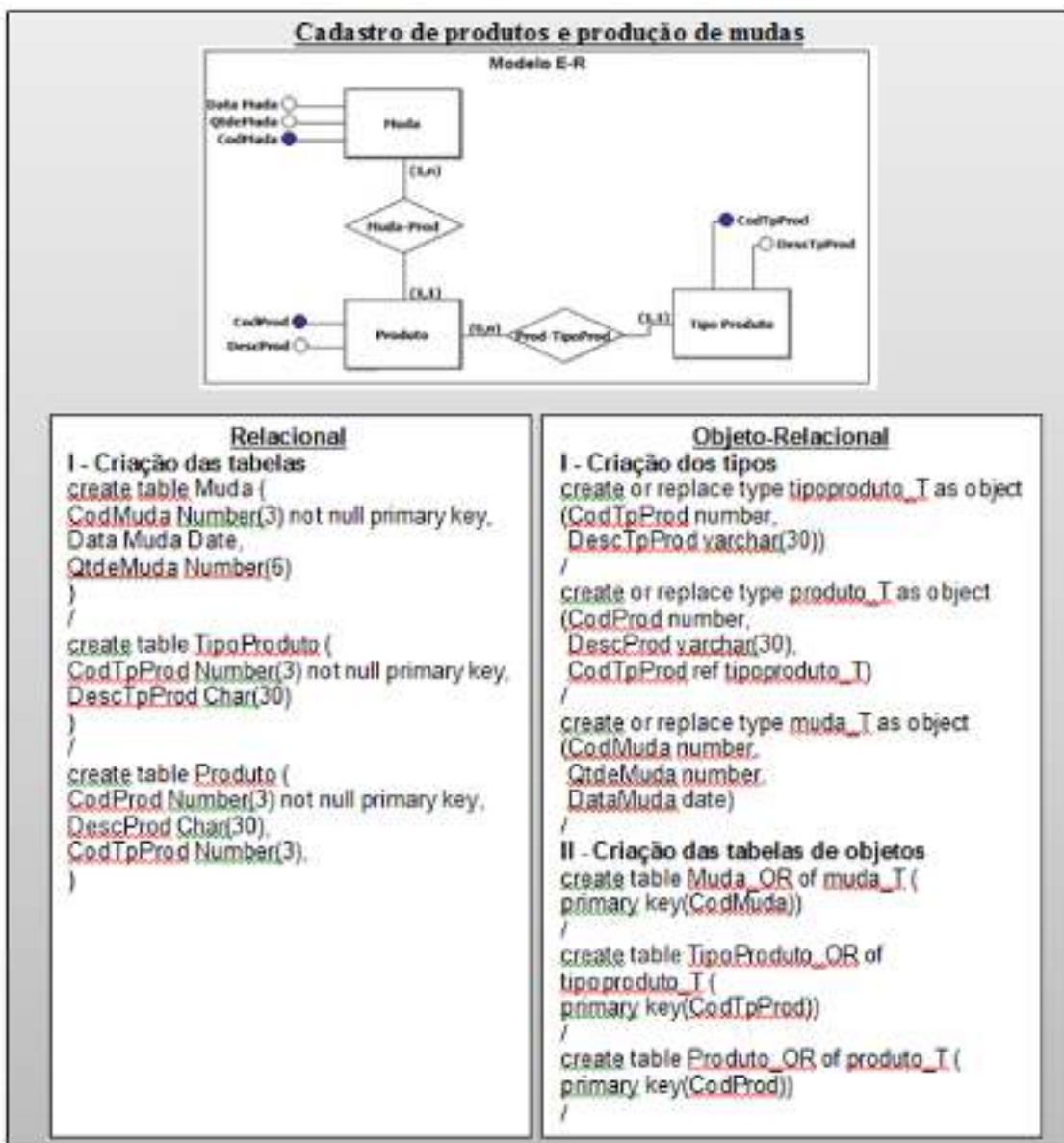
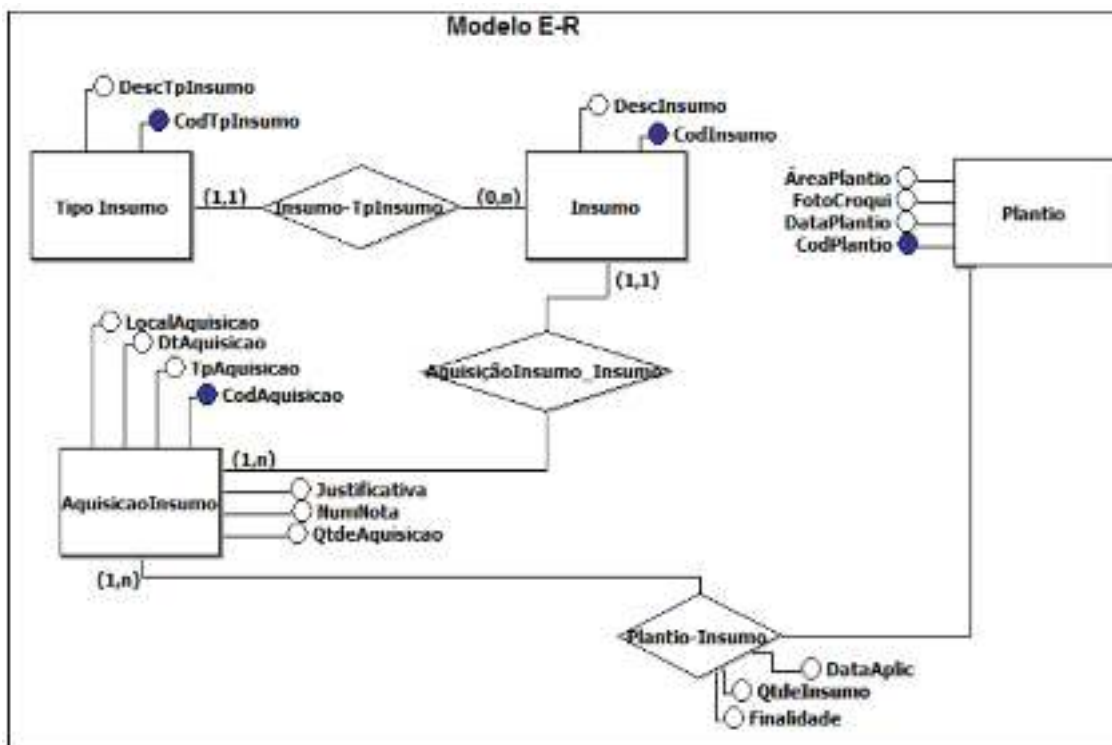


Figura 4: Modelo E-R para Gestão da aplicação de insumos no plantio



os insumos utilizados na produção, bem como informações relacionadas ao plantio, como data, área plantada e foto do croqui do local delimitando a área de produção. Uma tabela aninhada foi projetada para permitir o armazenamento de mais de uma finalidade de aplicação de insumos.

As informações sobre a produção ficam armazenadas, tornando possível rastrear para uma determinada cultura os dados que influenciam de forma direta ou indiretamente na qualidade e segurança do produto.

Por meio de um sistema de rastreabilidade é possível saber detalhes do processo produtivo, desde a área em que o produto foi plantado, como foi feita a adubação e utilização de insumos, e que tipo de clima foi predominante na época da produção. Dados como esses, quando analisados

junto com dados qualitativos da produção, podem ajudar a melhorar a qualidade final.

Na Figura 5 é mostrado o protótipo de interface para o Sistema de Rastreabilidade da Agricultura Orgânica, para a funcionalidade de 'Gestão da Aplicação de Insumos no Plantio'. Os dados apresentados são baseados no Esquema E-R, definindo conceitualmente os dados a serem armazenados e manipulados para rastreabilidade da produção. Os dados do protótipo (Figura 5), como Propriedade, Cultivar, Tipo do Solo e Clima são parte do conjunto de dados básico para rastreabilidade da agricultura orgânica. Por exemplo, cabe ao usuário decidir qual tipo de Manejo do Solo selecionar, entre Plantio Direto, Sistema Convencional, Cultivo Mínimo. São vários os campos de dados que envolvem a decisão do

Figura 5: Protótipo da Interface do Sistema de Rastreabilidade da Agricultura Orgânica. A foto do croqui foi adaptada de Pinheiro, 2012.

Rastreabilidade da Agricultura Orgânica

Dados do Plantio

Propriedade: Cultivar:

Data Plantação: Área (ha):

Manejo do Solo: Tipo do Solo:

Clima:

Croqui de Plantação

Aplicação de Insumos:

Tipo	Descrição	Data Aplicação	Qtd de Aplicação	Finalidade	Local Aplicação

Ocorrência de Pragas:

Descrição	Data Ocorrência	Data Controle

Salvar Pesquisar Fechar

usuário.

De acordo com Eckschmidt (2009), há três barreiras para o sucesso na implantação de um sistema de rastreabilidade, que são: Técnica, Capacitação e Prioridade. Esta é considerada como o grau de importância que os agentes da cadeia produtiva dão ao processo de rastreabilidade. Isso ocorre devido a constante cobrança aos produtores por menores preços e melhor qualidade, fazendo com que a rastreabilidade seja vista como um custo adicional.

As barreiras Técnica e Capacitação estão relacionadas com a infraestrutura necessária para implantar os sistemas, como computador, linha telefônica, Internet e pessoal treinado para operar esses sistemas. O avanço computacional voltado para a agricultura exige reestruturação tecnológica dos produtores e dos demais agentes da cadeia

produtiva. É comum em pequenas propriedades, o uso de anotações manuais para registro de dados da produção, sem utilização de sistemas e banco de dados, que permitem análises seguras dos dados, em um tempo menor, oportunizando melhorias do processo de produção.

Para a implementação do Banco de Dados foi utilizado o SGBD Oracle (DAMAS, 2007), não necessitando de recursos de hardware avançados, visto que pode ser executado em computadores de uso doméstico, com o Sistema Operacional Windows (XP, Vista, 7 ou 8). A rastreabilidade diferencia o produto entre os fornecedores, no que diz respeito aos processos fitossanitários aplicados aos mesmos. Torna-se um diferencial de competitividade, fortalece a imagem da empresa, estimula a concorrência através da diferenciação da qualidade e, contribui para a construção de

estratégias competitivas da empresa (MACHADO, 2000).

Conclusões e Perspectivas de Pesquisas Futuras

A rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos é importante para todos os agentes envolvidos, não somente por ser uma exigência legal, mas também porque contribui para a qualidade e segurança do alimento. Muitas tecnologias estão sendo desenvolvidas para suprir esse requisito, e para tal, a especificação dos dados é um processo no ciclo de desenvolvimento de sistema.

Neste artigo foi apresentada a especificação e implementação de um banco de dados para um Sistema de Rastreabilidade da Agricultura Orgânica, baseado em modelo de referência e esquema de banco de dados convencionais de rastreabilidade. A implementação foi realizada de forma relacional e objeto-relacional, contribuindo desta forma para evidenciar as diferenças entre as mesmas.

Nesta especificação objeto-relacional para o sistema de rastreabilidade, foram utilizados tipos que permitem a gestão de dados complexos. Para o armazenamento das fotos foi utilizado o tipo BLOB (Binary Large Object), e para os campos de texto mais longos, como por exemplo, finalidade da aplicação dos insumos, foi utilizado o tipo CLOB (Character Large Object), ambos aplicados a objetos longos com até 4 Gb (gigabyte). Outra técnica utilizada na modelagem objeto-relacional é a definição de tabelas aninhadas que permitem armazenar campos multivalorados em colunas na mesma tabela de objeto, evitando desta forma a criação de uma nova tabela, como é feito no modelo relacional. Ainda nesta especificação de banco de dados foi modelada uma tabela aninhada para armazenar as diferentes finalidades para a aplicação de insumos, que podem ser diversas, como por exemplo, adubação, controle de plantas

daninhas, controle de pragas e insetos, entre outros. Outra vantagem do modelo objeto-relacional está relacionado a melhoria do desempenho para acesso aos dados, uma vez que faz referência aos objetos em memória.

Como perspectiva de trabalho futuro, sugere-se enriquecer o esquema de Banco de Dados para atender as necessidades de sistemas mais complexos de rastreabilidade para agricultura orgânica, tais como o processo de tratamento das sementes, os resultados das análises de solo e fatores meteorológicos que ocorreram durante o plantio. Esses dados influenciam na qualidade final do produto, e desta forma, são relevantes no processo de rastreabilidade.

Referências Bibliográficas

- ALVES, W. P. **Fundamentos de Banco de Dados**, 1ª ed. São Paulo: Érica, 2004.
- DAMAS, L., **SQL – Structured Query Language**. LCT. Rio de Janeiro - RJ, 2007
- ECKSCHMIDT, T. et al. – **O Livro Verde de Rastreamento: conceitos e desafios**. 1a. edição. São Paulo. Livraria Varela, 2009.
- FONSECA, M. F. de A., et al. **Agricultura Orgânica: Introdução as normas, regulamentos técnicos e critérios para acesso aos Mercados dos produtos orgânicos no Brasil**. Niterói: Programa Rio Rural: Manual Técnico, 19 : SEAPPA/ SDS, 2009.
- LEI Nº 10.831/2003, de 23 de Dezembro de 2003. Presidência da República do Brasil. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências.
- MACHADO, R. T. M. Rastreabilidade, tecnologia de informação e coordenação de sistemas agroindustriais. Tese Doutorado Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 7.048 de 23 de dezembro de 2009**. Dá nova redação ao art. 115 do Decreto no 6.323, de 27 de dezembro de 2007, que regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003.
- PINHEIRO, K. H. Produtos orgânicos e certificação: o estudo desse processo em uma associação de produtores do município de Palmeira - PR.

Especificação objeto-relacional

Dissertação de Mestrado em Gestão da Inovação Agroindustrial – UTFPR, 2012.

PINHEIRO, K. H.; BITTENCOURT, J. V. M. Rastreabilidade para Produtos Orgânicos Oriundos da Pequena Propriedade: Um Modelo de Referência. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Carlos, SP. Outubro de 2010.

STAFFORD, J.V. Implementing precision agriculture in the 21st century. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.76, n.3, p.267-275, 2000.

THAKUR, M.; HURBURGH, C. R. Framework for implementing traceability system in the bulk grain supply chain. **Journal of Food Engineering**, v 95, 2009.

VAZ, M. C. S.; Vaz, M. S. M. G. Modelagem Convencional para Gestão de Dados na Agricultura Orgânica. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, V. 4, N. 2, 2012.