

Gerenciamento de Regras de Qualidade em Cadeias Produtivas Agrícolas

Aluno: Maurício Augusto Figueiredo
Orientadora: Claudia Bauzer Medeiros

Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação

Início: Março de 2007

Término (previsto): Março de 2009

Etapas concluídas: Defesa da proposta

¹ Instituto de Computação – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Caixa Postal 6176 – 13083-970 – Campinas, SP - Brasil

mauricio.figueiredo@students.ic.unicamp.br, cmbm@ic.unicamp.br

Resumo. *O uso de sistemas computacionais para a obtenção, armazenamento, processamento e análise de informações provenientes de fluxos de cadeias produtivas tornou-se um importante tema de pesquisa. Além dos desafios científicos de natureza multidisciplinar, tem várias conseqüências econômicas. O objetivo desta dissertação é tratar de mecanismos de gerenciamento de regras de qualidade aplicadas a uma cadeia produtiva agrícola, sob dois aspectos: (i) a especificação e armazenamento dessas regras e (ii) a análise dos eventos ocorridos na cadeia face a tais restrições.*

Esta dissertação tem como ponto de partida um modelo de rastreabilidade para cadeias produtivas em agropecuária desenvolvido na UNICAMP. A pesquisa combina trabalhos em bancos de dados ativos, serviços Web, disseminação de eventos, e usa dados de redes de sensores. Dentre as contribuições esperadas estão: um estudo detalhado referente à rastreabilidade associada a regras de qualidade, um modelo capaz de gerenciar a especificação, aplicação e análise dessas regras e um protótipo para validação do trabalho. Os estudos de caso são baseados em problemas na área de agricultura, tendo em vista os atuais projetos em andamento no IC - UNICAMP.

Palavras Chave: Qualidade, Rastreabilidade, Cadeias Produtivas, Bancos de dados Ativos

1. Introdução

Cadeias produtivas dependem cada vez mais de ferramentas computacionais. A automatização de processos de produção e serviços é uma tendência adotada universalmente, garantindo o ganho de desempenho e eficiência das cadeias como um todo. Um problema em aberto é a questão de rastreabilidade, motivada pela necessidade de garantia de qualidade de um produto. A rastreabilidade refere-se à habilidade de descrever e seguir a vida de um elemento conceitual ou físico. Pode ser realizada a partir da origem, desenvolvimento até a utilização dos produtos e também pode ocorrer em ordem inversa [Mohan and Ramesh 2002].

O objetivo desta dissertação é propor mecanismos para o gerenciamento e monitoramento de regras de qualidade em processos e serviços de cadeias produtivas. O trabalho deve envolver pesquisa em serviços Web, sensores, bancos de dados ativos e sistemas baseados em eventos, provendo mecanismos que possibilitem análises espaço-temporais de violação de restrições pré-estabelecidas. As principais contribuições esperadas são: um estudo detalhado referente ao uso de regras de qualidade associado à rastreabilidade, um modelo capaz de gerenciar a elaboração, aplicação e análise dessas regras de qualidade e um protótipo para validação do trabalho.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta conceitos e trabalhos correlatos; a seção 3 apresenta o modelo proposto para o gerenciamento de regras de qualidade. A seção 4 cita os aspectos de implementação e a seção 5 contém conclusões e contribuições.

2. Conceitos e Trabalhos Correlatos

2.1. Cadeias Produtivas e o Modelo de Bacarin

Uma cadeia produtiva é composta por um conjunto de componentes interativos do qual fazem parte sistemas produtivos, fornecedores de insumos e serviços, indústrias de processamento e transformação, agentes de distribuição e comercialização, além dos consumidores finais. Uma cadeia produtiva agrícola compreende todas as atividades que ocorrem desde a produção agrícola primária até a chegada do alimento processado na mesa do consumidor final. Cada um dos componentes da cadeia é autônomo, tendo liberdade para tomar decisões e definir quando a comunicação com outros componentes deve ser estabelecida.

A dissertação utiliza o modelo de cadeias agrícolas de Bacarin et al. [Bacarin et al. 2004]. Este modelo é composto pelos seguintes elementos básicos: **Atores, Produção, Armazenamento e Transporte**. Além disso, a dinâmica da cadeia é modelada a partir de **Contratos, Planos de Coordenação e Sumários**. Estes últimos, tratados por [Kondo 2007], foram introduzidos para permitir a rastreabilidade. A Figura 1 ilustra uma simplificação da cadeia produtiva do leite, cujo objetivo é processar leite, produzir e comercializar produtos relacionados. Nela estão presente os elementos de produção (Fazenda, Laticínio), armazenamento (Armazém, Distribuidor) e transporte. O monitoramento dos produtos é realizado a cada etapa desta cadeia (elementos "*Controle*" da figura, correspondentes às regras). A ênfase da dissertação é neste último aspecto, relacionada às regras de qualidade.

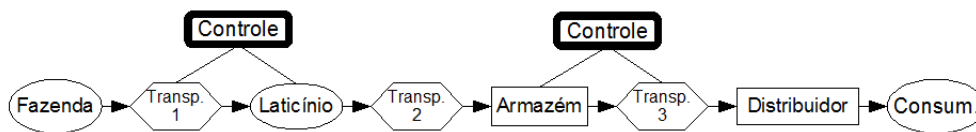


Figura 1. Cadeia Produtiva do Leite (Modificado de [Bacarin et al. 2004].)

2.2. O Modelo de Kondo

Kondo especifica um modelo de armazenamento de eventos em uma cadeia agropecuária que permite registrar tais ocorrências em vários níveis de granularidade. Seu modelo interliga eventos ocorridos na fabricação de produtos, processos e serviços envolvidos, de forma integrada, e é baseada em repositórios e sumários. Os Repositórios armazenam informações sobre a execução e os elementos da cadeia produtiva. Há sete repositórios (Participantes, Produtos, Regras, Contratos, Sumários, Processos e Serviços). Segundo [Kondo 2007], Sumários podem ser definidos como uma seqüência de registros que, semelhante ao log de um banco de dados, descrevem eventos em uma cadeia produtiva. Eles podem relacionar-se a produtos, processos, ou serviços de transporte e armazenamento, onde cada evento gerado na cadeia ocasiona a criação de um ou mais registros no sumário. Todos os componentes da arquitetura são encapsulados por serviços Web, o que simplifica e padroniza a forma de comunicação entre os sistemas, dada a natureza distribuída e heterogênea dos participantes da cadeia.

2.3. Rastreabilidade

A rastreabilidade em cadeias produtivas alimentícias é definida por Moe [Moe 1998] como a capacidade de localizar um produto e seu histórico através da cadeia produtiva, passando por etapas de colheita, transporte, armazenamento, processamento, distribuição e vendas. Nesta linha, podemos citar trabalhos como Wilson e Clarke [Wilson and Clarke 1998] ou Stock [Stock 2004], que tratam de aspectos de rastreabilidade com foco em alimentos.

Wilson e Clarke [Wilson and Clarke 1998] analisam a qualidade, segurança e rastreabilidade de produtos em cadeias produtivas agrícolas em escala global. A proposta descreve um mecanismo padrão de concepção e desenvolvimento de software, capaz de prover coesão, localização e disseminação de dados de rastreabilidade de forma homogênea e segura entre os participantes da cadeia produtiva, baseando-se em comunicação Internet.

Já Stock [Stock 2004] trata a rastreabilidade como uma forma de preservação da identidade dos produtos, enfatizando sua importância com o crescimento de alimentos produzidos a partir de plantas e animais geneticamente modificados. Ele utiliza a cadeia produtiva alimentar dos Estados Unidos como base para sua análise, concentrando-se nos principais fatores que influenciaram as mudanças da indústria alimentar nos últimos anos.

Ainda outros trabalhos relacionados a sistemas de rastreabilidade em cadeia incluem [Cimino et al. 2005], [Pinto et al. 2006] e [Taniguchi and Sagawa 2005]. Nossa proposta procura reunir as melhores características de tais trabalhos, como arquitetura distribuída e encapsulamento via Serviços Web, além de se diferenciar pela existência

de um mecanismo ativo de controle de qualidade e um modelo de comunicação entre os participantes baseado em disseminação de eventos.

Há várias outras linhas de pesquisa que têm intersecção com nosso trabalho, como por exemplo aquelas que tratam de gerenciamento de eventos em processos de negócio (business processes) – por exemplo, o trabalho de [Golfarelli et al. 2004] para tratamento de processos no contexto de data warehouses.

3. O Modelo de Gerenciamento de Qualidade

O objetivo desta dissertação é a elaboração de um modelo de controle de qualidade em cadeias produtivas, baseado na aplicação de regras de qualidade referentes à constituição e comportamento de produtos, processos e serviços. A solução deve prover mecanismos ativos de detecção de violação de restrições previamente armazenadas, por meio da avaliação dos dados contidos no sistema de rastreabilidade. Para isto, propõe-se utilizar aspectos de bancos de dados ativos, em que regras armazenadas são verificadas por meio de algum tipo de sistema de gatilhos.

Na arquitetura de [Kondo 2007], os registros que armazenam eventos de produtos, processos e serviços prevêm um campo que deve ser associado às regras aplicáveis. No entanto, o modelo não especifica tais regras, nem informa como devem ser gerenciadas ou como monitorar suas aplicações, deixando isso para trabalhos futuros. Nosso modelo preenche esta lacuna.

3.1. Visão Geral

Seja o seguinte cenário básico para a especificação de nosso modelo. Considere-mos a portaria expedida pelo Centro de Vigilância Sanitária de São Paulo, normatizando e padronizando o transporte de alimentos para consumo humano. Esta portaria define que o transporte de alimentos sob a categoria “refrigeração” deve ser realizado em um veículo fechado, sob temperatura entre 2°C e 6°C.

Seguindo o modelo de Kondo, as informações referentes ao transporte destes produtos devem ser armazenadas no Sumário de Serviços e de Produtos. O controle de temperatura é feito através de um sensor próprio, cujos dados devem ser processados e relacionados ao serviço de transporte em questão no sistema de rastreabilidade.

A portaria, por sua vez, deve ser mapeada em uma regra descrita computacionalmente, permitindo que as condições impostas por essa restrição de qualidade possam ser aplicadas sobre os dados coletados durante o transporte, e conseqüentemente a verificação de qualquer violação diretamente nas bases de dados.

Uma vez confrontados os dados e as restrições, a ocorrência de violações dá origem à notificações que devem ser entregues a todos os participantes interessados naquela determinada restrição, permitindo que as devidas ações corretivas sejam tomadas.

3.2. Componentes do Modelo

Nosso trabalho parte do modelo de armazenamento de dados especificado por Kondo [Kondo 2007], estendendo-o por meio da especificação do Gerenciador de Regras mencionado originalmente por Bacarin [Bacarin et al. 2004] e de um módulo de disseminação de eventos relacionadas a essas regras. Contemplamos ainda a manipulação de dados de sensores utilizados no monitoramento das etapas da cadeia.

O elementos principais do modelo e suas premissas são descritos a seguir.

Modelo de Persistência de Dados. Deve haver a possibilidade de armazenar os dados a serem analisados, bem como as regras que definem qualidade. Para tanto, estendemos o modelo proposto por Kondo através da adição de dois tipos de repositórios (de Regras e de Sensores), e dois novos tipos de sumários (Sumário de Regras e Sumários de Sensores). Assim tornamos possível especificar e armazenar as regras de qualidade que atuarão sobre os dados de rastreabilidade, além do uso dos dados mensurados por sensores.

Modelo de Gerenciamento Ativo de Regras. Existe a necessidade de um mecanismo de controle das regras armazenadas, definindo a forma como estas são convertidas em uma linguagem processável pelo banco de dados ativo, bem como a distribuição das mesmas nos diversos repositórios. Este mecanismo deve ainda controlar a inclusão, remoção e alteração das regras dentro dos Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados Ativos (SGBDA), fazendo o papel de camada lógica entre os repositórios de regras e a interface do modelo.

Modelo de Disseminação de Eventos Uma vez confrontados os dados e a regras, as violações detectadas dão origem a notificações que serão armazenadas no Sumário de Regras correspondente, e posteriormente enviadas aos demais participantes da cadeia. O mecanismo de notificação se baseia no paradigma de comunicação *Publish / Subscribe* e está sendo especificado de maneira a permitir que os participantes possam declarar seu interesse em resultados de análises relacionadas a uma determinada regra e ter a garantia de recebimento desses resultados.

4. Aspectos de Implementação

A camada de persistência de dados é composta por repositórios independentes, cada um encapsulado em seu respectivo serviço Web. Todo repositório disponibiliza apenas quatro operações básicas de manipulação de dados (criação, alteração, remoção e consulta) em sua interface de comunicação, e os dados são representados e disponibilizados pelos serviços Web como objetos complexos, facilitando a compreensão e manutenção do sistema.

As regras de qualidade também são especificadas objetos complexos e, quando aplicadas nos repositórios, são processadas e transformadas em um conjunto de gatilhos e procedimentos responsáveis pelo monitoramento dos dados neles armazenados. O mecanismo de disseminação de eventos seguirá o mesmo modelo, onde as notificações serão representadas por objetos encapsulados em mensagens JMS trocadas entre os participantes.

Toda a arquitetura se baseia no uso de serviços Web e é implementada em linguagem Java. Um servidor de aplicação JBoss foi utilizado para funcionar como contêiner do protótipo, além de prover as funcionalidades de servidor Web, servidor de mensagens JMS e serviço de persistência de dados de forma integrada. Já o SGBD utilizado foi o PostgreSQL, em conjunto com o mecanismo de persistência Hibernate 3.0.

5. Conclusões

O objetivo da dissertação é propor mecanismos para o gerenciamento e monitoramento de regras de qualidade em processos e serviços de cadeias produtivas. Toda a parte relativa ao armazenamento de dados, incluindo os repositórios referentes aos sensores e às regras de qualidade, está definida e implementada. Os próximos passos são a definição dos mecanismos de verificação das regras e de disseminação de eventos gerados por violações dentre os participantes da cadeia produtiva, bem como a validação da arquitetura proposta, com simulações.

As principais contribuições deste trabalho são: um estudo detalhado referente ao uso de regras de qualidade associado à rastreabilidade, um modelo capaz de gerenciar a elaboração, aplicação e análise dessas regras de qualidade e um protótipo para validação do modelo proposto.

Referências

- Bacarin, E., Medeiros, C. B., and Madeira., E. (2004). A collaborative model for agricultural supply chains. In *Proc. OTM Confederated International Conferences, CoopIS, DOA, and ODBASE 2004 - LNCS 3290*, pages 319–336. Springer Berlin / Heidelberg.
- Cimino, M. G. C. A., Lazzarini, B., Marcelloni, F., and Tomasi, A. (2005). Cerere: an information system supporting traceability in the food supply chain. In *CECW '05: Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on E-Commerce Technology Workshops*, pages 90–98. IEEE Computer Society.
- Golfarelli, M., Rizzi, S., and Cella, I. (2004). Beyond data warehousing: what's next in business intelligence? In *DOLAP '04: Proceedings of the 7th ACM international workshop on Data warehousing and OLAP*, pages 1–6. ACM.
- Kondo, A. A. (2007). Gerenciamento de rastreabilidade em cadeias produtivas agropecuárias. Master's thesis, Instituto de Computação - Unicamp.
- Moe, T. (May 1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science and Technology*, 9:211–214(4).
- Mohan, K. and Ramesh, B. (2002). Managing variability with traceability in product and service families. In *HICSS '02: Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'02)-Volume 3*, page 76.
- Pinto, D. B., Castro, I., and Vicente., A. A. (2006). The use of tic's as a managing tool for traceability in the food industry. *Food Research International*, page 772–781.
- Stock, J. R. (2004). *Food Supply Chain Management*, chapter 14. The US Food Supply Chain. Blackwell Publishing.
- Taniguchi, Y. and Sagawa, N. (2005). IC Tag Based Traceability: System and Solutions. In *Proc. ICDE '05*, pages 13–17.
- Wilson, T. P. and Clarke, W. R. (1998). Food safety and traceability in the agricultural supply chain: using the internet to deliver traceability. *Supply Chain Management: An International Journal*, 3(3):127–133.