

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

SELMA JOSETTE SILVEIRA DEBTIL

ONTOLOGIA PARA RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE SEMENTES

PONTA GROSSA

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

SELMA JOSETTE SILVEIRA DEBTEL

ONTOLOGIA PARA RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE SEMENTES

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Prof^a Dr^a Maria Salete M. G. Vaz

PONTA GROSSA

2014

TERMO DE APROVAÇÃO

Selma Josette Silveira Dehtil

“ONTOLOGIA PARA RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE SEMENTES”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientadora



Dr. Maria Salete Marcon Gomes Vaz
UEPG



Dr. João Luiz Kovalesski
UTFPR



Dr. Alceu de Souza Britto Junior
UEPG

Ponta Grossa, 28 de março de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha mãe Maria Diair, pelas orações e ensinamentos, ao meu marido Jean Jeyme Costa Debtíl, pelo apoio e cumplicidade, e a meus filhos Sofia e Murilo, como incentivo ao estudo e à pesquisa.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me deu vida, a inteligência, e me supriu, de energia para a contínua caminhada durante o decorrer do mestrado.

A todos que me incentivaram a realizar este trabalho. Em especial aos meus pais, Sergio e Maria Diair, pela educação e exemplo de vida. Sua referência foi fundamental para estruturação de meu ser e meu caráter.

Ao meu marido, Jean Jeyme Costa Dehtil, pela constante participação e carinho em cada detalhe de minha vida.

A minha orientadora, Profa. Dra. Maria Salete Marcon Gomes Vaz, pelo incentivo e compreensão fundamentais, que muito contribuíram para o meu crescimento pessoal. Agradeço pela grande paciência e atenção que sempre teve com a minha pessoa, que tornou possível a realização deste trabalho. Agradeço pela oportunidade, pelas sugestões, pela dedicação, pela motivação, pelos direcionamentos, pelos conselhos, sendo mais que uma orientadora, mas uma verdadeira amiga.

Aos professores, componentes da Banca de Qualificação, José Carlos Ferreira da Rocha e Alceu De Souza Britto Juniorr, pela avaliação e sugestões para enriquecimento deste trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Alceu De Souza Britto Jr e João Luiz Kovaleski, pela aceitação do convite de participação na avaliação deste trabalho.

Aos amigos do mestrado, pelas ajudas nos momentos mais difíceis e pelo aprendizado que me proporcionaram.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada da UEPG, pela constante presença e contribuições indiretas.

A todos os amigos que, de alguma forma, foram fonte de força e inspiração.

“Pesquise para ver o que todos têm visto, e para pensar o que ninguém tenha pensado”.

(Albert Szent-Gyorgyi, Prêmio Nobel de Medicina, 1937).

RESUMO

As ontologias representam o conhecimento e estão vinculadas à evolução tecnológica. No agronegócio, o uso da rastreabilidade aumenta a segurança de seus produtos e a sua qualidade. A garantia da qualidade e melhoria de processos é necessária para os produtores de sementes. A taxa de utilização de sementes certificadas e fiscalizadas vem crescendo e caracterizada pela alta competitividade. Esta dissertação apresenta o desenvolvimento de ontologia para a garantia da qualidade e a melhoria dos processos, através da representação do conhecimento na produção de sementes. A aquisição do conhecimento foi realizada através do levantamento de Leis, regulamentos e normativas inerentes a produção de sementes. Para o processo de desenvolvimento da ontologia foi utilizada a Ferramenta Protégé, combinando as metodologias *Enterprise*, *Methontology*, *On-to-Knowledge* e do guia *Ontology Development 101*. Como resultado é apresentado um sistema de representação de conhecimento e seu vocabulário, com a descrição da ontologia, termos, classes, hierarquias, propriedades, restrições e instâncias. Uma contribuição da pesquisa é o roteiro metodológico, possibilitando a obtenção dos principais termos do domínio e a taxionomia gerada na ontologia. A rastreabilidade associada à certificação de sementes gera informações que demandam de controle efetivo pelas empresas produtoras de sementes. A criação da ontologia reforça a utilização da definição do conhecimento do domínio como ferramenta de gestão de informações, qualidade e transparência em todas as etapas do processo produtivo.

Palavras-chave: Ontologia, Rastreabilidade, Sementes, Gestão.

ABSTRACT

Ontologies represent the knowledge and are linked to technological developments. In agribusiness, the use of traceability increases the safety of their products and their quality. Quality assurance and process improvement is essential for seed producers. The rate of use of certified and inspected seed has grown and characterized by high competitiveness. This dissertation presents the development of ontology for quality assurance and process improvement through knowledge representation in seed production. The acquisition of knowledge was conducted by surveying Laws, regulations and standards pertaining to seed production. For the process of ontology development was used the tool Protégé, merging methodologies such as Enterprise, Methontology, On-to-Knowledge, Ontology's Development 101 Guide. As results, a system of knowledge representation and its vocabulary are presented, describing the ontology terms, classes, hierarchies, properties, restrictions and instances. One of the contributions of this research is the methodological route, enabling obtainment of main domain terms in the ontology and taxonomy generated. Traceability related to seed certification provides information that require effective control by seed companies. The creation of ontology reinforces the use of the definition of domain knowledge as information management tool, quality and transparency for entire production chain.

Keywords: Ontology, Traceability, Seeds, Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - RASTREABILIDADE	13
FIGURA 2 - FILOSOFIA	16
FIGURA 3 - ARQUITETURA W3C.....	17
FIGURA 4 - EXEMPLO DE ONTOLOGIA	18
FIGURA 5 - EVOLUÇÃO WEB	19
FIGURA 6 - METODOLOGIA <i>ENTEPRISE</i>	23
FIGURA 7 - <i>METHONTOLOGY</i>	24
FIGURA 8 - <i>ON-TO-KNOWLEDGE</i>	24
FIGURA 9 - <i>ONTOLOGY DEVELOPMENT</i> 101	25
FIGURA 10 – PROTÉGÉ	26
FIGURA 11- AGENTES PARTICIPANTES DO PROCESSO DE RASTREAMENTO.....	28
FIGURA 12 – <i>TRACKING</i> E <i>TRACING</i>	32
FIGURA 13 – VISÃO GERAL DO MODELO RIG	37
FIGURA 14 – FLUXOGRAMA DA UBS PARA SEMENTE DE SOJA	38
FIGURA 15 - CADEIA PRODUTIVA PARA O SETOR DE SEMENTES	40
FIGURA 16 – FLUXO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO	41
FIGURA 17- RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES.....	42
FIGURA 18 - TRECHO DO DOCUMENTO VISÃO DA ONTOLOGIA.....	45
FIGURA 19 - FLUXO PROCESSO DA RASTREABILIDADE DE SEMENTES	46
FIGURA 20 - GLOSSÁRIO DE TERMOS.....	47
FIGURA 21 – MODELO HIERARQUICO DAS CLASSES	48
FIGURA 22 – MODELO HIERARQUICO DE CLASSES E SUBCLASSES	49
FIGURA 23 – RELACIONAMENTOS DA CLASSE CAMPO	50
FIGURA 24 – RELAÇÃO ENTRE CLASSES	50
FIGURA 25 - DL QUERY CLASSE SEMENTE.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ESTATISTICA DEMANDA E PRODUÇÃO DE SEMENTES.....	33
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GAP	<i>Good Agricultural Practices</i>
GS1	<i>Global Standard</i>
HACCP	<i>Hazard Analysis Critical Control Point</i>
HTML	HyperText Markup Language
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PI	Produção Integrada e Preservação de Identidade (soja)
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RENASEM	Registro Nacional de Sementes e Mudas
RNC	Registro Nacional de Cultivares
SNSM	Sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
W3C	World Wide Web Consortium
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. MOTIVAÇÃO.....	12
1.2. JUSTIFICATIVA.....	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1. ONTOLOGIA.....	16
2.2. WEB SEMÂNTICA	18
2.3. UTILIZAÇÕES DE ONTOLOGIAS EM COMPUTAÇÃO	19
2.4. CARACTERÍSTICAS DAS ONTOLOGIAS	21
2.5. METODOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS	23
2.6. FERRAMENTA PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIA	25
2.7. RASTREABILIDADE.....	27
2.7.1. NORMATIVAS DA RASTREABILIDADE	29
2.7.2. CARACTERÍSTICAS DA RASTREABILIDADE.....	31
2.7.3. RASTREABILIDADE DE SEMENTES	33
2.8. TRABALHOS RELACIONADOS	34
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1. DOCUMENTO DE VISÃO	45
4.2. FLUXO DO PROCESSO DA RASTREABILIDADE DE SEMENTES.....	46
4.3. GLOSSÁRIO DE TERMOS	47
4.4. CONTRUÇÃO DA ONTOLOGIA.....	48
5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

ANEXOS - DOCUMENTOS UTILIZADOS NA PRODUTIVIDADE DE SEMENTES 60

1. INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

As ontologias representam o conhecimento e estão atreladas à evolução tecnológica, por sua aplicação crescente em setores de Gestão de Conhecimento, na Mineração de Dados e intrinsecamente ligada à evolução da Web. A agricultura por sua vez, demanda evolutivamente, de controles atualizados e em conformidade com a legislação de cada cultura.

Uma ontologia pode ter uma variedade de formas, possuindo um vocabulário de termos e especificação de seu significado. Isto inclui definições e uma indicação de como conceitos estão interrelacionados, os quais impõem coletivamente uma estrutura sobre o domínio e restringe as possíveis interpretações do termo (USCHOLD; JASPER, 1999).

O processo de rastreabilidade se relaciona com informação, segregação física e controle de qualidade de alimentos. A adoção de sistemas de rastreabilidade na cadeia produtiva é decorrente da crescente preocupação com a segurança do alimento, por parte de consumidores e autoridades públicas.

Quando ocorreram vários incidentes envolvendo o consumo de carne bovina, proveniente de animais atingidos pelo “mal da vaca louca”, em 1990, podendo levar à morte, resultou em maior interesse pela rastreabilidade. Esses fatos levaram a União Européia a criar o Regulamento (CE) Nº 178/2002 que determinou os princípios e normas gerais da legislação alimentar e estabeleceu que a rastreabilidade é assegurada em todas as fases de produção, transformação e distribuição dos gêneros alimentícios.

A rastreabilidade refere-se à habilidade de descrever e seguir o ciclo de vida de um elemento conceitual ou físico (Figura 1), sendo realizada a partir da origem, do desenvolvimento até a utilização dos produtos e, também, pode ocorrer em ordem inversa (MOHAN; RAMESH, 2002).

FIGURA 1 - RASTREABILIDADE



Fonte: Wikipédia

Na agricultura atual, para a produção de alimentos ter sucesso, são utilizados diversos recursos tecnológicos, onde uma das formas de melhorar a produtividade é usar sementes de qualidade. A semente não é um grão que germina. Ela possui atributos de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, não pertencente aos grãos, conferindo garantia de um desempenho agrônomo, fundamental para o sucesso de uma lavoura de alta produtividade.

O uso de sementes de elevada qualidade e com alto vigor, gera a necessidade de controles, com processos de rastreabilidade na produção e adoção de um bom programa de qualidade. No Brasil a MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através LEI Nº 10.711, de 05 de agosto de 2003, elecam uma série de exigências que devem ser seguidas na produção de sementes.

Todo o processo gera um número enorme de informações, que necessita estar disponível, com a ampliação do acesso à informação e contribuindo para aumentar a transparência, a acessibilidade, o reuso e o aproveitamento efetivo dos recursos aplicados em rastreabilidade. Porém, as informações acarretam novos desafios na estruturação das mesmas, para que dados possam ser integrados de forma consistente.

Ontologia na Ciência da Computação trabalha o significado e a existência de objetos e conceitos. Uma ontologia define os objetos e os conceitos que existem no domínio de um sistema, seus relacionamentos e os seus significados.

Para Gruber (1983), a ontologia é uma descrição dos conceitos e dos relacionamentos que podem existir entre eles, sendo uma especificação explícita de uma conceituação. Cada ontologia tem sua finalidade, seu contexto compartilhado e permite a reutilização do conhecimento.

1.2. JUSTIFICATIVA

A rastreabilidade é definida por Moe (1998) como a capacidade de localizar um produto e seu histórico na cadeia produtiva, passando por etapas de plantio, colheita, transporte, armazenamento, processamento, distribuição e vendas.

Inserir informações detalhadas sobre a origem e as características dos produtos, distribuídos de acordo com lotes homogêneos, nas várias etapas da cadeia produtiva, tornou-se um instrumento de vantagem comercial. A possibilidade de obter informações mais detalhadas ou mesmo comprovar a autenticidade da origem da semente, consultando uma base de dados pelo código do produto é um diferencial do produtor.

Um sistema de rastreamento eficiente deve ser composto de normas e/ou referências da qualidade para garantir e preservar: procedimentos estabelecidos; relação de insumos permitidos e proibidos; períodos de carência ou transição baseados em normas; exigências dos produtores para que mantenham comprovantes de compras e de vendas; e auditorias e vistorias surpresas e periódicas (GS1, 2009).

A ausência de um programa de rastreabilidade impede a devida responsabilização e a tomada de ações preditivas, preventivas e corretivas. A rastreabilidade é uma ferramenta utilizada para a identificação da origem do problema.

A especificação de uma ontologia cria compromissos ontológicos, os quais significam um acordo sobre a adoção de um vocabulário consistente, embora incompleto, com a teoria especificada. O desenvolvimento de uma ontologia é similar à definição de conjunto de dados e da estrutura deles para que sejam utilizados.

Para Andrade (2008) “O papel de uma ontologia é capturar o conhecimento partilhado em um dado domínio, transformar esse conhecimento em conceitos e relacionamentos entre os conceitos e representá-los através de um vocabulário formal, que possa ser utilizado de maneira comum e que favoreça a partilha e reutilização da informação”.

Desta forma, o desenvolvimento de uma Ontologia para rastrear a cadeia produtiva de sementes contribuirá para todas as fases do processo de produção,

integrando todos os agentes envolvidos no processo e as informações aplicáveis e disponíveis ao consumidor final.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral desta dissertação é definir uma ontologia para rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes.

Os objetivos específicos são os que seguem.

- Pesquisar as leis, regulamentos e padrões de qualidade que determinam as normas sobre rastreabilidade de sementes;
- Criar uma ontologia para rastreabilidade através da Linguagem OWL – *Ontology Web Language*;
- Implementar a ontologia e realizar inferências utilizando o Protegé 4.1; e
- Validar a ontologia.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação está estruturada em 5 (cinco) capítulos, incluindo este capítulo introdutório. No Capítulo 2, Fundamentação Teórica, são descritos os conceitos básicos inerentes a Ontologia, Rastreabilidade, Padrões, Normas e Regulamentos para Rastreabilidade, e trabalhos relacionados. No Capítulo 3, Materiais e Métodos, é apresentada a metodologia utilizada ao longo da pesquisa. No Capítulo 4, Resultados e Discussão, é apresentada a Ontologia com a sua estrutura, interface, módulos e documentação. E, finalmente, no Capítulo 5, são realizadas as conclusões e apresentadas às perspectivas de pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ONTOLOGIA

O termo ontologia é originário da filosofia (Figura 2), oriundo do grego *ontos* (ser) + *logos* (palavra), correspondendo à natureza do ser, da realidade, da existência dos entes e das questões metafísicas¹ em geral. Para Guarino (1998), refere-se a ontologia como um sistema de categorias modelando certa visão do mundo.

FIGURA 2 - FILOSOFIA



Fonte: <http://filosblogandocom.blogspot.com.br/2010/0/metafisica-filosofia-primeira.html>

Ontologia foi adotada pelas comunidades de inteligência artificial e gestão de conhecimento, para se referir aos conceitos e termos, usados para descrever alguma área do conhecimento ou construir uma representação, com a descrição formal de conceitos e relacionamentos (GUARINO, 1998). Uma ontologia de determinada área de conhecimento provê semântica, é processável por máquina, com bases de conhecimento interoperáveis e melhor estruturadas.

O estudo de ontologias caracteriza-se como um ramo de pesquisa, propondo uma nova maneira de representar o conhecimento. Para representar os conceitos, as relações entre os conceitos e a semântica de um domínio de conhecimento, é estudada uma série de formalismos, gerando um modelo formal com declarações lógicas representando o conhecimento do domínio, a ser manipulado em um sistema computacional.

Gómez-Pérez (2011) descreve que “Uma ontologia é um conjunto de termos ordenado hierarquicamente para descrever um domínio que pode ser usado como esqueleto para uma base de conhecimentos”.

¹ **Metafísica** É um ramo da filosofia que estuda a essência do mundo. O que é real? O que é natural? O que é sobrenatural? O ramo central da **metafísica** é a ontologia, que investiga em quais categorias as coisas estão no mundo e quais as relações dessas coisas entre si. (BLACKBURN, 1997)

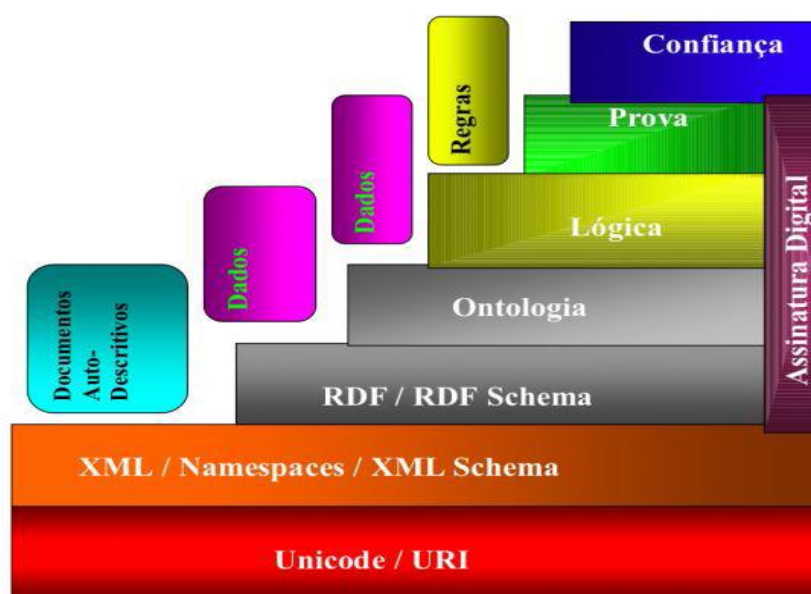
Na concepção de Gruber (1993), “uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”. Nesta definição, entende-se por “conceitualização” um modelo abstrato.

Para Gruninger (1995), uma ontologia é uma especificação de uma conceitualização: uma descrição de conceitos e relações que existem em um domínio de interesse. Basicamente, uma ontologia consiste desses conceitos e relações, e suas definições, propriedades e restrições que estão descritas na forma de axiomas. No entanto, não há uma definição universal para ontologias. Uma razão dessas inúmeras definições é a grande quantidade de formas de suas aplicações.

Segundo Guizzardi (2007), uma ontologia é uma especificação conceitual que descreve conhecimento sobre um domínio, de forma independente de linguagem. Além disso, uma ontologia visa restringir as interpretações de um vocabulário para que os seus modelos lógicos se aproximem ao máximo do conjunto de estruturas da conceitualização daquele domínio.

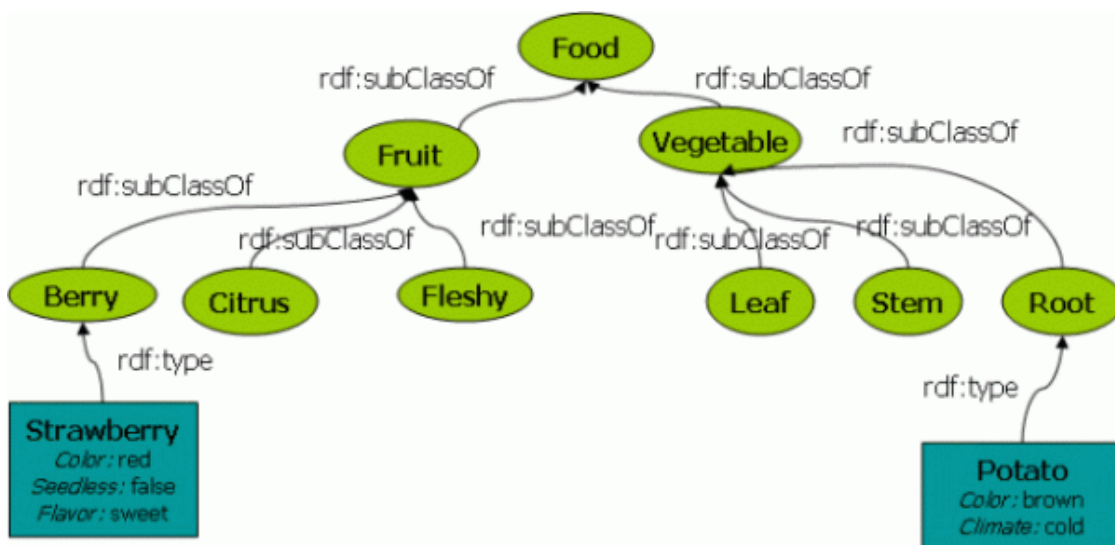
Na Figura 3 pode ser observada a arquitetura proposta pelo Consórcio mundial W3C - *World Wide Web Consortium*, onde a Camada Ontologia dá suporte para a evolução dos vocabulários e para o processamento e integração das informações existentes, evitando problemas como falta de definição ou conflito de terminologia.

FIGURA 3 - ARQUITETURA W3C



Uma ontologia faz uso de um vocabulário formal, que possa ser utilizado de maneira comum e que favoreça a partilha e a reutilização da informação, busca capturar o conhecimento partilhado em um dado domínio e representa esse conhecimento através de um conjunto de conceitos, como os relacionamentos existentes entre esses conceitos, conforme Figura 4. É utilizada para realizar inferências e deduções por meio de raciocínio sobre os objetos de um domínio.

FIGURA 4 - EXEMPLO DE ONTOLOGIA



FONTE: <http://www.sei.cmu.edu/isis/guide/gifs/fruit-ontology.gif>

Na área agrícola como na computação, cresce o uso de ontologias no processo de representação de informação para extrair conhecimento, na Figura 4 pode ser observado relações de significado entre termos.

2.2. WEB SEMÂNTICA

A Web Semântica foi idealizada por Tim Berners-Lee (2001) criador da linguagem HTML e líder na criação do consórcio mundial W3C no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

Web Semântica é uma proposta para atender a Web atual conforme Figura 5, de modo que máquinas possam processar e integrar, de forma mais inteligente, a quantidade de dados existente. Assim é necessário atribuir significado aos dados e tecnologias permitindo o processamento baseado no significado e possibilitando a compreensão da informação pelas máquinas.

FIGURA 5 - EVOLUÇÃO WEB



FONTE: <http://www.hiperbytes.com.br/geral/web-2-0-a-primeira-evolucao-da-internet/>

A informação para Web será descrita através de anotações semânticas, resultando em significado para a informação. Ontologias atuam no propósito da Web Semântica, uma vez que a permitem descrever e atribuir significado à informação, com regras e inferências, para viabilizar a construção de sistemas e agentes mais inteligentes.

Para concretizar os objetivos da Web semântica, ontologias tem um papel fundamental, pois a utilização favorece o compartilhamento e o reuso da informação, permitindo estabelecer e inferir relações dinâmicas nos mais diversos domínios, por meio de linguagens simultaneamente adequadas ao entendimento do homem e da máquina.

2.3. UTILIZAÇÕES DE ONTOLOGIAS EM COMPUTAÇÃO

Ontologias são utilizadas por pessoas, bancos de dados e aplicações, para compartilhamento de informações pertencentes a um domínio. As ontologias incluem definições que podem ser utilizadas por computadores e dizem respeito aos conceitos básicos do domínio e aos relacionamentos entre eles. O conhecimento do domínio fica então codificado, podendo ser reusado. O primeiro passo, para projetar um sistema de representação de conhecimento eficiente e seu vocabulário, é realizar uma análise ontológica eficiente do domínio.

Segundo Noy e McGuinness (2001) existem finalidades para o uso de ontologia em computação como segue:

- Compartilhar um entendimento comum, de uma estrutura de informação, entre pessoas e agentes de software. Esta é uma das finalidades mais freqüentes para se desenvolver uma ontologia;

- Possibilitar o reuso do conhecimento de um domínio. Uma vez construída uma ontologia representando um domínio, esta poderia ser reutilizada ou estendida quando conveniente;
- Tornar explícitas as premissas utilizadas. Frequentemente, boa parte do conhecimento acerca do domínio da aplicação está embutido dentro do código dos sistemas. Esta codificação torna muito difícil identificar as premissas utilizadas, quando é necessária alguma manutenção. Explicitar premissas por meio de uma ontologia facilita sua manutenção, quando o conhecimento acerca do domínio mudar. Também, especificar explicitamente o conhecimento do domínio é útil para novos usuários, os quais necessitam aprender seus termos e significados; e
- Separar o conhecimento do domínio do conhecimento da operacionalização. O conhecimento operacional, em geral, é mais facilmente representado através de algoritmos. Já o conhecimento do domínio pode ser mais apropriadamente representado numa ontologia.

Ontologias podem ser utilizadas em várias áreas da Ciência da Computação, dentre elas:

- ✓ **Recuperação de informações na Internet** - Projeto relacionado à recuperação de informação na Internet o Ontoweb² que é um sistema de análise de informações na Internet, que possibilita uma pesquisa contextualizada nas fontes acessadas;
- ✓ **Gestão do Conhecimento** - como o CoMMA - *Corporate Memory Management through Agents*, por exemplo, que propõe o armazenamento da memória corporativa da empresa através do uso de ontologias (GANDON,2001); e
- ✓ **Educação** - Existe alguns projetos na área de educação em ambiente de Internet, por exemplo, o *SchoolOnto - Scholarly Ontologies Project* é um biblioteca digital baseada em ontologias (SHUM, 2000). Ela possibilita a interpretação de domínios, e auxilia na modelagem de pesquisas dinâmicas, as quais necessitam de ferramentas para tratar inconsistências.

² <http://www.ontoweb.com.br>

Assim, uma ontologia define uma “linguagem” e um conjunto de termos utilizado para formular consultas (ALMEIDA, 2003). Também, as regras de combinação entre os termos e seus relacionamentos, criados por especialistas, e os usuários formulam consultas usando os conceitos especificados.

2.4. CARACTERÍSTICAS DAS ONTOLOGIAS

As ontologias possuem alguns componentes que estão presentes em grande parte delas:

- ✓ **classes**, representativas de conceitos e organizadas hierarquicamente em uma taxonomia;
- ✓ **relações**, representativas da interação entre os conceitos de um domínio;
- ✓ **axiomas**, utilizados para modelar sentenças consideradas verdadeiras; e
- ✓ **instâncias**, representativas dos objetos que pertencem a uma classe. Utilizadas para representar elementos específicos, ou seja, os próprios dados.

As ontologias podem ser classificadas em tipos, a partir de critérios diversos: grau de formalidade, tipo da estrutura, assunto da conceitualização, função específica, entre outros.

Para Jasper e Uschold (1999) as ontologias classificam de acordo com sua função no processo de desenvolvimento de sistemas computacionais, em:

- **Ontologia de “autoria neutra”**, que enfatiza a reutilização de dados, possibilitando que um aplicativo seja escrito em uma única linguagem e, depois, convertido para uso em diversos sistemas;
- **Ontologia de especificação**, uma ontologia de domínio usada para documentação e manutenção de *softwares*; e
- **Ontologia de acesso comum à informação**, que torna a informação inteligível quando o domínio é expresso em um vocabulário inacessível.

Haav e Lubi (2001) classificam as ontologias, quanto aos tipos de classes presentes, em:

- **Ontologias de alto nível**, que descrevem conceitos gerais como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, etc, os quais são independentes do problema ou domínio;

- **Ontologias de domínio**, que descrevem o vocabulário de um domínio, por exemplo, medicina ou automóveis; e
- **Ontologias de tarefa**, que descrevem uma tarefa ou atividade, por exemplo, diagnósticos ou compras, através da inserção de termos especializados.

Uschold e Gruninger (1996) classificam a ontologia, de acordo com o grau de formalidade utilizado para especificar o vocabulário de termos e seus significados, em:

- **Ontologia altamente informal**, em que o vocabulário é expresso em linguagem natural;
- **Ontologia semi-informal**, em que o vocabulário é expresso em linguagem natural, de forma restrita e estruturada;
- **Ontologia semi-formal**, cujo vocabulário é expresso em linguagem artificial definida formalmente; e
- **Ontologia rigorosamente formal**, em que os termos são definidos com semântica formal, teoremas e provas.

Mizoguchi, Vanwelkenhuysen e Ikeda (1995) distinguem tipos de ontologias, de acordo com sua conceitualização, em:

- **Ontologias de domínio**, que são reutilizáveis em um domínio e fornecem um vocabulário sobre conceitos desse domínio, sobre seus relacionamentos, sobre as atividades e sobre os princípios que governam essas atividades;
- **Ontologias de tarefa**, que fornecem um vocabulário sistematizado de termos utilizados na solução de problemas, especificando tarefas que podem ou não estar no mesmo domínio; e
- **Ontologias genéricas**, que incluem um vocabulário relacionado a coisas, eventos, tempo, espaço, casualidade, comportamento, funções, entre outros.

Pode ser observado que não existe consenso na classificação de tipos de ontologias. As categorias propostas pelos autores citados muitas vezes se sobrepõem umas as outras.

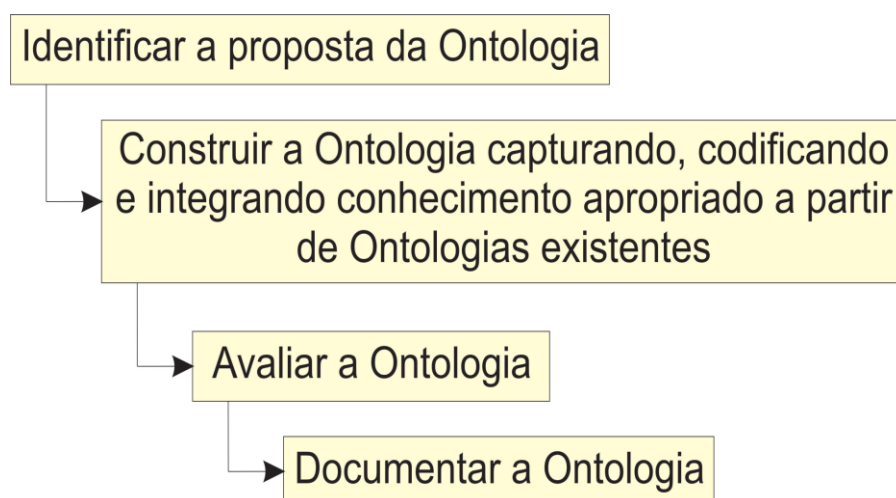
2.5. METODOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

O desenvolvimento de ontologias requer um esforço considerável. Existe um número crescente de metodologias, devido ao número de diferentes representações do conhecimento, as quais possuem diferentes necessidades para sua conceitualização. Segundo Gómez-Pérez (2004), surgiu a Engenharia de Ontologias, preocupando-se com o conjunto de atividades, o processo de desenvolvimento de ontologias, o ciclo de vida de ontologias, os métodos e metodologias para desenvolver ontologias e as ferramentas e linguagens de suporte à construção das mesmas.

Na construção da ontologia há alguns princípios apresentados por Gómez-Pérez (1999) a serem seguidos. Os princípios são reafirmados por Gruber (2007): Clareza e objetividade; Completude; Coerência; Maximização de extensibilidade monotônica; Compromissos ontológicos mínimos; Princípio de distinção ontológica; Diversificação de hierarquias para aumentar o poder provido por múltiplos mecanismos de herança; Modularidade para possibilitar e promover o reuso da ontologia; Diminuir a distância semântica entre conceitos irmãos e utilizar nomes padronizados, sempre que possível.

Existem metodologias de desenvolvimento de ontologias no intuito de sistematizar sua construção e manipulação, entre as quais *Enterprise* que é baseada em quatro fases: identificação do propósito, identificação do escopo, formalização e documentação formal conforme Figura 6.

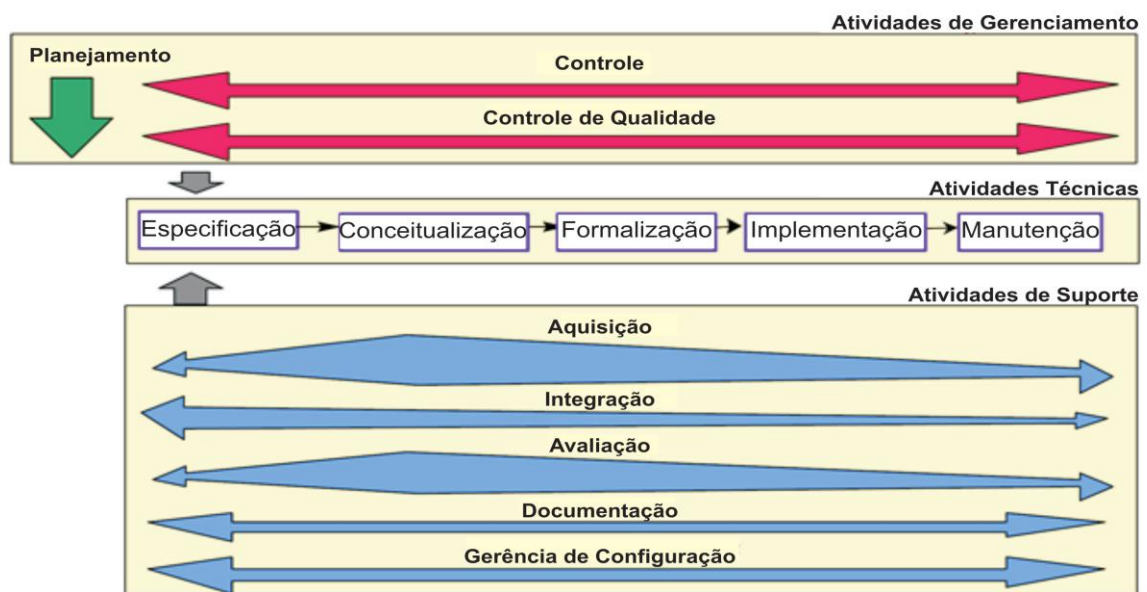
FIGURA 6 - METODOLOGIA ENTERPRISE



Fonte: MORAIS (2007)

Na *Methontology*, as atividades principais são especificação de requisitos, conceitualização do domínio do conhecimento, formalização do modelo conceitual em uma linguagem formal, implementação de um modelo formal e manutenção de ontologias implementadas, conforme demonstra a Figura 7. A construção da ontologia é baseada no conhecimento de um domínio. A metodologia foi idealizada por um grupo de pesquisa em Engenharia de Ontologias, da Universidade Politécnica de Madri, sendo fortemente influenciada por metodologias de Engenharia de Software e de Engenharia do Conhecimento.

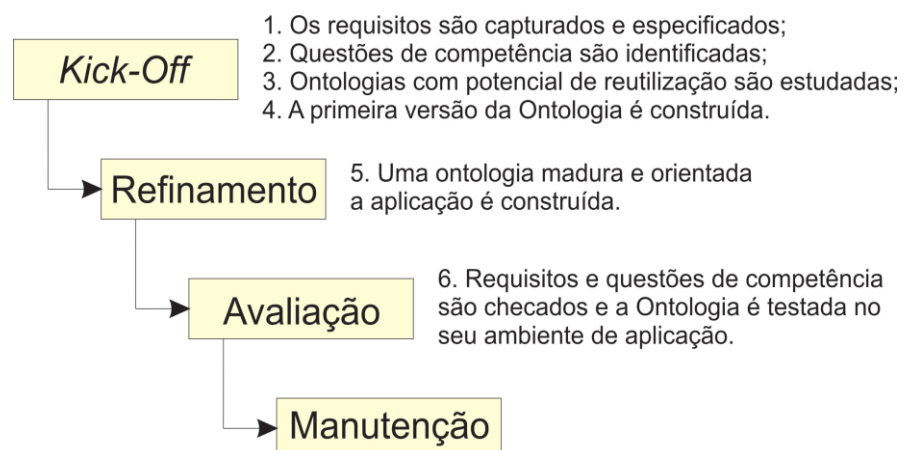
FIGURA 7 - METHONTOLOGY



Fonte: MORAIS (2007)

On-To-Knowledge baseada em quatro fases (Figura 8) *kick-off*, refinamento, avaliação e manutenção.

FIGURA 8 - ON-TO-KNOWLEDGE



Fonte: MORAIS (2007)

Para NOY (2001) não existe um modo correto ou metodologia de desenvolvimento de ontologias. Os autores sugerem apenas um processo para tal, denominado *Ontology Development 101*. O processo consiste em um guia de passos iterativos, livremente executados no desenvolvimento de ontologias. A Figura 9, representação dos sete passos sugeridos pelos pesquisadores.

FIGURA 9 - *ONTOLOGY DEVELOPMENT 101*



Fonte: Adaptado Autor

Para seguir esta metodologia o pesquisador deve responder há algumas questões. Segundo RAUTENBERG, S. et al. (2008) “O que abrange o domínio da ontologia?”, “para que se utilizará a ontologia?”, “Que questões a ontologia deveria responder?”, “Quem utilizará e manterá a ontologia?”. Esses questionamentos norteiam a determinação do domínio e escopo no desenvolvimento de uma ontologia.

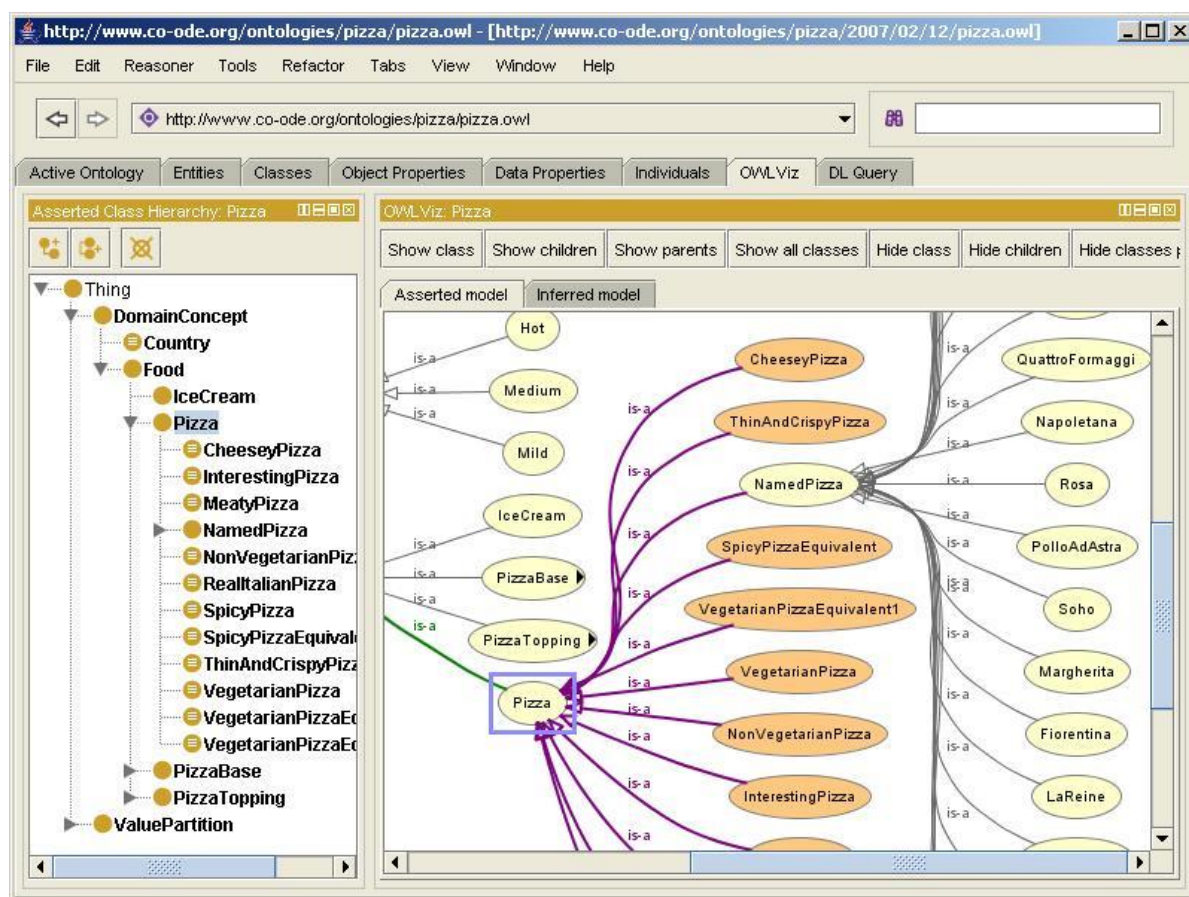
Considerar o reuso de ontologias existentes, relacionar uma lista de termos presentes no discurso do domínio da ontologia, a partir dos termos, extraem-se aqueles que descrevem objetos e ajudam a definir as classes, propriedades e instâncias. Existem outras metodologias além das descritas nesta seção. Mais informações sobre metodologias podem ser obtidas em Almeida (2003).

2.6. FERRAMENTA PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIA

O Protégé é uma ferramenta para construção de ontologia, desenvolvida pelo grupo de informática médica da Universidade de Stanford. Almeida e Bax (2003) apresentam como um ambiente interativo para projeto de Ontologias, de código aberto, que oferece uma interface gráfica para edição de Ontologias e uma arquitetura para a criação de ferramentas baseadas em conhecimento. A Arquitetura é modulada e permite a inserção de novos recursos.

Protégé³ é um ambiente gratuito, independente de plataforma e de código aberto. O ambiente suporta dois tipos de linguagens (Figura 10), para construção de Ontologias, Protégé-Frames e a Protegé-OWL.

FIGURA 10 – PROTÉGÉ



Fonte: Protégé Homepage

A OWL⁴ - *Web Ontology Language* é uma iniciativa da W3C, projetada para ser utilizada por aplicações que necessitam representar um domínio, através de uma Ontologia, proporcionando a interoperabilidade entre sistemas. É utilizada por oferecer recursos compreensíveis às máquinas, atendendo assim às necessidades da *Web Semântica*. Pode ser usada para representar explicitamente o significado de termos em vocabulários e os relacionamentos entre os termos.

³ <http://protege.stanford.edu/>

⁴ <http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/>

Manola (2004) descreve que o *RDF- Resource Description Framework* foi desenvolvido pelo W3C, como uma linguagem baseada em rede semântica para descrever recursos da Web. Utiliza identificadores da Web como URI (chamado *Uniform Resource Identifier*). RDF(S) é a combinação de RDF e RDF Schema, desenvolvido como uma extensão do RDF, com primitivas baseadas em frame.

RDF(S) é expressiva, pois permite a representação de conceitos, taxonomias de conceitos e relações binárias. Algumas máquinas de inferência têm sido criadas para esta linguagem, principalmente para checar restrições.

2.7. RASTREABILIDADE

Rastreabilidade é a capacidade de recuperação do histórico, da aplicação ou da localização de um item por meio de identificação única, registrada e padronizada. Segundo a NBR ISO 9000-22000⁵, rastreabilidade é a capacidade de recuperação do histórico, da aplicação ou localização de uma entidade (ou item) por meio de identificações registradas.

A rastreabilidade pode ser definida como o processo para conhecer a origem de um determinado produto, identificar o caminho percorrido por ele ao longo da cadeia produtiva, e apontar o tempo deste percurso até chegar ao consumidor final (ECKSCHMIDT, 2009).

Segundo Toledo (2001), o sistema de rastreabilidade pode ser informatizado ou não, e deve permitir rastrear informações de diferentes tipos, referentes ao processo, produto, pessoal e ou serviço.

Para Machado (2000), a rastreabilidade não deve ser encarada como um dado ou uma mensagem que possa ser transmitida. É o sistema de interações entre fluxos físicos e de informação. Assim, a identificação representa o elo entre o produto e todas as informações.

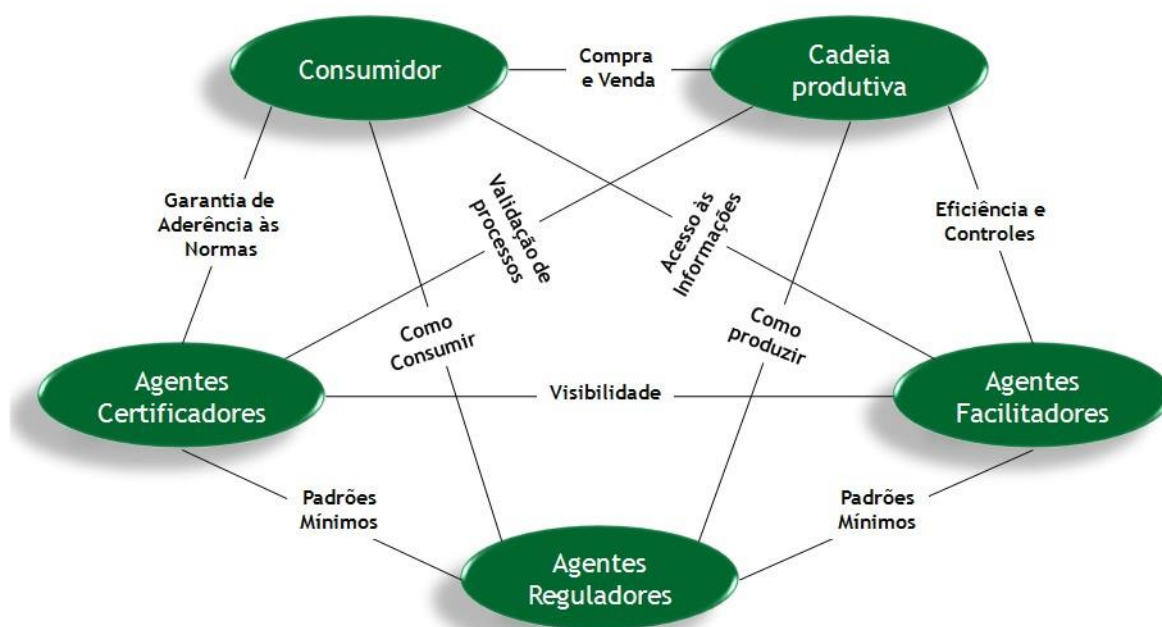
As empresas e os governos no mundo todo vêm buscando maneiras de rastrear diversos produtos, em especial explosivos, alimentos e medicamentos, para aumentar a segurança para os consumidores. É o processo usado para minimizar o

⁵ A organização ISO sediada em Genebra, é o órgão líder no estabelecimento de padrões mundiais. Em 2007 é emitida a ISO 22005 para a indústria alimentar e de bebidas, elaborando um sistema completo de rastreabilidade, sobre a qual cada processador poderá ser certificado. A ISO 22005 estabelece princípios gerais, e os requisitos básicos necessários à implementação de um sistema de rastreabilidade ao longo de todo o processo da cadeia.

impacto causado por incidentes envolvendo a segurança de produtos, decorrente da crescente preocupação com a saúde alimentar, qualidade de vida e seus impactos no mercado internacional.

A criação dos blocos econômicos gerou um aumento dos relacionamentos comerciais entre os países, gerando uma demanda crescente nas exportações e importações. Por consequência, um aumento no desenvolvimento de estudos sobre a saúde dos alimentos, controle regional de algumas doenças e aumento das exigências dos consumidores sobre informações dos produtos, interligando as fases do processo produtivo (Figura 11).

FIGURA 11- AGENTES PARTICIPANTES DO PROCESSO DE RASTREAMENTO



Fonte: Adaptado de Eckschmidt (2009).

A rastreabilidade e a certificação de produtos surgiram como instrumento para proteger a saúde humana, devido a casos de envenenamento por via alimentar e surtos que levaram muitos países a exigir que a implementação de sistemas de rastreabilidade pelos produtores e processadores, na tentativa de demonstrar aos reguladores e consumidores que, possuíam a capacidade de detectar as suas não conformidades, e que tenham conhecimento de/para onde foi enviado o produto.

2.7.1. NORMATIVAS DA RASTREABILIDADE

Os sistemas de rastreabilidade podem ser adotados por diversos setores industriais, cujas características, níveis de aplicação e requisitos devem traduzir necessidades e complexidades de cada setor produtivo.

A União Européia através do Regulamento N° 178/2002 determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar e estabelece as exigências para a rastreabilidade de empresa do setor em seu artigo 18º.

- Identificar os fornecedores de alimentos para humanos, alimento para animais, os animais usados na produção de gêneros alimentícios ou de uma substância destinada a ser incorporada num alimento para humanos ou num alimento para animais, e qualquer outra substância destinada ou esperada a ser incorporada em alimentos;
- Identificar as empresas que forneceram produtos; e
- Fornecer esta informação às autoridades competentes, mediante pedido.

A legislação de países desenvolvidos é cada vez mais rígida e obriga a adoção das boas práticas de gestão da qualidade pela *International Organization for Standardization* (ISO) e os princípios do sistema *Hazard Analysis of Critical Control Points* (HACCP), em toda a cadeia de alimentos, como medida fundamental de controle de qualidade e segurança. Enquanto o HACCP identifica os pontos críticos de controle, a Série ISO 9000 é usada para controlar e monitorar tais pontos. Registros detalhados sobre processos, identificação e rastreabilidade, auditorias e certificação são alguns dos requisitos da ISO.

Atualmente existem vários selos de certificação para Boas Práticas Agrícolas, o Global G.A.P., antigo EurepGap, que estabelece normas voluntárias para a certificação agrícola, é um protocolo mundialmente abrangente que serve como um manual prático de Boas Práticas Agrícolas (GAP – *Good Agricultural Practices*, em inglês), projetados para minimizar os danos ambientais decorrentes da produção de alimentos por meio de práticas de GAP. Os protocolos buscam também reduzir o uso de defensivos, voltada para a saúde e segurança do trabalhador por meio de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

O GS1 - *Global Standard* (GS1, 2009) é um padrão mundialmente reconhecido para identificação e codificação de produtos, através de código de

barras, tem contribuído para a evolução das soluções para rastreabilidade. O Padrão estabelece normas técnicas necessárias, promove a cooperação entre parceiros comerciais, assegura apoio aos empresários, divulga novas tecnologias e, principalmente, incentiva a modernização.

Padrão GTS - *Global Traceability Standard* (GS1, 2009), é uma das ferramentas para implementar a rastreabilidade na cadeia de suprimentos, independente de tecnologia e define os requisitos mínimos, atendendo a legislação, para um sistema de rastreabilidade. Utilizando o Padrão GTS, é necessário que os itens rastreáveis, bem como as localizações físicas, possuam o identificador GS1.

Os protocolos de certificação são exemplos aplicáveis e importantes de princípios, normas e recomendações técnicas bases para a transição de sistemas produtivos agrícolas tradicionais rumo ao estabelecimento de novos meios produtivos e operacionais visando à melhoria da cadeia produtiva (produção, processamento e transporte).

Segundo a Norma ISO 8402 (1994), o conceito de identificação e rastreabilidade consistem na capacidade de traçar o histórico, a aplicação ou a localização de um item, através de informações previamente registradas. Para tanto, um sistema de identificação e rastreabilidade deve constituir um conjunto de práticas passíveis de adoção por diversos setores, com o objetivo de disponibilizar as informações essenciais sobre o produto, desde as matérias-primas utilizadas na elaboração, passando pelo transporte, até o momento em que o produto é vendido para o consumidor final. É oportuno salientar que a rastreabilidade do produto é um dos requisitos do sistema da qualidade a ser atendido, para a obtenção de Certificação ISO Série 9000:20000.

Para Machado (2000), a certificação de um sistema de qualidade faz parte da certificação de um produto com atributo de rastreabilidade, mas o inverso não é verdadeiro, ou seja, a certificação de um produto não faz parte da certificação de um sistema de qualidade. Com essa colocação pode-se entender que uma produção certificada não garante que um produto seja rastreável, porém um produto rastreado deve passar por um processo de certificação do sistema.

A aplicação da rastreabilidade já está prevista em leis brasileiras, como a Lei nº 10.711/2003, denominada a Lei de Sementes, Lei nº 11.105/2005, a Lei de Biossegurança. No âmbito internacional, a Norma ISO 22005, estabelece princípios gerais, e os requisitos básicos necessários para a implementação de um sistema de

rastreabilidade ao longo de todo o processo da cadeia, sendo questão de tempo o enquadramento no novo sistema.

Um sistema de rastreabilidade pode ajudar um produtor e processador a retirar do mercado produtos de forma mais rápida e eficiente. Consiste em conhecer a partir do produto final a sua origem e percurso. Para tal é fundamental o registo de todos os intervenientes na cadeia. O nº de registo deve seguir os produtos.

No Brasil, os sistemas de Rastreabilidade que estão mais evoluídos são os aplicados na pecuária bovina (SISBOV-MAPA) e na fruticultura, com a Produção Integrada de Frutas (EMBRAPA).

2.7.2. CARACTERÍSTICAS DA RASTREABILIDADE

Segundo Bridi (2006) rastreabilidade tem diversas finalidades:

- Fornecer informações aos consumidores;
- Assegurar que apenas produtos de qualidade e permitidos entrem no sistema;
- Identificar clara e explicitamente produtos que são diferentes, mas que se parecem a ponto de serem confundidos entre si;
- Controlar o deslocamento de animais e seus produtos com objetivo de sanidade;
- Permite o retorno de produto suspeito numa base precisa;
- Localizar falhas e tomar medidas corretivas; e
- Controlar a segurança e qualidade dos alimentos.

Para que ser obtida a certificação ISO é necessário que, tenham sistemas de rastreabilidade para o fluxo de alimentos, ingredientes e processo de embalagem, ou seja, ser capaz de identificar a documentação necessária para cada estágio da produção.

Um sistema de rastreamento eficiente (BRIDI, 2006) deve ser composto de normas e/ou referências da qualidade que objetivem:

- Garantir e preservar;
- Procedimentos estabelecidos;
- Relação de insumos permitidos e proibidos;
- Períodos de carência ou transição baseados em normas;
- Exigência dos produtores para que mantenham comprovantes de compras e vendas;

- Auditorias e vistorias surpresas e periódicas.

A ausência do programa de rastreabilidade impede a responsabilização de medidas de ações preventivas e corretivas. Os programas de rastreabilidade são os únicos capazes de identificar a origem do problema. A padronização de processos de gestão de qualidade não é eficiente se não for acompanhados de programas de certificação.

Na Indústria o processo de rastreabilidade inclui três etapas: a rastreabilidade a montante, a rastreabilidade interna e a rastreabilidade a jusante:

- Rastreabilidade a montante - consiste na compilação de informação referente ao percurso do gênero alimentício ou do alimento para animais desde a produção primária até a expedição, capacidade de conhecer a origem do seu produto;
- Rastreabilidade interna - consiste em relacionar os produtos recebidos com os lotes produzidos; e
- Rastreabilidade a jusante - consiste na ligação entre os lotes de produto produzido e o seu destino, ou seja, a entrega ao cliente ou consumidor.

Os termos em inglês *Tracking* (para frente) corresponde a capacidade de acompanhar o caminho passo a passo da produção de uma unidade de comércio na cadeia de abastecimento, e *Tracing* (para trás) corresponde a capacidade de identificar a origem dos produtos utilizados em uma unidade de comércio (THAKUR, 2009).

FIGURA 12 – TRACKING E TRACING



Fonte: Évora (2013)

Vale ressaltar que tanto *Tracking* como *Tracing* (Figura 12) desempenham um papel na rastreabilidade da cadeia global de produtos.

2.7.3. RASTREABILIDADE DE SEMENTES

Na rastreabilidade de sementes, existe uma complexidade maior devido à produção, o comércio, a exportação, a importação e outras atividades relacionadas a sementes e mudas. No Brasil são regidas pela Lei 10.711/03, que instituiu o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, regulamentada pelo Decreto 5.153/04, com necessidade de controle e rastreamento de processo. Na Tabela 1, da ABRASEM - Associação Brasileira de Sementes e Mudas, a previsão para Safra 2012/2013 de sementes é mostrada.

TABELA 1 – ESTATISTICA DEMANDA E PRODUÇÃO DE SEMENTES

Espécie	Produção Sementes		Área Plantada Grãos		Demanda Sementes		Tx. % Utilização	Estado
	Safras		Safras		Safra 12/13		Safra	
	10/11 (t)	11/12 (t)	11/12 (ha)*	12/13 (ha)**	Potencial (t)	Efetiva (t)	12/13	
Algodão	21.132	8.783	1.391.000	886.700	13300,5	7.581	57	BRASIL
Amendoim	8.522	7.115	81.000	100.600	-	-	-	BRASIL
Arroz Sequeiro	36.941	20.061	750.000	1.173.000	140.760	73.195	52	BRASIL
Arroz Irrigado	114.920	104.100	1.320.000	1.216.700	146.004	61.322	42	BRASIL
Aveia	140.383	13.680	153.000	168.700	-	-	-	BRASIL
Aveia Preta	272.244	41.738	1.650.500	1.650.500	-	-	-	BRASIL
Centeio	384	80	2.300	2.300	322	161	50	BRASIL
Cevada	25.976	16.127	88.400	102.800	14.392	12.521	87	BRASIL
Feijão	41.237	24.712	3.670.000	2.950.700	177.042	33.638	19	BRASIL
Forrageiras Temperadas	38.500	24.202	-	-	-	-	-	BRASIL
Forrageiras Tropicais	123.343	179.332	-	-	-	-	-	BRASIL
Girassol	-	101	-	-	-	-	-	BRASIL
Mamona	1.025	-	145.000	87.500	-	-	-	BRASIL
Milho	281.746	323.495	15.451.000	15.686.200	313.724	282.352	90	BRASIL
Soja	1.592.058	1.448.741	25.018.000	27.715.200	1.662.912	1.064.264	64	BRASIL
Sorgo	7.247	8.357	856.000	836.400	8.364	7.779	93	BRASIL
Trigo	283.078	226.601	2.166.000	1.895.400	265.356	180.442	68	BRASIL
Triticale	5.348	5.476	46.900	48.000	6.720	3.965	59	BRASIL

Fonte: ABRASEM

As sementes representam o meio de assegurar a sobrevivência de diversas espécies. Para o ser humano, são cultivadas para garantir o consumo mundial. No Brasil, para a importação e exportação de qualquer quantidade de sementes ou mudas é necessária a autorização prévia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pois é atribuição deste fiscalizar a produção e o comércio de sementes e de mudas, assegurando qualidade para o consumidor.

Quem deseja produzir, exportar, importar ou realizar qualquer atividade relacionada com sementes e mudas deverá seguir as determinações da legislação e procurar assessoria nas Superintendências Federais de Agricultura (SFA's).

A necessidade de controle na produção do mercado de sementes imposta através da legislação do MAPA, gera para os produtores uma série de procedimentos adotada para garantir a qualidade em todas as etapas do seu ciclo, o que inclui o conhecimento da origem genética e acompanhamento de gerações.

A rastreabilidade de todo o processo de produção de sementes pode ser realizada através das instruções do MAPA, que poderá certificar o processo ou por entidades credenciadas. Já a certificação de sementes e mudas de acordo com as normas da Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico é realizada exclusivamente pelo MAPA.

A Lei nº 10.711/03 instituiu o RENASEM⁶ - Registro Nacional de Sementes e Mudas, e o RNC⁷ - Registro Nacional de Cultivares. Neste contexto, os produtores estão cada vez mais em busca de processos que lhe permitam conseguir informações sobre a rastreabilidade dos seus produtos, para atendimento aos consumidores e assegurar maior participação no mercado local, regional e global.

2.8. TRABALHOS RELACIONADOS

Em Simulação de base ontológica, na Modelagem de Sistemas Agrícolas Beck, Howard, et al(2009) apresentam a metodologia e a aplicação da Simulação OntoSIM com a criação de um ambiente, utilizando o sistema de gerenciamento de ontologias

⁶ **RENASEM** - obrigatório para pessoas físicas e jurídicas que exerçam as atividades na produção, beneficiamento, embalagem, armazenamento, análise, comércio, importação e exportação de sementes e mudas. Conforme legislação devem ter número de registro os responsáveis técnicos, entidades de certificação, certificador de sementes ou mudas de produção própria, laboratório de análise e amostrador na área de sementes e mudas.

⁷ **RNC** - tem por finalidade habilitar previamente cultivares para a produção e a comercialização de sementes e mudas no País.

LYRA. O Ambiente LYRA inclui editores de objetos de uso geral (LyraBrowser e ObjectEditor), bem como editores de aplicações específicas (RuleEditor, LanguageEditor, SimulationEditor e EquationEditor). As ferramentas de criação têm várias características comuns, são baseadas em gráficos, permitindo que os modeladores manipulem os objetos visualmente. As ferramentas, também, são baseadas na Web, o que significa que são acessíveis através de qualquer navegador.

As ferramentas são multi-plataforma, executadas em navegadores diferentes e em diferentes plataformas de hardware e sistemas operacionais, comunicando-se com bancos de dados remotos usando, ou serviços web, ou a interface Java RMI, ou baseados em URLs técnicas. Isso resulta em um ambiente de desenvolvimento, estilo wiki de colaboração, em que os modeladores em locais diferentes podem trabalhar juntos no desenvolvimento de modelos.

Um simulador de base ontológica é fornecido através de um modelo de água do solo e um de manejo de nutrientes em citros e cana de açúcar (CWMS/OntoSIM-Sugarcane). Para auxiliar os produtores na tomada de decisões foi desenvolvido um sistema informatizado (CWMS), visando facilitar o uso mais eficiente da água e dos nutrientes, baseado em taxas de aplicação recomendado, de acordo com as características e dados meteorológicos locais.

O CWMS foi construído utilizando a simulação de base ontológica no ambiente proporcionado pelo LYRA. Todo o modelo contém cerca de 700 símbolos e 500 equações. Sete conceitos são definidos para a estrutura do modelo: bloco, célula do solo, perfil do solo, camada de solo, distribuição radicular, sistema de irrigação, e do tempo.

O OntoSIM-Sugarcane é uma aplicação de modelos de hidrologia, ciclagem de nutrientes e crescimento da cultura de cana-de-açúcar em solos orgânicos, no sul da Flórida. O modelo inclui os processos de decomposição da matéria orgânica do solo com base na estrutura matemática de CENTURY (PARTON et al., 1988), bem como a dinâmica de crescimento inorgânico e sua absorção de nutrientes são modelados, de acordo com uma versão modificada do DSSAT-CANEGRO (Inman-Bamber, 1994). Esses processos e os hidrológicos foram representados como equações matemáticas derivadas da literatura.

Nos casos, onde os processos foram encontrados na forma de códigos de computador, foram submetidos à engenharia reversa para definição de equações.

Esses processos foram utilizados para mostrar que os modelos relativamente complexos, validados e implementados com os produtores, podem ser construídos no ambiente, e o processo beneficiado pela metodologia. Os processos indicam que a simulação de base ontológica tem potencial de elevar a metodologia de modelagem em agricultura e recursos naturais a um nível de abstração, onde a modelagem torna-se um processo de representação de conhecimento e raciocinadores podem ser aplicados, automaticamente, para classificar, comparar e buscar modelos e elementos. O estudo finaliza apontando aspectos comuns entre programação orientada a objeto e simulação de base ontológica. Ambas, são orientadas a objeto no sentido que tratam o mundo como sendo decomposto em partes menores que interagem entre si, sendo que a primeira possui foco na engenharia de software, e a segunda na representação do conhecimento.

Papajorgji et al. (2009) cobre a modelagem de sistemas com várias abordagens de modelos, inclusive, pela discussão do projeto e uso de ontologias. Fornece uma descrição clara sobre ontologias e dá informações sobre como a UML pode ser usada para modelar ontologias em sistemas agrícolas, apresentando um projeto de Gestão de Informações de Fazenda, onde é ilustrado o uso de UML no projeto de ontologias e são comparadas UML e OWL. As aplicações de simulação de base ontológicas, na área de solo, água, e a gestão dos nutrientes utilizam o sistema de gerenciamento de ontologias LYRA, baseado em OWL. Este primeiro passo pode abrir diferentes oportunidades tais como em elementos de compartilhamento, entre os modelos que têm subsistemas semelhantes, ou envolvendo bancos de dados que podem ser integrados em modelos que utilizam esta abordagem.

Na Simulação de base ontológica em fluxo de água em solos orgânicos, aplicada a cana-de-açúcar na Flórida, de Ho-Young Kwon et al (2009), foi apresentado o simulador OntoSim, como um ambiente de modelagem de dados única, onde os processos solo-planta-nutrientes são representados como objetos de banco de dados e as relações definidas pelo usuário entre os objetos, e são usadas para gerar código de computador (em Java) para a execução da simulação. O objetivo foi modelar processos hidrológicos de cana cultivadas em solos orgânicos, utilizando OntoSim na área agrícola.

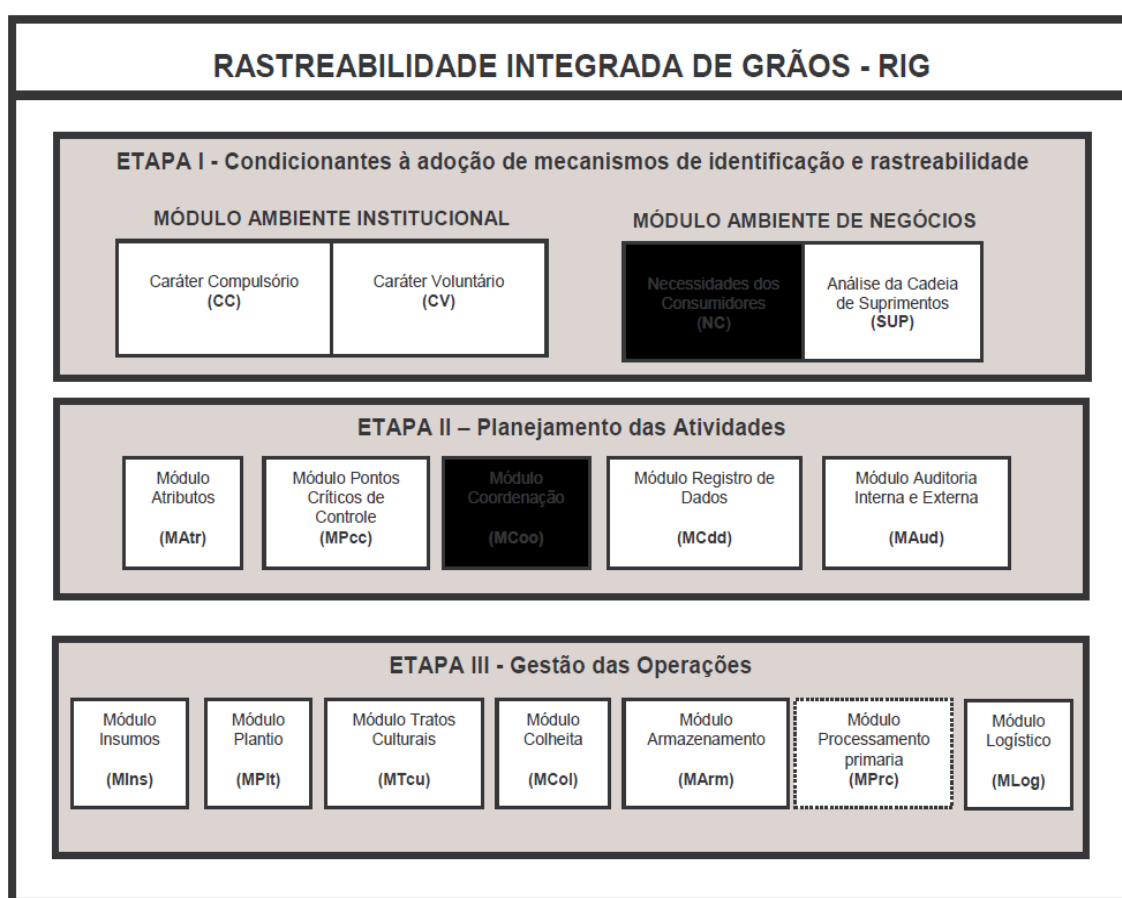
Este modelo OntoSIM-Sugarcane descreve a complexa hidrologia de subirrigação e drenagem em vala aberta, comumente usada em fazendas. O

OntoSim, foi originalmente, desenvolvido para ajudar os produtores de cítricos a otimizar os rendimentos de uma forma economicamente eficaz (BECK et al., 2008). No entanto, OntoSim pode fornecer uma plataforma para desenvolver qualquer modelo de simulação conceitual e matemático.

A ênfase principal foi feita na modelagem de fluxo de drenagem vertical e lateral, na zona saturada, para facilitar os sistemas de simulação de controle de água, comumente utilizados em fazendas de cana-de-açúcar, com subirrigação e drenagem em vala aberta. A calibração e validação destes processos foram realizadas, utilizando dados agrícolas recolhidos durante um período de quatro anos, seguido por uma discussão sobre futuras aplicações do OntoSim a outros ambientes de modelagem.

Em 2006 foi desenvolvido o Modelo RIG - Rastreabilidade Integrada de Grãos (LEONELLI, 2006), com a finalidade propor passos gerenciais que possibilitem promover a gestão da rastreabilidade nas diferentes etapas da cadeia produtiva. Foi sugerido o controle de três etapas conforme demonstrado na Figura 13.

FIGURA 13 – VISÃO GERAL DO MODELO RIG



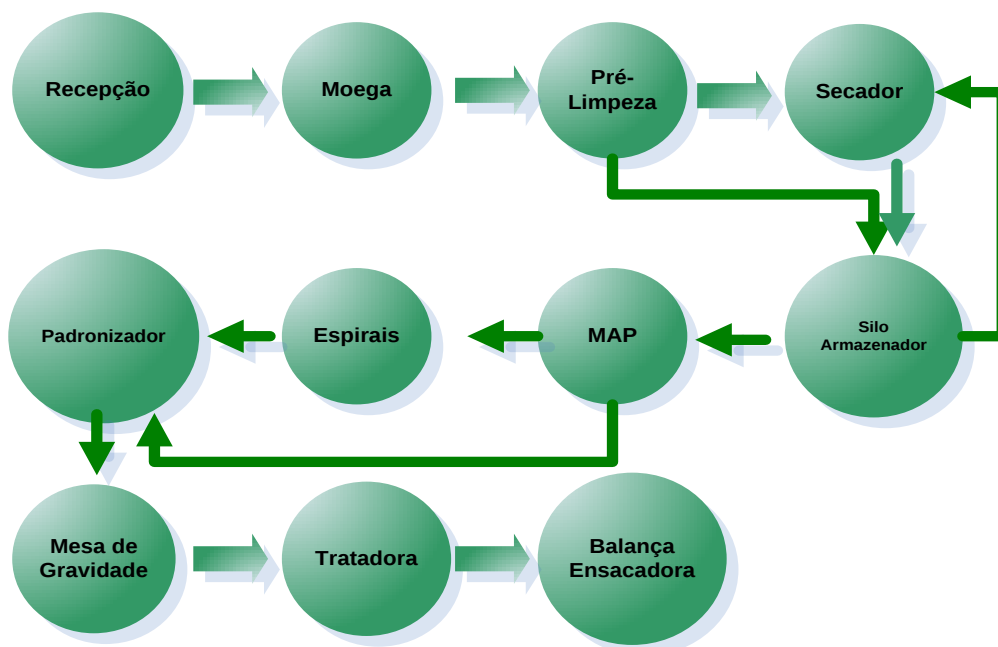
Fonte: LEONELLI (2006).

O modelo foi projetado para a indústria da soja, mas pode ser adotado para outras cadeias produtivas de grãos.

Blaudet e Vilela (2007) relatam a importância das Unidades Beneficiadoras de Sementes para o processo de qualidade das sementes, que se consolida após seu beneficiamento, ou seja, todas as etapas pelas quais as sementes passam até ficarem prontas para semeadura. As Unidades beneficiadoras necessitam de informações preliminares para o seu planejamento, tais como avaliação do local (meios de transporte, mão-de-obra, condições climáticas), condições de beneficiamento (espécies, cultivares, épocas de semeadura e colheita) e condições de armazenamento (tipo e período de armazenamento). Por ser considerada a vitrine da empresa produtora de sementes, começa a ganhar importância, e seu planejamento deve seguir normas e procedimentos adequados que permitam adquirir sementes com a qualidade desejada.

Os principais processos em que as sementes de soja foram submetidas dentro da UBS são apresentados no Fluxograma (Figura 14).

FIGURA 14 – FLUXOGRAMA DA UBS PARA SEMENTE DE SOJA



Fonte : BLAUDET ; VILELA (2007)

Com a utilização do Fluxograma da UBS de soja, são apresentados passos considerados essenciais e importantes como diferencial na qualidade dos lotes de sementes.

A EMBRAPA⁸ - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, em 2009, desenvolveu o Manual Técnico de Rastreabilidade para Cadeia Produtiva do Trigo. O manual foi desenvolvido para efetuar o processo de registro das informações e melhorar a confiabilidade no sistema de rastreabilidade e de certificação da Produção Integrada do Trigo.

A EMBRAPA e parceiros desenvolveram 'Caderno de Campo Digital', disponível na web para os produtores que tem seus campos utilizados em pesquisas destes órgãos. O sistema objetiva registrar as práticas adotadas em toda a cadeia, envolvendo o plantio (semeadura, adubação, controle de pragas, aplicação de agrotóxicos), pós-colheita, unidade armazenadora e secagem.

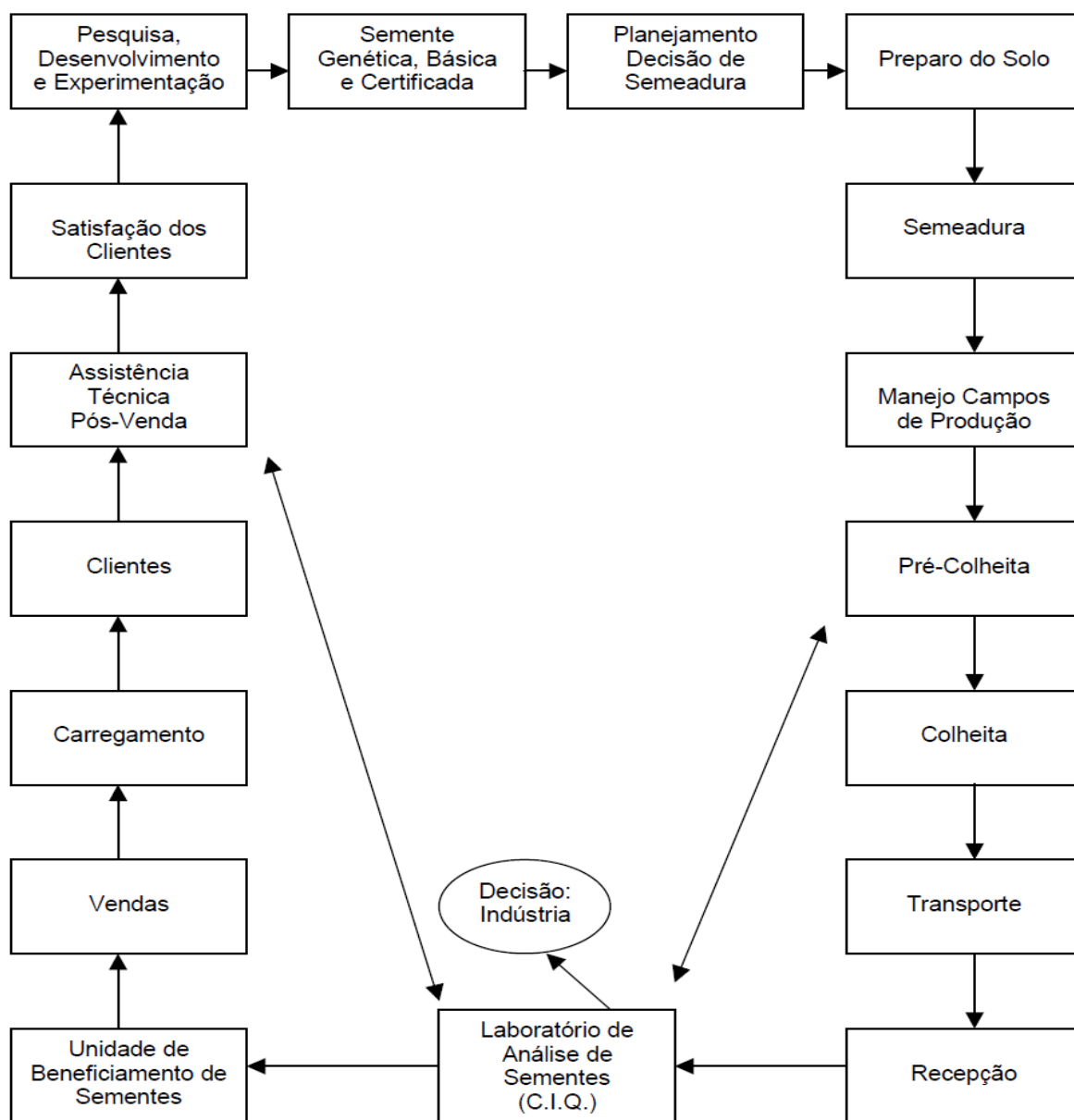
Tillmann (2010) apresenta uma metodologia específica para implantação de um modelo de sistema integrado de gestão da qualidade adequado às unidades de beneficiamento sementes. A pesquisa orienta para gestão dos principais processos envolvidos no beneficiamento de sementes, fornece subsídios para facilitar a implantação de um sistema integrado de gestão da qualidade nas unidades beneficiadoras e, elabora um modelo de gestão da qualidade aplicado a todos os processos gerados nas unidades. A composição da cadeia produtiva, do setor de sementes, é apresentada e envolve todos os segmentos e suas relações (Figura 15). A pesquisa ressalta os benefícios advindos com a implantação do modelo com a melhora na gestão dos processos, melhoria no desempenho organizacional e a satisfação dos clientes.

"Rastreabilidade Online", o sistema de rastreamento foi desenvolvido por Gazolla Neto (2012), juntamente com a empresa Checkplant e a Sementes Oilema, para controle de qualidade, informações técnicas e o histórico de produção de sementes de soja, usando plataforma web, para tornar o acesso à informação rápida e seguro. O sistema consta de três módulos. O primeiro tem a função de receber e registrar informações da empresa produtora de sementes, suas fazendas de produção ou cooperados. O segundo, responsável pela comunicação do sistema online com as impressoras. O terceiro destinado a consulta dos códigos de rastreabilidade. A identificação ocorreu com a utilização de *QR-Code*, gravado com as informações sobre o histórico da produção, como, localização geográfica da

⁸ A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foi criada em 26 de abril de 1973. Sua missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira.

fazenda com fotos, informações técnicas sobre o tratamento das sementes e resultados das avaliações do controle de qualidade.

FIGURA 15 - CADEIA PRODUTIVA PARA O SETOR DE SEMENTES



Fonte: TILLMANN (2010)

Zanatta (2010) observou que a implantação do sistema de rastreabilidade pode ser feita com a adequação e padronização da documentação gerada de todas as etapas de produção, o que proporcionou uma visão global dos processos envolvidos na produção de um lote de sementes. Através desta análise, criaram-se documentos

para servir como base qualitativa para que o *software* de rastreabilidade cumpra todos os requisitos da rastreabilidade de sementes (Figura 16).

FIGURA 16 – FLUXO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

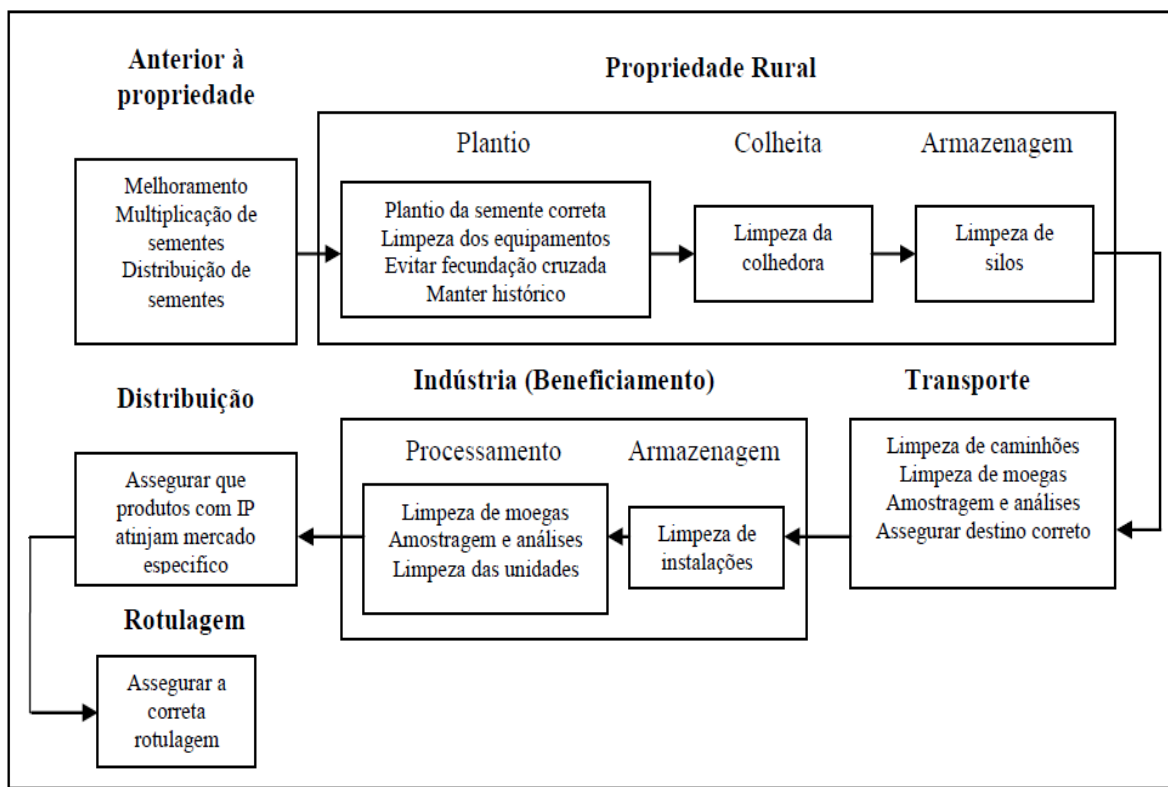


Fonte: ZANATTA (2010)

Em 2012, Revido e Sornberger descrevem o processo de rastreabilidade e diagnosticam os benefícios adquiridos com a implantação e manutenção da rastreabilidade na produção de semente de arroz, por uma empresa da região norte mato-grossense. A preservação da identidade da produção de sementes de arroz envolve o monitoramento e o gerenciamento de todas as fases do processo produtivo, antes da propriedade agrícola, na propriedade agrícola, no transporte, no armazenamento, no processamento, na rotulagem e na distribuição (Figura 17).

Como resultado aos benefícios da rastreabilidade para as empresas produtoras de grãos e sementes, é considerado um fator de qualidade oferecendo segurança para o produtor que adquire as sementes, possibilitando a este acompanhar todas as etapas do processo de produção e o grau de conformidade do produto e processo, em qualquer tempo e lugar.

FIGURA 17- RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES



Fonte: Adaptado de Leonelli (2006).

As pesquisas descritas serviram de base para a especificação da Ontologia de Rastreabilidade, com a definição dos principais requisitos do processo de rastreabilidade para sementes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A representação do conhecimento envolvido na produção de sementes no escopo deste trabalho foi realizada com o desenvolvimento de uma ontologia. A aquisição do conhecimento foi realizada pela revisão bibliográfica para embasamento conforme segue:

- Levantamento das Leis, Regulamentos, Normativas relacionadas à Rastreabilidade de sementes no Brasil, suas exigências e certificações;
- Análise de sistemas de gestão da qualidade como APPCC, ISO e GS1;
- Pesquisa do estado da arte para o uso da Web Semântica e ontologias;
- Estudo do processo de criação de uma ontologia;
- Análise de tecnologias para adoção na criação e implementação de ontologias;
- Estudo dos sistemas de rastreabilidade de sementes existentes, para servir de parâmetro no desenvolvimento da Ontologia;
- Análise do fluxo do processo de produção de sementes; e
- Definição dos principais termos da rastreabilidade na produção de sementes e projeto de um sistema de representação de conhecimento eficiente, com seu vocabulário.

A proposta tem contribuições das metodologias *Enterprise*, *Methontology*, *On-to-Knowledge* e do guia *Ontology Development 101*, combinando as melhores práticas das metodologias.

Na especificação dos requisitos da ontologia, a *On-to-Knowledge* contribui por meio do emprego de questões de competência como modo simples e direto para confirmar o propósito e o escopo de uma ontologia.

A *Enterprise* e a *Methontology* contribui na documentação e na avaliação de ontologias. Já, uma visão clara de como se dá um processo iterativo para o desenvolvimento de ontologias é demonstrado pela *Ontology Development 101*.

Para o desenvolvimento da ontologia, como ferramenta para criação e edição, será utilizada a Ferramenta *Protégé 4.1.0*, que oferece uma interface gráfica e um ambiente interativo para construção de ontologias. Corresponde a uma ferramenta de código aberto, mundialmente conhecida, provendo um conjunto de funcionalidades para construir modelos de domínio e aplicações baseadas em

conhecimento com ontologias. Protégé apresenta vários recursos para as atividades de implementação e avaliação de ontologias.

Uma vez apresentada a metodologia proposta para o desenvolvimento de ontologias, cabe ressaltar que esta foi validada perante o desenvolvimento de pesquisa aplicadas e/ou exploratórias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ontologias podem ser reutilizadas de diversas formas, resultando na criação de uma ontologia independente a partir dos conceitos de outras, podendo ser estendidos e adaptados, preservando ontologias originais. Logo, a documentação da ontologia construída durante o desenvolvimento se mostra importante, devido à possibilidade de reuso, compartilhamento, validação e integração do conhecimento representado.

Visando atender as metodologias aplicadas para criação da proposta, foram elaborados os documentos apresentados a seguir. Vale salientar que, apenas trechos dos documentos são apresentados.

A ontologia para rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes proposta foi elaborada a partir da OWL (W3C, 2013), utilizando-se conceitos de classe e propriedade. As fases “Definir classes e hierarquia”, “Definir propriedades das classes”, “Definir as restrições das propriedades”, “criar instâncias das classes”, que compõem a metodologia utilizada, serão apresentadas em conjunto. Também são descritas algumas decisões de modelagem tomadas.

4.1. DOCUMENTO DE VISÃO

O documento de visão da ontologia descreve as propriedades principais que devem ser observadas para sua construção e seu uso. Nele constam informações do Objetivo, Escopo, Contexto e outras informações a cerca da ontologia além de uma breve descrição do domínio e definição de propósito. A Figura 18 apresenta um trecho deste documento.

FIGURA 18 - TRECHO DO DOCUMENTO VISÃO DA ONTOLOGIA

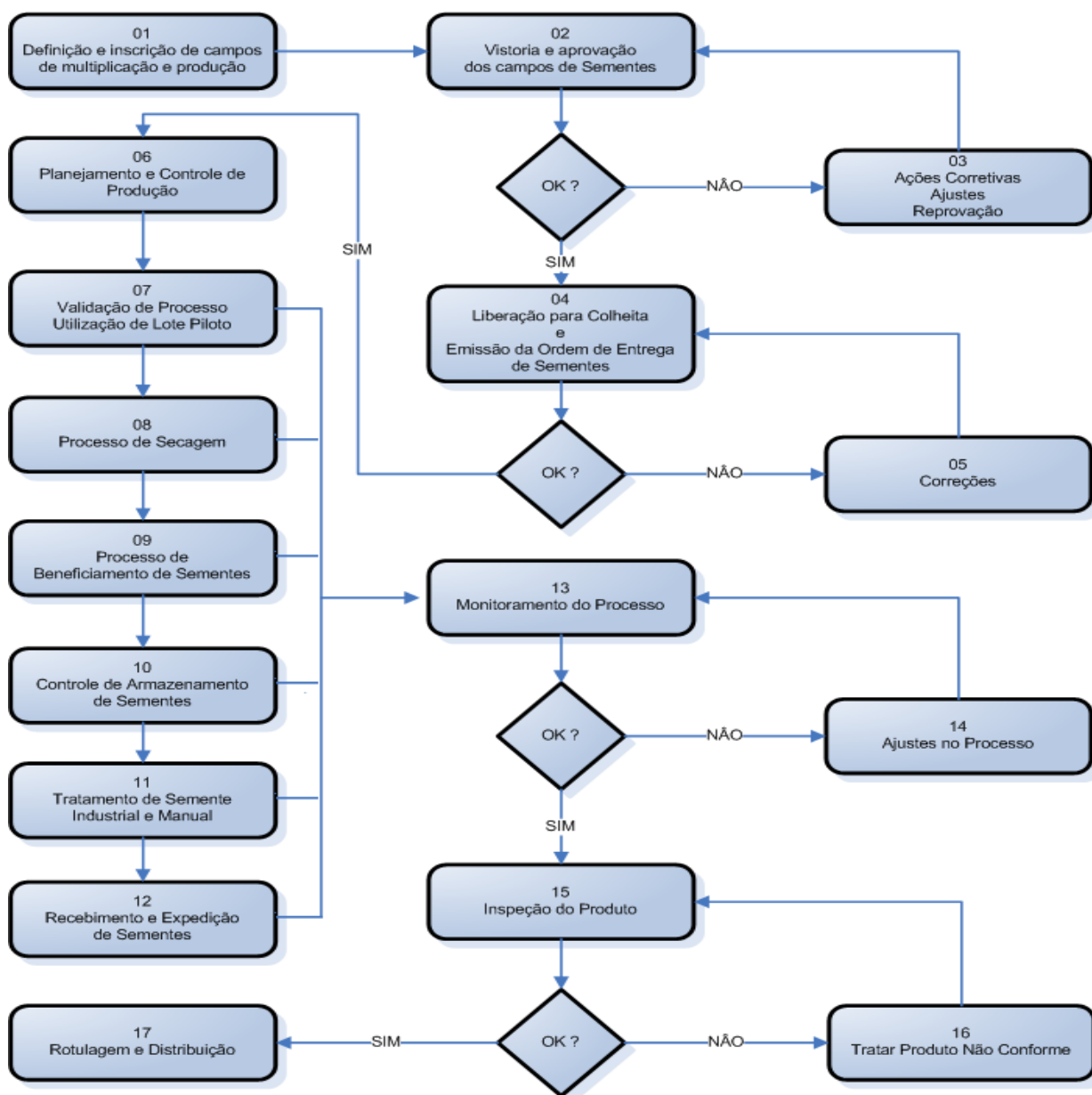
Documento de Visão <i>Ontologia para Rastreabilidade na Cadeia Produtiva de Sementes</i>		Documento 01
1 - Introdução 1.1 – Objetivo Criar Ontologia para Rastreabilidade da cadeia produtiva de sementes. 1.2 - Escopo Ontologia e Rastreabilidade. 2 – Contexto 2.1 – Descrição da Necessidade INTRODUÇÃO Para garantir que uma ontologia seja construída com qualidade é necessário definir o domínio de conhecimento com objetividade, descrevendo o conhecimento essencial ao domínio e definindo um vocabulário que evite interpretações ambíguas (GRUBER, 1993). Determinar o domínio e o alcance Enumerar os termos importantes Definir classes e hierarquias Definir atributos e relações		

Fonte: O Autor

4.2. FLUXO DO PROCESSO DA RASTREABILIDADE DE SEMENTES

Com a análise das diversas pesquisas e processos publicados em trabalhos referenciados foi criado um fluxo da rastreabilidade, seguindo as normas sugeridas para o processo de rastreabilidade conforme demonstrado na Figura 19.

FIGURA 19 - FLUXO PROCESSO DA RASTREABILIDADE DE SEMENTES



Fonte: O Autor

Com a constituição do fluxo do processo, foi iniciada a etapa de levantamento dos termos em cada etapa do processo para a construção da ontologia. O fluxo

criado demonstrar as etapas que serão monitoradas no processo de rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes. Com base no alinhamento do fluxo as produtoras de sementes devem realizar o planejamento geral do processo e os ajustes nos procedimentos e critérios estabelecidos para cada processo, definir os documentos e critérios necessários, a fim de atender a estratégia da organização, requisitos dos clientes, aspectos de qualidade e requisitos legais.

4.3. GLOSSÁRIO DE TERMOS

Vale salientar a utilidade de listar os termos relativos a uma ontologia. No início, é importante uma lista abrangente dos termos e não deve haver preocupação se os conceitos representados estão sobrepostos ou se esses conceitos são classes, propriedades ou relações.

Para tornar a ontologia de fácil compreensão foi criado um glossário (Figura 20), incluindo os termos relevantes do domínio, suas respectivas descrições em linguagem natural. Nas próximas etapas, esses termos representam os conceitos, instâncias, atributos, constantes e relacionamentos da ontologia.

FIGURA 20 - GLOSSÁRIO DE TERMOS

Glossário de Termos <i>Ontologia para Rastreabilidade na Cadeia Produtiva de Sementes</i>		Documento 02
Arado	implemento agrícola que corta, eleva e inverte o solo para melhorar a aeração e a infiltração de água. Pode ser do tipo aiveca, fixo ou reversível e composto de disco ou grades.	
Armazenamento	conservar as sementes de plantas de valor econômico, preservando a qualidade física, fisiológica e sanitária, para posterior semeadura	
Qualidade fisiológica	compreende todos os atributos que indicam a sua capacidade de desempenhar funções vitais, sendo caracterizada pelo poder germinativo, pelo vigor e pela longevidade	
Roguing	exame cauteloso e sistemático de um campo de produção de sementes para a remoção manual de todas as plantas indesejáveis. É uma operação de fundamental importância para a obtenção de sementes de elevado grau de pureza varietal, genética e física, pois prevê a eliminação de todas as plantas contamináveis (atípicas).	
Secagem	operação de grande importância para a conservação e manuseio de produtos que consiste na retirada da umidade, de forma natural ou artificial, evitando o fenômeno da fermentação	
Semeadura / Semeio	distribuição das sementes. Semente - estrutura dos vegetais que conduz o embrião, envolvida quase sempre por um tegumento, casca.	
Tratamento de sementes	aplicação de produtos que visa proteger a semente do ataque de pragas e patógenos ou melhorar sua capacidade de produzir uma planta normal.	
Vigor	característica genética que pode ser modificada fenotipicamente e que revela a capacidade de um organismo gerar produtos mais rapidamente e suportar significativas interferências do meio ambiente	

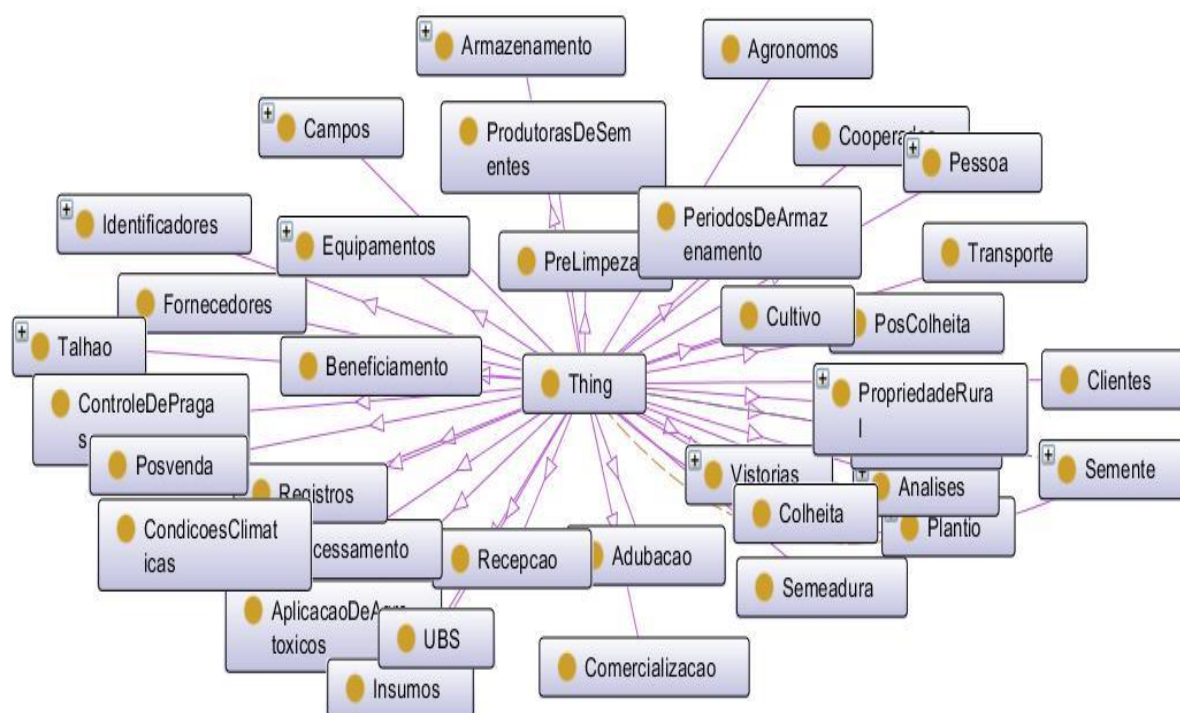
Fonte: O Autor

Os termos apresentados na Figura 20 são utilizados na criação da ontologia.

4.4. CONTRUÇÃO DA ONTOLOGIA

Através de consulta a artigos, manuais, normas e legislações obteve-se a representação do conhecimento, que permitem a formalização de uma base de conhecimento formada pelas classes e subclasses da ontologia, compondo o modelo hierárquico da ontologia. O Cardeno de Campo composto de diversos formulários com requisitos, determinadas obrigações e compromissos que são preenchidos durante o processo produtivo da semente no campo é apresentado no Anexo desta dissertação. Efetuado os estudos inicialmente, foram construídas as classes, definidas com o levantamento dos termos do domínio especificado (Figura 21).

FIGURA 21 – MODELO HIERARQUICO DAS CLASSES



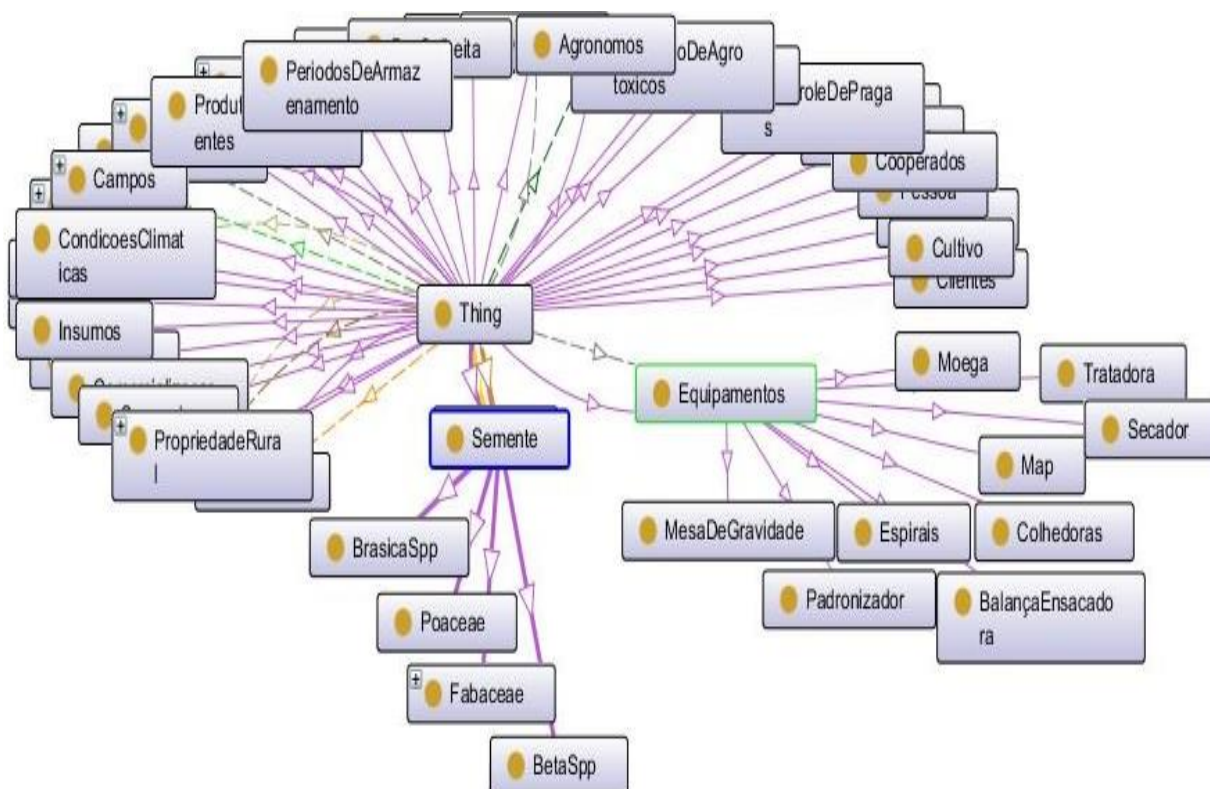
Fonte: O Autor

Para a hierarquia da ontologia, na rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes, gerada a partir da Ferramenta Protégé, foram consideradas as classes

Armazenamento, Cultivo, Semente, Talhão, Semeadura, Colheita entre outras 69 (sessenta e nove).

Na Classe Equipamentos (Figura 22) é apresentada a criação de seus diversos tipos, os quais foram hierarquizados em subclasses, assim como na Classe Semente, sua classificação: (i) Subclasses da classe Equipamentos: Secador, espirais, Padronizador, Moega; e (ii) Subclasses da classe Semente: BetaSpp, Poaceae, BrasicaSpp, Fabaceae

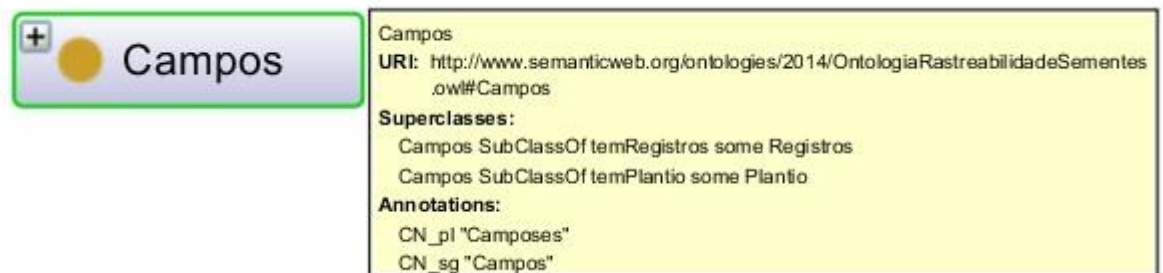
FIGURA 22 – MODELO HIERARQUICO DE CLASSES E SUBCLASSES



Fonte: O Autor

Para cada relacionamento existe a definição de um nome, com os nomes dos conceitos fonte e destino. Pode-se observar que a Classe Campos está relacionada com a classe Registros, através da propriedade `temRegistros` e com a Classe Plantio com a propriedade `temPlantio` (Figura 23). Na Ferramenta *Protége* cria-se uma propriedade (neste caso do tipo *Object Properties*) e através desta propriedade são criadas as ligações necessárias entre as classes.

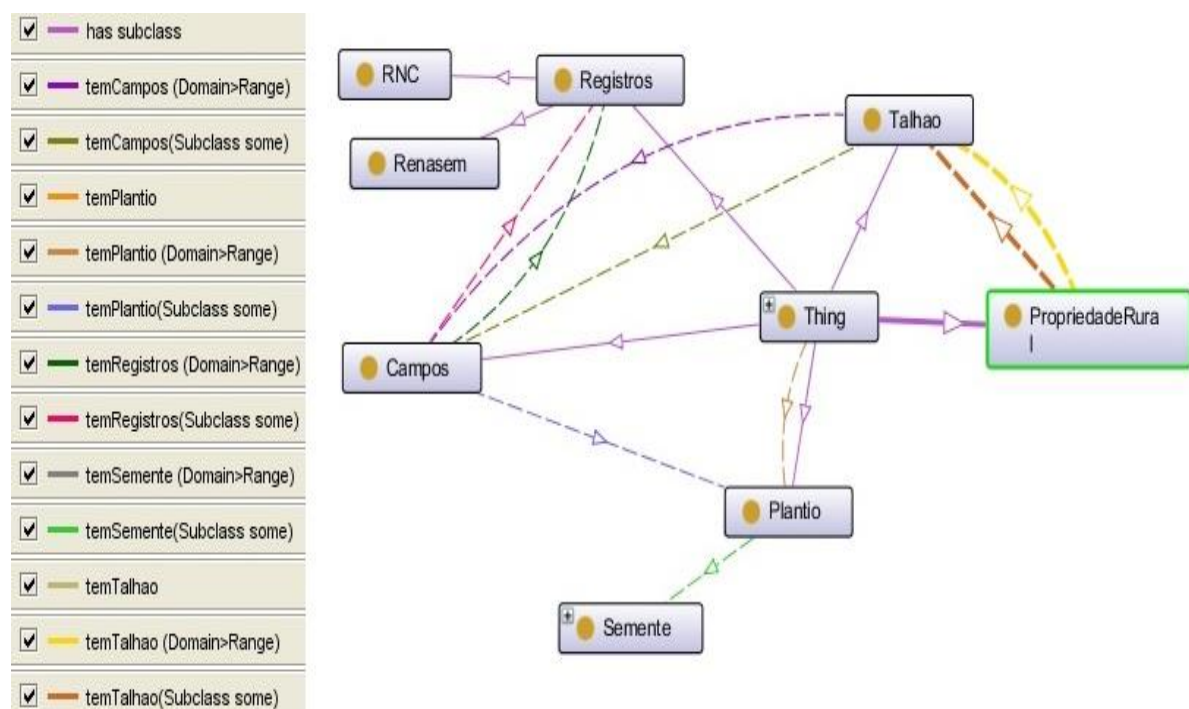
FIGURA 23 – RELACIONAMENTOS DA CLASSE CAMPO



Fonte: O Autor

A propriedade ou relacionamento entre as classes é apresentada através do *SubClassOf* que relaciona uma classe “filha” com uma classe “pai”. A definição detalhada dos relacionamentos entre as classes gera o conjunto que descreve a semântica do domínio. As relações existentes na ontologia são necessárias para estabelecer os diferentes relacionamentos entre as classes e subclasses. Podemos citar a classe Semente para exemplificar utilizando a propriedade *temSemente*, que se relaciona com a classe Plantio (Figura 24). Na definição desta propriedade somente o *range* que define as classes permitidas na propriedade sem domínio, devido a relacionar-se com outras classes na ontologia.

FIGURA 24 – RELAÇÃO ENTRE CLASSES



Fonte: O Autor

A compilação de todos os conhecimentos capturados é feita através da linguagem OWL. A partir da interface disponibilizada pela ferramenta *Protégé* versão 4.1.

O XML é atualmente, uma das linguagens mais utilizadas para representação de ontologias. A linguagem é menos expressiva, se comparada a OWL, mas popular no ambiente Internet, seja para a construção de arquivos de configuração, seja para o intercâmbio de dados entre aplicações na Web ou estruturação e armazenamento de dados, além de a Ferramenta *Protégé* gerar documentos XML.

```
?xml version="1.0"?>

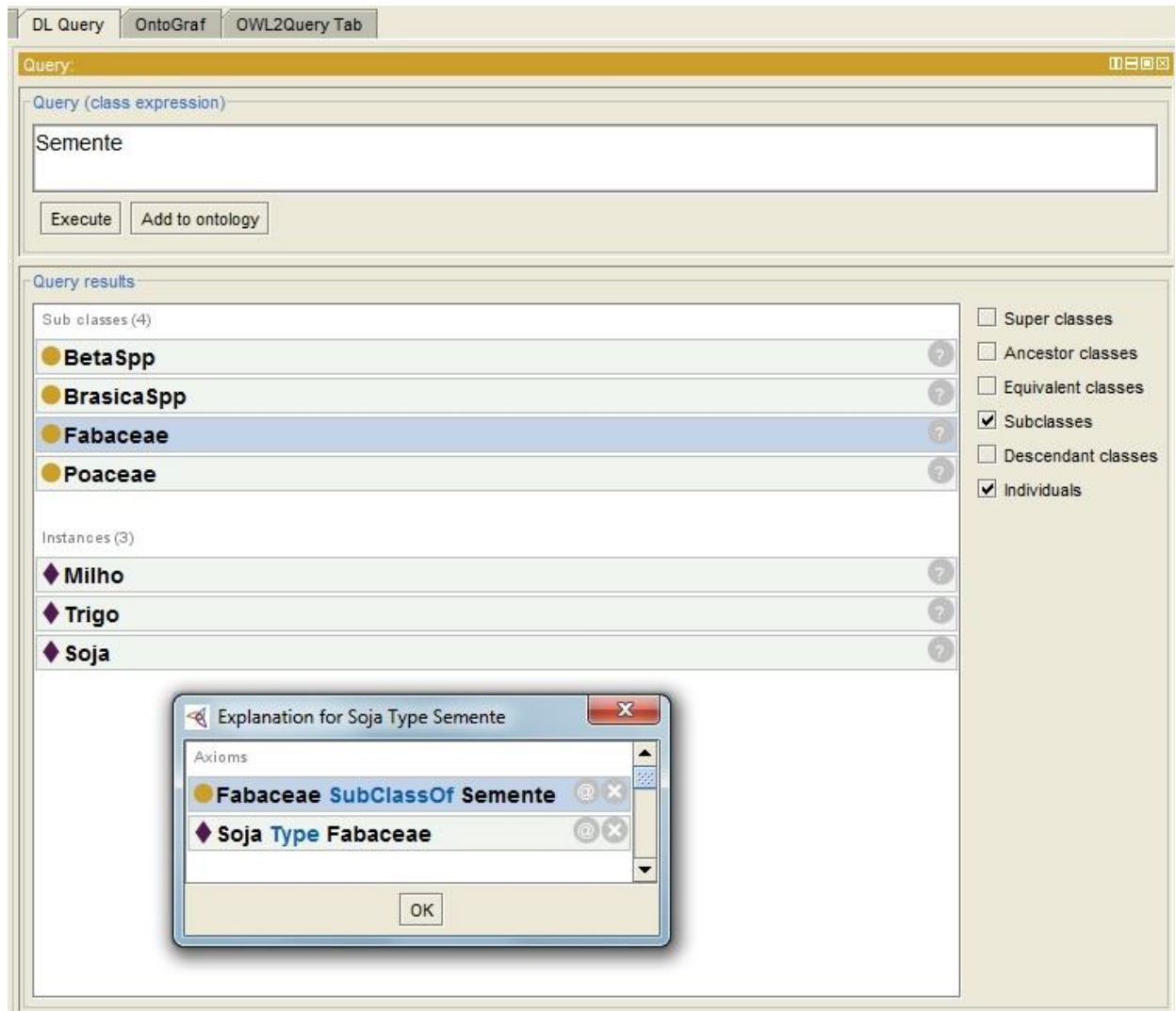
<!DOCTYPE Ontology [
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY xml "http://www.w3.org/XML/1998/namespace" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
]>
<Ontology xmlns="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

xml:base="http://www.semanticweb.org/ontologies/2014/OntologiaRastreabilidadeSementes.
owl"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"

ontologyIRI="http://www.semanticweb.org/ontologies/2014/OntologiaRastreabilidadeSement
es.owl">
  <Prefix name="xsd" IRI="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" />
  <Prefix name="owl" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#" />
  <Prefix name="" IRI="http://www.w3.org/2002/07/owl#" />
  <Prefix name="rdf" IRI="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" />
  <Prefix name="rdfs" IRI="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" />
  <Declaration>
    <Class IRI="#Adubacao" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Agronomo" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#AplicacaoDeAgrotoxico" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#BalançaEnsacadora" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Beneficiamento" />
  </Declaration>
  <Declaration>
    <Class IRI="#Campo" />
```

Através do uso de *reasoners*⁹ é possível fazer inferências sobre uma ontologia. Na Figura 25, através do Algoritmo *Pellet*, é iniciado o *Reasoner* e depois com o uso da *DL Query* é demonstrada a inferência na Classe Semente.

FIGURA 25 - DL QUERY CLASSE SEMENTE



Fonte: O Autor

Com o uso da *DL Query* podem ser visualizadas as subclasses e os indivíduos pertencentes à Classe Semente. O Indivíduo Soja pode ser inferido que é do tipo Fabacea, que é uma *SubClasseOf* da Classe Semente.

⁹ Podemos usar Reasoner para inferir informações que não e explicitamente representado na ontologia. O “servico” padrão dos reasoning são:
– Subsumption checking – Equivalence checking – Consistency checking – Instantiation checking

Como resultado, foi gerada uma base de conhecimento, prevista nos objetivos desta dissertação e foram apresentados os aspectos conceituais para sua construção.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

O objetivo principal da pesquisa foi apresentar o desenvolvimento de uma ontologia para rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes, a fim de garantia da qualidade e a melhoria dos processos, através da representação do conhecimento. Inicialmente, foi feita uma revisão sobre conceitos relacionados à rastreabilidade, cadeia produtiva de sementes, normas e legislações, levantamento dos processos, informações que um processo deve ter e a validação e melhoria contínua. No desenvolvimento foi utilizada a combinação das melhores práticas das metodologias para criação de ontologias.

A ontologia foi projetada e implementada, usando as tecnologias de ontologias, descreve-se todos os conceitos envolvidos na definição de um processo para rastreabilidade da cadeia produtiva de sementes, desde o início do processo de plantio, registros, colheita até o produto final envasado, ou seja, a ontologia pode oferecer uma visão para o domínio.

Levando-se em consideração esses aspectos a criação de ontologias forma uma visão geral com informações entre o nível de conhecimento e o nível de implementação, fornecendo facilidades na manutenção do conhecimento, redução na complexidade da representação do conhecimento e a reusabilidade de outra ontologia permitindo maior representação do domínio.

A criação da ontologia reforça a utilização da definição do conhecimento do domínio como ferramenta de gestão de informações, qualidade e transparência em todas as etapas do processo produtivo, é uma maneira de formalizar conhecimento de um determinado domínio. Conhecimento utilizável em larga escala, reuzável em aplicações.

A principal contribuição desta dissertação, a criação da ontologia, envolve a aplicação de modelos e ferramentas da Engenharia do Conhecimento, permitindo uma melhor representação dos elementos envolvidos no processo da cadeia produtiva de sementes.

Os resultados obtidos foram satisfatórios evidenciando o potencial diferencial das ontologias, pois proporcionam, a criação do conhecimento de um domínio que poderá ser estendida por vários pesquisadores e profissionais que tenham interesse em dar continuidade na pesquisa e aprimoramento da ontologia. Com a criação de

regras lógicas, automatizam os processos, o compartilhamento e a reutilização do conhecimento modelado na ontologia para uso de profissionais na área.

Como trabalhos futuros, sugere-se efetuar aplicações de novos elementos e estender a ontologia. Também, se pretende buscar novos conhecimentos a partir do modelo criado, pesquisando as normas e legislações internacionais para a criação em padrão em língua inglesa. Ampliar o estudo sobre a utilização da ontologia para ampliar conhecimento sobre dados a serem integrados para realização de mineração de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - CB-25. PROJETO DE REVISÃO ABNT NBR ISO 9000-22000. **Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.**

ALMEIDA, M; BAX, M. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção.** Revista Ciência da Informação, 32(3), Brasília: 2003

ANDRADE, K.S.G. de; **A contribuição da engenharia de requisitos na especificação de ontologias : aplicação em redes colaborativas**, Tese de mestrado. Gestão de Informação. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. 2008. Disponível em: < <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/59991>> acessado em 10/04/2012.

BECK H.; MORGAN K.; JUNG Y; GRUNWALD S.; KWON H-Y.;WUB J. **Ontology-based simulation in agricultural systems modeling.** Agricultural Systems 103 (2010) 463–477

BLACKBURN, S; MARCONDES, D. **Dicionário Oxford de Filosofia.** Tradução de Murcho et al., Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1997.

BLAUDET, L; VILELA, F.A - **Unidades de Beneficiamento de Sementes** - Revista SEED News mês março/abril – 2007 -. XI n. 2 – Disponível em < <http://www.seednews.com.br/portugues/seed112/artigocapa112.shtml>> Acessado em 11/11/2013.

BRASIL, Lei nº 10.711 de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 ago. 2003. Disponível em : <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.711.htm> Acesso em 20/10/2013.

BRIDI, A. M. **Padronização, Rastreabilidade e Certificação de Animais e seus Produtos.** Universidade Estadual de Londrina, Departamento de zootecnia, Londrina. No ar desde 2006. Disponível em: <www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Padronizacao.pdf> Acesso em: 15 de agosto de 2010.

GANDON, F. **Engineering an ontology for a multi-agents corporate memory system.** In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE MANAGEMENT OF INDUSTRIAL AND CORPORATE KNOWLEDGE., p. 209–228, 2001

GAZZOLA-NETO, A; AUMONTE, T.Z. **Rastreabilidade aplicada à produção de sementes de soja.** Informativo ABRATES, vol.22, nº.2, 2012

GÓMEZ-PÉREZ, A. e BENJAMINS, V.R. **Overview of knowledge sharing and reuse components: Ontologies and problem-solving methods.** In: International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-99), Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5). Stockholm, Sweden, (1999).

GÓMEZ-PÉREZ, A; CORCHO, O.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. ***Ontologic Engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the semantic web***. Springer-Verlag, 2004.

GRUBER, T.R.; **A translation approach to portable ontologies**. *Knowledge Acquisition*, 1993, v.5, n.2, p.199-220.

GS1. ***Wine Supply Chain Traceability*** - EAN-UCC Standards Application Guideline. Bruxelas: EAN International, 2005.

GS1 Standards **Document Business Process and System Requirements for Full Chain Traceability**. Issue 1.1.0, Feb-2009.

GUIZZARDI, G. ***On ontology, ontologies, conceptualizations, modeling Languages, and (meta)models***. Em Proceedings of the 2007 conference on Databases and Information Systems IV: Selected Papers from the Seventh International Baltic Conference DB&IS'2006, p.ags. 18{39, Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands, 2007. IOS Press. ISBN 978-1-58603-715-4.

KWON H-Y.; GRUNWALD S; BECK H.W.; JUNG Y.; DAROUB S.H.; LANG T. A.; MORGAN K.T. **Ontology-based simulation of water flow in organic soils applied to Florida sugarcane**. *Agricultural Water Management* 97 (2010) 112–122

LEE-BERNERS, T., HENDLER. J., LASSILA O. ***The Semantic Web***. *Scientific American*, May, 2001. Disponível em < <http://www.scientificamerican.com/article/the-semantic-web/>> Acesso em 23 de Agosto de 2012.

LIRANI, A. C. **Rastreabilidade da Carne Bovina - uma proposta de implementação Ribeirão Preto - SP**. p. 8. Ago. 2001. Disponível em: <<http://www.ancp.org.br/rastreabilidade>>. Acesso em: 06 de outubro 2012.

GUARINO, NICOLA. ***Formal Ontology and Information Systems***. FOIS'98, June 1998.

MANOLA, F; MILLER, E. **Rdf primer**. 2004. Disponível em < <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>>, acessado em Abril/2012.

MEDEIROS Jr., Raul de Abreu. **Uma Ontologia para Engenharia de Requisitos de Software**. 2006.. Dissertação (Mestrado em Informática Aplicada) – Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Fortaleza, 2006.

MOE, T. (May 1998). ***Perspectives on traceability in food manufacture***. *Trends in Food Science and Technology*, 9:211–214(4).

MOHAN AND B. RAMESH. ***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, pages 7685, Washington, DC, USA, 2002. IEEE Computer Society.

MORAIS, E. A. M. E AMBRÓSIO, A. P. L. **Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens**. INF_001/07 - Relatório Técnico – Dezembro/2007. < www.inf.ufg.br>.

NOY, NATALYA F.; MCGUINNESS, DEBORAH L. **Ontology Devepment 1001: A Guide to Creating Your First Ontology**; KSL Technical Report, Standford University, 2001.

PAPAJORGJI, P.J. AND PARDALOS, P. M. **Advances in Modeling Agricultural Systems**. Springer, 2009.

Parlamento Europeu e Conselho da União Européia. **Regulamento (CE) Nº 178/2002, de 28 de Janeiro de 2002**. Jornal Oficial das Comunidades Européias, Bruxelas, Bélgica, 1o de Fevereiro de 2002.

PROTÉGÉ. (2013) **Protégé Homepage**, Disponível em <<http://protege.stanford.edu>>, acessado 04/2013.

REGULAMENTO (CE) Nº 178/2002, de 28 de Janeiro de 2002. Parlamento Europeu e Conselho da União Européia. **Jornal Oficial das Comunidades Européias**, Bruxelas, Bélgica, 1o de fevereiro de 2002.

REDIVO, A.; SORNBERGER, G.P.; **Rastreabilidade na produção de semente de arroz: um estudo de caso**. XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social - Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2012. Disponível em : <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STP_158_922_20089.pdf> acessado em 02/10/2013.

SILVA, Iran José Oliveira da. **A rastreabilidade dos produtos agropecuários do Brasil destinados à exportação**. NUPEA/ESALQ-USP <Disponível em http://www.nupea.esalq.usp.br/noticias/producao/fee58_20080402.pdf> Acessado em 10/06/2012

SHUM, S. B; MOTTA, E; DOMINGUE, J. **Scholonto: an ontology-based digital library server for research documents and discourse** . Int. J. on Digital Libraries, 3(3):237–248, 2000

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

TILLMANN, C. A. da C. **Modelo de sistema integrado de gestão da qualidade para implantação nas unidades de beneficiamento de sementes**. Pelotas, 2006. –135f.: il. Tese (Doutorado). Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2006.

TOLEDO, J.C. **Gestão da qualidade na agroindústria**. In: BATALHA, M.O. (org.). Gestão agroindustrial, São Paulo: Atlas, p.465-517. 2001.

USCHOLD M, Jasper R. **A Framework for Understanding and Classifying Ontology Applications**. In: BenjaminsVR (ed) IJCAI'99 Workshop on Ontology and Problem Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends. Stockholm, Sweden. CEUR Workshop Proceedings 18:11.1–11.12. Amsterdam, The Netherlands.

W3C. World wide web consortium. <<http://www.w3.org/2013>>

ZANATTA, T.S. da C.; HENDGES, T.L. **Implantação da Rastreabilidade na Multiplicação de Sementes de Soja** - Revista Científica da Faculdade de Balsas, Ano I, número 1, 2010.

**ANEXOS - DOCUMENTOS UTILIZADOS NA PRODUTIVIDADE DE
SEMENTES**

O Caderno de Campo é o conjunto de documento para registro de informações sobre processos e práticas de cultivo conduzido em áreas sob o regime da PI. Os registros devem ser feitos regularmente no caderno ou em computador para posterior impressão.

Toda atividade desenvolvida deve ser registrada, mesmo que não esteja contemplada neste caderno.

CADERNO DE CAMPO

Produção Integrada

INFORMAÇÕES GERAIS

Registro do produtor/empresa no CNPE:

Identificação	
Produtor/empresa:	
Endereço	Rua/Avenida/Praça
	Município: UF
	CEP: Caixa Postal:
	Tel. : () Fax.: ()
e-mail:	

Responsável Técnico	
Nome:	
Endereço	Rua/Avenida/Praça:
	Município: UF:
	CEP: Caixa Postal:
	Telefone : () Fax: ()
e-mail:	
Registro no CREA Nº: Data: / /	

INFORMAÇÕES DA PARCELA

[illegible]

DADOS CLIMÁTICOS

[illegible]

RELAÇÃO DE MÁQUINAS

[illegible]

REVISÃO DE MÁQUINAS*

[illegible]

MONITORAMENTO DE PRAGAS

Data	DAP*	Horário (Início/Término)	Mosca Branca			Mosca Minadora		Pulgão	Responsável
			Ovo	Ninfa	Adulto	Larva	Adulto		

COLHEITA

Produção Esperada:

Produção Total da Parcela (Kg/ha):

Data	Produção obtida/colheita (kg/ha)	Empacotadora Utilizada - CNPE Identificação	Responsável	Observação

VISITAS DE INSPEÇÃO - AUDITORIA

Observações

Assinatura

Carimbo

Data

Observações

Assinatura

Carimbo

Data

DADOS GERAIS - INFORMAÇÕES PARA USO DO INSPETOR

Registros		Observações	
Tratamentos fitossanitários	Certo		
	Incorreto		
Adubação mineral e orgânica	Certo		
	Incorreto		
Manejo de solo	Certo		
	Incorreto		
Colheita	Certo		
	Incorreto		
Revisão do maquinário	Certo		
	Incorreto		
Análise de solo	Certo		
	Incorreto		
Análise foliar	Certo		
	Incorreto		

OBS: Anexar cópia da análise do solo e foliar, e verificar o caderno de máquinas. O produtor / empresa e responsável técnico que assinam abaixo declara que os dados apresentados no Caderno de Campo são verdadeiros.

Local e data: _____, de _____ de _____
 Produtor/Empresa: _____ Assinatura: _____
 Responsável Técnico: _____ Assinatura: _____
 CREA Nº: _____

ANOTAÇÕES GERAIS

[illegible]

Baseados nos trabalhos e observações de campo realizadas e nos dados fornecidos pelo produtor, o técnico abaixo assinante declara que os dados fornecidos são verdadeiros.

Técnico responsável: _____ CREA Nº: _____
Data: ____/____/____ Assinatura: _____

Modelo autorização para Transporte de Sementes

À _____
(autoridade competente na Unidade da Federação).

O abaixo assinado requer autorização para transporte de _____ (_____) toneladas de sementes de _____, cultivar/categoria _____ / _____, constantes da nota fiscal nº _____ para:

☐ BENEFICIAMENTO

☐ REBENEFICIAMENTO

☐ ARMAZENAMENTO

Nome ou Razão Social: _____ RENASEM nº: _____

CNPJ / CPF: _____ IE: _____

Endereço: _____

Município/UF: _____ CEP: _____

Fone: _____ Fax: _____

Endereço eletrônico: _____

Endereço para correspondência: _____

Município/UF: _____ CEP: _____

Fone: _____ / Fax: _____

Endereço eletrônico: _____

IDENTIFICAÇÃO DA ORIGEM DA SEMENTE

☐ Produtor ou Reembalador	☐ Cooperante	☐ Beneficiador	☐ Armazenador
Nome: _____			
_____		RENASEM nº _____	
Endereço: _____			
Município: _____		UF: _____	

DADOS DO CAMPO DE PRODUÇÃO

Nº do Campo: _____	Espécie: _____	Cultivar: _____
Área Inscrita: _____ ha	Área Aprovada: _____ ha	Área Colhida: _____ ha
Data do Plantio: _____	Data da Colheita: _____	
Produção Bruta (t): _____	Produção Beneficiada (t): _____	Nº do Lote(S): _____

IDENTIFICAÇÃO DO ESTABELECIMENTO DE DESTINO

Nome: _____	
_____	RENASEM nº _____
Endereço: _____	
Município: _____	UF: _____

_____, _____ de _____ de _____
Local e data:

Identificação e assinatura do requerente

Modelo:**DECLARAÇÃO DE INSCRIÇÃO DE ÁREA PARA PRODUÇÃO DE SEMENTES PARA USO PRÓPRIO**
SAFRA: _____

Nome do usuário: _____ CNPJ/CPF: _____

PROPRIEDADE

Nome: _____ Área total (ha): _____

Endereço: _____

Município/UF: _____ CEP: _____

Fone: _____ Fax: _____ Endereço eletrônico: _____

Roteiro detalhado de acesso: _____

Espécie	Cultivar	Área (ha)			Aquisição da semente		
		cultivada	reservada para a produção de sementes para uso próprio	estimada para plantio na safra seguinte, com a semente a ser reservada	Nº	data	Quantidade (kg)

Declaro que a produção de sementes para uso próprio, da área reservada, será utilizada, exclusivamente, na safra seguinte, e é compatível com a necessidade de sementes para semeadura da área a ser cultivada em minha propriedade.

_____, _____ de _____ de _____

Identificação e assinatura do declarante ou seu representante legal