

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

JOSÉ AMANDE DA SILVA

ONTOLOGIA NA RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS

**PONTA GROSSA
2018**

JOSÉ AMANDE DA SILVA

ONTOLOGIA NA RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS

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

Orientação: Dra. Maria Salete Marcon Gomes Vaz

**PONTA GROSSA
2018**

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Silva, José Amande da
S586 Ontologia na rastreabilidade de dados
agrícolas/ José Amande da Silva. Ponta
Grossa, 2018.
74f.

Dissertação (Mestrado em Computação
Aplicada - Área de Concentração:
Computação para Tecnologias em
Agricultura), Universidade Estadual de
Ponta Grossa.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Salete
Marcon Gomes Vaz.

1.Ontologia. 2.Rastreabilidade.
3.Erva-Mate. I.Vaz, Maria Salete Marcon
Gomes. II. Universidade Estadual de Ponta
Grossa. Mestrado em Computação Aplicada.
III. T.

CDD: 001.43

TERMO DE APROVAÇÃO

José Amande da Silva

"ONTOLOGIA NA RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS"

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:


Dr.^a Maria Salete Marcon Gomes Vaz
UEPG


Dr. Helio Antonio Wood Joris
FUNDAÇÃO ABC/Castro-PR


Prof. Dr. João Luiz Kovalesski
UTFPR/Ponta Grossa-PR

Ponta Grossa, 16 de março de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os agricultores que mantêm a cultura da erva-mate
viva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Agradeço à Universidade Estadual de Ponta Grossa - Programa de Pós Graduação em Computação Aplicada pela oportunidade e pelo apoio à realização deste trabalho. Aos professores deste programa, composto por profissionais da área de computação e agronomia.

Agradeço aos colegas do mestrado pelo apoio e companheirismo.

Agradeço a EMATER, representado pelo Engenheiro Agrônomo Sr. Klaus Nietzsche, da Unidade de São Mateus do Sul que prestou valiosas informações sobre a cultura da erva-mate, bem como pelo acompanhamento às visitas técnicas em ervais e ervateiras da região.

Agradeço, especialmente, a minha orientadora, Profa. Dra. Maria Salete Marcon Gomes Vaz, pela compreensão, apoio, direcionamento, incentivo presente em todos os momentos e em especial nos mais difíceis, por sua paciência e dedicação.

RESUMO

A gestão eficiente de dados agrícolas é dependente de informações de diversos sistemas, equipamentos e tecnologias computacionais que nem sempre são intercambiáveis. Esses dados estão distribuídos em sistemas e máquinas que tem formas diferentes de gerenciamento. Uma solução para a padronização e melhoria na troca de dados, com a formalização das informações está no uso de ontologias e metadados. Com isso, é possível realizar o mapeamento dos principais processos na cadeia produtiva de determinada cultura. Uma aplicação direta é utilizar os dados para a rastreabilidade e aumentar a segurança nos produtos, pois é possível determinar a origem e movimentação dos produtos. Nesta pesquisa foi mapeado os processos de produção da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hill.), por meio de uma ontologia de domínio, resultando em estruturas de informação para intercâmbio e rastreabilidade de dados agrícolas, melhorando os processos e gestão das informações. Para o processo de desenvolvimento da ontologia foi utilizada a Ferramenta *Protégé*, aplicando a Metodologia *Ontology Development 101*. Como resultado é apresentado um sistema de representação de conhecimento para a criação de padrão de metadados contribuindo para a melhoria do processo de intercâmbio de dados para a cultura da erva-mate.

Palavras-chave: Ontologia, Rastreabilidade, Erva-Mate.

ABSTRACT

The efficient management of agricultural data is dependent on information from diverse systems, equipment and computational technologies that are not always interchangeable. This data is distributed across systems and machines that have different forms of management. A solution for the standardization and improvement in data exchange, with the formalization of information is in the use of ontologies and metadata. With this, it is possible to map the main processes in the production chain of a particular crop. A straightforward application is to use the data for traceability and increase product safety, as it is possible to determine the origin and movement of products. In this research we mapped the production processes of the yerba mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hill.), Through a domain ontology, resulting in information structures for the exchange and traceability of agricultural data, improving the processes and information management. For the ontology development process, the *Protégé* Tool was used, applying the *Ontology Development Methodology 101*. As a result, a knowledge representation system for the creation of metadata standards was presented, contributing to the improvement of the data exchange process for the culture of the yerba mate.

Keywords: Ontology, Traceability, yerba mate

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 -	Ciclo de desenvolvimento de ontologia método 101	19
Figura 02 -	Ciclo de comercialização erva-mate (resumido)	21
Figura 03 -	Área de ocorrência da erva-mate	23
Figura 04 -	Pés de erva-mate	24
Figura 05 -	Aplicações industriais e usos para a erva-mate	25
Figura 06 -	Erval nativo	25
Figura 07 -	Cadeia produtiva e pontos de avaliação para rastreabilidade ...	27
Figura 08 -	Pontos críticos na cadeia produtiva da erva-mate	28
Figura 09 -	Etapas no desenvolvimento da pesquisa	31
Figura 10 -	Esquema da cadeia produtiva da erva-mate	33
Figura 11 -	Ciclo de produção da erva-mate	34
Figura 12 -	Semente da erva-mate e ervais	35
Figura 13 -	Colheita da erva-mate	35
Figura 14 -	Planta Ervateira	35
Figura 15 -	Erva-mate embalada	37
Figura 16 -	Formalização de processos de produção da erva-mate	38
Figura 17 -	Representacao Ontológica: Plantio	40
Figura 18 -	Representacao Ontológica: Beneficiamento	42
Figura 19 -	Representacao Ontológica: Comercialização	44
Figura 20 -	Fragmento Processo de Plantio da Erva-Mate	48
Figura 21 -	Fragmento Processo de Beneficiamento da Erva-Mate	50
Figura 22 -	Fragmento Processo de Comercialização da Erva-Mate	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Comparativo entre padrões	21
Quadro 02 -	Processo de Beneficiamento da Erva-Mate	34
Quadro 03 -	Descrição das Classes da Fase de Plantio.....	40
Quadro 04 -	Descrição das Classes da Fase de Beneficiamento	42
Quadro 05 -	Descrição das Classes da Fase de Comercialização	45
Quadro 06 -	Itens para metadados de Plantio	48
Quadro 07 -	Código XML - Plantio - metapadrão	49
Quadro 08 -	Código XML - Plantio - exemplo	49
Quadro 09 -	Itens para metadados de Beneficiamento	50
Quadro 10 -	Código XML - Beneficiamento - metapadrão	51
Quadro 11 -	Código XML - Beneficiamento - exemplo	52
Quadro 12 -	Itens para metadados de Comercialização	53
Quadro 13 -	Código XML - Comercialização - metapadrão	54
Quadro 14 -	Código XML - Comercialização - exemplo	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APPCC	Análise dos Perigos e dos Pontos Críticos de Controle
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DAML	<i>Darpa Agent Markup Language</i>
EMATER	Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
F-Logic	<i>Frame Logic</i>
FAO	Food and Agriculture Organization
HACCP	<i>Hazard Analysis of Critical Points</i>
HTML	HyperText Markup Language
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	<i>Internacional Organization for Standardization</i>
ISQMS	<i>International Standard for Quality Management Systems</i>
KIF	<i>Knowledge Interchange Format</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OCML	<i>Operational Conceptual Modelling Language</i>
OIL	<i>Ontology Inference Layer</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde (mesmo que WHO)
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
SHOE	<i>Simple HTML Ontology Extensions</i>
Tags	Palavra ou termo relevante para representação de dados em linguagens de marcação.
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WHO	<i>World Health Organization</i> (mesmo que OMS)
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>
XOL	<i>Ontology eXchange Language</i>

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	11
2 - ONTOLOGIA E RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS.....	14
2.1 - CONCEITO DE ONTOLOGIA.....	14
2.2 - METODOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIA.....	16
2.2.1 - Cyc	16
2.2.2 - Uschold Y King	16
2.2.3 - Gruninger e Fox	17
2.2.4 - Kactus	17
2.2.5 - Methontology	17
2.2.6 - On-To-Knowledge	18
2.2.7 - Ontology Development 101	18
2.3 – METADADOS E PADRÕES DE METADADOS	20
2.4 – ERVA-MATE (ILEX PARAGUARIENSIS ST. HILL.)	23
2.5 - RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS	26
3 - ONTOLOGIA NA RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS	30
3.1 – MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.2 – CONTRUÇÃO DA ONTOLOGIA NA RASTREABILIDADE DA DADOS AGRÍCOLAS	33
3.2.1 – MAPEAMENTO DE PROCESSOS	46
3.2.1.1 – PROCESSO DE PLANTIO	48
3.2.1.2 – PROCESSO DE BENEFICIAMENTO	50
3.2.1.3 – PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO	52
4 - TRABALHOS CORRELATOS	56
5 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS FUTURAS	57
REFERÊNCIAS	59
APÊNDICE A - Processos e Classes da Cadeia Produtiva da Erva-Mate	63

1- INTRODUÇÃO

O segmento agrícola tem ampliado a aplicação das tecnologias no campo, utilizando a computação para melhorar a gestão e automatizar processos, antes realizados manualmente, aumentando sua eficiência por meio de práticas agrícolas e de utilização intensiva de mecanização.

Atualmente, uma das melhorias tecnológicas é a agricultura de precisão para aumento da produtividade, diminuição das perdas e melhoria do uso dos equipamentos agrícolas e solos. Mesmo com os avanços dos últimos anos, essa tecnologia depende de informações e padrões, para a produção de soluções informatizadas, inclusive para culturas onde não é utilizada em larga escala.

Os dados gerados pelos processos e sistemas, muitas vezes, não são intercambiáveis com outras aplicações, pela falta de um mecanismo que formalize esses dados. Um exemplo disso são os dados sobre imagens geradas por satélite, ou de outras fontes aéreas, para compor um sistema de informações geográficas ou sistemas de geolocalização, utilizados dentro dos tratores, plantadeiras e colheitadeiras modernas, podendo possuir padrões de registros de dados diferentes para cada fabricante.

Em tempos de processamento em nuvem, uso da internet como plataforma de trabalho e troca de dados, web semântica, mineração de dados e a busca de conhecimento por meio de algoritmos exploradores de grandes quantidades de dados, inferindo padrões, existe a necessidade de soluções informatizadas que respondam não só às regras de negócio, mas também que as organizem para intercâmbio com outras áreas do conhecimento.

Uma das possíveis soluções para padronização e melhoria na troca de dados, com a formalização das informações está no uso de ontologias e metadados, os quais homogeneízam estruturas de dados, melhorando o intercâmbio de dados dos produtos e processos da cultura desejada.

Nesse contexto e buscando atender um segmento pouco explorado, a contribuição desta pesquisa é a formalização dos conhecimentos através do levantamento e utilização de ontologia sobre a rastreabilidade na agricultura. A cultura da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hill.) será demonstrada por meio da caracterização das classes de dados mais proeminentes. Este trabalho busca oferecer informações e recursos que poderão ser utilizados pelos sistemas informatizados para a troca de dados.

A cultura da erva-mate teve importância histórica na Região Sul do Brasil e que se mantêm em pequenas propriedades, além de ser caracterizada como planta nativa. De acordo com o MAPA – Ministério da Agricultura e Abastecimento (2016), a cultura de erva-mate tem ressurgido como uma possibilidade de ampliação na renda de pequenas propriedades agrícolas e como alternativa para a indústria de bebidas que, buscam novas possibilidades de produtos para ampliar a sua oferta baseada em produtos naturais.

A escolha dessa cultura, como objeto de estudo, se deve ao crescente interesse da indústria nas possibilidades de aproveitamento dessa planta, em especial na área alimentícia, destacando a produção de bebidas e refrigerantes da erva-mate, além da utilização para reflorestamento de áreas de preservação ambiental, para aumento da renda para os donos das áreas.

A ontologia envolvendo a erva-mate trará informações sobre o mapeamento dos dados e classes do domínio sobre o processo produtivo dessa cultura, visando a melhoria na gestão dos dados desse segmento através da aplicação de padrões de metadados baseados em ontologia.

A obtenção e o controle das informações, durante o processo de cultivo e produção, são realizados por diferentes agentes, necessitando a padronização dos termos dos dados compartilhados, na cadeia produtiva. O desenvolvimento de uma ontologia e metadados, define o conhecimento do domínio específico, para auxiliar na formalização, gestão de informações, qualidade dos dados e facilitar o intercâmbio de dados entre os sistemas envolvidos nas etapas do plantio até a distribuição.

O objetivo geral desta dissertação é gerar dados das estruturas de informação para intercâmbio e rastreabilidade de dados agrícolas, baseado em ontologia, buscando mapear e ampliar as informações agrícolas, melhorando os processos, gestão de informações, entre os agentes humanos e/ou computacionais.

Como resultados, há melhora nas bases de informações sobre a estruturas de dados utilizadas, em determinados segmentos agrícolas, resultando em projetos melhores e/ou soluções informatizadas atendendo as questões de classificação, intercâmbio e rastreabilidade.

Esta dissertação está estruturada em mais quatro capítulos, além deste capítulo introdutório. No Capítulo 2 são abordados os fundamentos a respeito e ontologia, padrões de metadados e rastreabilidade de dados agrícola. No Capítulo 3 é descrita a aplicação da ontologia na rastreabilidade de dados agrícolas, com estudo de caso na cultura da erva-mate, contribuição principal desta dissertação. No Capítulo 4 são analisados os trabalhos correlatos. Finalmente, no Capítulo 5, são apresentadas as conclusões e as perspectivas de pesquisas futuras.

2 - ONTOLOGIA E RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS

Neste capítulo são abordados a fundamentação teórica desta dissertação, envolvendo ontologias, metadados, padrões de metadados e rastreabilidade de dados agrícolas.

2.1 – CONCEITO DE ONTOLOGIA

A ontologia surgiu como uma forma adequada e eficiente para definir a estruturação dos dados, visando a gestão do conhecimento e, permitir que os mesmos possam ser integrados com consistência. Segundo Gruber (1993), é um conjunto de conceitos padronizados e consensuais, termos e definições para determinado domínio, isto é, é uma especificação explícita de uma conceituação. Almeida & Bax (2003) reforça esse conceito, acrescentando que as ontologias são criadas por especialistas, determinando os termos e as regras de relacionamentos, de um determinado domínio, permitindo consultas de informações mais eficientes dentro desses termos.

Guarino (1998) coloca que uma ontologia é um objeto formado por um conjunto de fatos explícitos, representando o sentido das palavras de um determinado vocabulário, constituído por predicados lógicos.

Ontologias servem para a comunicação entre seres humanos, sistemas informatizados e entre ambos; e podem ser utilizadas para inferência computacional, organização e reuso do conhecimento. Alguns exemplos de aplicação estão na recuperação de informação na internet, processamento de linguagem natural, educação, gestão do conhecimento, web-semântica, integração inteligente de sistemas, entre outros.

Cada ontologia contém a formalização da representação do conhecimento em um determinado domínio. Tem sua finalidade, seu contexto compartilhado e permite a interoperabilidade com outras ontologias. É uma forma de registrar e documentar, sem ambiguidade, conceitos e seus relacionamentos, sentidos e regras de inferência semântica, podendo ser interpretados por sistemas informatizados. E, permite

intercâmbio entre os sistemas de informação por meio de um canal padronizado de vocabulário, conceitos únicos e comuns, entre os agentes.

Segundo Guarino (1998), as ontologias podem ser classificadas de acordo com o nível de generalidade expressa por cada uma: *Ontologias de Fundamentação*, *Ontologias de Domínio*, *Ontologias de Tarefa* e *Ontologias de Aplicação*.

A Ontologia de Fundamentação (*Foundational Ontologies*) visa o trabalho com sistemas de categorias filosoficamente fundamentados sem uma relação direta com o domínio. - A Ontologia de Domínio visa descrição de conceitos e vocabulários de um domínio em particular, como por exemplo, biologia ou computação. A Ontologia de Tarefas é um descritor de atividades genéricas ou tarefas, visando a solução de um determinado problema independente do domínio, como exemplo podemos citar processos industriais ou de logística. As Ontologias de Aplicação visam um aprofundamento nos conceitos das ontologias de tarefas e de domínio buscando aplicar regras de domínio na execução das tarefas. Além destas, existem outras ontologias genéricas que descrevem conceitos amplos. Segundo Morais e Ambrósio (MORAIS, 2007) "... como elementos da natureza, espaço, tempo, coisas, estados, eventos, processos ou ações, independente de um problema específico ou domínio particular".

Almeida & Bax (2003), ao comentar Noy & Guinness (2001), apresentam os componentes comuns às ontologias, os quais são classes (taxonomia), relações (interação entre os conceitos), axiomas (verdades) e instâncias (dados).

Dentro desse contexto, as classes são formas de determinar a classificação organizada de diferentes elementos em categorias; representam a interação da ontologia com um domínio específico (MORAIS, 2007). Nas relações, veremos o modelo de interação entre os componentes do domínio. Os axiomas tratam as expressões que são sempre tidas como verdadeiras. As instâncias são as informações ou dados de um elemento específico da ontologia.

2.2 – METODOLOGIAS PARA CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

Para construir ontologias existem vários métodos. Gomez-Pérez et al. (2003) descreve várias metodologias que nem sempre seguem ou possuem as mesmas etapas. Isso ocorre devido à maturidade da estrutura das metodologias descritas, pois comparadas com metodologias de engenharia de software ainda não são tão analíticas na sistematização, manipulação, construção das ontologias. Nas seções seguintes são descritas algumas metodologias.

2.2.1 Cyc

Segundo Silva et al. (2008), o Método Cyc (REED e LENAT, 2002) foi criado na década de 1980 como uma base de conhecimento comum, contendo regras e heurísticas para tomada de decisões sobre objetos. Na década seguinte foram caracterizados três processos básicos do método: 1) Extração do conhecimento do senso comum, onde as informações para a alimentação da ontologia foram feitas de diversas fontes, porém de forma manual, 2) Extração auxiliada por computador, onde as informações foram obtidas de forma automática utilizando linguagem natural e aprendizado de máquina, e 3) Extração gerenciada por computador, no qual os dados foram obtidos por diversas ferramentas que gerenciavam a extração de informações de diversas fontes.

Isso era operacionalizado por uma linguagem de representação chamada CycL que utilizava herança múltipla, verificação de restrições e busca ordenada.

2.2.2 Uschold Y King

O Método *Uschold Y King* (USCHOLD e KING, 1995) foi criado durante o desenvolvimento da *Enterprise Ontology* entre os anos de 1995 e 1996. Segundo Silva et al. (2008) os estágios necessários para criar uma ontologia seria: 1) Identificação do propósito da ontologia que, em linhas gerais, busca identificar a formalidade, as classes e as necessidades de construção da ontologia, 2) Construção da ontologia, começando pela concepção dos principais conceitos da

ontologia, codificação através de uma linguagem ontológica e a integração com outras ontologias, 3) Avaliação da ontologia construída e 4) Documentação da ontologia.

2.2.3 Gruninger e Fox

Durante o desenvolvimento do Projeto Toronto Virtual Enterprise (Tove), na década de 1995, foi desenvolvido a Metodologia Gruninger e Fox (GRUNINGER e FOX, 1995) levando o nome dos autores e que aplicava princípios das metodologias de inteligência artificial na criação de ontologias. Nessa proposta, segundo Silva et al (2008), a proposta era especificar modelos para organizações e que pudessem responder a uma terminologia a ser compartilhada entre organizações e possuir e implementar uma semântica com uma teoria lógica, além de uma simbologia para representar graficamente os conceitos.

2.2.4 Kactus

O *Esprit Kactus* (BERNARAS, LARESGOITI e CORERA, 1996) é um projeto com o objetivo de organizar conhecimento de diversas bases e compartilha-las. Foi aplicada na construção de domínio de redes elétricas. Suas fases são: 1) determinação das necessidades ou requisitos, 2) Identificação dos termos do domínio, 3) Refinar e estruturar o modelo, 4) Buscar outras ontologias para a reutilização.

2.2.5 Methontology

A definição para o que significa *Methontology* (FERNANDEZ, GOMEZ-PEREZ e JURISTO, 1997) é:

“A *Methontology* contempla um conjunto de estágios de desenvolvimento (especificação, conceptualização, formalização, integração, implementação e manutenção), um ciclo de vida baseado em evolução de protótipos e atividades de planejamento e suporte”. (SILVA et al, 2008)

Esse tipo de metodologia para a construção de ontologias se aproxima muito das metodologias de criação de software. Foi criado como um *framework* para dar apoio a construção de ontologias pelo Laboratório de Inteligência Artificial do Politécnico de Madri.

2.2.6 On-To-Knowledge

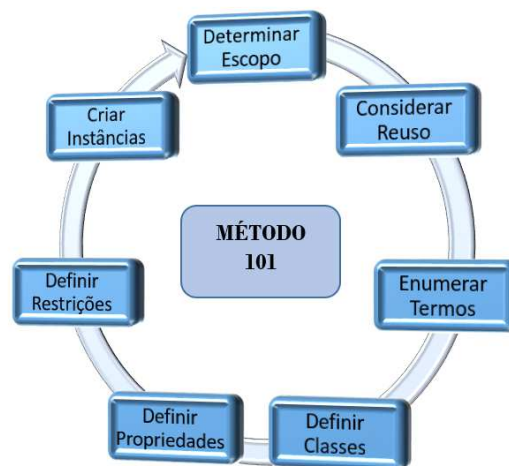
Na Metodologia On-To-Knowledge (STAAB et. al., 2001), são realizados os seguintes passos: 1) Especificação dos requisitos, 2) Definição da competência, 3) Reuso de ontologias existentes e 4) Refinamento. Também pode ser representada pela sequência: “*Kick-off* -> refinamento -> Avaliação -> Manutenção”.

2.2.7 Ontology Development 101

Um dos métodos mais simples e rápidos para construção de ontologias é o *Ontology Development 101* (NOY e MCGUINESS, 2001). Possui 7 passos, sendo eles: (1) Determinar o domínio e o escopo da ontologia. Limita-se o objeto de estudo estabelecendo o domínio e para quê ele deve ser desenvolvido; (2) Considerar a reutilização das ontologias existentes. Utilizado para tornar o processo de construção mais rápido, fazendo reuso de ontologias existentes, evitando duplicações sobre determinado domínio; (3) Enumerar termos importantes na ontologia. Quais termos utilizar, suas propriedades, características e representações auxiliando para entender o significado do domínio (SCHUCHMANN, 2002); (4) Definir as classes e a hierarquias de classes. Caracterizam-se os objetos como independentes, tornando-os a base da hierarquia de classes. Isso, resulta na organização das classes e define os demais objetos ou instâncias dentro dessa hierarquia taxonômica; (5) Definir as propriedades das classes. Nesse passo são

descritas as estruturas internas dos conceitos, considerando características intrínsecas, extrínsecas, sua estruturação física e abstrata, relacionamentos com outros indivíduos ou objetos. Todas as características de uma classe são herdadas pelas subclasses a ela associada; (6) Definir as restrições das classes. Descreve-se o tipo do valor (texto, número, booleano) e valores que cada propriedade pode aceitar (única ou múltipla); e (7) Criar as instâncias. É realizada a criação das instâncias individuais das classes geradas na hierarquia. Para isso é necessário escolher a classe, criar a instância individual da mesma e preencher os valores das propriedades.

Figura 01 - Ciclo de desenvolvimento de ontologia método 101



Fonte: Autor

Os métodos têm aspectos comuns, como a definição do escopo, classes, subclasses, propriedades (relações) e instâncias, variando de acordo com a direção de sua aplicação. Na literatura pesquisada, não foi encontrado um método que atenda todos os processos ou passos para o desenvolvimento de ontologias. Há afirmação, da inexistência de uma única maneira correta de modelar o domínio, segundo Noy e McGuinness (2001).

Para especificação de ontologias podem ser utilizados três tipos de linguagens, tais como, linguagens de ontologias tradicionais (Cycl, Ontolíngua, F-Logic, CML, OCML, Loom, KIF), linguagens padrão *web* (XML, RDF) e linguagens

de ontologias *web-based* (OIL,DAML+OIL,SHOE, XOL, OWL) (ALMEIDA; BAX, 2003). A escolha da linguagem adequada varia com o tipo da ontologia a ser desenvolvida. Para demonstrar a aplicação de ontologias a uma cultura agrícola, nesta dissertação será elaborada a ontologia de domínio para a cultura da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hill.).

Para definir ontologias, é necessário conhecimento de padrões e forma de registro. Na próxima seção são tratadas informações sobre metadados e sua aplicação na definição de padrões.

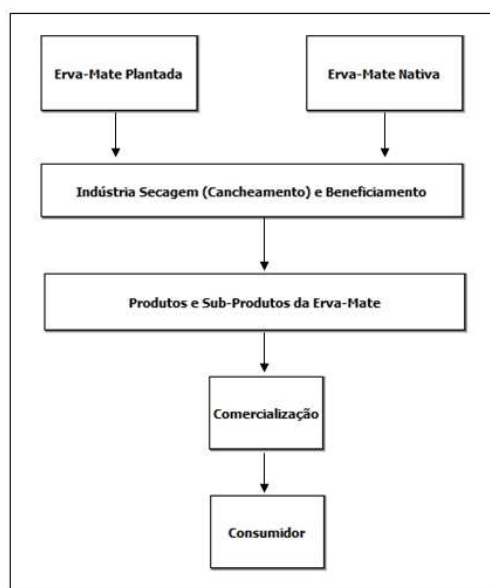
2.3 – METADADOS E PADRÕES DE METADADOS

Dias (2003) informa que metadados fornecem informações sobre dados e organizam e padronizam os conteúdos de documentos eletrônicos em formatos diversos, objetivando a eficiência e a eficácia das buscas, principalmente, no contexto Web.

Os metadados devem ser flexíveis ao representar informações de fontes diferentes e devem funcionar como resumo dessas informações. Eles permitem a interoperabilidade entre processos e dispositivos distintos, pois são dados sobre dados, isto é, representam as informações sobre o que está sendo armazenado ou manipulado, independente da fonte ou dispositivo gerador (SANTOS JUNIOR, 2014).

A utilização de metadados dentro deste trabalho está na indicação de padrões para os vários passos existentes na produção da erva-mate (Figura 02); passando pelas etapas de cultivo e beneficiamento, gerando padrões que podem ser utilizados para a gravação dos dados e posterior uso nos processos de rastreabilidade dessa produção.

Figura 02 - Ciclo de comercialização erva-mate (resumido)



Fonte: Autor

Existem diversos padrões para descrição de recursos, sendo o Dublin Core um dos mais conhecidos (DUBLIN CORE, 2016) por ser genérico. Santos Junior (2014) descreve, além do Dublin Core, um conjunto de padrões de metadados voltados para a agricultura. São eles: Darwin Core (DARWIN CORE, 2018) AgMES - *Agricultural Information Management Standards* (AGMES, 2018), AGRIS (AGRIS, 2018), Agrovoc (AGROVOC, 2018), AGXML (AGXML, 2018) e AGROXML (AGROXML, 2018).

Quadro 01 - Comparativo entre padrões

PADRÃO	Descrição	Característica(s) favorável(is)	Característica(s) desfavorável(is)
Dublin Core	Vocabulário de metadados com quinze propriedades para descrição de recursos.	Um dos mais aceitos no meio acadêmico.	Possui um escopo mais voltado a biodiversidade.
Darwin Core	Semelhante ao Dublin Core destinado a facilitar o compartilhamento de informações sobre a diversidade biológica.	Similar ao Dublin Core, sendo mais específico a biodiversidade.	Por ser similar ao Dublin Core, também é visto como mais específico.
AgMES	Contempla questões de semântica e normas no domínio	Prover normas semânticas no segmento agrícola.	Uso mais restrito ao agronegócio.

	da agricultura.		
AGRIS	Padrão para melhorar a descrição, intercâmbio e recuperação de dados da produção agrícola.	A própria estrutura descreve os recursos.	AGRIS não é extensível a outras áreas.
AGROVOC	É um dicionário de sinônimos com vocabulário multilíngue estruturado e controlado para as áreas no domínio da agricultura, silvicultura, pesca, alimentos.	Fonte única para consulta de vocábulos.	É um dicionário de termos em um sistema de banco de dados limitado à aplicações no agronegócio.
AGXML	É um padrão desenvolvido para atender à formalização de dados no segmento agrícola de grãos.	Proporciona o mapeamento com precisão de dados referentes à produção de soja.	É um padrão vertical, dificultando ou inviabilizando o uso para representação em outras culturas.
AGROXML	Fornecer um método de armazenamento de dados estruturados por assuntos agrícolas.	Proposta de criação de um padrão comum de interoperabilidade para troca de dados entre dispositivos e processos no agronegócio.	Não atende a todos os requisitos na representação de dados em todos os segmentos do agronegócio.

Fonte: Adaptado de SANTOS JUNIOR (2014)

Atualmente, as principais tecnologias que utilizam e descrevem metadados são baseadas nas Linguagens XML (Sintaxe) e a semântica é obtida através das ontologias, utilizando linguagens como OIL (DAML, 2018) e DAML (DAML, 2018). Na DAML, a interoperabilidade sintática é alcançada através da modelo RDF (RDF, 2016).

"A escolha da linguagem deve-se à sua extensibilidade na criação de estruturas para armazenamento de dados de forma totalmente flexível quanto à hierarquia de dados. A Linguagem XML também apresenta viabilidade técnica e extensibilidade para ferramentas de gerenciamento de dados e formalização de ontologias." (SANTOS JUNIOR, 2014)

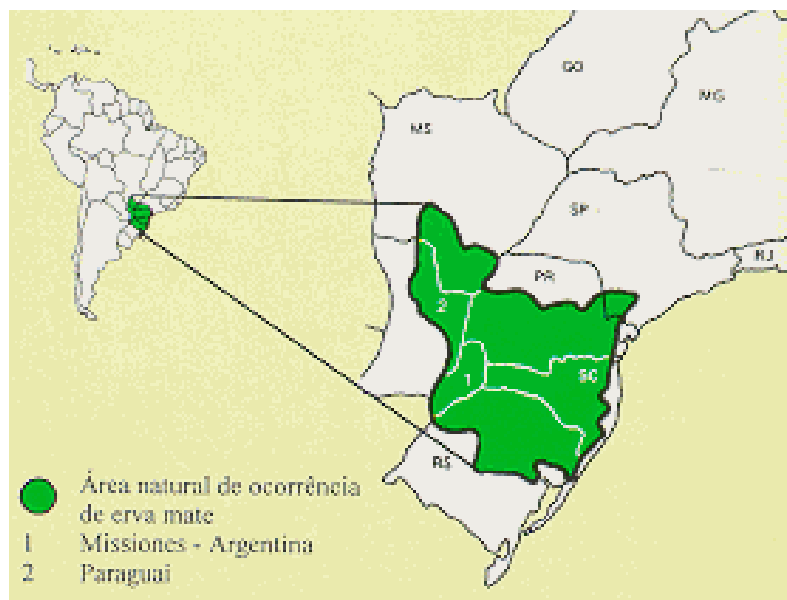
Devido à existência de poucos padrões ou por não atenderem os requisitos necessário, para a descrição dos processos de intercâmbio de dados na cultura de erva-mate, neste trabalho, será utilizada a ontologia de domínio para dar base à utilização de metadados nesse segmento agrícola.

Uma das aplicações possíveis, em sistemas informatizados baseados em ontologias e metadados, é a recuperação de dados e informações a partir de diferentes fontes e processos, como exemplo a recuperação de informações da cadeia produtiva da erva-mate, permitindo a rastreabilidade desse produto. Nas Seções 2.4 e 2.5 são abordadas Erva-Mate e rastreabilidade em dados agrícolas, respectivamente.

2.4. – ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HILL.)

A erva-mate, designação que referencia tanto o produto *in natura* quanto a planta, é um produto de ocorrência da América do Sul, em especial dos Países Brasil, Paraguai e Argentina. Por ser uma cultura de clima subtropical e temperado. No Brasil, sua cultura se concentra nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, geralmente, associada à mata de araucária (EMBRAPA, 2016).

Figura 03 - Área de ocorrência da erva-mate



Fonte: (UFRGS, 2018)

Tal cultura é obtida pela atividade extrativista, nativa, e com aumento do número de ervais plantados. É uma planta de boa tolerância a solos pobres, mas são adequados solos úmidos e bem drenados, podendo ser cultivada sob o sol direto ou sombreada (CARVALHO, 2003).

Figura 04 - Pés de erva-mate

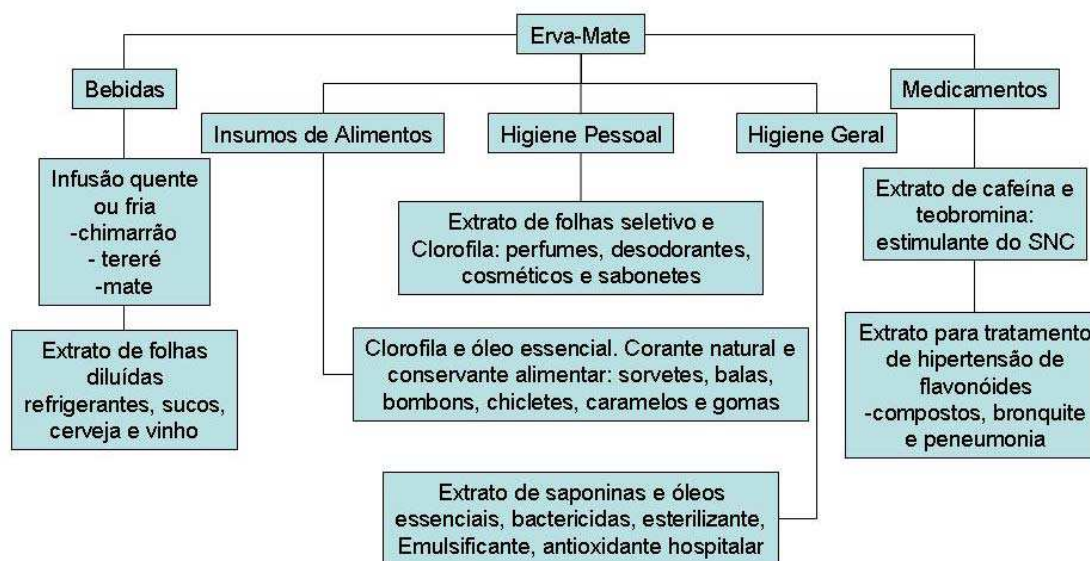


Fonte: Autor

Segundo Mazuchowski (1988), a erva-mate é obtida a partir das partes da planta, como folhas, galhos, parcialmente desidratados e triturados, e conhecida como *Ilex Paraguariensis St. Hill.*, classificação botânica. Esta cultura pertence à Família *Aquifoliácea*, possui o porte de uma laranjeira, atingindo em média 7 metros de altura quando cultivada, e podendo chegar a 25 metros na floresta, geralmente, vivendo muitos anos. Suas folhas e ramos são verdes, e quando beneficiadas são transformadas em chá, pó solúvel, essências e erva para chimarrão.

Segundo Coradin et al. (2011), seu uso medicinal e em cosméticos está crescendo e aumentando o consumo, com tendências futuras de aumento no uso fitoterápico. Mesmo podendo ser usada para cosméticos, higiene e medicamentos, neste trabalho será focado na aplicação da erva-mate como alimento, mais especificamente como bebida, chá solúvel, chimarrão, tereré, chá tostado, refrigerante, entre outras.

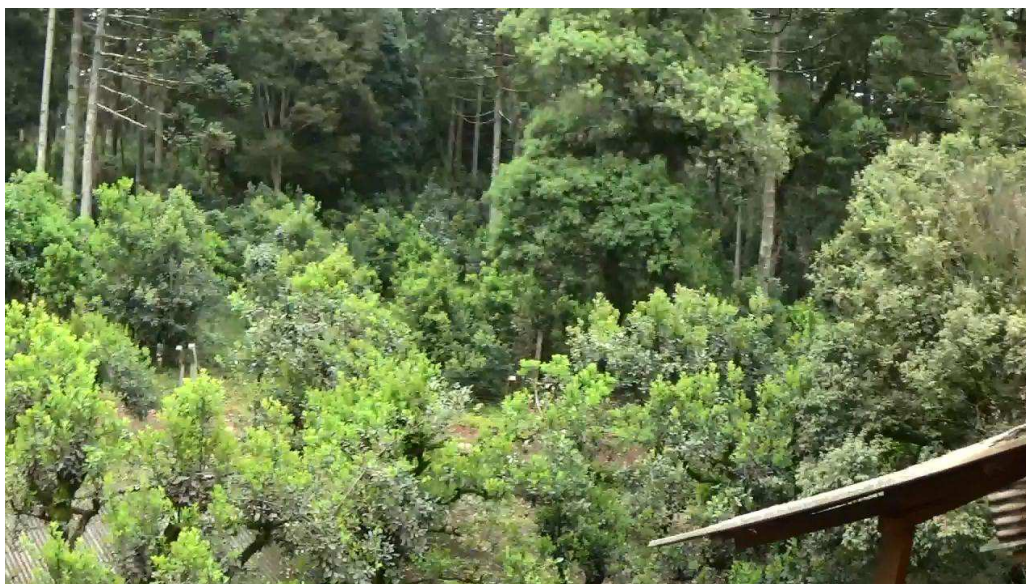
FIGURA 05 - Aplicações industriais e usos para a erva-mate



Fonte: (CARMO, 2007)

Um dos atrativos da cultura da erva-mate para os agricultores, segundo dados do Ministério da Agricultura e Abastecimento – MAPA (2016), é ser uma cultura nativa e possuir vínculo com florestas de Araucária, possibilitando seu plantio ser realizado em áreas protegidas para reflorestamento, sem afetá-la e favorecendo o cultivo sustentável nas propriedades. Em 2015, o Brasil produziu cerca de 860 mil toneladas de erva-mate verde (IBGE, 2017).

Figura 06 - Erval nativo



Fonte: Autor

2.5 - RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS

A necessidade de maior controle na segurança alimentar, inicialmente na Europa e Estados Unidos da América, motivou a criação de sistemas e processos para diminuir e, mesmo, evitar problemas com intoxicação de humanos por microorganismos patogênicos, presentes em alimentos. Para que esse controle tenha efeito, é preciso que seja feito um acompanhamento das condições de higiene e sanitárias dos produtos desde a sua origem (plantação/criação), no processo de transporte, manipulação/transformação e distribuição ao consumidor final.

"... [Para] dar segurança ao consumidor, algumas estratégias passaram a ser adotadas pelas empresas, tais como a adoção das boas práticas de fabricação, referidas pelo sistema padrão *International Standard for Quality Management Systems - International Standardisation Organization (ISOs)*, sistemas de rastreabilidade, sistema de autocontrole *Hazard Analysis of Critical Points (HACCP)* ou Análise dos Perigos e dos Pontos Críticos de Controle (APPCC)." SCHUCHMANN (2002).

No Brasil, temos a ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, responsável pela segurança alimentar. Em outros países, como exemplo, temos a FAO - *Food and Agriculture Organization* e a OMS - Organização Mundial da Saúde. Essas duas organizações criaram, na década de 1963, o *Codex alimentarius* ou Código Alimentar (*Food Codex*), normas internacionais visando a qualidade e segurança dos alimentos (FAO, 2016).

As cadeias produtivas tradicionais apresentam três grandes componentes: Sistema de produção, Sistema de transferência e Consumo.

A Rastreabilidade está associada à necessidade de localizar informações de um produto em qualquer momento na cadeia produtiva, plantio, colheita, transporte, armazenamento, processamento, distribuição e venda, atuando como requisito fundamental para o processo de segurança alimentar e controle de qualidade (ISO, 2005).

Figura 07 - Cadeia produtiva e pontos de avaliação para rastreabilidade



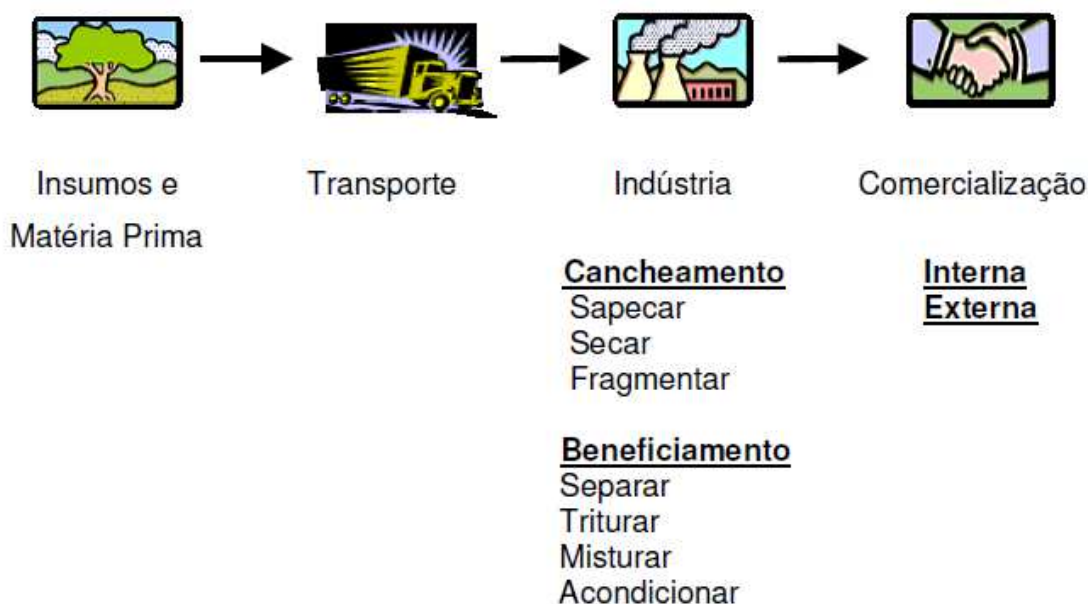
Fonte: Autor

Em Aung e Chang (2013), a rastreabilidade é aplicada como ferramenta para auxiliar na garantia da segurança e qualidade alimentar, bem como para alcançar a confiança do consumidor.

Badia-Melis et. al. (2015) destacam rastreabilidade na cadeia produtiva, para garantir a qualidade e autenticidade dos produtos, por meio dos registros e do acesso das informações da produção e manuseio dos dados em qualquer ponto da cadeia produtiva. As tecnologias disponíveis e métodos utilizados para esse contexto de produção são apontados e ressaltam a importância da padronização dos registros em todos os processos envolvidos na cadeia.

Schuchmann (2002), verificou os pontos críticos na cadeia produtiva da erva-mate (Figura 08).

Figura 08 - Pontos críticos na cadeia produtiva da erva-mate



Fonte: Adaptado de Schuchmann (2002)

Tendo esses elementos em vista, é necessário que sejam observados e respeitados para que ocorra a viabilização e implementação de um processo de rastreabilidade para essa cultura. A produção da erva-mate ainda não utiliza técnicas modernas para o plantio e produção das mudas, e também na colheita, mantendo um pensamento extrativista e não empresariais. No processo de rastreabilidade, é preciso estabelecer padrões de higiene e qualidade desde a colheita da erva-mate, passando pelo transporte, processamento/beneficiamento e depois na comercialização junto aos atacados e consumidor final. É garantir uma certificação para esse produto para que o mesmo possa seguir padrões de higiene e segurança alimentar.

Em relação à tecnologia, a autora nos diz:

"Para que ocorra a implantação de um sistema de rastreabilidade, é fundamental que se desenvolva um adequado e eficiente sistema de informações relativas às características do produto e ao seu caminho, que devem ser transmitidas através de cada segmento da cadeia produtiva" (SCHUCHMANN, 2002)

Com isso, é importante aplicar tecnologias computacionais no contexto da cultura de erva-mate identificando através de ontologia os elementos da cadeia produtiva a serem utilizados no processo de rastreabilidade.

Devido à diversidade de dados e dos agentes que atuam, a definição de uma ontologia e padrão de metadados para uma determinada cultura se torna valioso para a interoperacionalidade das informações e do acesso ou do rastreo das informações na cadeia produtiva.

Pizzuti et. al. (2014) descrevem uma ontologia alimentar para fins de rastreabilidade, com o objetivo de incluir os conceitos alimentares representativos envolvidos em uma cadeia de alimentos em uma única hierarquia ordenada, capaz de integrar e conectar as principais características do domínio rastreabilidade dos alimentos. Tomando essa proposta como viável para a cultura da erva-mate, uma ontologia de domínio mostrando a cadeia produtiva dessa cultura será útil para o desenvolvimento de sistemas informatizados para rastreabilidade da erva-mate.

3 - ONTOLOGIA NA RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS

Neste capítulo é apresentada a principal contribuição desta dissertação, a definição de ontologia na rastreabilidade de dados agrícolas e a validação realizada com a cultura da Erva-Mate (*Ilex Paraguariensis* St. Hill).

3.1 – MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foram realizadas pesquisas sobre ontologia, metadados, rastreabilidade e erva-mate. Também, foram visitadas a EMATER, de Ponta Grossa e São Mateus do Sul, e ervateiras dessas cidades e da Cidade de Ivaí.

Para definição da ontologia de domínio para a cultura da erva mate, é utilizado o protocolo definido por Schuchmann (2002), para rastreabilidade da erva-mate.

A partir da análise das diversas metodologias, foi escolhida a *Ontology Development 101* (NOY e MCGUINESS, 2001), para representar as classes e relações da cultura da erva-mate. Mesmo tendo diversas possibilidades de metodologia para a construção de ontologias, o presente trabalho, visando a simplicidade na construção e representação dos dados optou pela *Ontology Development 101*. Pois, através dos sete passos descritos na metodologia, consegue-se identificar e mapear os processos, elementos e classes de dados necessários à construção dos metadados. Essa descrição irá subsidiar informações e estruturas que auxiliarão ferramentas informatizadas na realização da rastreabilidade.

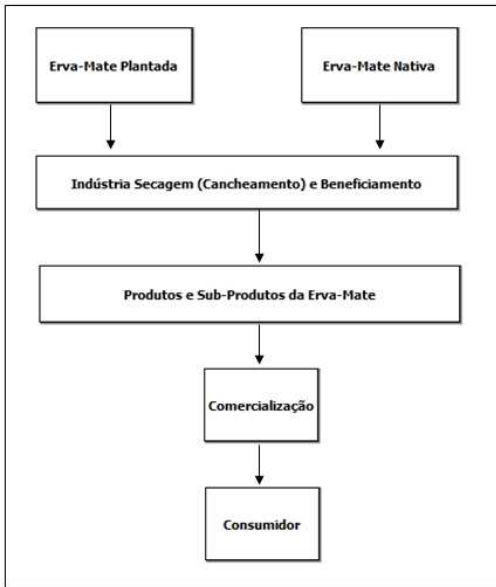
A ferramenta escolhida para criação de ontologia foi o *Open-Source Protégé* (PROTEGE, 2016). Essa ferramenta foi desenvolvida pela Universidade de Stanford na década de 1980 e teve como proposta ampliar a aquisição de conhecimentos na área de medicina daquela universidade. Hoje, ela serve para construir domínios de conhecimento de forma simples e fácil. Permite, no mesmo ambiente, a utilização de

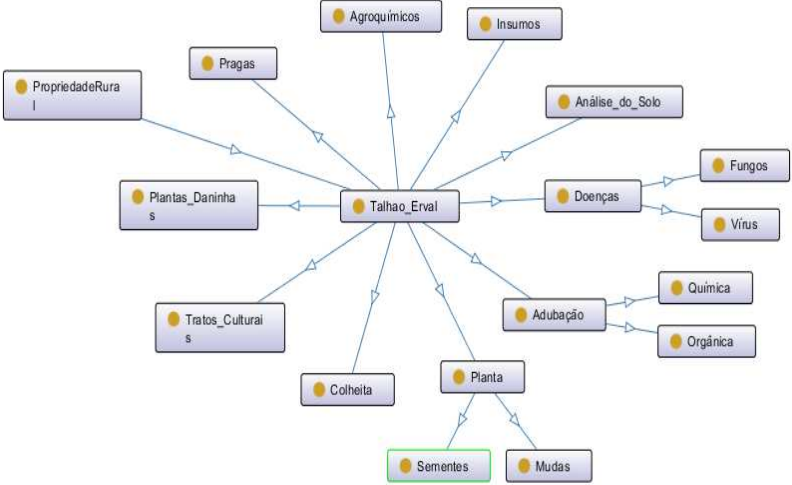
formalismos em vários níveis e inferências, além de integrar tarefas e possuir ambiente de testes. Também, possui um modelo de conhecimento extensível. É um ambiente de desenvolvimento simples e reconfigurável. Sua linguagem axiomática permite inserir e gerenciar restrições sobre classes e instâncias. Pode produzir arquivos de saída variados visando traduzir o conhecimento para outros formalismos. Além de permitir a integração de ontologias externas.

A erva-mate, mesmo sendo uma cultura explorada há vários séculos, não possui um grande número de livros que tratem de sua produção. Neste trabalho, a pesquisa bibliográfica teve sua base na obra de Mazuchowski (1989) que descreve a cultura e seu manejo. A complementação dos dados necessários, foram obtidos através de teses e dissertações, abordando a cultura a partir do ponto de vista do agronegócio. E, além disso foram utilizados os dados da EMBRAPA e dos contatos com engenheiros agrônomos e visita, *in loco*, a ervais e ervateiras.

Na Figura 09 é ilustrada a ordem da pesquisa utilizada nesta dissertação.

Figura 09 - Etapas no desenvolvimento da pesquisa

INÍCIO	Levantamento bibliográfico e pesquisa de campo
MAPEAMENTO	Descrição dos processos  <pre> graph TD A[Erva-Mate Plantada] --> D[Indústria Secagem (Cancheamento) e Beneficiamento] B[Erva-Mate Nativa] --> D D --> C[Produtos e Sub-Produtos da Erva-Mate] C --> E[Comercialização] E --> F[Consumidor] </pre>
FORMALIZAÇÃO	Construção da Ontologia

	
DERIVAÇÃO	Identificação dos Metadados 1 PropriedadeRural 2 Talhão_Erval 3 Colheita 3 Análise_do_Solo 3 Adubação 4 Química 4 Orgânica 3 Doenças 4 Vírus 4 Fungos 3 Plantas_Daninhas 3 Pragas 3 Agroquímicos 3 Insumos 3 Tratos_Culturais 3 Planta 4 Mudas 4 Sementes
IMPLEMENTAÇÃO	Demonstração dos metadados em linguagem XML.

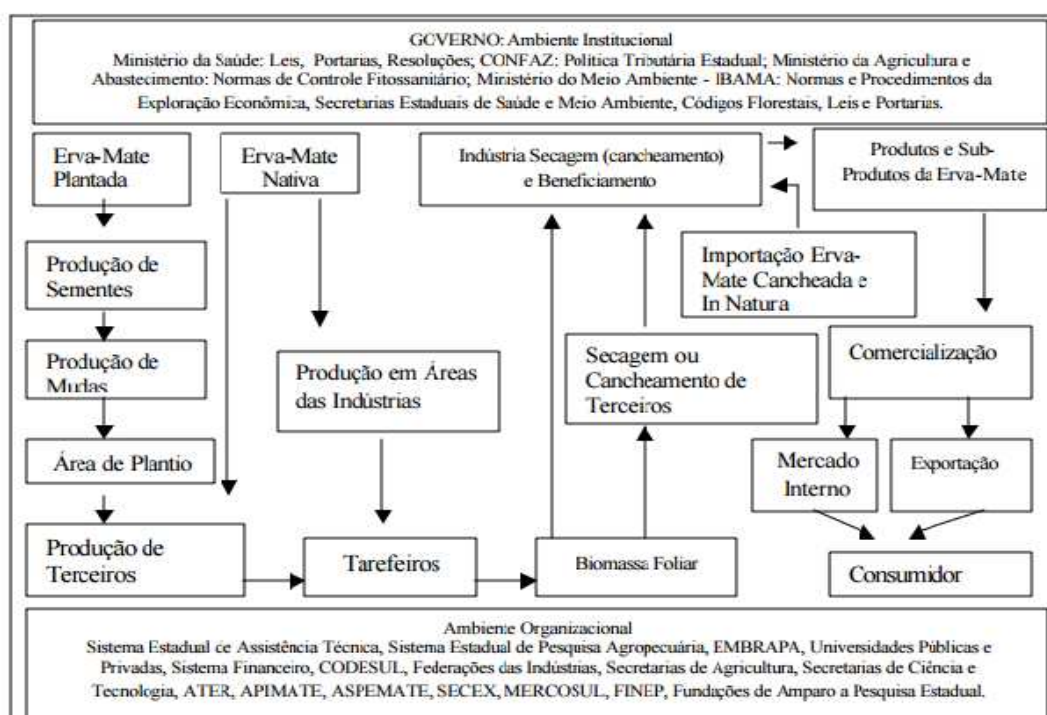
Para padronizar as informações sobre a cadeia produtiva da erva-mate, na Seção 3.2 são abordados os conceitos utilizados na criação de uma ontologia de domínio para a cultura da erva-mate.

3.2 – CONSTRUÇÃO DA ONTOLOGIA NA RASTREABILIDADE DE DADOS AGRÍCOLAS

A utilização de ontologias para a rastreabilidade para dados agrícolas é um tema abordado por diversos autores, como Schuchman (2002), Dehtil (2014), Santos Junior (2014), entre outros. Buscando contribuir para a construção de conhecimentos em áreas pouco exploradas, neste trabalho a construção da ontologia será focada no domínio da erva-mate.

A cadeia produtiva da erva-mate é simples e sua infra-estrutura limitada, precisando de melhorias e avanços tecnológicos. A produção é realizada, geralmente, em pequenas propriedades rurais e em áreas de preservação.

Figura 10 - Esquema da cadeia produtiva da erva-mate



Fonte: Adaptado de Gurski (2003)

Sua industrialização é trabalhosa, sendo necessária a utilização de diversas etapas para a transformação da erva-mate bruta em um produto para o consumo. O plantio dessa cultura consiste na organização dos ervais. A colheita consiste na coleta ou poda dos galhos e folhas da planta, sapeco e secagem (cancheamento) e beneficiamento (trituração e moagem das folhas e galhos), armazenamento, embalagem e distribuição, sendo semelhantes aos processos utilizados em séculos passados.

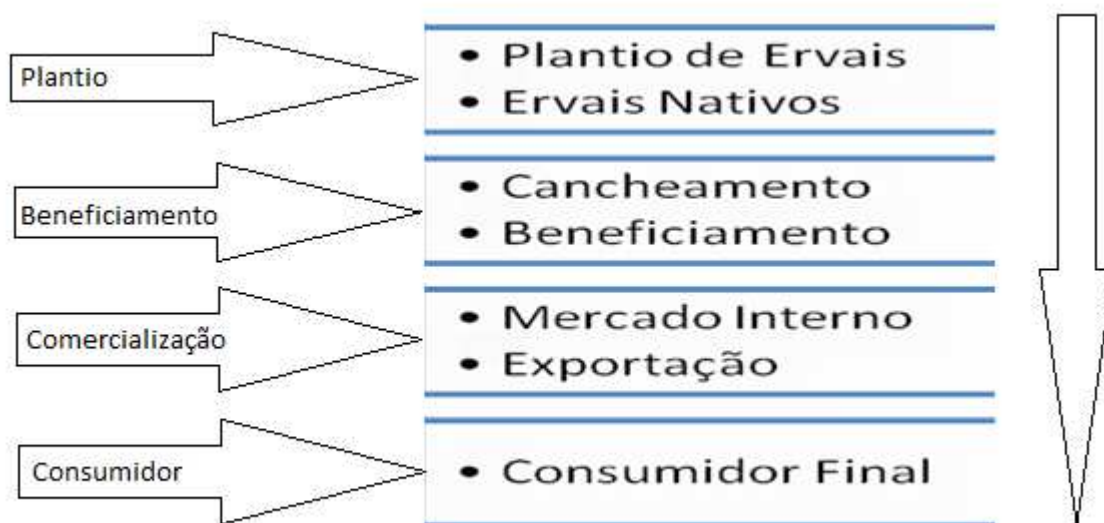
Quadro 02 - Processo de Beneficiamento da Erva-Mate

ETAPAS	Recebimento	Sapeco e Secagem	Cancheamento e beneficiamento	Armazenagem	Embalagem e Distribuição
PRODUTOS	Erva-mate bruta	Erva-mate ressecada e quebrada	- Cancheamento não padronizada - Cancheamento padronizada - Chá-de-mate	- Erva-mate pura folha - Erva-mate tipo verde - Chá-de-mate	- Erva-mate tipo verde - Erva-mate pura folha - Chá-de-mate

Fonte: Adaptado de Carmo (2007)

Conforme Gurski (2003) e Schuchmann (2002), os processos, para o ciclo de produção da erva-mate, direcionados para a obtenção dos dados para rastreabilidade são:

Figura 11 - Ciclo de produção da erva-mate



Fonte: Autor

Figura 12 - Semente de erva-mate e ervais



(a) Semente



(b) Ervais

Fonte: Autor

Figura 13 - Colheita da erva-mate



Fonte: (Melo, 2010)

Figura 14 - Planta Ervateira



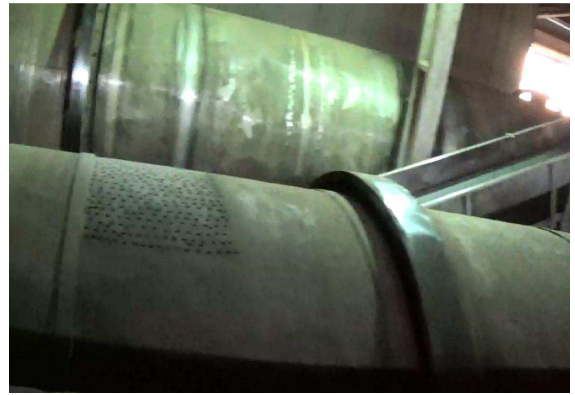
(a) Planta de Beneficiamento

Fonte: (Madecmaquinas, 2018)



b) Esteira dosadora de erva-mate

Fonte: (Madecmaquinas, 2018)



c) Sistema de Secagem da erva-mate

Fonte: Autor



d) Sapecador Rotativo

Fonte: (Melo, 2010)



e) Fornalha

Fonte: Autor



f) Classificação

Fonte: Autor



g) Peneiras

Fonte: (Madecmaquinas, 2018)



h) Erva-mate seca e canchada

Fonte: Autor



i) Moagem

Fonte: Autor

Figura 15 - Erva-mate embalada



a) Embalagem

Fonte: Autor



b) Erva-mate embalada para comercialização

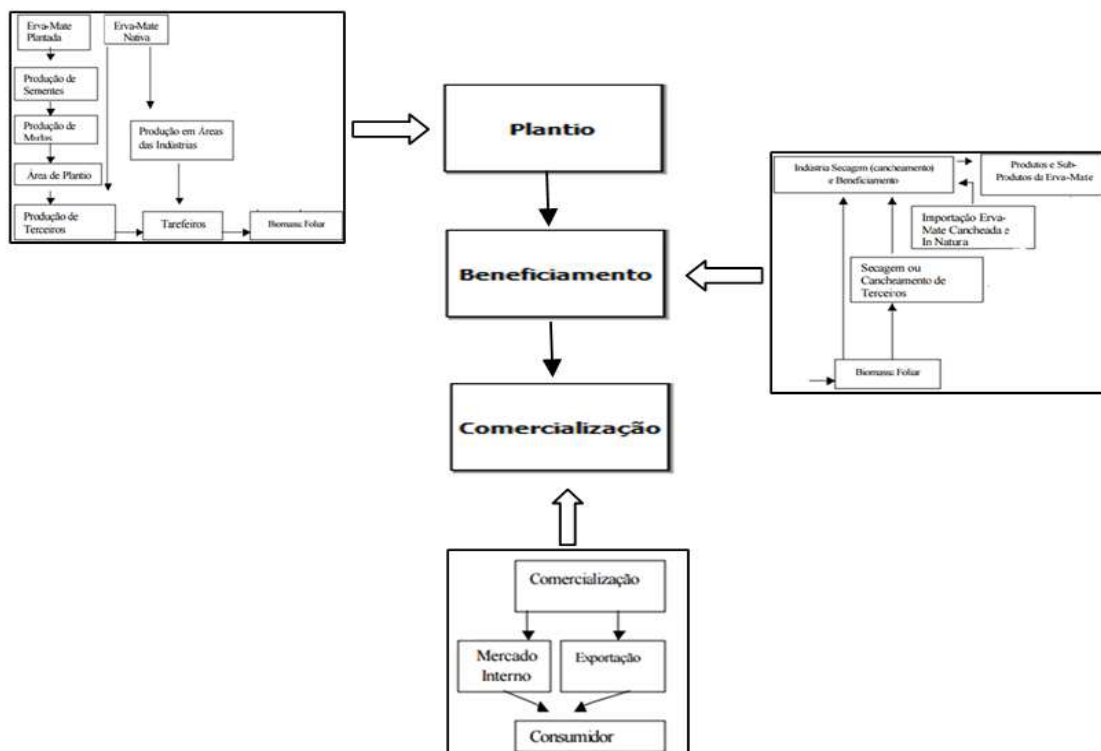
Fonte: Autor

A utilização de uma ontologia para descrever a comunicação de processos, neste caso o da cultura da erva-mate, tem sua função de interoperabilidade pois podem fornecer informações de semântica através de metapadrões que descrevem todos os processos envolvidos.

A partir desse ponto, baseado na organização da cadeia produtiva da erva-mate, iniciou-se o processo de identificação e organização das metainformações sobre das classes, suas relações e atributos.

Aplicando os passos iniciais do método *Ontology Development* 101, foram identificados vários elementos que estão presentes na cadeia produtiva da erva-mate, tanto processos, classes, atributos (vide apêndice 1 no final deste documento). Essas informações serão úteis para desenvolvedores e projetistas de software. Porém, para fins desta dissertação, o foco estará nos processos da cadeia produtiva da erva-mate que permitirão a formalização da ontologia em um modelo. Esse modelo poderá ser utilizado para a definição de um padrão de metadados utilizando o conceito de classes de dados a partir das classes identificadas na ontologia. Delimitando a área de conhecimento da ontologia de domínio, este trabalho irá se limitar ao levantamento das classes referentes ao beneficiamento tradicional da erva-mate.

Figura 16 - Formalização de processos de produção da erva-mate



Fonte: Autor

A partir dessas informações podemos selecionar os grupos de processos que gerarão a formalização através da ontologia, identificação das classes e posteriormente a transformação em metadados.

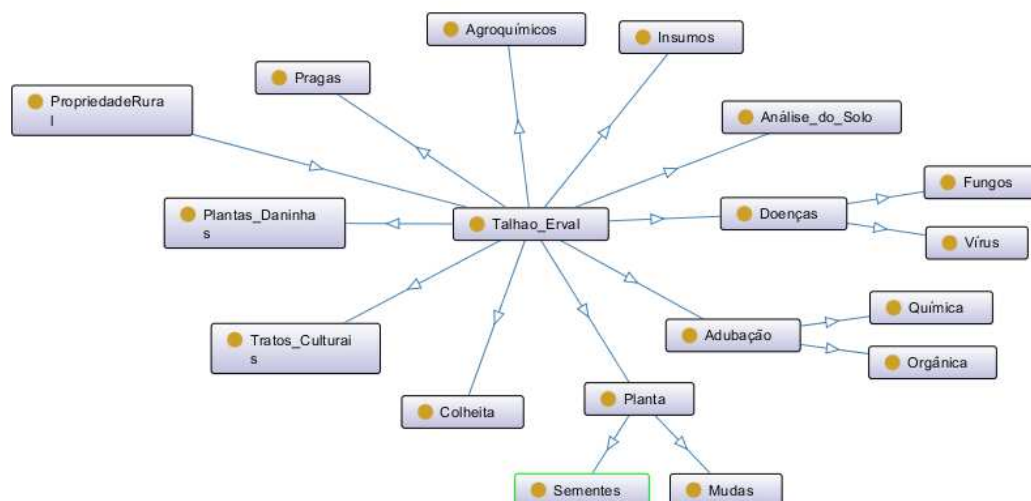
A obtenção dos atributos utilizados nesta ontologia vem do estudo e da análise dos diversos processos envolvidos na produção e beneficiamento da erva-mate. Essas observações foram importantes para definir as palavras chaves relevantes, as classes envolvidas e suas hierarquias.

Após o levantamento dos processos e a identificação dos principais elementos participantes, o passo seguinte foi a transformação desses dados em classes.

Partindo dos dados levantados nas etapas anteriores e formalizada através da ontologia de domínio, com aplicação na cultura de erva-mate, foram identificados os termos centrais e os seus relacionamentos. Esses termos que foram transformados em classes e utilizados na produção dos metadados.

Na primeira etapa da cadeia produtiva da erva-mate está o cultivo e a colheita dessa cultura. Esse processo é descrito pela EMBRAPA (2016) e Mazuchowski (1989). E para fins de análise, possui elementos comuns com outros manejos agrícolas como ter uma área de produção (talhão), propriedade rural, etc. Na Figura 17 é apresentada a representação ontológica do plantio.

Figura 17 - Representação Ontológica: Plantio



Fonte: Autor

No Quadro 03, são descritas as classes da etapa do plantio.

Quadro 03 - Descrição das Classes da Fase de Plantio.

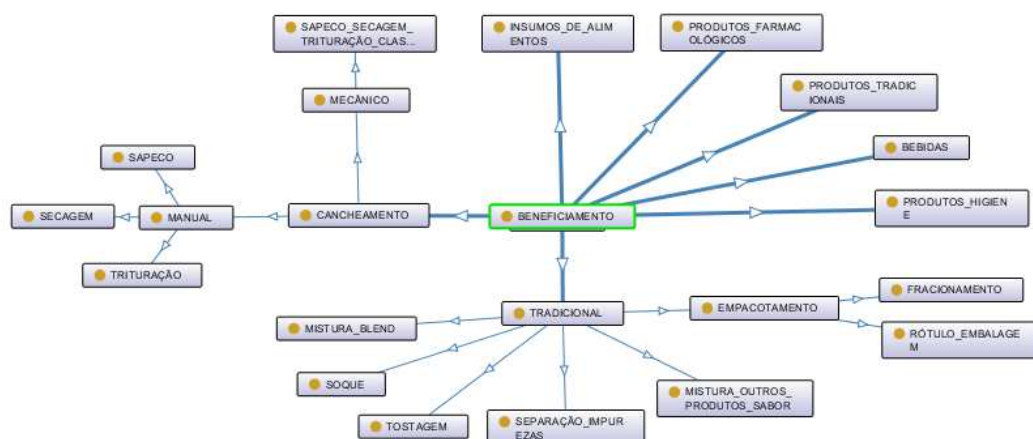
CLASSE	Descrição/Função
PropriedadeRural	Classe base, na qual, todas as demais atividades são realizadas. É a principal de nível mais alto.
Talhao_Erval	O talhão é a designação dada a uma área da propriedade direcionada ao cultivo. Neste trabalho, o talhao_Erval representa tanto uma área cultivada intencionalmente pelo agricultor ou uma área nativa, como por exemplo, área de proteção ambiental.
Adubação	Dados sobre a aplicação de adubos e outras formas de melhoramento da qualidade do solo.
Orgânica	Descreve se a adubação utilizada é caracterizada como orgânica. Isso é importante para as questões de certificação orgânica.
Química	Informações sobre a aplicação de adubos químicos. Caso

	a produção não seja orgânica.
Agroquímicos	Informações sobre a aplicação de agroquímicos para o controle de ervas daninhas, pragas e doenças. Isso pode ter sido feito antes, durante ou pós plantio.
Análise_do_Solo	Trará informações sobre as áreas que estão sendo cultivadas a erva-mate para um acompanhamento e correções sobre as condições físico-químicas do solo.
Colheita	Contêm os dados específicos sobre a colheita como o tipo da poda para aquela colheita, o período entre outras.
Doenças	Registra as doenças tratadas no cultivo
Fungos	Registra a ocorrência dos fungos no talhão
Vírus	Registra a ocorrência dos vírus no talhão.
Insumos	Dados sobre os insumos utilizados no talhão.
Planta	Dados sobre a espécie plantada.
Mudas	Registro das informações sobre as mudas e suas origens.
Sementes	Registro das informações sobre as sementes e suas origens.
Plantas_Daninhas	Dados sobre controle das plantas daninhas.
Pragas	Registra a ocorrência de pragas no talhão.
Tratos_Culturais	Dados sobre os tratos culturais e manejos realizados no talhão.

Fonte: Autor

Na segunda etapa da cadeia produtiva da erva-mate está o beneficiamento, característico dessa cultura, pois na transformação da matéria prima em produto final passa por etapas de transformação da folha e galhos da erva-mate em um produto triturado, moído, seco ou transformado em bebida ou pasta para outros fins. Na Figura 18 é apresentada a representação ontológica do beneficiamento.

Figura 18 - Representação Ontológica: Beneficiamento



Fonte: Autor

No Quadro 04, são descritas as classes da etapa de beneficiamento.

Quadro 04 - Descrição das Classes da Fase de Beneficiamento.

CLASSE	Descrição/Função
Beneficiamento	O beneficiamento da erva-mate consiste em passar as folhas e ramos por um processo de secagem e depois a trituração e classificação.
Bebidas	Tipos de bebidas que podem ser feitas da erva-mate como: Refrigerantes, sucos, cerveja.
Cancheamento	Processo no qual a biomassa da erva-mate é transformada.
Manual	Dados sobre o cancheamento manual. Processo que remonta as origens da utilização da cultura
Sapeco	Dados sobre o sapeco das folhas e ramos.

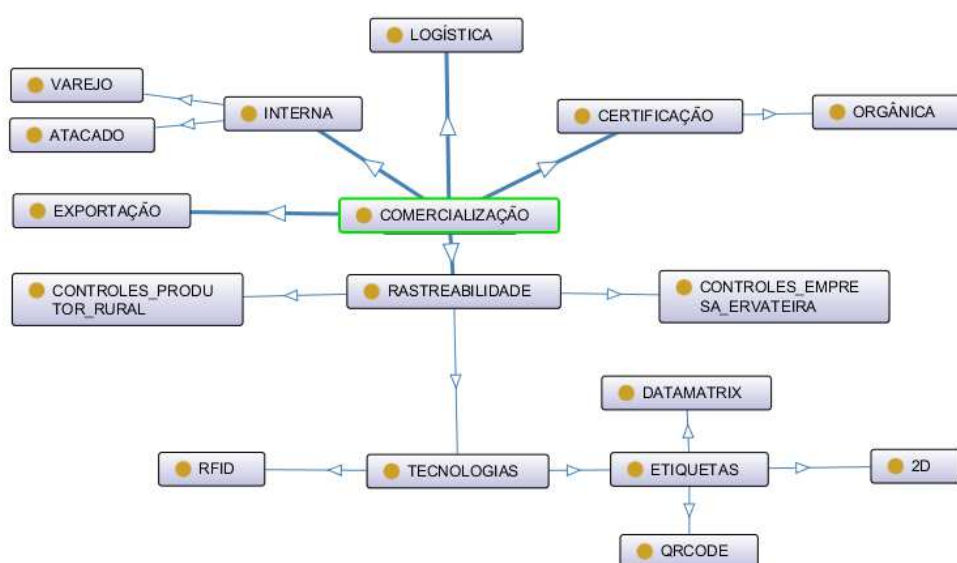
Secagem	Dados sobre o tratamento de secagem das folhas e ramos.
Trituração	Dados sobre a trituração das folhas e ramos.
Mecânico	Dados sobre o processo mecânico de cancheamento.
Sapeco_Secagem_Trituração _Classificação	Informações sobre todo o processo de cancheamento feito mecanicamente, através de secadoras industriais com capacidade de triturar e classificar.
Insumos_de_Alimentos	Tipos de insumos gerados pela erva-mate destinados à composição de produtos alimentícios. Como óleo essencial e corante natural.
Produtos_Farmacológicos	Tipos de produtos gerados pela erva-mate destinados a indústria farmacêutica. Como Extrato de cafeína.
Produtos_Higiene	Tipos de produtos gerados pela erva-mate destinados a criação de produtos de higiene. Como Perfumes, desodorantes, bactericidas.
Produtos_Tradicionais	Através da beneficiamento tradicional (cancheamento), pode-se obter os produtos: chimarrão, tenêre, chá de mate.
Tradicional	Sistema de beneficiamento destinado a produção da erva-mate tostada e chimarrão.
Empacotamento	Dados sobre o empacotamento da erva-mate beneficiada.
Fracionamento	Dados sobre o fracionamento do lote de erva-mate processado.
Rótulo_Embalagem	Informações sobre o produto que serão registrados nas etiquetas das embalagens. Como: Identificação do produto, data

	produção e envase, lote, etc.
Mistura_Blend	Informações sobre a forma de mistura que realizada durante o processo de envase.
Mistura_Outros_Produtos_Sabor	Dados sobre outros produtos utilizados na composição do produto final.
Separação_Impurezas	Informações sobre as impurezas e registros sobre a ocorrência.
Soque	Dados sobre o processo de moagem da erva-mate.
Tostagem	Informações sobre o processo de tostagem da erva-mate, principalmente quando o produto final é o chá de mate.

Fonte: Autor

Na terceira etapa da cadeia produtiva da erva-mate estão as ações comuns de comercialização de produtos agrícolas. Na Figura 19 é apresentada a representação ontológica do comercialização.

Figura 19 - Representacao Ontológica: Comercialização



Fonte: Autor

No Quadro 05 são descritas as classes da etapa de comercialização.

Quadro 05 - Descrição das Classes da Fase de Comercialização.

CLASSE	Descrição/Função
Comercialização	Dados sobre a comercialização da erva-mate.
Certificação	Informações sobre o registro da certificação ou selo de identificação.
Orgânica	Dados para o registro e certificação orgânica da erva-mate
Exportação	Dados para a exportação da erva-mate.
Interna	Informações sobre a comercialização para mercado interno brasileiro.
Atacado	Dados sobre a comercialização no atacado.
Varejo	Dados sobre a comercialização no varejo.
Logística	Informações sobre a logística utilizada na comercialização da erva-mate.
Rastreabilidade	Informações sobre o controle da diversas fases de produção e beneficiamento da erva-mate.
Controles_Empresa_Ervateira	Dados sobre os controles existentes na empresa ervateira sobre o beneficiamento da erva-mate.
Controles_Produtor_Rural	Dados sobre a produção da erva-mate. Como caderno do campo, aplicação de insumos e agroquímicos.
Tecnologias	Informações sobre as tecnologias utilizadas para rastrear a erva-mate nos diversos estágios de produção e beneficiamento.
Etiquetas	Dados sobre o que será registrado nas embalagens da erva-mate.
2D	Dados a respeito da erva-mate em formato etiqueta 2D, como o código do lote.
DATAMATRIX	Dados mais completos sobre a produção da erva-mate em formato etiqueta DATAMATRIX

	que pode informar mais dados que a 2D, por exemplo lote do produtor, lote de beneficiamento, data de processamento.
QRCODE	Dados sobre a produção da erva-mate em formato de etiqueta QRCode que pode conter um link para site de rastreabilidade.
RFID	Dados sobre a produção da erva-mate em dispositivos chamados de etiquetas RFID.

Fonte: Autor

Não fará parte desta análise os modais referentes a logística do transporte da matéria prima (campo/industria) e depois de beneficiada, mesmo tendo sido referenciada por Schuchmann como parte do protocolo de rastreabilidade, pois pela diversidade de transportes, está fora do escopo deste trabalho.

Com as classes identificadas e o escopo do conhecimento definido, o passo seguinte foi o mapeamento dos processos para a geração dos metadados.

3.2.1 - MAPEAMENTOS DOS PROCESSOS

A troca e compartilhamento de dados entre sistemas informatizados pode ser um trabalho complexo se não houver uma padronização ou protocolos para a transferência de um sistema para outro. Questões como falta de dados ou conversões incompletas geram problemas de integridade frequentes e dados não confiáveis.

O uso de metapadrões podem aumentar a confiabilidade e o grau de segurança no intercâmbio e recuperação de dados. É, necessária a criação de metapadrões específicos para a agricultura.

Um exemplo da utilização de ontologias de domínio para fins de identificação dos metadados está nas características de verticalização de escopo,

especificação de classes singulares e especificação de atributos singulares (SANTOS JUNIOR, 2014). Como exemplo, aplicado aos dados pesquisados neste trabalho, segue um fragmento do modelo de classes:

Área: **Agricultura**

Escopo: Erva-Mate [**Domínio: Cadeia Produtiva da erva-mate**]

Elemento Informal: Plantio

Conceito:

PropriedadeRural

Nome [**Domínio Alfanumérico**]

CNPJ [**Domínio Numérico**]

Talhão_Erval

Nome [**Domínio Alfanumérico**]

Área [**Domínio Numérico**]

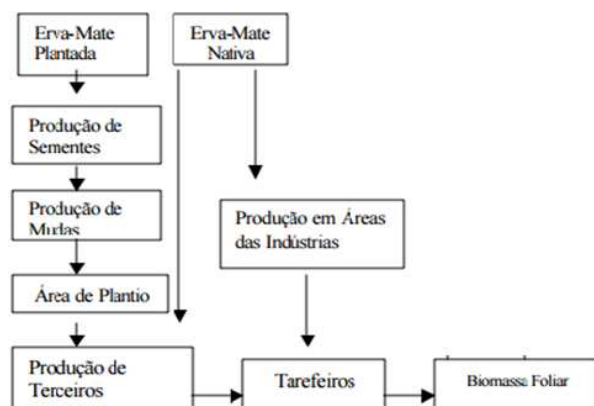
Os padrões descritos na Seção 2.3, não atendem especificamente às necessidades da cultura de erva-mate. Dessa forma, apresentamos um conjunto de metapadrões para essa cultura utilizando a Linguagem XML. A opção de utilização dessa linguagem, conforme Santos Junior (2014) deve-se à sua extensibilidade na criação de estruturas para armazenamento de dados de forma totalmente flexível quanto à hierarquia dos dados. Também usada para gerenciamento e formalização de dados em ontologias. Com isso, haverá melhoria na qualidade, homegeneização dos dados, principalmente, no contexto agrícola.

Nas seções seguintes são apresentadas as classes de dados identificadas anteriormente, com a definição de o metadados para cada etapa da produção da erva-mate. Essas classes servirão de referência para a criação das *tags* no modelo XML.

3.2.1.1 – PROCESSO DE PLANTIO

No processo Plantio, ocorre o manejo da cultura propriamente dita, tendo a propriedade rural como centro das ações. Na Figura 20, é demonstrado o processo. Os metadados propostos são apresentados no Quadro 06 e o código XML é apresentado no Quadros 07 e no Quadro 08.

Figura 20 - Fragmento Processo de Plantio da Erva-Mate



Fonte: Adaptado de Gurski (2003)

Quadro 06 - Itens para metadados de Plantio.

1 PropriedadeRural
2 Talhao_Erval
3 Colheita
3 Analise_do_Solo
3 Adubacao
4 Quimica
4 Organica
3 Doenças
4 Virus
4 Fungos
3 Plantas_Daninhas
3 Pragas
3 Agroquimicos
3 Insumos

3 Tratos_Culturais

3 Planta

4 Mudas

4 Sementes

Fonte: Autor

Quadro 07 - Código XML - Plantio - metapadrão

```
<PropriedadeRural>
  <NomePropriedadeRural> </NomePropriedadeRural>
  <CNPJPropriedadeRural> </CNPJPropriedadeRural>
  <Talhao_Erval>
    <Nome> </Nome>
    <Area> </Area>
  </Talhao_Erval>
</PropriedadeRural>
```

Fonte: Autor

No Quadro 07 e Quadro 08, o código XML contém metadados que são utilizados para formalizar e estruturar de forma única. Essa estrutura de metadados pode ser utilizada também para outras culturas (PropriedadeRural).

Quadro 08 - Código XML - Plantio - exemplo

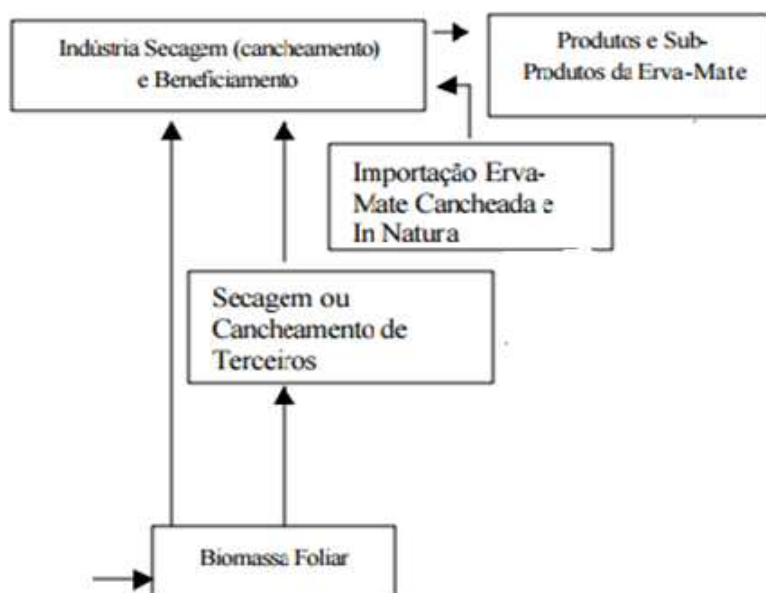
```
<PropriedadeRural>
  <NomePropriedadeRural> "Fazenda Girasol" </NomePropriedadeRural>
  <CNPJPropriedadeRural> "123.456.789/1111-22" </CNPJPropriedadeRural>
  <Talhao_Erval>
    <Nome> "Nativa-01" </Nome>
    <Area> "2" </Area>
  </Talhao_Erval>
</PropriedadeRural>
```

Fonte: Autor

3.2.1.2 – PROCESSO DE BENEFICIAMENTO

No processo Beneficiamento, ocorre a transformação das folhas e galhos da planta erva-mate em seus derivados. Abaixo, teremos a demonstração do processo identificado, os metadados propostos e uma ilustração do código XML. Os metadados propostos são apresentados no Quadro 09 e o código XML é apresentado no Quadro 10 e no Quadro 11.

Figura 21 - Fragmento Processo de Beneficiamento da Erva-Mate



Fonte: Adaptado de Gurski (2003)

Quadro 09 - Itens para metadados de Beneficiamento.

- 1 Beneficiamento
 - 2 Tradicional
 - 3 Empacotamento
 - 4 Rotulo_Embalagem
 - 4 Fracionamento
 - 3 Mistura_Outros_Produtos_Sabor
 - 3 Tostagem
 - 3 Mistura_Blend

- 3 Separacao_Impurezas
- 3 Soque
- 2 Bebidas
- 2 Insumos_de_Alimentos
- 2 Produtos_Higiene
- 2 Produtos_Farmacologicos
- 2 Produtos_Tradicionais
- 2 Cancheamento
 - 3 Mecanico
 - 4 Sapeco_Secagem_Trituracao_Classificacao
 - 3 Manual
 - 4 Trituracao
 - 4 Secagem
 - 4 Sapeco

Fonte: Autor

Quadro 10 - Código XML - Beneficiamento - metapadrão

```

<Beneficiamento>
  <Tradicional> </Tradicional>
  <Cancheamento>
    <Mecanico> </Mecanico>
    <Manual> </Manual>
    <Lote_Cancheamento>
      <Data> </Data>
      <LoteOrigem></LoteOrigem>
      <Peso></Peso>
    </Lote_Cancheamento>
  </Cancheamento>
</Beneficiamento>

```

Fonte: Autor

Quadro 11 - Código XML - Beneficiamento - exemplo

```

<Beneficiamento>
  <Tradicional> "Sim" </Tradicional>
  <Cancheamento>
    <Mecanico>"Sim"</Mecanico>
    <Manual>"Não" </Manual>
    <Lote_Cancheamento>
      <Data>"01/02/2018" </Data>
      <LoteOrigem>"EV01-0001"</LoteOrigem>
      <Peso>"1000"</Peso>
    </Lote_Cancheamento>
  </Cancheamento>
</Beneficiamento>

```

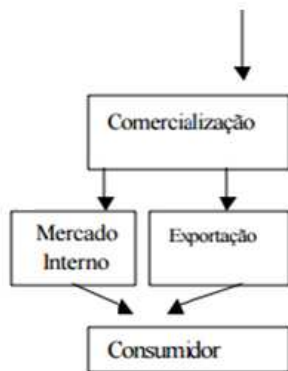
Fonte: Autor

No Quadro 09 contém os itens e, logo a seguir, no Quadro 10 e Quadro 11, o código XML contém metadados que são utilizados para formalizar e estruturar de forma única os dados referentes ao beneficiamento. Essas *tags* permitem a formatação de estruturas simples que descrevem os dados de modo a aumentar o entendimento e qualidade dos mesmos.

3.2.1.3 – PROCESSO DE COMERCIALIZAÇÃO

No processo de Comercialização, ocorre entrega do produto final beneficiado para a venda. A seguir, a demonstração do processo identificado (Figura 22), os metadados propostos (Quadro 12) e o código XML (Quadro 13 e Quadro 14).

Figura 22 - Fragmento Processo de Comercialização da Erva-Mate



Fonte: Adaptado de Gurski (2003)

Quadro 12 - Itens para metadados de Comercialização.

- 1 Comercializacao
- 2 Rastreabilidade
 - 3 Controles_Empresa_Ervateira
 - 3 Tecnologias
 - 4 RFID
 - 4 Etiquetas
 - 5 DATAMATRIX
 - 5 QRCODE
 - 5 2D
 - 3 Controles_Produtor_Rural
- 2 Certificacao
 - 3 Organica
- 2 Logistica
- 2 Exportacao
 - 2 Interna
 - 3 Atacado
 - 3 Varejo

Fonte: Autor

Nos Quadros 12, Quadro 13 e Quadro 14, o código XML contém os itens e metadados que são utilizados para formalizar e estruturar de forma única os dados referentes a comercialização. Nessa etapa, aparece de forma mais explícita a ligação entre os processos de Plantio e Beneficiamento, pois através dos controles

do produtor rural (Controles_Produtor_Rural) e controles da empresa ervateira (Controles_Empresa_Ervateira) tem-se os dados necessários para o gerenciamento da rastreabilidade.

Quadro 13 - Código XML - Comercialização - metapadrão

```
<Comercializacao>
  <Certificacao>
    <Organica></Organica>
  </Certificacao>

  <Rastreabilidade>
    <Controles_Produtor_Rural> </Controles_Produtor_Rural>
    <Controles_Empresa_Ervateira> </Controles_Empresa_Ervateira>
    <Tecnologias>
      <Etiquetas>
        <2D> </2D>
        <QRCode> </QRCode>
        <DataMatrix> </DataMatrix>
      </Etiquetas>
    </Tecnologias>
  </Rastreabilidade>
</Comercializacao>
```

Fonte: Autor

Quadro 14 - Código XML - Comercialização - exemplo

```
<Comercializacao>
  <Certificacao>
    <Entidade_Certificadora>"Instituto X"</Entidade_Certificadora>
    <Numero_Registro> "0001"</Numero_Registro>
    <Organica>
```

```

<Certificacao_Solidaria>
  <Membros>"Fazenda X"</Membros>
  <Data>"15/02/2018"</Data>
  <Validade>"15/02/2019"</Validade>
</Certificacao_Solidaria>
</Organica>
</Certificacao>

<Rastreabilidade>
  <Controles_Produtor_Rural>
    <Nome_ProdutorR>"Fazenda X"</Nome_ProdutorR>
    <CNPJ> "123.456.789/1111-22" </CNPJ>
    <Lote_ProdutorR>"PR-0001"</Lote_ProdutorR>
  </Controles_Produtor_Rural>
  <Controles_Empresa_Ervateira> </Controles_Empresa_Ervateira>
    <Nome_Ervateira>"Ervateira MateBom"</Nome_Ervateira>
    <Lote_Ervateira>"LE-0001"</Lote_Ervateira>
  <Tecnologias>
    <Etiquetas>
      <2D> </2D>
      <QRCode> </QRCode>
      <DataMatrix> </DataMatrix>
    </Etiquetas>
  </Tecnologias>
</Rastreabilidade>
</Comercializacao>

```

Fonte: Autor

A utilização de ontologias e metadados, auxiliam no desenvolvimento de aplicativos informatizados que podem trocar informações entre sistemas diferentes tendo uma base semântica comum de referência, aumentando a qualidade e eficiência na interoperabilidade dos dados.

4 - TRABALHOS CORRELATOS

Esta pesquisa iniciou a partir da necessidade de uma maior atenção aos estudos da cadeia produtiva da erva-mate e a aplicação dos conceitos de computação aplicada a esse produto. Schuchmann (2002) relata dois temas emergentes no campo dos agronegócios: a segurança alimentar e a rastreabilidade de alimentos. Dessa forma, apresenta a importância da rastreabilidade para identificar eventuais problemas de contaminação e outros riscos passíveis na cadeia produtiva da erva-mate.

Como foco de estudos, foi limitado à região sul do Brasil, em especial na região do Rio Grande do Sul e envolveu a pesquisa direta a produtores e sindicatos. Conhecendo a realidade desses grupos, propôs um protocolo de rastreabilidade da cultura. Nesse aspecto, o presente trabalho, fundamentou-se nos estudos apresentados, constatando a necessidade da rastreabilidade e a aplicação da computação para otimizar e padronizar esses passos.

Já Santos Júnior (2014), desenvolveu uma Ontologia para o mapeamento de classe de dados para a melhoria do intercambio de dados na cotonicultura no Brasil. Mesmo aplicada a uma cultura diferente da erva-mate, o foco no intercâmbio dos dados e metadados no campo agrícola, enfatizando a ausência de um padrão de intercâmbio de dados nesse segmento.

Debtill (2014) apresentou uma ontologia para rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes, demonstrando a importância na identificação da estrutura e hierarquia no gerenciamento de dados gerados por toda a cadeia produtiva com especial atenção às 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.

5 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS FUTURAS

O presente trabalho vem contribuir para os estudos na área da computação aplicada à agricultura através da utilização de metadados e ontologias para ampliar o conhecimento e o intercâmbio de dados entre sistemas e a interoperabilidade entre os diversos atores que compõem a cadeia produtiva agrícola.

Este trabalho contribui com informações relevantes e formalizada para uso em sistemas automatizados de consulta e gestão de dados no processo de rastreamento de produtos alimentícios desde o campo até chegar ao consumidor final.

O uso de metadados e ontologias contribui com as soluções computacionais baseadas na web, buscam maximizar os recursos existentes disponíveis, não só local, globalmente, para busca de informações gerando respostas inteligentes e eficientes, não só por agentes humanos, mas por sistemas computacionais.

A formalização e a padronização dos dados existentes, seja na internet ou em outros sistemas computacionais, permitem a melhor interpretação. Esse esforço de padronização está diretamente relacionada com a iniciativa da W3C chamada Web Semântica, visando o intercâmbio, integração e a padronização semântica dos dados.

A aplicação dos conceitos pesquisados e a formalização do conhecimento por meio da ontologia foi gerado por coleta de dados no campo e pesquisas em referenciais bibliográficos. Devido à demonstração dos conceitos serem em uma cultura que ainda não tem muitos estudos na área de tecnologia, houveram dificuldades em obter informações e adaptar os dados existentes.

Os dados levantados e sua organização, utilizados na construção da ontologia, gerou material para o mapeamento dos processos do ciclo de comercialização da erva-mate permitindo a geração do conhecimento necessário para a construção dos metadados. Os processos foram centrados em três grandes grupos: Plantio/Produção, Beneficiamento e Comercialização. Esses processos

foram obtidos através da análise bibliográficas e de visita de campo realizada na região de São Mateus do Sul/PR, na companhia de engenheiro agrônomo da Emater.

Como resultado, as estruturas geradas e organizadas, servem de suporte para o desenvolvimento de softwares que gerenciem dados da cultura de erva-mate, bem como para a integração e intercâmbio de dados em soluções para a internet ou websemântica.

Uma vez a estrutura implantada em sistemas computacionais e disponível via internet, irá permitir que o consumidor ou outro agente no meio da cadeia produtiva possa consultar a origem ou o percurso realizado por aquele produto. Neste caso, pela erva-mate. Uma forma de o consumidor final validar isso é através das informações constantes no rótulo de identificação do produto existente nas embalagens. Com a utilização de etiquetas QR-Code ou DATAMATRIX, o cliente poderá, utilizando seu celular ou digitando o código em sites de rastreabilidade, consultar e visualizar como aquele produto chegou até aquele ponto de venda.

Para trabalhos futuros, pode-se aprofundar a descrição da ontologia, seja nos aspectos dos subprodutos da erva-mate ou em aspecto não tão explorados como a comercialização para a exportação deste produto. O desenvolvimento de softwares ou portais de dados que possam validar a cadeia produtiva e a rastreabilidade da erva-mate propostos, bem como para servir de referência para a interoperabilidade e migração de dados entre sistemas agrícolas.

REFERÊNCIAS

- AGMES. **Agricultural Metadata Element Set (AgMES)**. Disponível em: <<http://aims.fao.org/standards/agmes>>. Acesso em: 05.02.2018.
- AGRIS. **Agris**. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/index.do>>. Acesso em: 05.02.2018
- AGROVOC. **AGROVOC Multilingual agricultural thesaurus**. Disponível em: <<http://aims.fao.org/vest-registry/vocabularies/agrovoc-multilingual-agricultural-thesaurus>>. Acesso em: 05.02.2018.
- AGROXML. **AgroXML**. Disponível em: <<http://www.agroxml.de>>. Acesso em: 05.02.2018.
- AGXML. **AgXML**. Disponível em: <<http://www.agxml.org/>>. Acesso em: 05.02.2018.
- ALMEIDA, M; BAX, M. **Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção**. Revista Ciência da Informação. Brasília, v. 32, n. 3, p. 7-20, 2003.
- GÓMEZ-PÉREZ A., FERNÁNDEZ-LÓPEZ M., CORCHO O., **Ontological Engineering: With Examples from the Areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web**, Springer-Verlag, Nov. 2003.
- AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. **Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives**. *Food Control*. República da Coréia, v.39, p.172-184, 2013.
- BADIA-MELIS, R.; MISHRA, P.; RUIZ-GARCÍA, L. **Food traceability: New trends and recent advances: A review**. *Food Control*. Espanha, v. 57, p. 393-401, 2015.
- BERNARAS, A.; LARESGOITI, I.; CORERA, J. **Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications**. In: PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ECAI/96, p. 298-302, 1996.
- CARMO, C. B. **Erva mate: potencialidades locais e inovação tecnológica do processo em área de fronteira do estado de Mato Grosso do Sul**. 2007. 129f. Dissertação de mestrado: Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande. 2007.
- CARVALHO P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003-2006. 2 v. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, v. 1-2).
- CONCEIÇÃO, T.S. **Efeito antiproliferativo, mutagênico e antineoplásico de produtos comerciais da erva mate (*Ilex paraguariensis*)**. 2010. 72 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul. 2010.

CORADIN I; SIMINSKI A.; REIS A.; **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. 934p.: il. color.

DAML. **The DARPA Agent Markup Language Homepage**. Disponível em: <<http://www.daml.org/>>. Acesso em 05.02.18.

DARWIN CORE. **Biodiversity Information Standards - TDWG**. Disponível em: <<http://www.tdwg.org/>>. Acesso em: 05.02.2018

DCMI - DUBLIN CORE METADATA INITIATIVE. **Dublin Core Qualifiers**. 2001. Disponível em: <<http://www.dublincore.org/documents/2000/07/11/dcmes-qualifiers>>. Acesso em: 09 novembro de 2016

DEBTIL, S. J. S. **Ontologia para rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes**. 2014. 68 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. 2014.

DIAS, Tatiane D. **Web Semântica: Conceitos Básicos e Tecnologias Associadas**. Cadernos do IME (Instituto de Matemática e Estatística, UERJ): Série Informática : Vol. 14 Junho de 2003. Rio de Janeiro: 2003.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Erva-mate: modernização do cultivo e diversificação do uso**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/7990187/erva-mate-modernizacao-do-cultivo-e-diversificacao-do-uso-serao-discutidos-em-evento>> Acesso em: 24 de junho de 2016.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en/>>. Acesso em: 05.02.2018

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. **Methontology: From ontological art towards ontological engineering**. American Association for Artificial Intelligence. Relatório Técnico, Madri, 1997.

GUARINO, N. (1998) **“Formal Ontology and Information Systems”**, In: Formal Ontologies in Information Systems, N. Guarino (Ed.), IOS Press, pp. 3-15.

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

GRUNINGER, M.; FOX, M. S. **Methodology for the design and evaluation of ontologies**. In: *Workshop on Basic Ontological Knowledge Sharing*. Montreal, 1995.

GURSKI, R. G. **Análise do Posicionamento da Empresa Baldo S/A na obtenção da matéria-prima erva-mate**. Florianópolis, 2003. 94 p. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola da erva-mate**, 2015. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/anos_antiores_2015.shtm>. Acesso em: 18 de dezembro de 2017.

ISO 9000:2005. **9000:2005: Organization for Standardization**. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumbe r=42180>. Acesso em: 02 de Maio de 2016.

ISOTANI, S.; BITTENCOURT, I. I. **Dados abertos conectados**. 1. São Paulo: Novatec, 2015.

LINHARES T. **História econômica do mate**. Rio de Janeiro: Ed. José Olympio. Coleção Documentos Brasileiros, 1969.

MADECMAQUINAS. Site Oficial. Disponível em: <<http://www.madecmaquinas.com.br/site/produto/2/erva-mate>>. Acesso em: 05.02.2018

MAPA – Ministério da Agricultura e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 24 de Junho de 2016.

MACCARI JUNIOR, A. **Produtos alternativos e desenvolvimento da tecnologia industrial na cadeia produtiva da erva-mate**. Curitiba: Câmara Setorial de Cadeia Produtiva da erva-mate. 2000.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate: (*Ilex paraguariensis* St. -Hil.)**. 1ª edição. Curitiba: EMATER, 1989. 104 p.

MELO, I.B. **Mapeamento da cadeia produtiva da erva-mate no município de Machadinho: Desafios e Propostas**. 2010. 48f. Monografia (Especialização em Gestão do Agronegócio) - Universidade do Vale dos Sinos, Novo Hamburgo. 2010.

MORAIS, E.A.M.; AMBRÓSIO, A.P.L. **Ontologias: conceito, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens**. 2007. Relatório Técnico INF_001/07. Instituto de Informática Universidade Federal de Goiás. Goiás. Disponível em: http://www.portal.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_001-07.pdf. Acesso em 05.02.2018.

NOY, N.F.; MCGUINNESS, D.L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. Califórnia: Universidade Stanford, 2001, 25 p.

PIZZUTI, T.; MIRABELLI, G.; SANZ-BOBI, M. A., GONZALÉZ, F. G. **Food Track & Trace ontology for helping the food traceability control**. *Journal of Food Engineerin*, Madri, v.120, p.17-30, 2014.

PROTEGE. **PROTÉGÉ**. Disponível em: < protege.stanford.edu > Acesso em: 10 de maio de 2016.

RDF. **RDF - Model and Syntax Specification**. W3C Recommendation 25 february 2014. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/2014/REC-rdf-schema-20140225/>>. Acesso em: 09 novembro 2016.

REED, S. L.; LENAT, D. B. **Mapping ontologies into cyc. American Association for Artificial Intelligence**. Relatório Técnico. Texas, 2002.

RUCKER, N. G. A.; GORTARI, J. **Comércio exterior do mate: cooperação empresarial na competitividade**. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; Reunião Técnica do Cone Sul Sobre a cultura da Erva-Mate, 2., 1997, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.9-22.

SANTOS JUNIOR, Clovis. **Ontologia aplicada no mapeamento de classe de dados para a melhoria do intercâmbio de dados na cotonicultura no Brasil**. São Paulo, 2014. 116 p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SCHUCHMANN, C. E. Z. **Ações para a formulação de um protocolo de rastreabilidade de erva-mate**. 2002. 94 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Erechim – Rio Grande do Sul, 2002.

SILVA, D. L.; SOUZA, R. R.; ALMEIDA M. B. **Ontologias e vocabulários controlados: comparação de metodologias para construção**. Revista Ciência da Informação, Brasília, v. 37, n. 3, p. 60-75, 2008.

STAAB, S.; STUDER, R.; SCHNURR, H.-P.; SURE, Y. **Knowledge processes and ontologies**. *IEEE Intelligent Systems*, Alemanha, v.16, p.26-34, 2001.

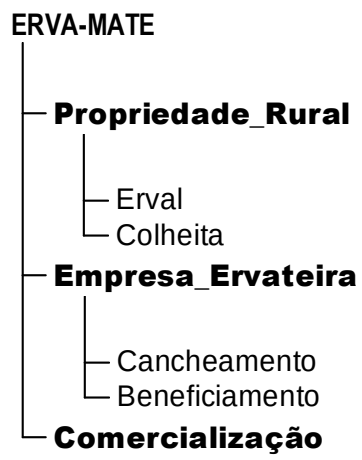
UFRGS. **(Erva-Mate) História, produtos e processamento**. Disponível em: http://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/erva-mate/agri_regioes.html. Acesso em: 14.02.2018.

USCHOLD, M.; KING, M. **Towards a Methodology for Building Ontologies**. In: *Workshop on Basic Ontological Knowledge Sharing*, Universidade de Edinburgh. Reino Unido, 1995.

VALDUGA, E. **Caracterização química e anatômica da folha de *Ilex Paraguariensis* Saint Hilaire e de algumas espécies utilizadas na adulteração do mate**. 1995. 97p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1995.

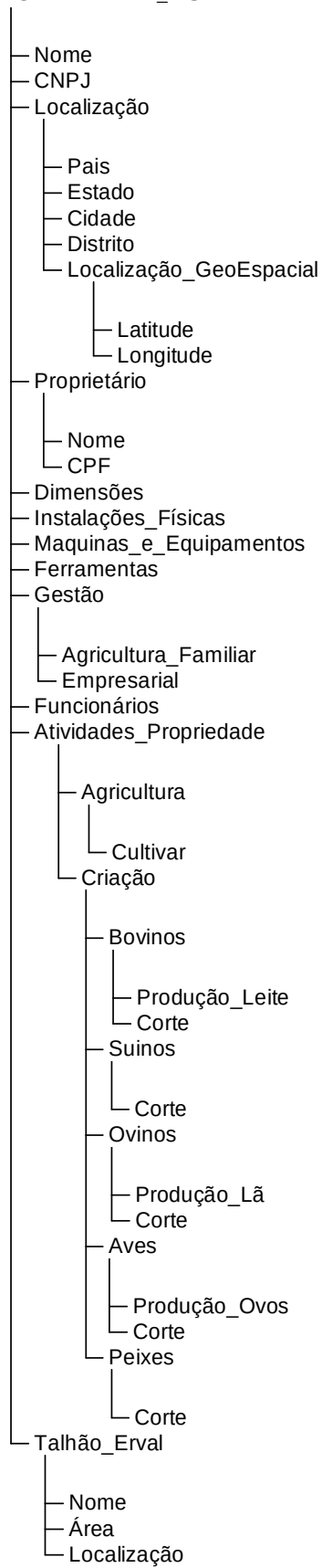
WENDT S. N. **Genética de Populações em *Ilex paraguariensis* St. -Hil.** 2005. 167 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.

APÊNDICE A - Processos e Classes da Cadeia Produtiva da Erva-Mate

PRINCIPAIS PROCESSOS/CLASSES

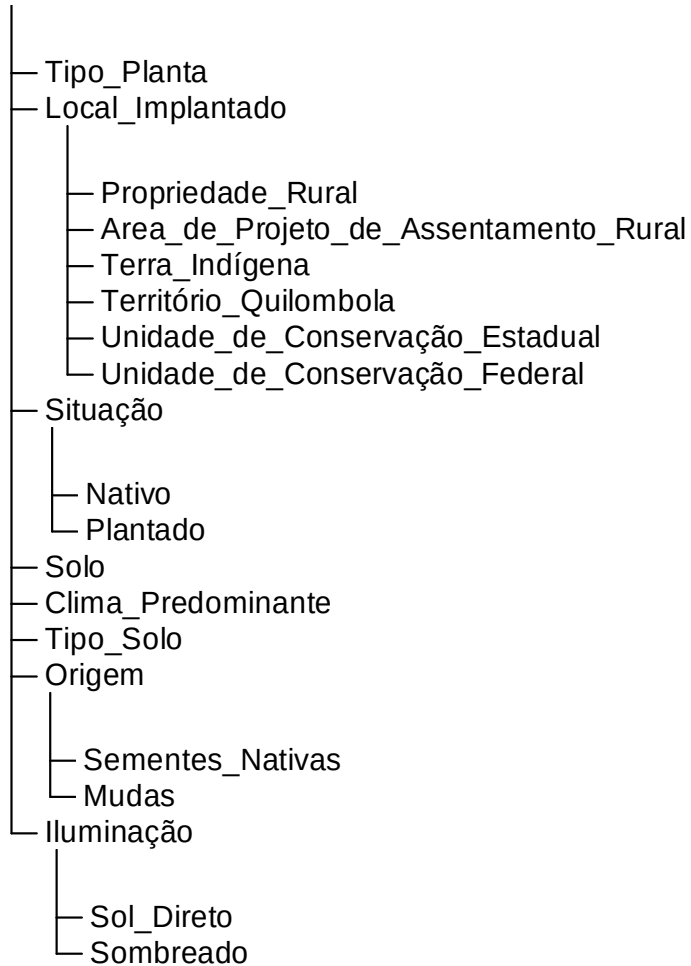
Caracterização das Classes e Atributos

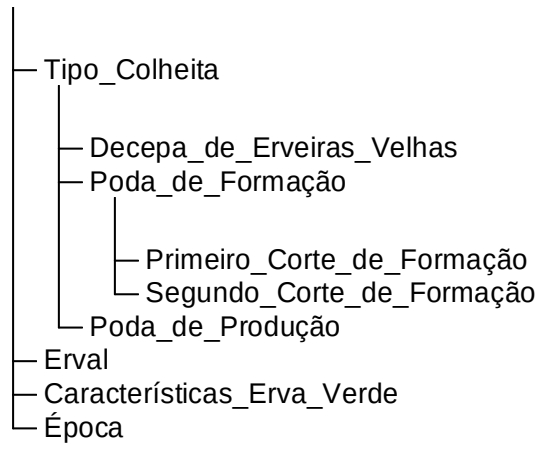
PROPRIEDADE_RURAL

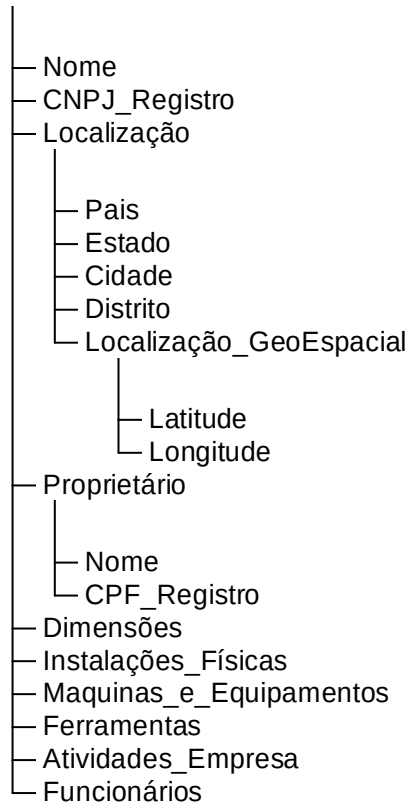


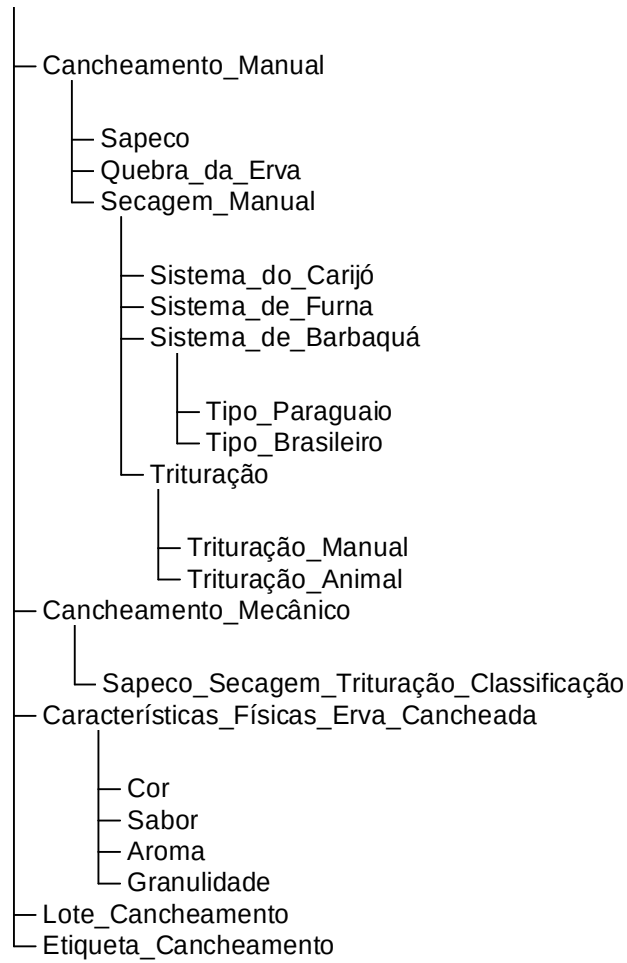
Caracterização das Classes e Atributos

ERVAL



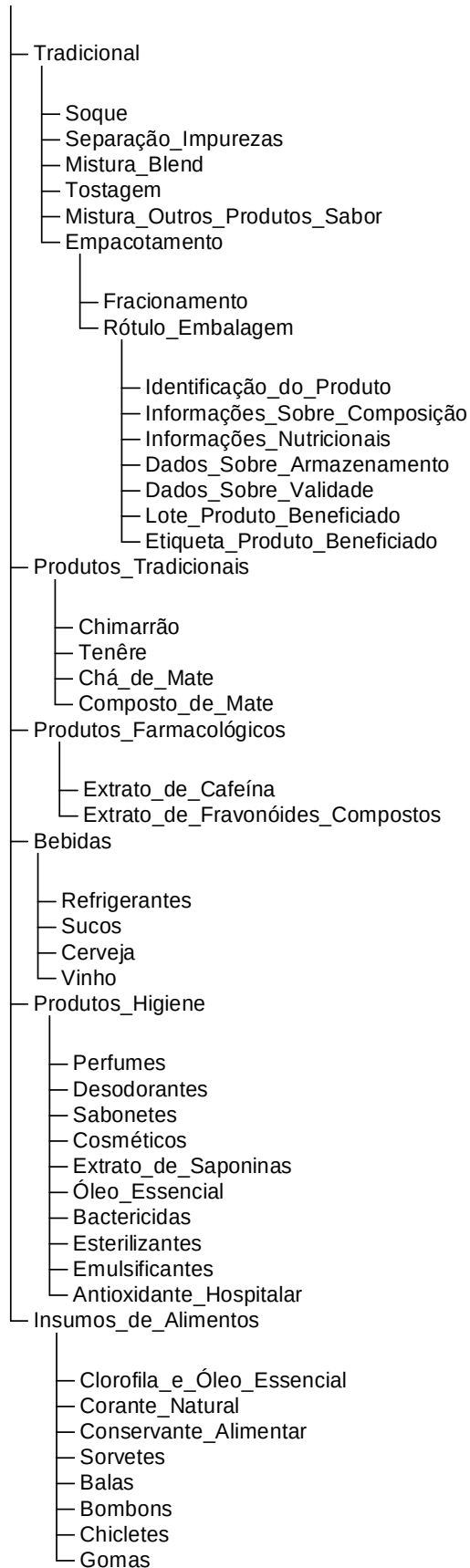
Caracterização das Classes e Atributos**COLHEITA**

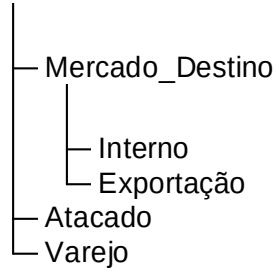
Caracterização das Classes e Atributos**EMPRESA_ERVATEIRA**

Caracterização das Classes e Atributos**CANCHEAMENTO**

Caracterização das Classes e Atributos

BENEFICIAMENTO



Caracterização das Classes e Atributos**COMERCIALIZAÇÃO**

PROCESSOS/CLASSES - SECUNDÁRIOS**Secundário_Cultivo****Planta**

- Descrição_Taxonímica
- Descrição_Botânica
- Área_de_Ocorrência
 - Características_Climáticas
 - Características_Solo

Tratos_Culturais

- Análise_do_Solo
- Controle_Hídrico
- Adubação
 - Orgânica
 - Química
- Aplicação_Agroquímicos
- Manejo_de_Pragas
- Manejo_de_Doenças
- Manejo_de_Ervas_Daninhas

Pragas**Doenças**

- Fungos
- Vírus

Ervas_Daninhas

PROCESSOS/CLASSES - SECUNDÁRIOS

Secundário_Comercialização

