

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

SILVIA RIBEIRO MANTUANI

INTEGRAÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO NO FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE
DE GRÃOS

PONTA GROSSA

2017

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

SILVIA RIBEIRO MANTUANI

INTEGRAÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO NO FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE
DE GRÃOS

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

2017

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

M291 Mantuani, Silvia Ribeiro
Integração de geoinformação no
framework de rastreabilidade de grãos/
Silvia Ribeiro Mantuani. Ponta Grossa,
2017.
45f.

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 M.
G. Vaz.

1.Geoinformação. 2.Geo-rastreabilidade.
3.Dados geoespaciais. 4.Integração. I.Vaz,
Maria Salete M. G.. II. Universidade
Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em
Computação Aplicada. III. T.

CDD: 006.3

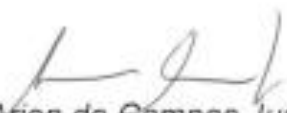
TERMO DE APROVAÇÃO

Sílvia Ribeiro Mantuani

"INTEGRAÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO NO FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE DE GRÃOS".

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. Afion de Campos Junior
UEPG


Dr.^a Juliana Vitória Messias Bittencourt
UTFPR/Ponta Grossa - PR

Ponta Grossa, 10 de julho de 2017.

Dedico esta dissertação ao meu esposo, pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos. Aos meus filhos, por serem minha fonte de inspiração na busca de crescimento profissional e pessoal. Sem vocês nenhuma conquista valeria a pena!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por permitir que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como mestrande, mas em todos os momentos sendo o maior mestre com que posso contar.

Ao meu esposo, Paulo Alessandro Betim, que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando nos momentos de dificuldades. Obrigada. Amo-te!

Aos meus filhos, que embora não tenha conhecimento disto, iluminaram de maneira especial os meus pensamentos me levando a buscar mais conhecimentos. Vocês são a razão pela qual eu me dedico para ser uma pessoa melhor a cada dia, para que vocês sintam orgulho de mim. Amo vocês!

À minha orientadora, Profa. Dra Maria Salete Marcon Gomes Vaz, pela dedicação, incentivo, novas oportunidades que tem me proporcionado, pelas conversas e acima de tudo, pela amizade que construímos. Com certeza produziremos muitos trabalhos juntos. Muito Obrigada pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, da Universidade Estadual de Ponta Grossa pelo apoio, ensinamentos e pela oportunidade de fazer o curso.

À Mônica Cristine Scherer Vaz, pelos trabalhos realizados em parceria.

E finalmente, a CAPES, pelo apoio financeiro.

“... Quem acredita, e se esforça, sempre alcança!”...

Adaptado de Renato Russo

RESUMO

A segurança, qualidade e a origem dos alimentos são focos dos consumidores atuais, que buscam informações relacionadas ao sistema de produção e cuidados com o local de produção. Sistemas de rastreabilidade convencionais correspondem a uma tecnologia adequada para analisar informações do produto em qualquer etapa na cadeia produtiva, porém não disponibilizam os dados específicos em relação ao local e ao entorno onde os produtos ou lotes de produtos foram produzidos. A georastreabilidade permite complementar essa carência dos sistemas de rastreabilidade, possibilitando abranger informações geográficas sobre o produto. A associação de indicadores geográficos e demais informações resulta na melhoria da segurança do produto rastreado. O RastroGrão é um framework de rastreabilidade de grãos que registra dados dos agentes da cadeia de produção para posterior consulta pelo consumidor final, porém não foi modelado para disponibilizar a geoinformação. O objetivo desta dissertação é apresentar a especificação da integração de dados geoespaciais para o RastroGrão. Essa pesquisa foi baseada nos regulamentos e normas para integração de dados geoespaciais, além de análise de sistemas de gestão de geoinformação e análise nos softwares web GeoTraceAgri, GTIS CAP, GeoFairTrade, GeoWine e GeoRastro, que implementam geoinformação integrada a dados de rastreabilidade de cadeias produtivas. Para integrar as informações geográficas existentes foi necessário utilizar a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), para combinar diversas fontes de dados, originando informações sobre a área analisada. Com a integração dos dados geoespaciais, os agentes da cadeia produtiva e os consumidores têm informações precisas sobre os produtos que consomem, com verificação do local e entorno, onde foi produzido, transportado e armazenado o produto, além das práticas envolvidas na produção de determinado produto. Esta integração, com indicadores, auxilia na garantia da segurança do produto e proteção do ambiente, além de proporcionar controle agrícola sustentável.

Palavras-chave: Geoinformação, Geo-Rastreabilidade, Dados Geoespaciais, Integração.

ABSTRACT

The safety, quality and origin of food are the focus of current consumers, who seek information related to the system of production and care with the place of production. Conventional traceability systems correspond to appropriate technology for analyzing product information at any stage in the production chain, but they do not make specific data available in relation to the location and environment in which the products or batches of products were produced. Geotraceability allows us to complement this lack of traceability systems, making it possible to cover geographic information about the product. The association of geographic indicators and other information results in improved security of the traced product. RastroGrão is a grain traceability framework that records data from the agents of the production chain for later consultation by the final consumer, but was not modeled to make geoinformation available. The objective of this dissertation is to present the specification of geospatial data integration for RastroGrão. This research was based on the regulations and standards for the integration of geospatial data, as well as analysis of geoinformation management systems and analysis in GeoTraceAgri, GTIS CAP, GeoFairTrade, GeoWine and GeoRastro web software, which implement integrated geoinformation to traceability data of productive chains. In order to integrate the existing geographic information, it was necessary to use the Spatial Data Infrastructure (SDI) to combine several data sources, giving information about the analyzed area. With the integration of geospatial data, the agents of the production chain and consumers have accurate information about the products they consume, with verification of the location and environment, where the product was produced, transported and stored, as well as the practices involved in the production of a given product. This integration, with indicators, assists in ensuring product safety and protection of the environment, as well as providing sustainable agricultural control.

Keywords: Geoinformation, Geotraceability, Geospatial Data, Integration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO DE APLICAÇÕES GEOGRÁFICAS	16
FIGURA 2 - GEO-RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE ALIMENTOS	23
FIGURA 3 - MÓDULOS <i>FRAMEWORK</i> RASTROGRÃO	25
FIGURA 4 - ESTRUTURA DE CUSTOMIZAÇÃO DO RASTROGRÃO	26
FIGURA 5 - MÉTODO DE REVISÃO SISTEMÁTICA ADOTADO	27
FIGURA 6 - FASES DO CICLO DA CADEIA PRODUTIVA DE GRÃOS	30
FIGURA 7 - CATEGORIAS PARA COMPOR INDICADORES DE GEO-RASTREABILIDADE	31
FIGURA 8 - FASES DEFINIDAS PARA INTEGRAÇÃO DE GEO-RASTREABILIDADE	32
FIGURA 9 - EXTENSÃO DA ESTRUTURA RASTROGRÃO PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - TIPOS DE DADOS GEOGRÁFICOS	17
QUADRO 2 - DEFINIÇÃO DAS COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE	28
QUADRO 3 - CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS	28
QUADRO 4 - ESTUDOS E NORMAS PARA INTEGRAR DADOS GEOESPACIAIS	29
QUADRO 5 - ESTUDOS LEVANTADOS PARA COLETA DE INDICADORES GEOGRÁFICOS	29
QUADRO 6 - INDICADORES GEOGRÁFICOS PARA O RASTROGRÃO	33
QUADRO 7- COMPARAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES ANALISADOS QUE INTEGRAM A GEO- RASTREABILIDADE	39

LISTA DE SIGLAS

BR -	BRASIL
CCI -	CÂMARA DE COMÉRCIO E INDÚSTRIA
EMBRAPA -	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
FGDC -	FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE
GIF -	<i>GRAPHICS INTERCHANGE FORMAT</i>
GML -	<i>GEOGRAPHY MARKUP LANGUAGE</i>
GTIS CAP -	<i>GEOTRACEABILITY, COMMON AGRICULTURAL POLICY</i>
IBGE -	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IDE -	INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS
INDE -	INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS
ISO -	<i>INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION</i>
JPEG -	<i>JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERTS GROUP</i>
MAPA -	MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
OGC -	<i>OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM</i>
OTAG -	<i>OPERATIONAL MANAGEMENT AND GEODECISIONAL PROTOTYPE TO TRACK AND TRACE AGRICULTURAL PRODUCTION</i>
PNG -	<i>PORTABLE NETWORK GRAPHICS</i>
SVG -	<i>SCALABLE VECTORIAL GRAPHICS</i>
TELEPARC -	CENTRO TECNOLÓGICO EM GEOMÁTICA
UE-	UNIÃO EUROPÉIA
W3C -	<i>WORLD WIDE WEB CONSORTIUM</i>
WCS -	<i>WEB COVERAGE SERVICE</i>
WFS -	<i>WEB FEATURE SERVICE</i>
WMS -	<i>WEB MAP SERVER</i>
XML -	<i>EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. MOTIVAÇÃO	12
1.2. JUSTIFICATIVA	13
1.3. OBJETIVOS	15
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1. GEOINFORMAÇÃO	16
2.2. RASTREABILIDADE	18
2.3. TECNOLOGIAS PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS	20
2.3.1. Metadados	20
2.3.2. XML	21
2.3.3. Ontologias	21
2.4. GEO-RASTREABILIDADE	22
2.5. FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE DE GRÃOS- RASTROGRÃO	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. INDICADORES DE GEO-RASTREABILIDADE NO RASTROGRÃO	31
4.2. INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS	34
4.3. TRABALHOS CORRELATOS	36
5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

1.1. MOTIVAÇÃO

Com o aumento da população, a demanda por alimentos torna-se cada vez maior. Por isso, a necessidade é aumentar a produtividade das lavouras, muitas vezes, sem levar em consideração as práticas utilizadas para alcançar tal objetivo, podendo acarretar prejuízos tanto ambientais quanto para os consumidores destes alimentos.

Para os consumidores obter informações detalhadas sobre os produtos que adquirem, principalmente, em relação a origem e/ou o método de produção é essencial para comprovar os recursos e padrões utilizados, além de conhecer os detalhes que resultam na obtenção de selo de qualidade para determinado produto.

A origem e a trajetória de produtos podem ser atestadas por meio de sistemas de rastreabilidade convencionais¹, garantindo a qualidade e segurança alimentar. A desvantagem disso é que o sistema não informa, ao decorrer da cadeia de produção, os dados específicos do ambiente do entorno (geoinformações), onde o lote do produto foi produzido, transportado ou armazenado.

As geoinformações ficam ocultas para os agentes da cadeia produtiva e para o consumidor final, porém elas podem fornecer informações adicionais e relevantes em relação à qualidade e segurança do produto para o consumo, bem como especificidades sobre o local de produção, apresentando ponto de captação de água, rede rodoviária, área protegida, zona industrial, dados de meteorologia ou agro-ambiental, mapas de solo, mapas geológicos, hidrografia, modelo digital de elevação, entre outros (OGER et al., 2010).

Esse tipo de informação pode auxiliar a tomada de decisão, tanto dos agentes da cadeia produtiva, quanto de consumidores, produtores e órgão de fiscalização. A influência geográfica dos produtos dificulta a aplicação da rastreabilidade em cadeias produtivas, entretanto ela permite comprovar a qualidade dos produtos, podendo indicar padrões de produção relativos ao meio ambiente.

A rastreabilidade surgiu devido à necessidade de saber em que local determinado produto se encontra na cadeia produtiva e usada, também, para gestão de controle de qualidade. Os sistemas de rastreabilidade permitem conhecer o

¹ Sistemas de rastreabilidade referentes aos dados de rastreabilidade de origem e trajetória de determinado produto.

histórico de um produto, sua aplicação, uso e localização individual ou de um conjunto de características, através da sua identificação.

Os dados resultantes dos sistemas de rastreabilidade convencionais não suprem as necessidades do novo perfil de consumidores, os quais tendem a requisitar informações minuciosas e precisas sobre os produtos que consomem e em que condições foram realizadas seu cultivo, transporte e armazenamento.

Para complementar os sistemas de rastreabilidade convencionais, a geo-rastreabilidade possibilita aplicar a geoinformação na rastreabilidade de cadeias produtivas, por meio de tecnologia da informação e sensoriamento remoto, vinculando coordenadas geográficas com informações do produto e do ambiente do entorno (EMBRAPA, 2010).

A geo-rastreabilidade é uma vantagem competitiva, permitindo incluir informações adicionais e específicas ao fluxo de dados de rastreabilidade, com dados geográficos atuais e agregando valor aos produtos, justamente por permitir conhecer as geoinformações do entorno e local de produção (OGER et al., 2010).

Para integrar as geoinformações existentes é necessário entender a Infraestrutura de Dados Espaciais - IDE, utilizada para combinar diversas fontes de dados para originar novas informações sobre a área analisada.

1.2. JUSTIFICATIVA

A geo-rastreabilidade é uma tecnologia que permite a localização espacial do produto. Esse dado espacializado pode resultar em informações de auxílio à tomada de decisão. Também favorece a expansão do produto para o mercado internacional, já que em muitos países quanto mais informações se tem sobre determinado produto, maior será a confiabilidade para a realização das transações comerciais. Além disso, através da geo-rastreabilidade é possível identificar pontos de possíveis riscos de contaminação para um local de produção.

Segundo Debord (2005), a associação de um sistema de rastreabilidade com geoinformação é justificada por:

- a) Promover a segurança e a origem dos produtos;
- b) Agregar valor aos produtos, diferenciando de seus similares no mercado;
- c) Manter as características dos produtos, tornando-os patrimônio das regiões específicas de origem, além de incentivar investimentos na própria área de produção;

- d) Valorizar as propriedades, estimulando o turismo, o padrão tecnológico e a oferta de emprego, aumentando o vínculo de confiança com o consumidor;
- e) Valorizar as práticas agrícolas específicas, fundamentadas em normas e regulamentos de órgãos e empresas certificadoras competentes de âmbito nacional e/ou internacional;
- f) Melhorar a gestão dos riscos, considerando a segurança alimentar ou a qualidade dos produtos na perspectiva de impacto ambiental e/ou com respeito às normas e regulamentos;
- g) Proporcionar maior competitividade no mercado internacional, já que a geoinformação auxilia na garantia institucional de qualidade, reputação e identidade do produto; e
- h) Garantir a autenticidade das informações presentes nos selos de qualidade.

Com todas essas vantagens, a implantação da geoinformação em sistemas de rastreabilidade, ainda tem desafios a ser superados. Dentre esses, destacam-se as dimensões continentais do País, a grande diversidade de biomas e de ecossistemas, diferente pacotes tecnológicos implementados, agricultura de pequena e de larga escala, elevada dinâmica espacial e a variabilidade temporal no uso e na cobertura das terras (TÔSTO et al., 2014).

A União Européia foi pioneira em integrar dados de rastreabilidade com a geoinformação, desenvolvendo ferramentas de tecnologia de informação inovadoras para as comunidades rurais, coordenando projetos de software, tais como, GeoTraceAgri, GTIS CAP, GeoFairTrade e GeoWine (TELEPARC, 2016). No Brasil, a Embrapa foi a responsável pelo protótipo OTAG (OTAG, 2008) que fundamentou o Software GeoRastro (EMBRAPA, 2014).

Sistemas de rastreabilidade são insuficientes para garantir a segurança do alimento ou outros aspectos da cadeia produtiva, já que as informações são inseridas manualmente, pelo próprio produtor ou funcionário. Essas informações registradas podem não ser condizentes com a realidade, ou ainda, por existir produtos com processo de rastreabilidade de má qualidade.

Para suprir essa necessidade, o *Framework* de Rastreabilidade de Grãos – RastroGrão precisa ser estendido, com a inclusão da geoinformação na cadeia produtiva, disponibilizando informações advindas de fontes governamentais seguras

e gratuitas, e permitindo ao consumidor o acesso a geoinformação do produto adquirido.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral desta dissertação é apresentar a integração da geoinformação ao *Framework* de Rastreabilidade – RastroGrão para permitir o acesso a geoinformação do produto rastreado, fundamentando-se em leis, regulamentos e padrões que determinam as normas para integrar dados geoespaciais e análise de sistemas de geo-rastreabilidade.

Os objetivos específicos são os que seguem.

- Pesquisar as leis, regulamentos e padrões que determinam as normas para integrar dados geoespaciais;
- Analisar comparativamente Sistemas que integram a geo-rastreabilidade; e
- Especificar a integração de geoinformação no *Framework* de rastreabilidade.

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 inerentes à Geoinformação, Rastreabilidade, Tecnologias para integração de dados geoespaciais, Geo-Rastreabilidade, *Framework* de Rastreabilidade de Grãos – RastroGrão e Trabalhos Correlatos inerentes à Geo-Rastreabilidade e Geoinformação. No Capítulo 3, Material e Métodos, é apresentada a metodologia utilizada. No Capítulo 4, Resultados e Discussão, são apresentados os indicadores geográficos no RastroGrão, a proposta de integração de dados geoespaciais e a análise comparativa de trabalhos relacionados. E, finalmente, no Capítulo 5, são realizadas as conclusões e apresentadas as perspectivas de pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. GEOINFORMAÇÃO

A geoinformação, informação geográfica ou informação geoespacial é o produto do processamento e análise dos dados espaciais, que quando comunicado, interpretado e aplicado para uma determinada finalidade, resulta na construção de conhecimento útil (HUBNER; OLIVEIRA, 2008).

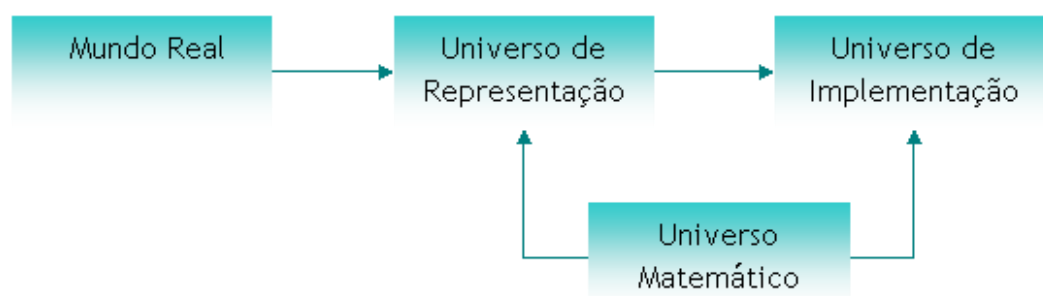
Câmara et al., (2005) definem geoinformação como sendo o uso de computadores como instrumento de representação de dados espacialmente referenciados.

Os segmentos que se destacam na produção e uso da geoinformação, tem-se o governamental, educacional, gestão territorial, planejamento urbano e rural, agricultura, gestão ambiental, mineração, entre outros (HUBNER; OLIVEIRA, 2008).

Segundo Borges (1997), dados espaciais são todos os tipos de dados que caracterizam fenômenos associados a qualquer aspecto espacial. A medida observada de um fenômeno sobre/sob a superfície terrestre é chamada dado geográfico.

De acordo com Câmara et. al. (2005), os modelos de dados são classificados de acordo com sua abstração e para a classificação de dados geográficos são utilizados quatro níveis de abstração (Figura 1).

FIGURA 1 - NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO DE APLICAÇÕES GEOGRÁFICAS



Fonte: Câmara et al., (2005)

O universo do mundo real refere-se às entidades a serem modeladas no sistema. O universo matemático refere-se ao modelo conceitual, identificando as classes formais de dados geográficos e definindo as entidades a serem representadas. O universo de representação corresponde ao nível onde as diversas

entidades formais são mapeadas para representações geométricas e alfanuméricas no computador. O universo de implementação corresponde ao nível onde os algoritmos e estruturas de dados são selecionados, conforme desempenho, capacidade do equipamento e tamanho da base de dados. É neste nível que acontece a codificação.

Para Câmara et. al., (2005), dados geográficos ou georreferenciados são dados espaciais, cuja dimensão espacial está associada a sua localização na superfície da Terra, num determinado instante ou período de tempo.

Dados geográficos são aqueles que agregam informação espacial. O Quadro 1, são apresentados tipos de dados geográficos.

QUADRO 1 - TIPOS DE DADOS GEOGRÁFICOS

Dados geográficos					
Tipo	Definição	Meios de Aquisição	Transferência e Armazenamento	Apresentação dos Resultados	Principais Fontes de Dados Geospaciais Públicas
Temático	Representa a distribuição espacial de uma grandeza geográfica qualitativamente.	Estação total, nível, laser scanner.	Transferência manual dos dados capturados pelas ferramentas para o computador.	Mapas e modelo digital.	INDE IBGE EMBRAPA
Cadastral	Cada elemento é um objeto geográfico tendo atributos relacionados a representações gráficas.	Pesquisas amostrais, censo, caderno de campo.	Inserção dos dados de forma manual para o sistema computacional.	Mapas de escalas distintas.	
Redes	Estrutura geográfica que tem como suporte um grafo. Serviços de utilidade pública, redes de drenagem e rodovias.	Satélites, fotografias aéreas, scanners, Aerotransportados	Inserção dos dados de forma manual pelo órgão responsável e disponibilizados na internet.	Mapas com localização geográficas distintas.	

Modelo Numérico de Terreno	Representa a quantitativamente uma grandeza geográfica.	Estação total, nível, laser scanner	Transferência manual dos dados capturados pelas ferramentas para o computador e na internet.	Mapas e modelo digital.	
Imagens	Representação gráfica de um objeto.	Satélites, fotografias aéreas <i>scanners</i>	Como matrizes.	Mapas de precisão.	

Fonte: Adaptado de Câmara et al., (2005)

Para produzir, compartilhar e usar a informação geográfica é necessário entender a Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE. Essa pode ser definida como uma coleção de bases de tecnologias, políticas, critérios, padrões e pessoas necessárias para promover o compartilhamento de dados geoespaciais, nos níveis governamentais, nos setores privados, nos órgãos sem fins lucrativos e nas universidades, simultaneamente, com metadados sobre origem, qualidade e descrição semântica (FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE, 2007).

Com o uso da IDE é possível combinar dados de diversas fontes, para originar novas informações sobre a área analisada, compreendida como a junção entre diversos servidores de dados geográficos, cada qual promovendo o acesso aos dados por meio de serviços *web* específicos, usando a Linguagem XML, metadados, *web semântica* (DAVIS; ALVES, 2006).

2.2. RASTREABILIDADE

Segundo Eckschmidt (2009), a rastreabilidade corresponde ao processo para conhecer a origem de um determinado produto, identificar o caminho percorrido pelo mesmo ao longo da cadeia produtiva, e mostrar o tempo deste percurso até chegar ao consumidor final.

Rastreabilidade está associada à necessidade de localizar um produto em qualquer momento de seu histórico na cadeia produtiva – plantio, colheita, transporte, armazenamento, processamento e distribuição– atuando como requisito

fundamental para processo de segurança alimentar e controle de qualidade (ISO, 2007).

Para descrever o processo de rastreabilidade, os termos *Tracking* e *Tracing* são os mais conhecidos. *Tracking* (para frente) permite acompanhar cada etapa do percurso da cadeia produtiva, na fase de abastecimento, para uma unidade de comércio, e *Tracing* (para trás) permite identificar a origem dos produtos disponibilizados em uma unidade de comércio (THAKUR; HURBURGH, 2009).

A gestão de qualidade de um produto é complementada com a rastreabilidade, porém para que sistemas de rastreabilidade possam garantir a segurança de um produto, os mesmos devem ser associados a outros sistemas de controle de qualidade, como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC e códigos de boas práticas.

Com a globalização, identificar a origem das matérias-primas e as condições em que produzem os alimentos é fundamental, no caso de surgir um problema de saúde pública, saber onde está o lote contaminado e, se necessário, recolhê-lo do mercado, permite atribuir a responsabilidade de cada um dos responsáveis na produção, além da intervenção imediata por parte das autoridades competentes (RESENDE, 2008).

A União Europeia – UE instituiu normas para segurança alimentar, das quais a rastreabilidade alimentar e a rotulagem dos alimentos são exigidas. Em 2002, o Regulamento nº 178/2002 (REGULAMENTO, 2002), estabeleceu princípios e normas de rastreabilidade em todas as fases de produção, transformação e distribuição dos produtos. Com isso, foi estabelecido, que todo o produto exportado para a Comunidade Europeia tem que estar em conformidade com o mesmo, tendo como objetivo confirmar a participação do produtor nos mercados local, regional e global.

O Brasil, visando cumprir as normas da UE para rastreabilidade de alimentos, dispõe de órgãos responsáveis por elaborar normas, regulamentos técnicos em relação à segurança alimentar e fiscalizar seu cumprimento e conformidade, tais como, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. As normativas e resoluções técnicas estabelecidas, respectivamente, pelo MAPA e ANVISA, refere-se normatização técnica complementar, relativa a alimentos processados, industrializados, seus

ingredientes, aditivos, rotulagem e embalagem. A Instrução Normativa nº 27, de 30 de agosto de 2010 (MAPA, 2010), estabeleceu as diretrizes e orientações para os sistemas que desenvolvem produção integrada. Com destaque pela qualidade, segurança dos produtos agropecuários, sanidade, sustentabilidade, certificação, rastreabilidade e monitoramento do processo, por meio do uso de cadernos de campo e de pós-colheita, para registro de informações relevantes, nas etapas da cadeia produtiva.

As normativas são opcionais aos produtores, mas isso possibilita maior competitividade nos mercados interno e externo, garantida pelas certificações realizadas por empresas privadas. Para isso, é feito o processo de auditoria nas propriedades que aderiram ao sistema, e se as mesmas atenderem às exigências recebem o selo “Brasil Certificado – Agricultura de Qualidade” em seus produtos. Esse selo garante que o produto possui identificação de origem e que o processo de produção está de acordo com as práticas sustentáveis (MAPA, 2013). Também contribui para que o produtor tenha um produto com diferencial no mercado, o que favorece para aumentar o valor comercial do produto, além de garantir a segurança e qualidade alimentar para os consumidores finais.

2.3. TECNOLOGIAS PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS

2.3.1. Metadados

O Comitê Federal de Dados Geográficos (em inglês Federal Geographic Data Committee) - FGDC é um Órgão governamental dos Estados Unidos responsável fomentar o desenvolvimento coordenado, uso, compartilhamento e disseminação dos dados geoespaciais em uma base de dados nacionais. O FDGC define os metadados como dados que descrevem dados em relação ao conteúdo, a qualidade, aos procedimentos de geração, localização, entre outras características.

No Brasil, o Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008, instituiu a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE Órgão responsável pela disponibilização, o compartilhamento e o acesso a dados e informações geoespaciais. Nesse Decreto os metadados geoespaciais incluem os mais diversos tipos de dados georreferenciados, tais como imagem de satélite, fotografias aéreas,

amostragem geológica, observações biológicas, dados de redes de infraestrutura, dados censitários, entre outros (Decreto nº 6.666, de 27 de novembro de 2008).

Para utilizar metadados, na integração de dados geoespaciais, é necessário analisar os elementos usados para descrever o conteúdo do dado, sua finalidade e domínio. Segundo Kashyap, Shah e Sheth (1995), os metadados são classificados em metadados independente de conteúdo, capturando as informações e não dependendo do conteúdo dos dados associado; metadados dependentes do conteúdo dos dados e metadados descrevendo o conteúdo, possibilitando o entendimento do conteúdo sem acessar os dados diretamente.

A escolha do tipo de metadados implica diretamente no tipo de integração de dados geoespaciais a ser realizada. Se for integração semântica é necessário o uso do metadados descrevendo o conteúdo, o significado do dado, além de fazer uso da linguagem compartilhada *eXtensible Markup Language (XML)* e suas extensões.

2.3.2. XML

A *eXtensible Markup Language (XML)* é uma linguagem de marcação padrão estabelecida pelo *World Wide Web Consortium (W3C, 2003)*, independente de plataforma e com estrutura hierárquica. Os metadados escritos em *XML* favorecem a integração de dados, pois são compreendidos e lidos por diferentes sistemas, devido à escrita realizada explicitamente, por meio de tags.

A *XML* fundamentou *Geography Markup Language (GML)* (ISO/TC211, 2007) para o compartilhamento de informações geográficas e estabelecida pelo OGC (2012). Essa linguagem, também, possui estrutura hierárquica e utiliza tags para identificar seus elementos.

A *Scalable Vectorial Graphics (SVG)*, baseada em *XML*, descreve gráficos bidimensionais e dá suporte a três tipos de objetos gráficos, vetores, imagem e texto (W3C, 2003). Os gráficos gerados podem ser renderizados em diversos tamanhos, sem perder a qualidade. Os dados são carregados de forma rápida, aumentando o desempenho e ampliando as possibilidades de integração de dados para visualização geométrica.

2.3.3. Ontologias

Segundo Gruber (1993), as ontologias correspondem a um conjunto de conceitos padronizados, termos e definições para determinado domínio. Ontologia é uma especificação explícita de uma conceituação. Ontologias podem ser utilizadas

para recuperação de informação na Internet, processamento de linguagem natural, gestão do conhecimento, web-semântica e educação, oferecendo vantagens como comunicação, formalização, representação de conhecimento e reutilização.

Cada ontologia tem sua finalidade, seu contexto compartilhado e permite a reutilização dos componentes, sendo uma forma de registrar e documentar conceitos e seus relacionamentos.

Para a integração dos dados é utilizada a geo-ontologia, ontologia com conceitos geoespaciais e seus relacionamentos, auxiliando o estabelecimento de vocabulário comum na integração de dados geoespaciais.

Segundo CÂMARA et al. (2005), geo-ontologia possui dois tipos básicos de conceitos, o físico representando entidades ou fenômenos físicos do mundo real e conceitos sociais, representando entidades ou fenômenos sociais.

A geo-ontologia também classifica os dados geoespaciais, com uso de geo-objeto, elementos que possui fronteira bem definida associada a entidades identificáveis e geo-campos, elementos que possui variação contínua no espaço (CÂMARA et al., 2005).

2.4. GEO-RASTREABILIDADE

A Geo-rastreabilidade é a aplicação de geoinformação por meio de tecnologia da informação e sensoriamento remoto, na rastreabilidade de cadeias produtivas. E, associa atributos espaciais com informações do produto. A origem do produto, etapas de transformação, condições em que foi gerado, transporte, processamento e distribuição para o mercado consumidor são algumas informações que podem associar atributos geográficos (EMBRAPA, 2010).

Geo-rastreabilidade é um termo originário da rastreabilidade, estando relacionada à necessidade de localização da informação espacial do produto, a qualquer momento, na cadeia produtiva (plantio, colheita, transporte, armazenamento, processamento e distribuição), permitindo maior segurança alimentar e controle da qualidade (Tôsto et. al., 2014).

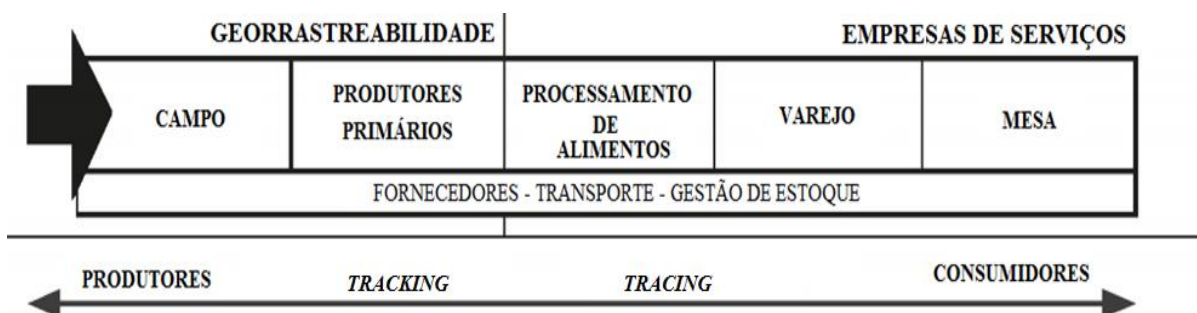
Com a combinação entre a geoinformação e a rastreabilidade, surge o conceito de geo-rastreabilidade. Essa tecnologia necessita de informações documentadas da história dos eventos que ocorrerem no ambiente de uma unidade

de produção agrícola, podendo ter afetado o produto agrícola, desde a sementeira até à colheita, ou seja, que envolvam um número de explorações.

Cada ponto de uma unidade de produção é descrita de forma georreferenciada, podendo incluir vários tipos de dados geográficos ou de dados temáticos a serem complementados pelo aspecto temporal (OGER et al., 2010).

A Figura 2 apresenta a geo-rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos.

FIGURA 2 - GEO-RASTREABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE ALIMENTOS



Fonte: Figura adaptada de Oger et al. (2010)

Com a geoinformação associada à rastreabilidade é possível aumentar o valor agregado dos produtos - diferenciando-os dos demais; mantém as características dos produtos - patrimônio das regiões específicas; incentiva investimentos na área de produção - com valorização das propriedades com o aumento do turismo, do padrão tecnológico e da oferta de emprego; aumenta o vínculo de confiança com o consumidor – e este passa a obter produto de qualidade e com características regionais; além de proporcionar maior competitividade no mercado internacional já que a geoinformação auxilia na garantia institucional da qualidade, reputação e identidade do produto (MAPA, 2016).

Essa tecnologia tem por finalidade promover maior segurança e a origem dos produtos, valorizar as práticas agrícolas regulamentadas pelo setor ou pelo órgão de certificação competente do país, além de melhorar a gestão dos riscos referentes à segurança alimentar ou à qualidade dos produtos, possibilitando o cálculo do impacto ambiental no produto e a verificação do cumprimento da legislação pertinente (OGER et al., 2010).

Na geo-rastreabilidade estão definidas as coordenadas geográficas, compondo uma análise integrada dos processos de produção, unindo os dados da

rastreabilidade convencional com as visões espacial e temporal do sistema de produção (TÔSTO et al., 2014).

Essa tecnologia não está limitada a associação de coordenadas envolvendo a informação relativa de uma unidade de produção. A definição de atributos específicos faz uso da informação espacial correspondente a um produto e a sua parcela de produção, e deve atender vários critérios, de acordo com seu nível de importância em relação aos objetivos dos consumidores finais (DEBORD, 2005).

Estes atributos fornecem dados pertinentes à origem geográfica dos produtos alimentícios para consumo humano e animal, assim como informações sobre a adesão às normas de qualidade e de produção ambiental. Os dados necessários de geo-rastreabilidade para a realização do cálculo dos atributos são as informações essenciais sobre cada parcela de produção, seu ambiente e suas práticas agrícolas. Estes dados possibilitam compreender o local dos atributos, fazendo referência à segurança alimentar, qualidade dos produtos e qualidade do ambiente (DEBORD, 2005).

2.5. FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE DE GRÃOS- RASTROGRÃO

O Framework de Rastreabilidade de Grãos - RastroGrão (VAZ, 2014) foi especificado para atender a demanda por integração dos dados e disponibilidade da informação para o cliente final através da internet, buscando auxiliar o processo de rastreamento do processo de produção. Por meio da sua estrutura, é possível rastrear os produtos, as fases dos processos de produção de cada produto, além dos dados a serem rastreados em cada fase.

De acordo com a estrutura definida, o processo pode auxiliar na rastreabilidade de qualquer tipo de grãos, já que o sistema pode ser gerenciado pelo usuário de acordo com as suas necessidades.

O RastroGrão foi modelado com 5 (cinco) módulos (Figura 3), sendo:

1) Cadastro Geral, compreendendo a Gestão de Usuários que terão acesso ao Framework, Gestão das Empresas, compreendendo as entidades com o processo de rastreabilidade estruturado e serão as gestoras dos dados e Gestão da Propriedade, compreendendo os locais onde o grão é produzido e de onde inicia o processo de rastreabilidade.

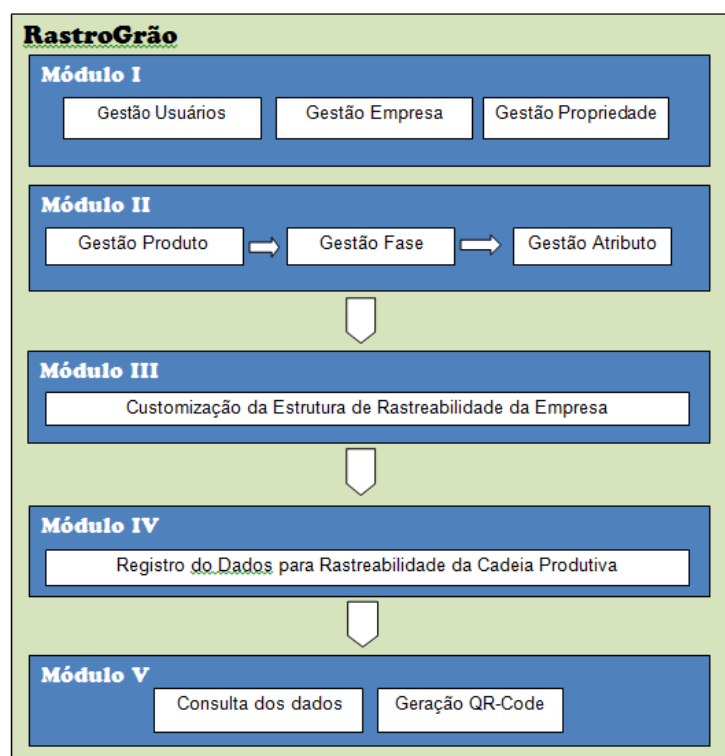
2) Gestão da Estrutura da rastreabilidade, relacionada à gestão dos produtos, fases e atributos que farão parte da biblioteca, podendo ser customizada para cada empresa.

3) Customização, módulo onde cada empresa seleciona os produtos, fases e respectivos atributos, que farão parte da estrutura a ser rastreada

4) Registro dos Dados, módulo onde a empresa fará a inserção dos dados da produção, a rastreabilidade efetiva.

5) Consulta dos dados e Geração das etiquetas de QRCode, contém as informações que cada empresa inseriu no banco de dados e que ficarão disponíveis para consulta da empresa e/ou usuário final.

FIGURA 3 - MÓDULOS *FRAMEWORK* RASTROGRÃO



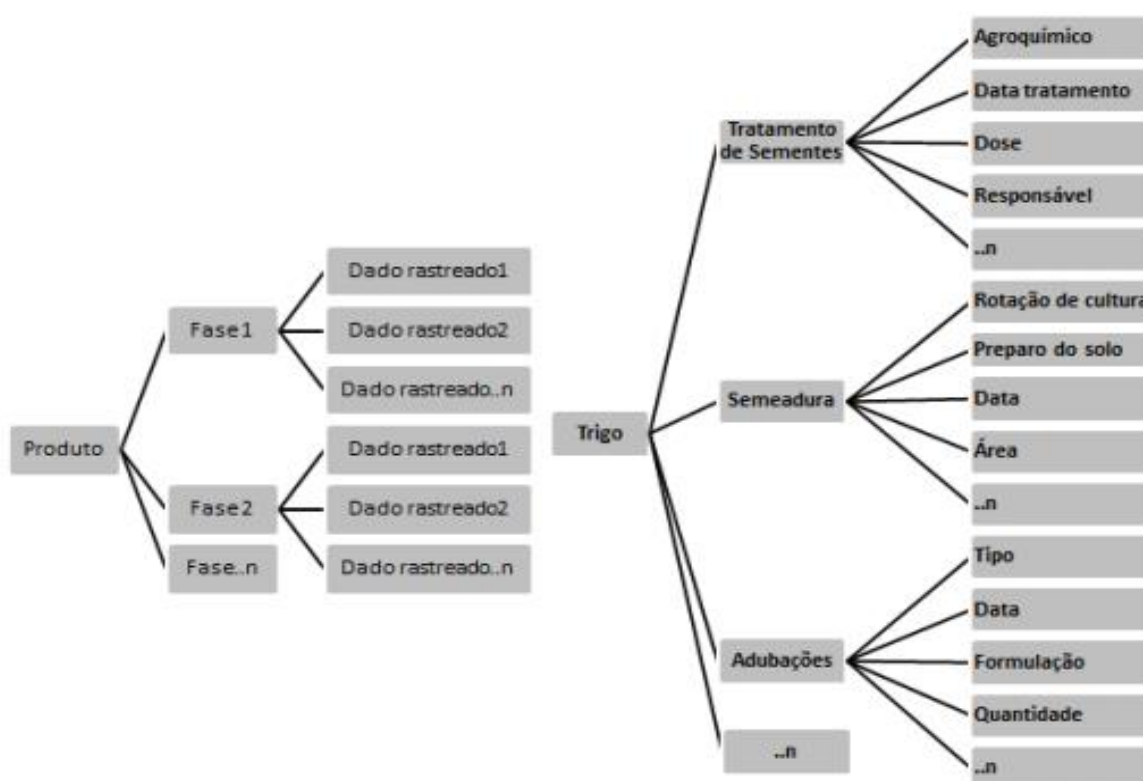
Fonte: Vaz (2014)

Como o processo de rastreabilidade não é estático e deve abranger todos os agentes da cadeia produtiva, o usuário pode personalizar o processo de acordo com cada necessidade, isto é, com as regras do agronegócio, com as normas que possam surgir e com as constantes pesquisas na área que podem resultar em novas necessidades em um processo de rastreabilidade.

Os dados a serem rastreados são informados pelo próprio administrador do sistema e podem ser verificados conforme a necessidade de cada agente, eliminando a necessidade de manutenção do sistema com o surgimento de um novo requisito.

A Figura 4 apresenta uma estrutura de customização para a definição dos Produtos, Fases e dados a serem rastreados. Além disso, ao criar os requisitos é possível definir se o mesmo será armazenado pelo QR-Code e assim disponibilizá-lo para visualização ao final da etapa de produção.

FIGURA 4 - ESTRUTURA DE CUSTOMIZAÇÃO DO RASTROGRÃO



Fonte: Vaz (2014)

O framework foi definido com uma interface amigável, tanto para a criação da estrutura de rastreabilidade como para o usuário que fará o registro das informações. O acesso é realizado pela internet, permitindo que as informações sejam acessadas por todos os agentes da cadeia. Desta forma, é possível atender às necessidades de cada empresa, visto que não se trata de um sistema com campos pré-definidos, mas sim, customizável e de fácil adaptação às regras de cada agronegócio.

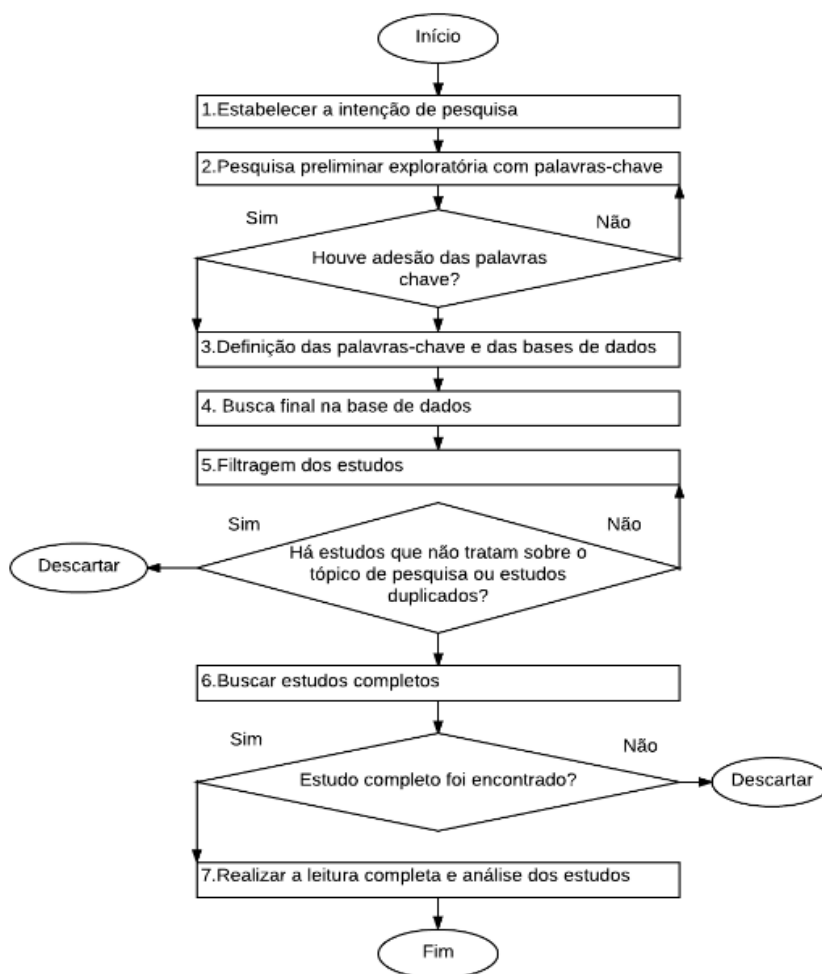
3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia proposta para a pesquisa foi:

- Levantamento de estudos que abordam Leis, Regulamentos, Normativas inerentes à rastreabilidade de produtos, geoinformação e infraestrutura de dados geoespaciais;
- Análise de softwares que integram manualmente as informações de geo-rastreabilidade.
- Análise do Framework RastroGrão para definição da geoinformação inerente as fases pertinentes para integração da geoinformação.

Para realizar o levantamento dos estudos foi aplicada abordagem sistemática de revisão da literatura, o método adotado é uma adaptação do método proveniente do estudo de Pagani et.al. (2015). A Figura 5 apresenta as fases do método aplicado.

FIGURA 5 - MÉTODO DE REVISÃO SISTEMÁTICA ADOTADO



Fonte: O autor

Na primeira fase foi estabelecida a intenção de pesquisa, consistindo no levantamento de informações de rastreabilidade de alimentos, com maior ênfase em geoinformações e infraestrutura de dados geoespaciais. Na segunda fase foi realizada busca exploratória das palavras-chave e bases de dados.

Foram definidas, na terceira fase, as bases de dados a serem utilizadas seriam *Science Direct* e *ACM Digital Library*. Também, foram realizadas buscas no Portal de Periódicos Capes e no Google Acadêmico, as palavras-chave definidas foram: “Rastreabilidade”, “Agricultura”, “Tecnologias”, “Geoinformação”, “Dados geoespaciais”, “Integração dados geoespaciais”, “Padrões”, “Regulamentos”, “Geographical traceability”, “Geotraceability”, “Spatial data infrastructures”, “Agriculture”. O Quadro 2, apresenta a definição das combinações de palavras-chave, as buscas foram realizadas combinando duas ou mais palavras-chave com o operador lógico “AND”.

QUADRO 2 - DEFINIÇÃO DAS COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE

Combinação de palavras-chave	
1	<i>Traceability and agriculture</i>
2	<i>Geoinformation and agriculture</i>
3	Geoinformação and agricultura
4	<i>Geographical traceability and agriculture</i>
5	<i>Geotraceability and agriculture</i>
6	Tecnologias and integração dados geoespacias
7	<i>Spatial data Infrastructures and dados geoespacias</i>
8	Padrões dados geoespaciais
9	Regulamentos infraestrutura dados espaciais
10	Dados geoespaciais
11	Integração dados geoespaciais

Fonte: O autor

Na Fase 4 As buscas foram realizadas na quarta fase, conforme definido na fase anterior. Na quinta fase, foi realizada a Filtragem dos estudos utilizando critérios de seleção pré-definidos. O Quadro 3, apresenta esses critérios.

QUADRO 3 - CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Critérios para Seleção dos Estudos	
1	Os estudos devem ser teses de doutorado, dissertações, artigos de periódicos ou anais de congresso.
2	O material deve ter sido publicado em uma das bases de dados definidas na terceira fase.
3	A linguagem utilizada no estudo deve ser inglês, português, francês ou espanhol.
4	O estudo deve ter sido publicado entre os anos de 2000 e 2017.
5	Estudos devem estar disponíveis na web.

6	Estudos devem conter uma das palavras-chave no título, resumo ou palavras-chave.
7	Os estudos devem abordar Geo-Rastreabilidade, rastreabilidade geográfica, geoinformação, rastreabilidade, integração de dados geoespaciais, infraestrutura de dados espaciais.

Fonte: O autor

O Quadro 4, apresenta os estudos que abordam leis, regulamentos, tecnologias e padrões para integrar dados geoespaciais.

QUADRO 4 - ESTUDOS E NORMAS PARA INTEGRAR DADOS GEOESPACIAIS

Estudos para integração de dados geoespaciais	
1	Framework para integração de dados geoespaciais: Integração de dados geológicos
2	Arquitetura para integração de dados interligados abertos à INDE-BR
3	Interoperability through Web Services: Evaluating OGC Standards in Client Development for Spatial Data Infrastructures
4	DECRETO nº 6.666 de 27 de novembro de 2008
5	FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC). Content Standard for Digital Geospatial Metadata WorkBook
6	A tool for aligning geospatial RDF vocabularies
7	ISO/TC211. ISO 19128:2005 Geographic information - Web Map Server Interface.
8	ISO/TC211. ISO 19136:2007 Geographic information - Geography Markup Language
9	ISO/TC211. ISO 19142:2010 Geographic information -- Web Feature Service.
10	ISO/TC211. ISO 19143:2010 Geographic information -- <i>Web Coverage Service</i>
11	A Metadata for building the MultiMedia Patch Quilt
12	Infraestrutura de Dados Espaciais em Unidades de Conservação: uma proposta para disseminação da informação geográfica do Parque Estadual de Intervalos
13	OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM – OGC (2012).
14	Estudo dos principais conceitos sobre integração de dados geoespaciais
15	Metadados geoespaciais do Estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte: O autor

O Quadro 5 apresenta os Softwares resultantes do levantamento.

QUADRO 5 - ESTUDOS LEVANTADOS PARA COLETA DE INDICADORES GEOGRÁFICOS

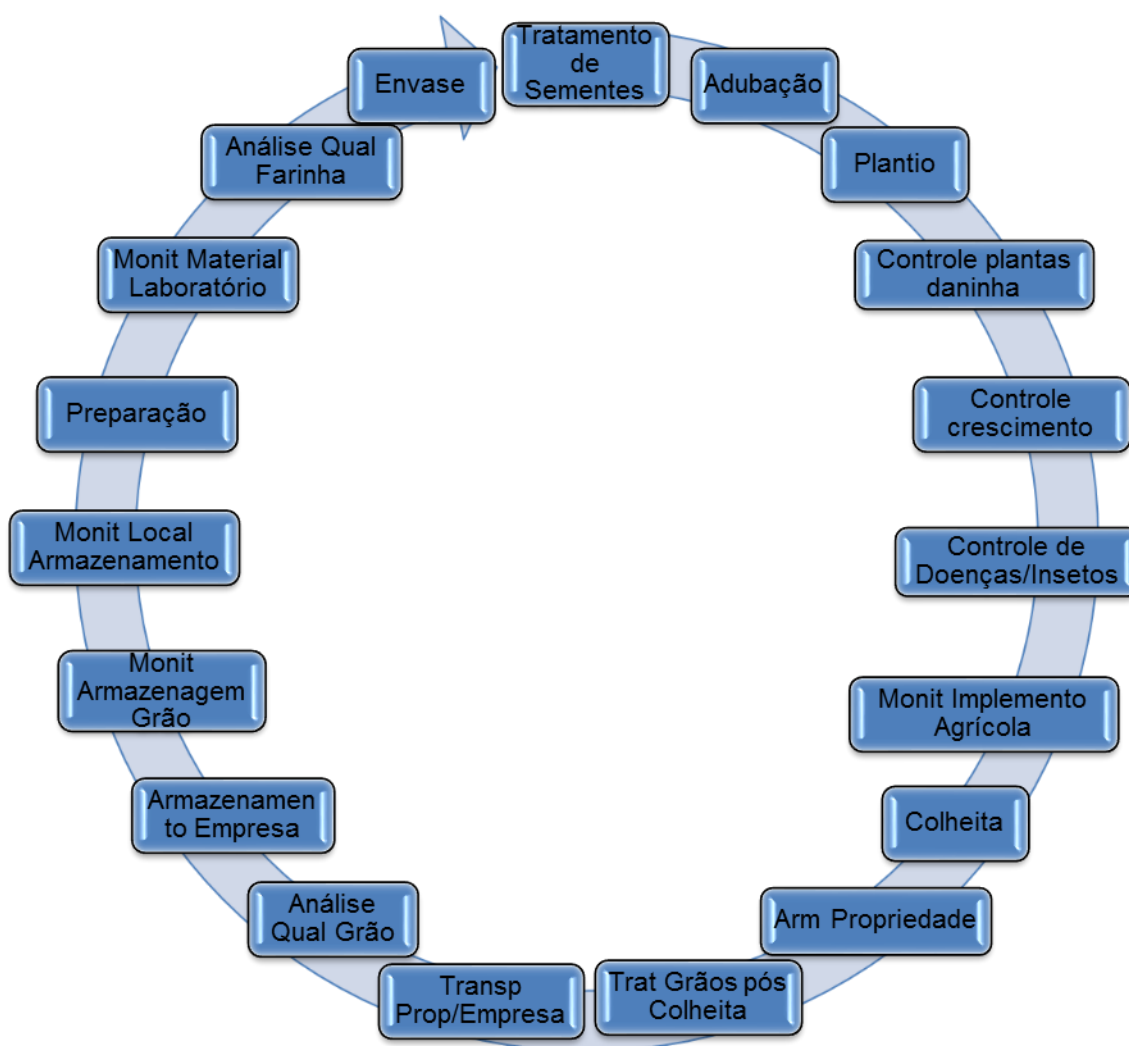
Estudos para análise de Softwares	
1	GeoTraceAgri e GTIS CAP - Geotraceability: an innovative concept for the qualification of crop production.
2	GeoRastro - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Embrapa Monitoramento por Satélites
3	GeoTraceAgri - Consumers' New Demand on Sustainable Traceability. Em: World Conference on Agricultural Information and it.
4	GeoWine - . Designing and deploying a secured VO for a wine geotraceability application e Demonstrator of the Geowine system
5	GeoFairTrade - World Fair Trade Organization e Mise en place d'un Système

	d'Information Géographique (SIG) sur plantation de thé en Ouganda
6	Geotraceability: an innovative concept to enhance conventional traceability in the agri-food chain
7	Creating Sustainable Agricultural Solutions: Landmapp and the Rural Farmer
8	Geotraceability in agricultural chains, an urgent demand in Brazilian agribusiness
9	Parage Project Assessing Agri-Environmental Impacts in the French West Indies and French Guiana

Fonte: O autor

Para definir os indicadores geográficos para o RastroGrão foram escolhidas em quais fases (Figura 5) da cadeia produtiva, levantadas no trabalho de Vaz (2014), poderá ser inserida a geoinformação. Foi estabelecido como critério de escolha, o local onde a fase é realizada, se a fase é realizada dentro de um local fechado, por exemplo, em laboratório, essa fase não será usada para a integração do processo de geo-rastreabilidade.

FIGURA 6 - FASES DO CICLO DA CADEIA PRODUTIVA DE GRÃOS



Fonte: Adaptado de Vaz (2014)

A estrutura especificada foi definida utilizando como base o Framework de Rastreabilidade RastroGrão (Vaz, 2014), considerando os conceitos de rastreabilidade e geoinformação, de maneira separada, visando a união desses para gerar a geo-rastreabilidade para o *Framework*, integrando de forma automática os dados geoespaciais disponibilizados por órgãos governamentais, por meio de geoserviços, garantindo segurança às informações acessadas pelos consumidores finais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

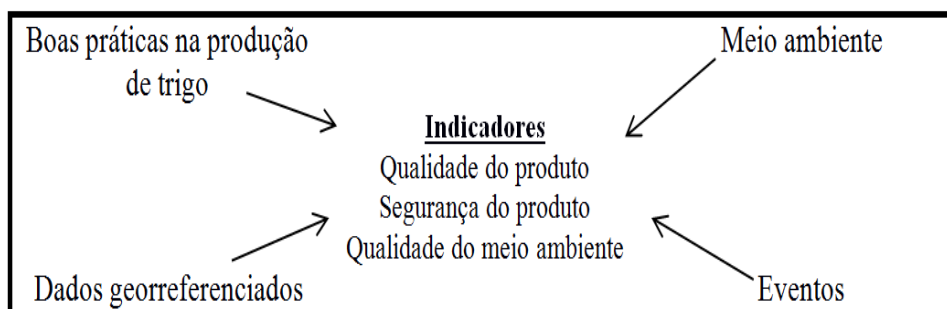
Nessa seção são apresentados os resultados, apresentando os indicadores de geo-rastreabilidade para o RastroGrão, a integração de dados geoespaciais e a análise comparativa com trabalhos correlatos.

4.1. INDICADORES DE GEO-RASTREABILIDADE NO RASTROGRÃO

Nos sistemas de rastreabilidade, a informação de um determinado produto está associada a um código exclusivo, permitindo que possa ser consultada a qualquer tempo na cadeia produtiva. Para sistemas de rastreabilidade com a geoinformação, o código deve conter informações geográficas e administrativas para caracterizar e identificar, em espaço e tempo, o produto que será consultado. Para garantir a disponibilidade de tais informações, a Geo-Rastreabilidade usa indicadores geográficos, em conformidade com as normas definidas, para integrar informações de fonte, qualidade e escala de observação (OMETTO et al., 2007).

Para estabelecer os indicadores de Geo-Rastreabilidade no RastroGrão é necessário obedecer às categorias (Figura 7):

FIGURA 7 - CATEGORIAS PARA COMPOR INDICADORES DE GEO-RASTREABILIDADE



Fonte: Otag (2008)

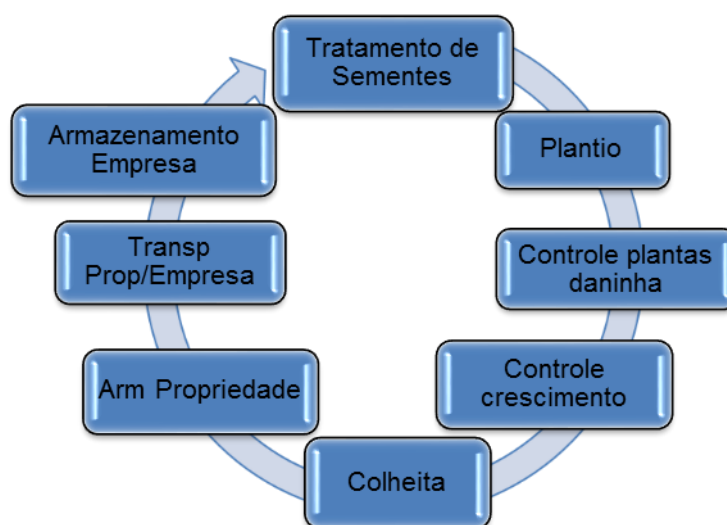
Os indicadores de Geo-Rastreabilidade envolvem a correlação entre um produto, uma parcela e seu ambiente. As incidências das práticas agrícolas no meio ambiente, incidências do ambiente na produção de grãos e influência das características do local de produção são analisadas. Assim, são considerados os aspectos do ambiente, como climáticos, topográficos e pedológicos, e os locais vizinhos aos dados, envolvendo os arredores da lavoura, como florestas, hidrografia e estradas, e os dados de eventos com a perspectiva temporal.

Para estabelecer os indicadores de Geo-Rastreabilidade, essa tecnologia faz uso dos conceitos de geoidentificador e de geoindicator. Um geoidentificador é definido com base em dois componentes. O primeiro componente contém informações sobre as características gerais do objeto geográfico e o segundo é o componente avançado referente ao editor de código ou aos dados de rastreabilidade inseridos pelo agente, para a unidade de produção.

O geoindicator é definido como um parâmetro quantitativo ou qualitativo, que fornece uma descrição geral do estado do ambiente ou de um produto, podendo ser usado para fins de inspeção (MAURIZI; VERREL, 2002).

Para definir os indicadores geográficos para o RastroGrão foram consideradas análises de trabalhos correlatos e as fases da cadeia produtiva escolhidas do trabalho de Vaz (2014). A Figura 8 apresenta as fases definidas para a integração do processo de geo-rastreabilidade, conforme os critérios pré-estabelecidos.

FIGURA 8 - FASES DEFINIDAS PARA INTEGRAÇÃO DE GEO-RASTREABILIDADE



As fases da cadeia de produção, consideradas como pertinentes para a aplicação da Geo-Rastreabilidade são: tratamento de sementes, plantio, colheita, armazenamento propriedade, controle plantas daninhas e crescimento, transporte propriedade/empresa e armazenamento empresa. Cada fase será complementada com o indicador geográfico adequado a suas características.

No Quadro 6, são apresentados os geoidentificadores e os geoindicadores assinalando com “x” a fase que cada indicador geográfico será integrado.

QUADRO 6 - INDICADORES GEOGRÁFICOS PARA O RASTROGRÃO

Atributos			Fases							
			Tratamento de Sementes	Plantio	Colheita	Armazenamento Propriedade	Controle plantas daninhas	Controle crescimento	Transporte Propriedade / Empresa	Armazenamento Empresa
Geoidentificador	1º componente	- longitude - latitude - altitude	x	x	x	x	x	x	x	x
	2º componente	- código	x	x	x	x	x	x	x	x
Geoindicadores	- Informações Meteorológicas		x	x	x	x	x	x	x	x
	- Hidrografia		x	x	x			x		
	- Florestas			x				x		
	- Estradas								x	
	- Perspectiva temporal		x	x	x	x	x	x	x	x
	- Topografia			x	x	x	x	x	x	

Fonte: O autor

Os geoidentificadores, compostos de primeiro e segundo componente, podem ser aplicados a todas as fases listadas, uma vez que os indicadores longitude, latitude, altitude e código definem a localização do produto e sua identificação, respectivamente.

O geoindicador de informações meteorológicas está relacionado às condições do tempo como a temperatura, a umidade e a pressão do ar, a velocidade e direção

do vento, tipo e quantidade de precipitação e o tipo e quantidade de nuvens. Esse indicador será considerado em todas as fases.

O geoindicador de hidrografia complementar as fases tratamento de sementes, plantio, colheita e controle crescimento, importante para tomada de decisão em relação à implantação de sistemas de irrigação ou ainda para segurança do desenvolvimento do produto, tendo como referência a qualidade da água.

O geoindicador florestas refere-se à existência de reservas florestais em volta da lavoura ou se o local é uma reserva florestal, esse fator auxilia para aumentar a eficiência do uso da terra, desenvolvimento de ações preventivas de combate à exploração da madeira e ao cumprimento de leis de reserva ambiental, complementando as fases de plantio e controle de crescimento.

O geoindicador estradas estará presente na fase de transporte propriedade/empresa, sendo fundamental para planejamento logístico e mudança ou abertura de novas estradas.

O geoindicador perspectiva temporal fará parte de todas as fases, com o objetivo de mostrar os acontecimentos, decorrente de um dado evento, com o passar do tempo.

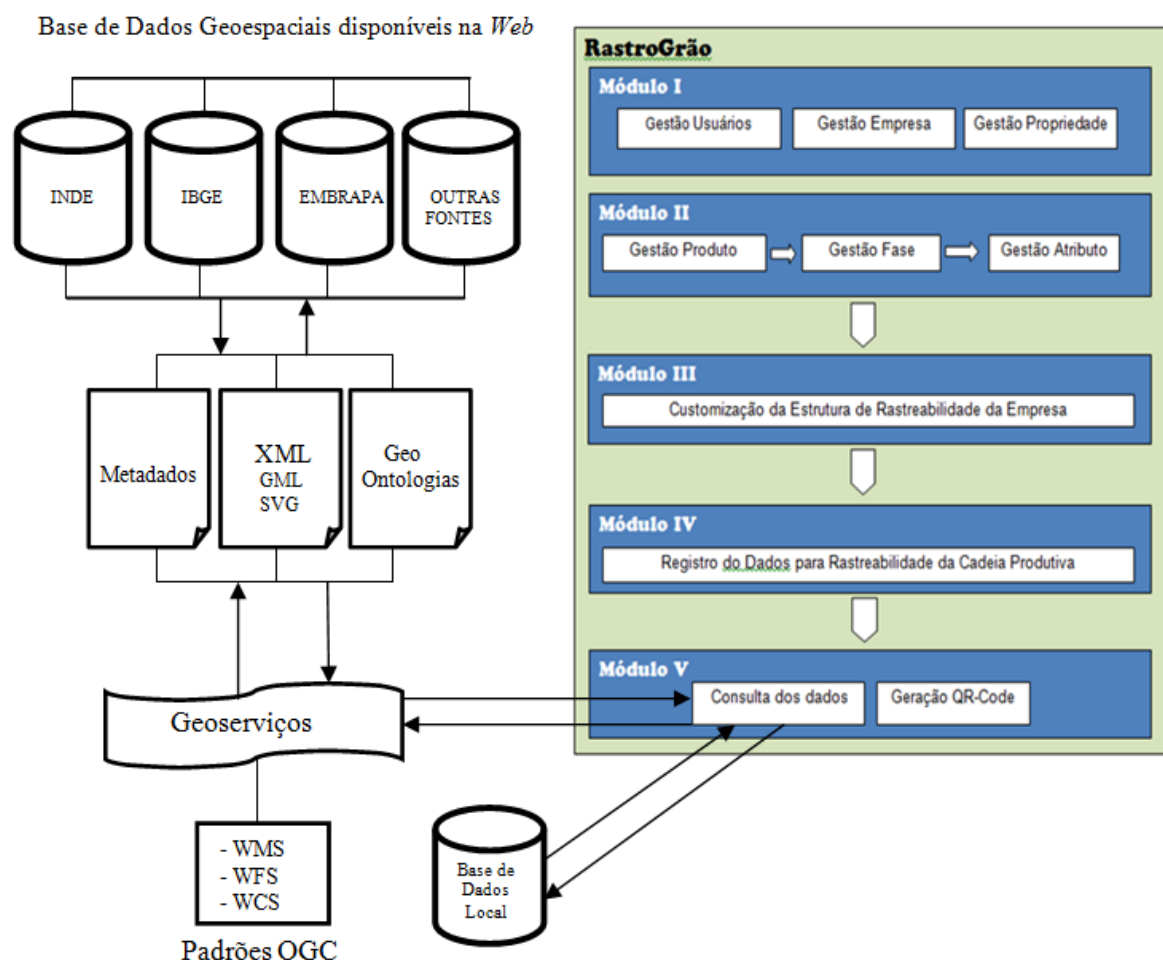
O geoindicador topografia será utilizado na fase de plantio, colheita, controle de plantas daninhas, armazenamento propriedade e transporte propriedade/empresa, sendo fundamental para determinar o relevo da plantação, e, por exemplo, colaborando para a tomada de decisão de quais equipamentos serão usados para a plantação, controle de plantas daninhas, colheita e transporte.

4.2. INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS

A estrutura especificada por Vaz (2014) possibilita a extensão para gestão de geoinformação, integrando dados geoespaciais (Figura 9).

A estrutura permite a captura de dados geográficos disponibilizados pelos órgãos públicos. Na captura, os dados serão solicitados por geoserviços, utilizando padrões de acordo com o tipo de informação desejada pelo usuário. Na sequência são utilizadas tecnologias para integração de dados geoespaciais, tais como o uso de metadados, Geo-Ontologia e as Linguagens *XML* e suas extensões *GML* e *SVG*. Os geoserviços permitirão a busca de informação em bases geoespaciais públicas disponíveis na WEB, tais como INDE, IBGE e EMBRAPA.

FIGURA 9 - EXTENSÃO DA ESTRUTURA RASTROGRÃO PARA INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS



Fonte: O autor

O Padrão WMS (ISO/TC211, 2005) especifica um serviço que produz dinamicamente mapas georreferenciados, disponibilizando o mapa solicitado na forma de imagem, nos Formatos PNG, GIF ou JPEG ou de forma vetorial utilizando a Linguagem SVG. Este padrão funciona com o uso de três funções principais: (i) *GetCapabilities*, retornando os metadados do serviço; (ii) *GetMap* retornando mapas com base em parâmetros geográficos e de representação estabelecidos; e (iii) *GetFeatureInfo* retornando atributos de feições específicas apresentadas no mapa.

O Padrão WFS (ISO/TC211, 2010) permite acesso à informação em nível de feições, nos mapas produzidos pelo Padrão WMS, por meio da Linguagem GML. As funções usadas nesse serviço são: (i) *GetCapabilities* retornando metadados do serviço; (ii) *DescribeFeatureType* recuperando a estrutura XML da feição; e (iii)

GetFeature obtém os dados em si, de acordo com os parâmetros solicitados, retornando o arquivo dos dados em formato *GML*.

O Padrão *WCS* (ISO/TC211, 2010b) estabelece o acesso a elementos em formato matricial, referindo-se a conteúdos que são do tipo geocampo, tais como, imagens de satélites e dados de elevação digital, permitindo a interoperabilidade entre os dados geoespaciais.

As geo-ontologias são consideradas para a integração de dados geoespaciais, pela existência de ontologias especificadas formalmente, permitindo aos especialistas traduzirem as ontologias para classes por meio da orientação a objeto e possibilitando encontrar classes que servirão para integração de dados geoespaciais. Também, oferece ao usuário final metadados referentes às informações disponíveis através do uso de *XML* (SOARES; TANAKA; BAIÃO, 2010).

4.3. TRABALHOS CORRELATOS

A Geo-Rastreabilidade foi aplicada em diversos projetos de software, com o intuito de vincular coordenadas geográficas (x,y) a todas as informações de rastreabilidade. A Câmara de Comércio e Indústria do Gers² (CCI) foi fundada em 1900 e é uma Organização Pública Local, de direito francês, localizada na região de Midi-Pyrénées. A CCI criou um Centro Tecnológico em Geomática - o centro Teleparc que é um departamento especializado em Geo-Rastreabilidade de produtos alimentares, desenvolvendo ferramentas de tecnologia de informação inovadoras para as comunidades rurais superarem seus desafios.

A CCI coordenou os Projetos de Software (TELEPARC, 2016) GeoTraceAgri, GTIS CAP, GeoFairTrade e GeoWine. No Brasil, a Embrapa foi a responsável pelo protótipo OTAG (OTAG, 2008) que fundamentou o Software GeoRastro (EMBRAPA, 2014).

O Software GeoTraceAgri definiu uma metodologia para amostragem, aquisição, utilização e processamento de dados georreferenciados, utilizados para gerar indicadores agroambientais. Para isso, considerou várias escalas de referência espacial, em lavouras de vinho e cereais, tais como a parcela agrícola, o campo, a bacia hidrográfica e a área de rótulo de origem controlada.

² Região mais rural da França.

A avaliação e a validação do Software GeoTraceAgri foi realizada pela aplicação em áreas pilotos, por grupos de usuários. Esse software contribuiu para a realização da Geo-Rastreabilidade, associando informações de natureza geográfica aos dados tradicionais de rastreabilidade, além de apoiar a agricultura e a promoção sustentável de território.

O Software GTIS CAP – Sistema de Geo-Rastreabilidade Integrado para a Política Agrícola Comum estabeleceu e criou um sistema de informação integrado que beneficiou tanto aos organismos administrativos europeus e nacionais responsáveis pela Política Agrícola Comum, como aos produtores de produtos vegetais e animais.

O principal objetivo do GTIS CAP foi desenvolver protótipos avançados de sistemas integrados com Geo-Rastreabilidade para satisfazer requisitos de gestão, acompanhamento e controle da CAP e que forneça aos usuários valor agregado na gestão de sua produção.

O Software contribui para validar a proposta do GeoTraceAgri, associando os dados de rastreabilidade convencional de uma parcela de produção a dados adicionais resultantes das imagens de satélite, com o intuito de definir indicadores simples de Geo-Rastreabilidade, para contribuir com soluções de problemas referentes ao ambiente das parcelas de produção.

O Software GeoFairTrade foi modelado para atender as demandas de seleção de indicadores de desenvolvimento sustentável, usando dados espaciais relacionados com a feira social, econômico e ambiental, adaptando o conceito de Geo-Rastreabilidade, para auxiliar os produtores no comércio justo, fornecendo informações das parcelas agrícolas, por meio do conhecimento do contexto geográfico da região em que foi produzido determinado produto. Contribui para o desenvolvimento sustentável por meio de melhores condições de troca e garantia dos direitos para produtores e trabalhadores à margem do mercado.

O Software GeoWine foi desenvolvido antecipando as diretivas da Comissão Europeia relativas a produção de vinho, tais como melhorar a qualidade, reformar e simplificar a rotulagem de garrafas, prevenir a falsificação de vinho em determinados países e desenvolver parceria entre as empresas de pesquisa.

O Software GeoWine desenvolveu um sistema de geo-rastreabilidade para autenticação de vinho, propiciando aos produtores uma ferramenta para agregar valor ao produto, permitindo certificar a origem geográfica, para fornecer aos

consumidores informações seguras sobre as boas práticas aplicadas pelos produtores de vinho.

O GeoWine disponibiliza informações inerentes ao ambiente de produção, em seu geoportal, tais como dados de rastreabilidade e dados analíticos e de aplicações específicas, permitindo o acesso rápido aos dados multidisciplinares de diferentes fontes. O acesso pode ser feito por administrações regionais e nacionais, instituições de pesquisa, serviços públicos e em produtores e suas associações.

O GeoWine permite acesso aos dados e às informações necessárias, tais como o cálculo de geoindicadores, permitindo informar se a uva está se deslocando para um vinho de alta qualidade ou se servirá para originar vinhos brancos ou vermelhos, dependendo, por exemplo, da altitude das parcelas, a sua inclinação ou a tipologia do seu solo, além do compartilhamento de serviços de infraestrutura de Tecnologia de Informação, de forma padronizada entre parceiros.

No Brasil, o OTAG - *Operational Management and Geodecisional Prototype to Track and Trace Agricultural Production* é um protótipo de geodecisão para rastrear a produção agropecuária, utilizando equipamentos eletrônicos, com tecnologias de georreferenciamento, na cadeia de bovino de corte, assim como na aquisição, armazenamento e análise dos dados da movimentação bovina (EMBRAPA, 2014).

Com base no Protótipo OTAG, foi desenvolvido o Software GeoRastro de geodecisão para a gestão operacional da produção extensiva de bovinos, juntamente com os padrões de aquisição, tratamento e difusão das informações, visando os desafios globais de rastreabilidade e registro de riscos emergentes da bovinocultura de corte, melhorando o uso de geoinformação (OTAG, 2008).

O Quadro 7 apresenta uma análise comparativa entre os softwares de integração de Geo-Rastreabilidade estudados, focando o objetivo do software, as fases em que aplicam a geoinformação e as tecnologias envolvidas. Também é possível verificar as fases da rastreabilidade que podem ser integradas a georastreabilidade no RastroGrão.

QUADRO 7- COMPARAÇÃO ENTRE OS SOFTWARES ANALISADOS QUE INTEGRAM A GEO-RASTREABILIDADE

Software	Objetivo	Fases de aplicação da geoinformação						Tecnologias envolvidas
		Produção	Colheita	Pós-colheita			Distribuição	
				Transporte	Armazenamento	Processamento		
GeoRastro	Controlar a qualidade da carne bovina	x	*	*	*	*	*	Equipamentos eletrônicos
GeoTraceAgri	Definir uma metodologia para a amostragem, aquisição, utilização e tratamento de dados georreferenciados que serão usados para gerar indicadores agroambientais em diversas escalas geográficas.	x	*	*	*	*	*	Geoprocessament o Sensoriamento Remoto
GeoWine	Definir vinhos de qualidade por meio de indicadores	x	*	*	*	*	*	QR-code Geoprocessamento
GTIS CAP	Definir e criar um sistema integrado de informação que auxilie tanto os órgãos administrativos europeus como nacionais responsáveis pela Política Agrícola Comum, e aos produtores de produtos vegetais e animais.	x	*	*	*	*	*	Sensoriamento Remoto Imagens de satélites
GeoFairTrade	Desenvolver novos indicadores sociais, econômicos e ambientais baseados em transparência para melhorar comércio justo.	x	*	*	*	*	*	GPS Mapas
RastroGrão	Rastrear o processo produtivo de grãos	x	x	x	x	x	x	Bases de dados geoespaciais públicas

* Não mencionada na literatura analisada.

Fonte: O autor

O Software GeoTraceAgri estabelece o padrão para aplicação da Geo-Rastreabilidade em softwares para agricultura. O Software GeoWine foi desenvolvido usando a metodologia proposto no Software GeoTraceAgri, assim como o GTIS CAP, ambos com finalidades diferentes, embora voltados para agricultura.

O Software GeoFairTrade, foi desenvolvido para apoiar o agricultor em relação a venda no comércio justo. A geoinformação aplicada nos Softwares analisados cobre, principalmente, a fase de produção.

Os Softwares apresentados utilizam diversas tecnologias para aquisição de dados, entre elas, dispositivos eletrônicos para armazenamento da movimentação de cada bovino no pasto, permitindo verificar as condições de produção bovina, no GeoRastro.

O GeoWine faz uso da tecnologia QR-Code para que os consumidores finais possam acessar via internet todas as informações de vinho presentes na garrafa que o mesmo adquiriu. O sensoriamento remoto e geoprocessamento são usados nos Softwares GeoTraceAgri, GTIS CAP e GeoWine. No GeoFairTrade são utilizados GPS e Mapas.

No RastroGrão a geo-rastreabilidade é realizada nas fases de produção, colheita, transporte, armazenamento, processamento e distribuição. A informação integrada ao RastroGrão através dos órgãos públicos, contempla os agentes da cadeia produtiva em qualquer uma das fases, ou seja, em algum momento do trajeto de determinado agente, a informação auxilia na tomada de decisão. O consumidor final tem informações precisas e detalhadas em relação ao produto que adquiriu.

A geo-rastreabilidade foi usada em todos os Softwares na fase de produção. Para a validação de cada modelo, foi realizada a implantação piloto em áreas pertinentes de cada região, possibilitando a aquisição de dados para cada sistema.

O RastroGrão apresenta geo-rastreabilidade para as etapas de produção, colheita, transporte, armazenamento, processamento e distribuição, integrando os dados geoespaciais e visando a disponibilidade de informações inerentes aos indicadores levantados (Seção 4.1).

A geoinformação nos softwares analisados é aplicada de forma manual e somente na fase de produção, para o RastroGrão é possível realizar a integração da Geo-Rastreabilidade em todas as fases da rastreabilidade na cadeia produtiva com informações advindas de fontes confiáveis.

Além da análise de software que integram a geo-rastreabilidade manualmente, foram analisados trabalhos que integram dados geoespaciais com o uso das tecnologias apresentadas na Seção 2.3. Camboim (2013) desenvolveu uma arquitetura para realizar buscas de ontologias e integrar os dados geoespaciais publicados na INDE-BR e os dados interligados abertos, utilizando a linguagem

XML. Com isso, o dado disponível permanece de forma colaborativa e disponível para a sociedade.

Giannopoulos et al. (2014) desenvolveram um sistema que reconhece diferentes representações de coordenadas geográficas, com a aplicação de expressões regulares e ontologias de alinhamento, e usando a Linguagem XML. O sistema faz o reconhecimento de coordenadas e transforma o dado, por meio do processamento e análise dos dados geoespaciais, de maneira uniforme.

Antoniali (2015) propôs um *Framework* para integração de dados geoespaciais, para integrar dados geológicos, com a utilização de ontologias, usando alinhamento de ontologias e a Linguagem XML.

Além de trabalhos envolvendo ontologias para integração de dados geoespaciais, há trabalhos usando metadados e a Linguagem XML e suas extensões – GML e SVG. Nakamura (2010) elaborou uma proposta de IDE, para o compartilhamento de dados geográficos para o Parque Estadual de Intervales – SP.

Speranza et. al. (2012) utilizaram padrões e softwares para catalogar metadados geoespaciais de dados temáticos, para melhoria da organização e da qualidade dos dados, evitando duplicidade, e para incentivar a interoperabilidade entre sistemas.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Há vários regulamentos e normas que envolvem a questão da segurança alimentar, tendo como foco principal, estabelecer adequações para que o processo de rastreabilidade de alimentos seja cumprido de maneira eficiente. As regulamentações para segurança alimentar da União Européia são mais rigorosas, quando comparadas as do Brasil, exigindo dados de rastreabilidade desde a sementeira agrícola ao consumidor. Para fazer cumprir esse padrão, os órgãos responsáveis têm sistemas de controle eficazes permitindo avaliar se as normas estabelecidas, tanto internamente quanto em países que exportam para a UE, estão sendo respeitadas e atendidas. Para os países da UE quanto mais informações é disponibilizada sobre a segurança e qualidade de determinado produto, mais facilmente esse produto será aceito no mercado. O processo de geo-rastreabilidade oferece mais informações sobre o produto do que o processo de rastreabilidade convencional.

Todos os softwares analisados integram a geo-rastreabilidade na fase de produção, a especificação definida nesse trabalho estabelece que o processo de geo-rastreabilidade seja integrado a todas as fases de rastreabilidade, permitindo disponibilizar maiores informações em todas as fases. Essas informações em abrangendo todas as fases da rastreabilidade na cadeia de produtiva, poderá a qualquer momento do processo, ser útil para determinado agente da cadeia produtiva, bem como para informar algo específico ao consumidor final.

Nesta dissertação foi realizada a extensão do Framework de Rastreabilidade de Grãos – RastroGrão (VAZ, 2014), com acréscimo da geo-rastreabilidade, possibilitando aos agentes da cadeia e consumidores finais, a disponibilidade de informações precisas sobre os produtos que consomem, com verificação do local e entorno do local, onde foram produzidos, transportados e armazenados, além das práticas envolvidas na produção dos produtos. As informações disponibilizadas caracterizam as influências do meio ambiente e a percepção de como determinados ambientes influenciam as características dos produtos.

Como perspectivas de trabalhos futuros sugere-se: (i) Implementar a integração de dados geoespaciais utilizando as tecnologias fundamentadas; (ii) Testar a integração dos dados geoespaciais usando o conceito de internet das coisas, utilizando a arquitetura cliente-servidor e banco de dados NoSQL; (iii) Implementar algoritmos de inteligência artificial para busca de geo-ontologias; e (iv) Adicionar o módulo do Google Earth para exploração de dados em tempo real.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIALLI, R. C. Framework para integração de dados geoespaciais: Integração de dados geológicos. 2015, 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – UNESP, Rio Claro, 2015.

BORGES, K. A. V. Modelagem de dados geográficos: Uma Extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas. 1997, 139 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. A.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R.; CASANOVA, M. Bancos de dados geográficos. Curitiba: MundoGeo, 2005.

CAMBOIM, S. P. Arquitetura para integração de dados interligados abertos à INDEBR. 2013, 141 f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

DAVIS Jr., C. A.; ALVES, L. L. Interoperability through Web Services: Evaluating OGC Standards in Client Development for Spatial Data Infrastructures. In: PROCEEDINGS OF BRAZILIAN SYMPOSIUM ON GEOINFORMATICS. Anais, Minas Gerais, 2006.

DEBORD M. Consumers' New Demand on Sustainable Traceability. In: WORLD CONFERENCE ON AGRICULTURAL INFORMATION AND IT; 2008, Japan. Anais. Japan, 2008, p. 23-26.

DECRETO nº 6.666 de 27 de novembro de 2008. Institui a Infra Estrutura Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 nov. 2008. Seção 1, p.57.

ECKSCHMIDT, Thomas., et al. O Livro Verde de Rastreamento: conceitos e desafios. 1a. edição. São Paulo. Livraria Varela, 2009.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Projeto internacional de Geo-Rastreabilidade participa de Expoagro na Argentina - Portal Embrapa. 2010. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18117989/projeto-internacio nal -de-Geo-Rastreabilidade-participa-de-expoagro-na-argentina](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18117989/projeto-internacio%20nal%20de-Geo-Rastreabilidade-participa-de-expoagro-na-argentina). Acesso em 20 de Novembro 2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Monitoramento por Satélites – Portal Embrapa. 2014. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/georastro/conteudo/resumo.html>> Acesso em 15 de Outubro de 2016.

FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE (FGDC). Content Standard for Digital Geospatial Metadata WorkBook. Reston, VA. Disponível em: <<https://www.fgdc.gov/metadata>>. Acesso 16 de Março de 2017.

GIANNOPOULOS, G. et al. FAGI-tr: A tool for aligning geospatial RDF vocabularies. In: ESWC 2014. 2014, London: IMIS Institute, "Athena" Research Center, 2014. p.5. Disponível em: <<http://2014.eswc->

conferences.org/sites/default/files/eswc2014pd_submission_35.pdf>. Acesso em: 15 de Março 2017.

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

HUBNER C., OLIVEIRA F.H. Gestão da Geoinformação em Implementações Multiusuários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2008, Florianópolis. Anais. Florianópolis, UFSC, 2008, p. 19-23

ISO 22005, 2007. Traceability in feed and food chain. General principles and basic requirements for system design and implementation. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO/TC211. ISO 19128:2005 Geographic information -- Web Map Server Interface. ISO/TC211, 2005

ISO/TC211. ISO 19136:2007 Geographic information -- Geography Markup Language (GML). ISO/TC211, 2007.

ISO/TC211. ISO 19142:2010 Geographic information -- Web Feature Service. ISO/TC211, 2010.

ISO/TC211. ISO 19143:2010 Geographic information -- *Web Coverage Service* ISO/TC211, 2010b.

KASHYAP, V.; SHAH, K.; SHETH, A. Metadata for building the MultiMedia Patch Quilt. In: Jajodia S, Subrahmanian V S (eds) *Multimedia Database Systems: Issues and Research Directions*. Springer-Verlag, 1995, p. 297-319

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 27, de 30 de agosto de 2010. Estabelecer as diretrizes gerais com vistas a fixar preceitos e orientações para os programas e projetos que fomentem e desenvolvam a Produção Integrada Agropecuária (PI-Brasil).

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Plano Agrícola e Pecuário 2013 / 2014. Brasília – DF, 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/indicacao-geografica>> Acesso em: 02 de Outubro de 2016.

MAURIZI B., VERREL, J.L. Des indicateurs pour les actions de maîtrise des pollutions d'origine agricole. 2002, p. 13-14.

NAKAMURA, E.T. Infraestrutura de Dados Espaciais em Unidades de Conservação: uma proposta para disseminação da informação geográfica do Parque Estadual de Intervalos – SP. 2010. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM – OGC (2012). Disponível em: <<http://www.opengeospatial.org/standards/gml>> Acesso: 08 de Março de 2017.

OGER, R. et al. Geotraceability: an innovative concept to enhance conventional traceability in the agri-food chain. *Biotechnology Agronomy Society Environment*. França, v. 14, 633-642, 2010.

OMETTO, A. et al. Geotraceability and life cycle assessment in environmental life cycle management: towards sustainability[Internet]. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-geral/-/busca/Geotraceability?buscaPortal=Geotraceability>>. Acesso em 1 fev 2017.

OTAG REPORT, 2008. Traceability in beef production and crisis management in bovine sector: state of art. OTAG Project Report. 2008.

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.

RESENDE, F. M. de A. Rastreabilidade e Segurança do Alimento: uma investigação em um contexto de perigo moral. In: *SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL*, 2008, Rio Branco. Anais. Rio Branco: Sober, 2008.

SOARES, P.; TANAKA, A.; BAIÃO, F. Estudo dos principais conceitos sobre integração de dados geoespaciais. Relatório Técnico do Departamento de Informática, 2010, 38 f. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2010.

SPERANZA, E. A. et al. Metadados geoespaciais do Estado de Mato Grosso do Sul. In: 4º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2012, Bonito. Anais. Bonito: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2012, p. 395-404.

TELEPARC: Geomatics centre - European Geomatics center of Gers - European projects GeoTraceAgri – Geotraceability; Geo Fair Trade: Geomatics & The Fair Trade Industry; GTIS CAP: Geotraceability, Common Agricultural Policy [Internet]. 2016. Disponível em: <http://www.teleparc.net/index.php?option=com_projets&task=%20view_projet_tab&id=%2013&%20toc=1&toc_type=%203&toc_val=4>. Acesso em: 30 de Outubro de 2016.

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

TÔSTO, S.G., et al. Geotecnologias e Geoinformação: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. 2014, 256 p.

VAZ, M. C. S. Especificação de um Framework para Rastreabilidade da Cadeia Produtiva de Grãos. 2014, 87f. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2014.

W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification. Versão 1.1. 2003.