



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**A APLICAÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS COMO  
APOIO À LOGÍSTICA**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**Marcelo Brites Güntzel de Freitas**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

# **A APLICAÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS COMO APOIO À LOGÍSTICA**

**Marcelo Brites Güntzel de Freitas**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração em Tecnologia da Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Geomática**

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Monografia de Especialização

**A APLICAÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS COMO  
APOIO À LOGÍSTICA**

elaborada por  
**Marcelo Brites Güntzel de Freitas**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Especialista em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Pedro Roberto de Azambuja Madruga, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

---

**José Sales Mariano da Rocha, Dr. (UFSM)**

---

**Cleonir Martins Carpes, Dr<sup>a</sup> (UFSM)**

Santa Maria, 10 de janeiro de 2012.

Dedico ao meu primeiro professor, meu Pai. Este homem mudou a trajetória da minha vida em todos os sentidos. Foi, e sempre será, o alicerce de uma educação que jamais encontrarei em lugar algum. Ao meu orientador, que me deu as oportunidades e atenção nunca antes dada, como meu pai.

## **AGRADECIMENTOS**

A todos àqueles que contribuíram de uma forma ou de outra para que este humilde estudante aprimorasse o conhecimento com técnica e eficiência, e em especial ao meu orientador Professor Doutor Pedro Roberto de Azambuja Madruga, pelas orientações e pelas boas risadas nas viagens que temos feito. És um ótimo companheiro, onde as distâncias são atenuadas pelo bom humor e a boa conversa.

Aos meus respeitados professores pela transmissão do conhecimento e, principalmente, ao Professor Rocha, a quem nutro uma admiração enorme.

Aos amigos, e que nestes tempos de correria, não conseguimos juntar muitos, mas os poucos que me fazem costado nos momentos mais difíceis o meu mais profundo respeito e admiração.

A minha filha Maria Eduarda, a Duda, pelos momentos de cansaço em que, na sua tenra idade já sabia fazer cafuné para aliviar os meus dias pesados de campo e de leitura.

Agradeço a ti, que sabe quem és, pelo amor que me tens compartilhado e me querido bem.

**“Se vi mais do que os outros é porque estava apoiado nos ombros de gigantes”.**

(Isaac Newton)

## **RESUMO**

Monografia de Especialização  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **A APLICAÇÃO DAS GEOTECNOLOGIAS COMO APOIO À LOGÍSTICA**

**AUTOR: MARCELO BRITES GÜNTZEL DE FREITAS**

**ORIENTADOR: PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA**

**Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de janeiro de 2012.**

Na indústria dos transportes a análise geográfica é a chave para obter as melhores decisões. Seja para monitorar sistemas de caminhos de ferro e condições de estradas, descobrir a melhor rota para entregar mercadorias e serviços, gestão e monitoramento de frotas, ou para fazer a manutenção de redes de transportes. Perceber estes procedimentos numa perspectiva geográfica é crucial para a gestão de custos e de recursos, uma vez que estes são a chave do sucesso em qualquer negócio. E na agricultura não é diferente. A localização de clientes, armazéns, veículos (através de integração de dados de GPS), otimização de circuitos e geração de dados estatísticos e descritivos sobre toda a informação, são algumas das vantagens na utilização desta tecnologia, a qual tem como objetivo a redução da quilometragem, redução de over-times, melhores circuitos, maior satisfação do cliente, maior número de pontos visitados por dia e maior locação dos recursos móveis no terreno. Pela importância da aplicação das geotecnologias na logística é que o projeto trabalhou a atualização da malha viária, rede de drenagem, uso do solo, fazendo um cruzamento destas informações geográficas para mostrar a necessidade de se manter atualizado dados geográficos para subsidiarem decisões sobre políticas públicas e projetos de desenvolvimento regional.

**Palavras-chave:** Transportes. Logística. Geotecnologias. GPS.

## **ABSTRACT**

Monografia de Especialização  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **THE APPLICATION OF GEOTECHNOLOGY AS LOGISTICS SUPPORT**

AUTOR: MARCELO BRITES GÜNTZEL DE FREITAS  
ORIENTADOR: PEDRO ROBERTO DE AZAMBUJA MADRUGA  
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 25 de janeiro de 2012.

In the transport industry geographic analysis is the key to getting the best decisions. Systems is to monitor the railways and road conditions, find the best route to deliver goods and services, fleet management and monitoring, or to the maintenance of transport networks. Understanding these procedures in a geographical perspective is crucial for the management of costs and resources, since these are the key to success in any business. And agriculture is no different. The location of customers, warehouses, vehicles (through integration of GPS data), circuits optimization and generation of statistical data and descriptive information on all, are some of the advantages in using this technology, which aims at reducing mileage, over-reduction teams, the best circuits, higher customer satisfaction, greater number of points visited by day and location of the largest mobile resources on the ground. Given the importance of the application of geo logistics in that the project worked to upgrade the road network, drainage network, land use, making a crossing of these geographic information to show the necessity of keeping up geographic data to assist in policy decisions and regional development projects.

**Keywords:** Transport. Logistics. Geotechnology. GPS.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Total de Veículos em circulação por município .....	12
Figura 2 – Matriz modal do Brasil .....	14
Figura 3 – Matriz modal do RS .....	14
Figura 4 – Rede Rodoviária do RS.....	15
Figura 5 – Movimentação mercadorias Porto de Rio Grande .....	16
Figura 6 – Hidrovias, Portos e Aeroportos do RS .....	17
Figura 7 – Características das Rodovias no RS.....	19
Figura 8 – Evolução da frota gaúcha de veículos.....	19
Figura 9 – Malha ferroviária do RS.....	21
Figura 20 – Mapa Multimodal do RS.....	22
Figura 31 – Localização da Área objeto de estudo.....	49
Figura 42 – Mosaico do Limite de Santa Maria .....	52
Figura 53 – Imagem coletada a 5 km .....	53
Figura 64 – Mapa do Uso do Solo de Santa Maria.....	54
Figura 75 – Tabela do Uso do Solo de santa Maria.....	55
Figura 86 – Mapa da Malha viária de Santa Maria, .....	55
Figura 97 – Tabela da quilometragem no ArcGIS .....	56
Figura 108 – Gargalos Logísticos.....	57
Figura 119 – Proposta de Plataforma Multimodal .....	59
Figura 20 – Sugestões de Plataforma Multimodais.....	59

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Aplicações para o Gerenciamento Logístico .....	31
Quadro 2 – Aplicações Gerais de SIG para Logística .....	32

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Localização da Área objeto de estudo. ....	63
APÊNDICE 2 – Mosaico do município de Santa Maria com limite fixado.....	64
APÊNDICE 3 – Imagem coletada a uma altura de 5 km. ....	65
APÊNDICE 4 – Mapa de uso do solo de Santa Maria. ....	66
APÊNDICE 5 – Mapa da malha viária de Santa Maria. ....	67
APÊNDICE 6 – Gargalos Logísticos. ....	68
APÊNDICE 7 – Proposta de plataforma multimodal.....	69
APÊNDICE 8 – Sugestões de plataformas multimodais.....	70

## SUMÁRIO

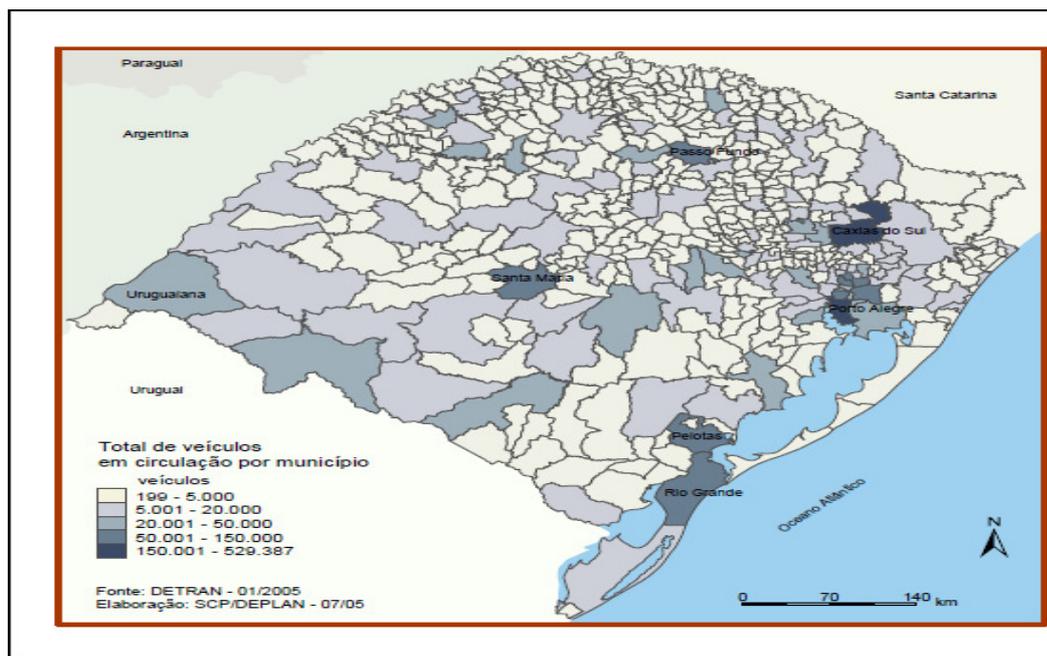
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>23</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>48</b>
3.1.	Materiais .....	50
3.1.1.	Imagem de Alta Resolução .....	50
3.1.2.	Cartas Topográficas .....	50
3.1.3.	Aplicativos Computacionais .....	50
3.1.4.	Receptores GPS .....	50
3.1.5.	Métodos .....	51
3.1.6.	Procedimentos de Campo e Coleta de Dados .....	51
3.1.7.	Trabalho de Laboratório .....	51
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>54</b>
<b>5.</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Devido à importância geográfica econômica considerando as suas rotas logísticas, principalmente rodoviária, ferroviária e aérea é que foi decidido pesquisar e realizar este trabalho de atualização de malha viária e proposta de terminais multimodais logísticos.

A pesquisa atualizou a malha viária de Santa Maria, em virtude de esta cidade possuir a segunda maior frota de veículos do Estado (DETRAN, 01/2005), e uma extensa malha viária, onde então a questão logística de transportes deve ser considerada, na cadeia produtiva, como fator custo, e relevante para a tomada de decisões, tanto do poder público quanto privado.

Figura 12 – Total de veículos em circulação por município



Fonte: DETRAN- 01/2005

Também, é fator relevante, a ser considerado, as questões que envolvem o agronegócio, onde este têm experimentado significativos avanços na melhoria de processos e, conseqüentemente, redução de custos e aumento da qualidade dos produtos nas estruturas produtivas rurais. Estruturação de redes de pesquisa, avanços gerenciais e mercados mais transparentes, dentre outros fatores, moldaram agronegócios bem estruturados e competitivos.

Porém, recentemente, um novo desafio tem se apresentado. Com a abertura da economia, o agronegócio brasileiro tem passado por uma série de transformações, implicando preocupações com o desenvolvimento e o fortalecimento de forças competitivas, e isso leva as empresas a perceberem a necessidade de redução de custos e melhoria na qualidade e eficiência da distribuição de seus produtos.

Com o crescimento desta competitividade empresarial, torna-se cada vez mais necessário o investimento em ferramentas que propiciem melhores condições de disputa mercadológica. Além disso, ao observar a era da informação em que se vive, tem-se a conclusão de que as empresas que investem pouco em tecnologia, provavelmente serão superadas pela concorrência.

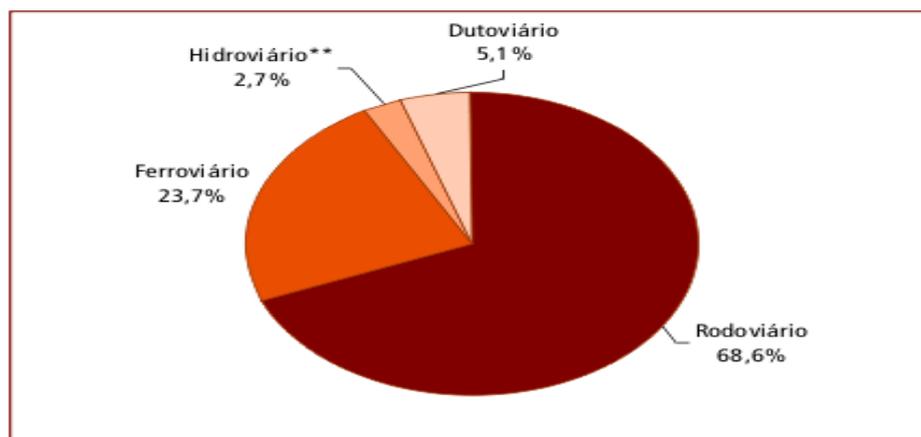
Em razão desse processo, verifica-se um crescimento da demanda por transportes, sendo este uma variável decisiva para a competitividade dos produtos frente à concorrência de outros países, dentro das preocupações logísticas. A adequada disponibilidade dos serviços de transporte pode proporcionar um conjunto de novos investimentos, que podem levar ao incremento do desenvolvimento da sociedade e do agronegócio no país, dada a repercussão inter setorial dos serviços disponibilizados.

A questão do transporte é singular para a economia agrícola, pois, diante do processo de integração de mercados, observou-se um crescimento das fronteiras agrícolas. Os negócios agropecuários ocuparam as regiões Norte e Centro-Oeste e enormes áreas do Nordeste brasileiro.

Mello (1984) chama a atenção para as especificidades que envolvem o agronegócio e os transportes. Dadas algumas peculiaridades da matéria-prima agrícola, como sazonalidade da produção e conseqüentemente sobre a demanda de transporte, perecibilidade de seus produtos, forte sensibilidade aos preços internacionais e produção pulverizada espacialmente, as estratégias de aumento de produção agrícola, requerem planos concomitantes de escoamento e armazenagem da produção.

Pode-se observar que a matriz modal, tanto do Brasil, quanto do Rio Grande do Sul, possui uma característica principal rodoviária conforme figuras abaixo.

Figura 13 – Matriz Modal do Brasil.



Fonte: SCP - Rumos 2015 (2005)

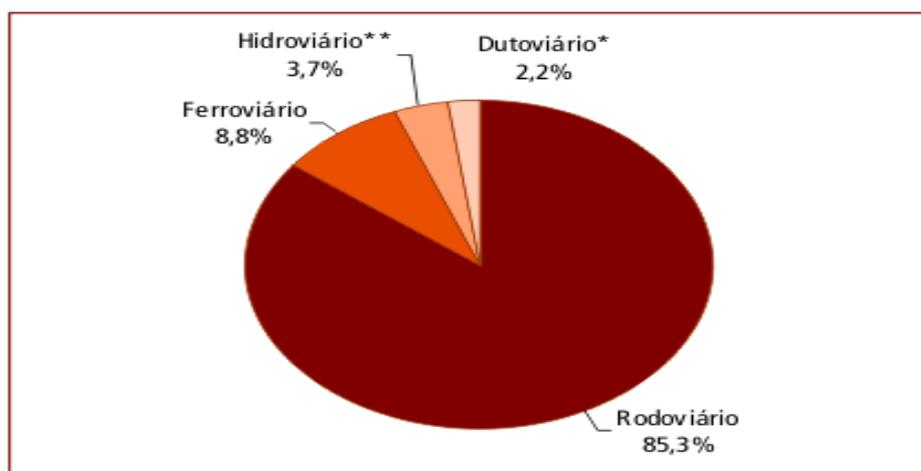
Notas: Não inclui modalidade aérea e fluxos dentro de uma mesma zona de transporte

(\*\*) Não inclui cabotagem marítima

A matriz modal do RS configura-se de uma forma não diferente da matriz modal brasileira, conforme podemos observar.

Esta característica principal, a rodoviária, não ofusca a importância de uma observância de se fomentar estudos e empreendimentos no que tange ao transporte multimodal. O Estado possui também uma invejável rede multimodal, e Santa Maria, carece de realizar estudos e empreendimentos neste norte.

Figura 14 – Matriz Modal do RS.



Fonte: SCP - Rumos 2015 (2005)

Notas: Não inclui modalidade aérea e fluxos dentro de uma mesma zona de transporte

(\*) Apenas petróleo cru e derivados

(\*\*) Não inclui cabotagem marítima

Figura 15 – Rede Rodoviária do Rio Grande do Sul.



Fonte: DAER (Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem) RS. – 2011.

Ao observar a relevância agrícola e agroindustrial na economia brasileira, há de ser notável a preocupação em otimizar esses setores. Para isso, é necessário resolver os problemas de estrangulamento nos sistemas de transporte do país, sendo estes um dos objetivos gerais desta pesquisa, no que tange aos gargalos logísticos da Região Central do Estado, em especial Santa Maria.

Esta necessidade se justifica pela importância desta cidade em seu posicionamento geográfico. Nela existe um cruzamento, que podemos chamar de gargalo logístico, onde possui modais rodoviário, ferroviário e aeroviário, como irá se mostrar na pesquisa.

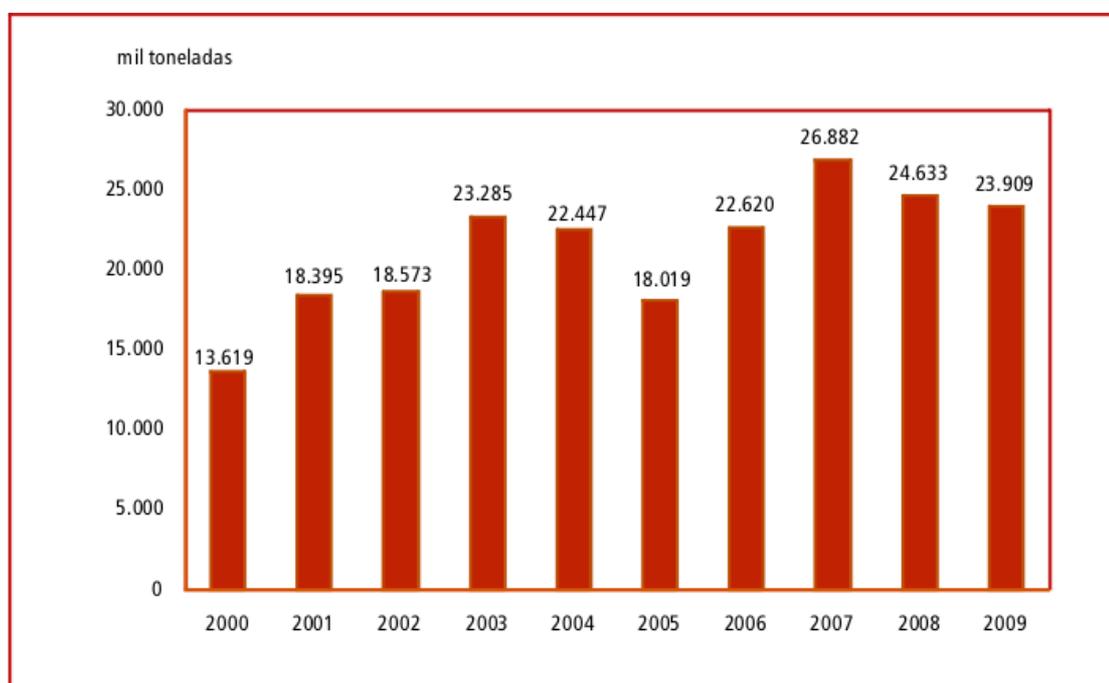
O Rio Grande do Sul apresenta uma importante malha hidroviária, concentrada no leste do Estado nas bacias hidrográficas do Guaíba e Litorânea. Nestas bacias estão os principais rios navegáveis: Jacuí, Taquari e Sinos, além do Lago Guaíba e da Laguna dos Patos. A navegação pelo Rio Uruguai, atualmente, é de pequena importância, assim como de seu afluente Ibicuí, o único que apresenta alguma condição de navegabilidade.

As principal rota hidroviária do Estado é Porto Alegre - Rio Grande, que apresenta calado de 5,2 metros. As cargas mais significativas transportadas no sentido de Rio Grande

são os produtos petroquímicos, derivados de petróleo, farelo e óleo de soja e celulose. No sentido de Porto Alegre destacam-se os fertilizantes, sal, clínquer e bobinas de papel.

Ultimamente, tem sido registrada grande preocupação por parte dos embarcadores quanto à distribuição de cargas entre os diversos modais de transporte e da intermodalidade (quando a unidade de carga é transportada utilizando duas ou mais modalidades de transporte), para fins de integração e competitividade entre as áreas de produção e os centros consumidores do país ou pontos de importação e exportação, como é o caso do Porto de Rio Grande, na cidade de Rio Grande, RS.

Figura 16 – Movimentação total de mercadorias do Porto do Rio Grande - 2000 a 2009.



Fonte: SUPRG - 2010

O Porto de Rio Grande é referência para os países do MERCOSUL, e também o principal ponto de multimodalidade do Estado, fazendo com que parte do sistema rodoviário e ferroviário gaúcho tenha a região como ponto de entroncamento. Rio Grande está consolidado como o segundo maior porto brasileiro em movimentação de contêineres e o terceiro em movimentação de cargas, com volume geral de cargas que, em 2009, chegou a 23,9 milhões de toneladas. A soja em grão é o principal produto comercializado em toneladas, superando 20% da movimentação do Porto, considerando os dados de 2009.

Nos agronegócios, aponta-se a predominância do modal rodoviário na matriz de transportes, implicando em ineficiências e redução de lucratividade. A predominância de movimentação de mercadorias de baixo valor agregado, bem como a longa distância percorrida, deveria favorecer arranjos logísticos que contemplassem o transporte hidroviário (fluvial e cabotagem) e o ferroviário.

O Aeroporto Internacional Salgado Filho, localizado em Porto Alegre é o principal aeroporto do Estado. Sua movimentação média é de 2,8 milhões de passageiros/ano, envolvendo uma movimentação de 64 mil aeronaves/ano. A movimentação de cargas atinge 47 milhões de kg/ano. O novo terminal de passageiros, concluído em setembro de 2001, tem capacidade para atender uma demanda de até 4 milhões de passageiros/ano, podendo receber até 28 aeronaves de grande porte, simultaneamente.

Abaixo pode-se observar um mapa da localização de hidrovias, portos e principais aeroportos do Rio Grande do Sul, podendo-se visualizar a importância logística deste Estado para o bloco econômico do Mercosul.

Figura 6 – Hidrovias, Portos e principais Aeroportos do RS.



Fonte: Atlas Socioeconômico do RS – 1998.

A necessidade de se obter um gerenciamento logístico eficaz é uma exigência diretamente relacionada com a diminuição e cumprimento de prazos de entrega, e com a busca por metodologias que culminem na redução de custos operacionais. Entretanto, modelar todos os fatores que interfere direta e/ou indiretamente para o cumprimento de prazos e para redução de custos, tem se tornado um processo cada vez mais complexo.

Para tanto os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a. Atualizar a malha viária de estradas municipais, federais, estaduais, caminhos e trilhas do município de Santa Maria, RS.
- b. Espacializar gargalos logísticos na chamada “Travessia urbana de Santa Maria”.
- c. Propor um local para uma plataforma multimodal de carga.
- d. Propor outras alternativas de plataformas multimodais, além da principal.

A temática logística e transporte é tão importante para o desenvolvimento do Brasil, que em 2007 com revisão em 2000, fora feito um relatório executivo onde consta a Dinâmica Socioeconômica do País com cenário previsto para 2023.

Este relatório explicita a importância e de como o desenvolvimento passa, necessariamente, por dentro da observância dos termos logística e transporte.

A matriz modal do Rio Grande do Sul é de 86,3 % de transporte rodoviário, com dados de 2005 projetados para 2015, sendo portanto de suma importância uma atualização da malha viária de Santa Maria, como foi o escopo do projeto apresentado.

O sistema rodoviário é responsável pela maior parte da carga transportada e pela quase totalidade do transporte de passageiros. O Estado possui 153.960 km de rodovias, sob jurisdição federal estadual ou municipal.

A malha federal estrutura a rede de transporte com rodovias longitudinais, diagonais, transversais e de ligação. A rede estadual articula-se com a federal sendo mais densa nas regiões norte e nordeste do Estado, influenciado pela maior ocupação destas regiões.

A malha rodoviária pavimentada do Estado é de 12.608 km, sendo que destes, 6.593 km correspondem a rodovias estaduais, 5.316 km a federais e 699 km são municipais. Possui

também 141.352 km de estradas não pavimentadas, em sua maior parte, municipais (136.556 km).

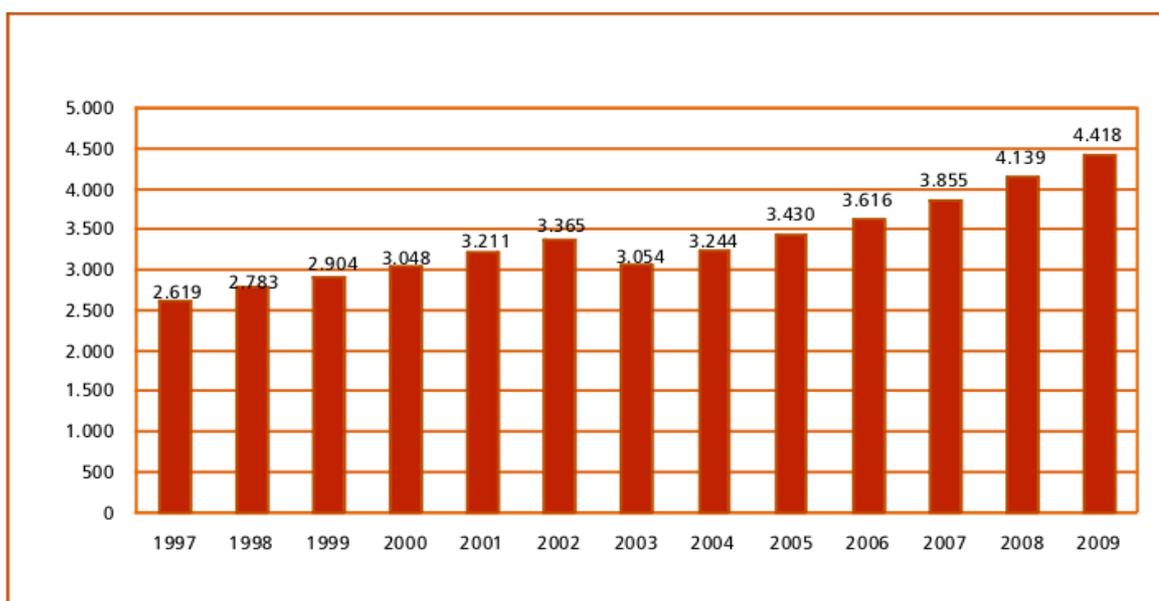
Figura 7 – Características das Rodovias no Rio Grande do Sul - 2004.

Característica	Rodovias (km)			
	Estaduais	Federais	Municipais	Total
Pavimentada	6.593	5.316	699	12.608
Não Pavimentada	4.430	366	136.556	141.352
<b>Total</b>	<b>11.023</b>	<b>5.682</b>	<b>137.255</b>	<b>153.960</b>

Fonte: SCP - Rumos 2015

Estas justificativas para a realização da pesquisa são reforçadas pelas informações colhidas como estudo prévio para o estudo, como com relação à circulação de veículos, que vêm crescendo ano a ano, exigindo maiores investimentos em infra-estrutura de estradas e de tráfego urbano. Atualmente o Estado conta com uma frota de 4.418 mil veículos, quase o dobro da registrada em 1997.

Figura 8 – Evolução da frota gaúcha de veículos - 1997 a 2009.



Fonte: DETRAN - 2010

De acordo com estudos publicados em 2008 pela Secretaria Estadual de Planejamento e Gestão (SEPLAG) do Rio Grande do Sul, o COREDE Central tem uma participação no Valor Agregado Total da Agropecuária gaúcha que varia de 3,01% a 5,00% (dados de 2005, publicados pela Fundação de Economia e Estatística – FEE). Os municípios que integram a Região do COREDE Central são em número de 19 e, pela situação geográfica de Santa Maria, ou negociam, ou têm suas rotas de escoamento de produção passando por esta importante cidade.

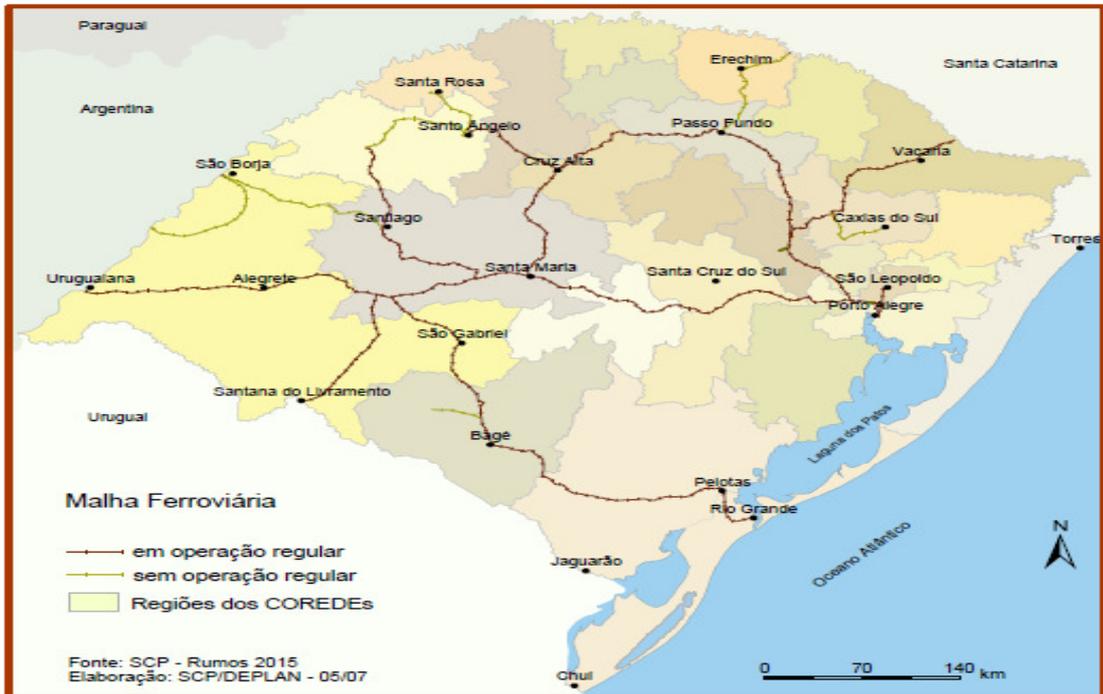
No que diz respeito a malha ferroviária brasileira, que foi controlada por longo período pela Rede Ferroviária Federal - RFFSA, foi concedida para a iniciativa privada em 1997, ficando sob supervisão da Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT.

A partir desse período, a malha da região Sul do Brasil passou a ser administrada pela Ferrovia Sul Atlântico S.A., mais tarde denominada América Latina Logística do Brasil S.A. - ALL Logística. Esta operadora estendeu sua área de influência para o a região Sudeste, através de um acordo operacional com a operadora local, além de possuir áreas de concessão na Argentina que permite a integração ferroviária entre os São Paulo e Buenos Aires.

O Rio Grande do Sul possui hoje uma malha de 3.259 km de linhas e ramais ferroviários, utilizada para o transporte de cargas. A maior parte apresenta bitola de 1 metro, sendo que apenas 5 km apresenta bitola mista (1,435 m), com objetivo de realizar a integração com as malhas argentinas e uruguaias.

Atualmente alguns trechos das ferrovias estão sem operação regular e os terminais ferroviários que apresentam maior concentração de cargas localizam-se nas proximidades da Região Metropolitana de Porto Alegre, em Passo Fundo, Cruz Alta e Uruguaiana. O terminal de Cacequi possui uma estrutura diferenciada, pois apresenta um caráter rodo-ferroviário. Os principais produtos transportados são combustíveis, adubos e soja.

Figura 9 – Malha Ferroviária do RS.



Fonte: SCP – Rumos 2015

Quando se fala em intermodalidade e multimodalidade é importante que se definam seus conceitos e explique-se que estas práticas agilizam os processos e reduzem custos operacionais do sistema.

São operações realizadas pela utilização de mais de um modal. Isto implica em transportar bens desde seu ponto de origem até seu ponto de destino por diferentes métodos RAZZOLINI FILHO (2007). Para que fique mais clara a distinção entre estas duas práticas, segue a explicação dos conceitos de uma e de outra.

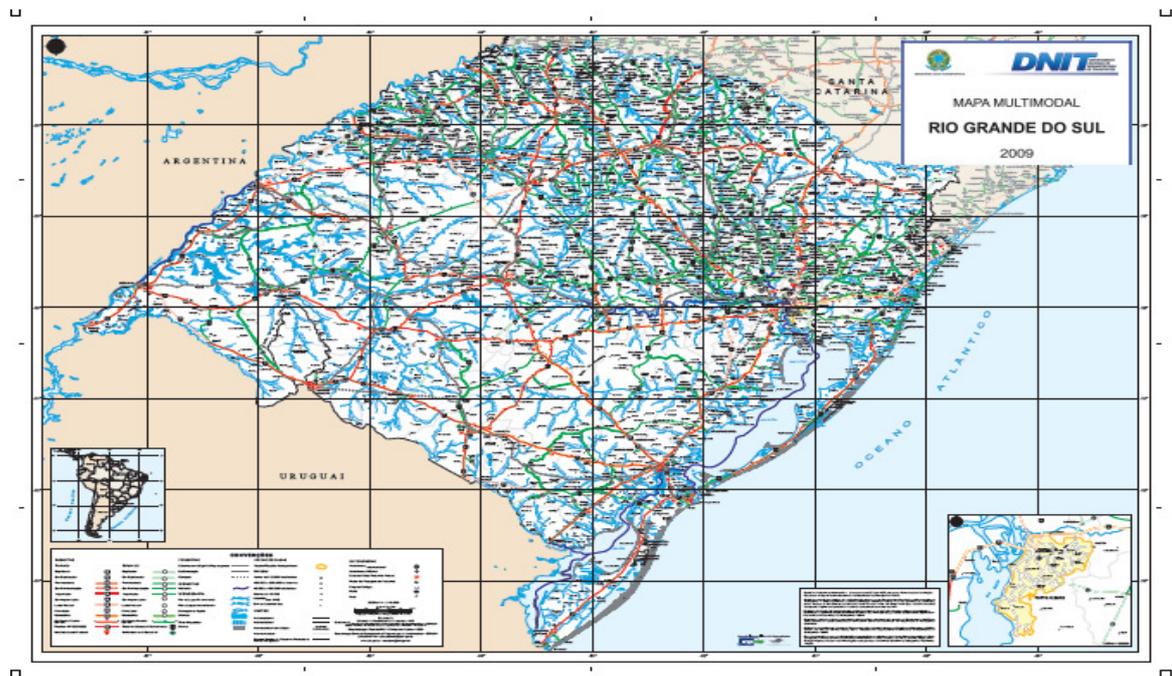
**Conceito de intermodalidade:** Entende-se por intermodalidade de transporte a adoção de dois ou mais modais de transporte com o objetivo de aproveitar melhor as características de cada modal, visando reduzir os custos e as resistências do fluxo contínuo de cargas desde a origem até o destino final. Existe uma emissão individual de conhecimento de transporte por parte de cada operador, além de a responsabilidade ser dividida entre cada um dos operadores, em cada trecho por eles operado.

A intermodalidade pressupõe a existência de interfaces (terminais, portos, aeroportos, aduanas e armazéns) tão eficientes quanto os modais a que atendem.

**Conceito de multimodalidade:** entende-se por multimodalidade a integração dos serviços de mais de um modal de transporte, podendo ser, por exemplo, rodoferroviário, rodoaéreo, ferro-hidroviário, hidroaéreo, etc., o que implica emissão de um único conhecimento de transporte por um único responsável por esse serviço, denominado operador de transporte multimodal (OTM). Desde a origem até o destino final, o OTM deve, pois, assumir total responsabilidade pela operação como um transportador principal, e não apenas agente. No Brasil a multimodalidade está definida na Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998.

E como se pode perceber no mapa abaixo o Rio Grande do Sul e, principalmente Santa Maria, possui uma característica multimodal.

Figura 10 – Mapa Mulimodal do RS.



Portanto nesta introdução ressalta-se e justifica-se a importância de um trabalho sobre a aplicação de geotecnologias para a logística, fazendo com que este estudo possa contribuir para planejamentos e administrações públicas e privadas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Segundo a *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), principal associação mundial de profissionais de gestão da cadeia de abastecimento, a Logística corresponde ao “*Processo de planejamento, implementação e controle de procedimentos para o transporte e armazenamento de bens e serviços de maneira eficiente e efetiva, relacionando informações do ponto de origem até o de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes*”.

Para se visualizar a real importância da Logística, Ballou (2001) menciona que ela é responsável por oferecer os bens e serviços certos, nos locais apropriados e nos prazos desejados, objetivando suprir as necessidades dos clientes, proporcionando o máximo de retorno financeiro para empresa.

Alguns dados são importantes analisar e que já se encontram estudados, inicialmente, sobre transporte e logística no Brasil e no Rio Grande do Sul.

Desta forma foi preciso pesquisar e situar-se sobre as questões de Logística e Transportes.

A origem da palavra vem do grego “LOGISTIKOS”, do qual o latim “LOGISTICUS” é derivado, ambos significando cálculo e raciocínio no sentido matemático.

O desenvolvimento da logística está intimamente ligado ao progresso das atividades militares e das necessidades resultantes das guerras.

Desde os tempos bíblicos, os líderes militares já se utilizavam da logística. As guerras eram longas e geralmente distantes. Eram necessários grandes e constantes deslocamentos de recursos. Para transportar as tropas, armamentos e carros de guerra pesados, aos locais de combate, era necessário: o planejamento, organização e execução de tarefas logísticas. Tarefas estas que envolviam a definição de uma rota que nem sempre era a mais curta, pois era necessário: ter uma fonte de água potável próxima, transporte, armazenagem e distribuição de equipamentos e suprimentos. Na antiga Grécia, Roma e no Império Bizantino os militares com o título de Logistikas eram os responsáveis por garantir recursos e suprimentos para a guerra.

Carl Von Clausewitz dividia a Arte da Guerra em dois ramos: a tática e a estratégia. Não falava especificamente da logística, porém reconheceu que “em nossos dias, existe na guerra, um grande número de atividades que a sustentam e que devem ser consideradas como uma preparação para esta”.

A primeira vez, o uso da palavra “logística” foi definido como “a ação que conduz à preparação e sustentação das campanhas”, enquadrando-a como “a ciência dos detalhes dentro dos Estados-Maiores”.

Em 1888, o Tenente Rogers introduziu a Logística como matéria na Escola de Guerra Naval dos Estados Unidos da América. Entretanto, demorou algum tempo para que estes conceitos se desenvolvessem na literatura militar.

A realidade é que até a 1ª Guerra Mundial raramente aparecia à palavra Logística, empregando-se normalmente termos como: Administração, Organização e Economia de Guerra.

A verdadeira tomada de consciência da logística como ciência teve sua origem nas teorias criadas e desenvolvidas pelo Tenente-Coronel Thorpe que no ano de 1917 publicou o livro “Logística Pura: a ciência da preparação para a guerra”. Segundo Thorpe, a estratégia e a tática proporcionam o esquema da condução das operações militares, enquanto a logística proporciona os meios”. Assim, pela primeira vez, a logística situa-se no mesmo nível da estratégia e da tática dentro da Arte da Guerra.

O Almirante Henry Eccles, em 1945, ao encontrar a obra de Thorpe empoeirada nas estantes da biblioteca da Escola de Guerra Naval, em Newport, comentou que se os EUA seguissem seus ensinamentos teriam economizado milhões de dólares na condução da 2ª Guerra Mundial.

Eccles, Chefe da Divisão de Logística, na Campanha do Pacífico, foi um dos primeiros estudiosos da Logística Militar, sendo considerado o “pai da logística moderna”. Até o fim da Segunda Guerra Mundial a Logística esteve associada apenas às atividades militares. Após este período, com o avanço tecnológico e a necessidade de suprir os locais destruídos pela guerra, a logística passou também a ser adotada pelas organizações e empresas civis.

O exército persa foi o primeiro a utilizar uma marinha em grande escala.

Uma das grandes lendas na Logística, que inspirou outros grandes líderes como Júlio César e Napoleão e que até hoje inspira as grandes empresas, foi Alexandre o Grande, da Macedônia. Seu império alcançou diversos países, incluindo a Grécia, Pérsia e Índia. Nascido em 356 a.C., aos 16 anos já era general do exército macedônico e aos 20 anos, com a morte de seu pai, assumiu o trono. Seu império durou apenas 13 anos, até a sua morte em 323 a.C., aos 33 anos. Seu sucesso não foi um acidente. Ele foi capaz de superar os exércitos inimigos e expandir seu reinado graças a fatores como:

- Inclusão da logística em seu planejamento estratégico
- Detalhado conhecimento dos exércitos inimigos, dos terrenos de batalha e dos períodos de fortes intempéries.
- Inovadora incorporação de novas tecnologias de armamentos
- Desenvolvimento de alianças
- Manutenção de um simples ponto de controle. Era ela quem centralizava todas as decisões; era o ponto central de controle, gerenciando o sistema logístico e incorporando-o ao plano estratégico.

Alexandre, o Grande, foi o primeiro a empregar uma equipe especialmente treinada de engenheiros e contramestres, além da cavalaria e infantaria. Esses primitivos engenheiros desempenharam um papel importante para o sucesso de Alexandre o Grande, pois tinham a missão de estudar como reduzir a resistência das cidades que seriam atacadas. Os contramestres, por sua vez, operacionalizavam o melhor sistema logístico existente naquela época. Eles seguiam à frente dos exércitos com a missão de comprar todos os suprimentos necessários e de montar armazéns avançados no trajeto. Aqueles que cooperavam eram poupados e posteriormente recompensados; aqueles que resistiam, eram assassinados. O exército de Alexandre o Grande consumia diariamente cerca de 100 toneladas de alimentos e 300.000 litros de água!

O exército de 35.000 homens de Alexandre o Grande não podia carregar mais do que 10 dias de suprimentos, mas mesmo assim, suas tropas marcharam milhares de quilômetros, a uma média de 32 quilômetros por dia. Seu exército percorreu 6.400 km, na marcha do Egito à Pérsia e Índia, a marcha mais longa da história. Outros exércitos se deslocavam a uma média de 16 ou 17 quilômetros por dia, pois dependiam do carro de boi, que fazia o transporte dos alimentos. Um carro de boi se deslocava a aproximadamente 3,5 quilômetros por hora,

durante cinco horas até que os animais se esgotassem. Cavalos moviam-se a seis ou sete quilômetros por hora, durante oito horas por dia. Eram necessários cinco cavalos para transportar a mesma carga que um carro de boi.

Também inovou nos armamentos. Seus engenheiros desenvolveram um novo tipo de lança, chamada *sarissa*, que tinha 6 metros de comprimento, largamente utilizada pela infantaria. Com esse armamento derrotou um exército combinado de persas e gregos de 40.000 homens perdendo apenas 110 soldados. Em 333 a.C., seu exército derrotou um exército de 160.000 homens comandados por Darius, rei da Pérsia, na batalha de Amuq Plain. Devido a esse sucesso, a grande maioria das cidades se rendeu ao exército macedônico sem a necessidade do derramamento de sangue.

Assim, Alexandre o Grande criou o mais móvel e mais rápido exército da época.

Em 218 a.C., o general Aníbal inovou durante a Segunda Guerra Púnica entre Cartago e Roma, utilizando elefantes para o transporte de 60.000 homens e suprimentos na travessia dos Pirineus em direção à Itália.

Apesar dos avanços verificados no passado, apenas no século 17, a logística passou a ser utilizada dentro dos modernos princípios militares.

Por volta de 1670, um conselheiro do Rei Luís XIV sugeriu a criação de uma nova estrutura de suporte para solucionar os crescentes problemas administrativos experimentados com o novo exército desenvolvido a partir do caos medieval. Foi criada a posição de “Marechal General de Logis”, cujo título se originou do verbo francês “*loger*”, que significa alojar. Entre seus deveres estavam a responsabilidade pelo planejamento das marchas, seleção dos campos e regulamentação do transporte e fornecimento.

Outra teoria é de que o termo “LOGISTIQUE”, depois traduzido para o inglês “LOGISTICS” foi desenvolvido pelo principal teórico militar da primeira metade do século XIX, o Barão Antoine Henri Jomini. Baseado em suas experiências vividas em campanhas de guerra ao lado de Napoleão, Jomini escreveu o “Sumário da Arte da Guerra” em 1836. Ele dividiu a arte da guerra em cinco : estratégia, grandes táticas, logística, engenharia e táticas menores, definindo logística como “a arte de movimentar exércitos”. A logística não se limitava apenas aos mecanismos de transporte, mas também ao suporte, preparativos

administrativos, reconhecimentos e inteligência envolvidos na movimentação e sustentação das forças militares.

Paralelamente a Jomini, Karl Clausewitz's *Vom Kriege* publicou, postumamente, em 1831, a "Bíblia da Ciência Militar". Brillhante em seus escritos sobre estratégias e táticas, a sua obra se tornou a grande referência em práticas e pensamentos militares no final da primeira metade do século XIX. A obra influenciou a grande maioria dos líderes militares. Infelizmente, em sua obra, *Vom Kriege* ignorou a atividade logística, fazendo com que o conceito de logística perdesse o sentido militar que Jomini tinha desenvolvido. Essa situação perdurou até meados do século XX, sendo resgatado pelos militares americanos que fizeram uso da logística no conflito bélico durante a Segunda Guerra Mundial.

Outros fatos relevantes na história recente da Logística:

- **1901** - A logística é examinada pela primeira vez sob o prisma acadêmico no início do século XX através de um artigo de John Crowell, no artigo *Report of the Industrial Commission on the Distribution of Farm Products*, tratando dos custos e fatores que afetavam a distribuição dos produtos agrícolas;
- **1916** - Arch Shaw em seu artigo *An Approach to Business Problems* aborda os aspectos estratégicos da logística; no mesmo ano, L.D.H. Weld introduziu os conceitos de utilidade de marketing (momento, lugar, posse) e de canais de distribuição.
- **1927** - Ralph Borsodi, em sua obra *The Distribution Age* define o termo logística conforme utilizado hoje.
- **1941 - 1945** - Com a 2ª Guerra Mundial a logística tem um impulso em evolução e refinamento.
- **Década de 50**: as empresas começam a enfatizar a satisfação do Cliente no lucro. Serviço ao Cliente torna-se mais tarde a pedra fundamental da administração da logística.
- **1956** - artigo publicado pela Harvard Business School introduz o conceito de análise de custo total na área de logística.
- Início dos anos 60: a Michigan State University e a The Ohio State University são as primeiras faculdades a ministrar cursos de graduação em Logística, devidamente reconhecidos pelo Governo americano.

- **1963** - Criado o *National Council of Physical Distribution Management*, mais tarde mudado para *Council of Logistics Management*, primeira organização a congregar profissionais de logística em todas as áreas com o propósito de educação e treinamento.
- **1976** - é publicado um estudo do CLM identificando os componentes do custo de manutenção dos estoques e apresentando uma metodologia para o seu cálculo.
- **1978** - a consultoria A . T . Kearney e o CLM publicam estudo denominado *Measuring Productivity in Physical Distribution*, a primeira avaliação completa do estado da arte da atividade de serviço ao Cliente nas empresas americanas.
- **Anos 70 e 80:** implementação de diversas técnicas em logística como MRP, Kanban, JIT, etc., mostrando a eficácia das práticas logísticas e a necessidade do relacionamento entre Logística, Marketing, Produção e outras funções empresariais.
- **Década 80:** grande aumento na utilização de computadores na administração da logística
- Artigo publicado por Graham Sharman, intitulado *The Rediscovery of Logistics* aponta a necessidade de a alta administração reconhecer a importância da administração logística.
- **Década 90:** formação de mercados globais (MCE, NAFTA, Mercosul, etc.)

No Brasil, a história da Logística é ainda muito recente, e podemos destacar os seguintes fatos:

### ANOS 70

- Desconhecimento do termo e da abrangência da logística;
- Informática ainda era um mistério e de domínio restrito;
- Iniciativas no setor automobilístico, principalmente nos setores de movimentação e armazenagem de peças e componentes em função da complexidade de um automóvel;
- Fora do segmento automobilístico, o setor de energia elétrica definia normas para embalagem, armazenagem e transporte de materiais;

- **1977** são criadas a ABAM - Associação Brasileira de Administração de Materiais e a ABMM - Associação Brasileira de Movimentação de Materiais, que não se relacionavam e nada tinham de sinérgico;
- **1979** é criado o IMAM - Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais.

### **ANOS 80**

- **1980** - surge o primeiro grupo de Estudos de Logística, criando as primeiras definições e diretrizes para diferenciar Transportes de Distribuição e de Logística;
- **1982** - é trazido do Japão o primeiro sistema moderno de logística integrada, o JIT - Just in Time e o KANBAN, desenvolvidos pela Toyota;
- **1984** - é criado o primeiro Grupo de *Benchmarking* em Logística;
- **1984** - a ABRAS - Associação Brasileira de Supermercados cria um departamento de logística para discutir e analisar as relações entre Fornecedores e Supermercados;
- **1988** - é criada a ASLOG - Associação Brasileira de Logística;
- instalação do primeiro Operador Logístico no Brasil (Brasildock's).

### **ANOS 90**

- Estabilização da economia a partir de 1994 com o plano Real e foco na administração dos custos;
- Evolução da microinformática e da Tecnologia de Informação, com o desenvolvimento de software para o gerenciamento de armazéns como o WMS - *Warehouse Management System*, códigos de barras e sistemas para Roteirização de Entregas;
- Privatização de rodovias, portos, telecomunicações, ferrovias e terminais de contêineres;
- Investimentos em monitoramento de cargas;

- Ascensão do e-commerce.

Os empreendimentos que priorizam a geração de informação através de tecnologia conseguem embasar suas análises e oferecer confiabilidade para suas decisões. Nesse ambiente, o Geoprocessamento surge como uma tecnologia que objetiva prover informações importantes como suporte à gestão, essencialmente quando estas abordam o espaço geográfico. Não pode ser diferente na cadeia produtiva relacionada a agricultura.

Nesse cenário, é importante considerar o fato de que, rotineira e inconscientemente, trabalha-se com a análise de dados geográficos, ainda que seja em uma simples consulta para localização de um endereço. Dessa maneira, várias áreas de atuação podem ser beneficiadas com o uso do Geoprocessamento, como, por exemplo, a Logística.

Assim sendo, o desafio do gerenciamento logístico provoca uma maior necessidade de investimento em tecnologias que ofereçam um suporte confiável à gestão. Além de tudo, a utilização constante da variável espacial (localização) nas análises de logística, faz vislumbrar o imenso potencial que a área possui para aplicações de Geoprocessamento. Portanto, pode-se ter a utilização deste em todas as fases do Gerenciamento Logístico: Planejamento, Implementação e Gestão dos Processos de Armazenagem e Transporte.

Para o desenvolvimento de aplicações na área de Geoprocessamento, é encontrada uma ferramenta muito importante, responsável pelo processo de integração de vários componentes de um projeto. Tal ferramenta é conhecida como Sistema de Informações Geográficas (SIG), e se caracteriza como a grande ferramenta do Geoprocessamento.

O uso de informações geográficas (SIG) é importante uma vez que possibilita análises espaciais, cruzamento de planos de informações de uma forma mais organizada e criteriosa, efetuando o processamento e o armazenamento de dados georreferenciados tanto de áreas pequenas como grandes áreas, produzindo informações de um valor técnico mais elevado, compondo um banco de dados geoespacial.

De forma simplificada, podem-se conceber os SIG's como sistemas automatizados usados para coletar, armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica indispensável para as análises. (ARONOFF, 1989). Ainda, é atribuída ao SIG a responsabilidade de integração de cinco componentes básicos: *Hardwares*. *Softwares*,

Metodologias, Dados Geográficos e Recursos Humanos. Portanto, é baseada na integração proporcionada pelo SIG, que estão os potenciais benefícios do Geoprocessamento para a Logística.

Como citado anteriormente, pode-se utilizar o Geoprocessamento em diversas áreas e fases de um Gerenciamento Logístico. Sendo assim, cabe elencar de maneira objetiva, as potenciais aplicações propiciadas pela utilização de um SIG. Dessa forma, estão descritas no quadro 1 abaixo, alguma das principais aplicações do SIG especificamente voltadas para Logística.

Quadro 1 – Aplicações para o gerenciamento logístico

<b>APLICAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO LOGÍSTICO</b>	
<b>Aplicações no Planejamento Logístico</b>	<b>Aplicações no Transporte e Distribuição</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Identificação e localização de clientes</li> <li>→ Identificação e localização de centros de distribuição</li> <li>→ Estudo para implementação de novos centros de distribuição.</li> <li>→ Suporte completo ao planejamento com informações geográficas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Distribuição de combustíveis, bebidas e alimentos.</li> <li>→ Distribuição de produtos diretamente ao consumidor.</li> <li>→ Entrega de encomendas expressas.</li> </ul>

Além de aplicações específicas para um Gerenciamento Logístico, várias outras abordagens podem ser desenvolvidas como contribuição indireta para a Logística a partir da implementação de um SIG. Neste sentido, o quadro 2 expõe algumas das possibilidades mais gerais.

Quadro 2 – Aplicações gerais de SIG para logística.

<b>APLICAÇÕES GERAIS</b>		
<b>Controle e manutenção de produtos e serviços</b>	<b>Aplicações comerciais</b>	<b>Aplicações para instituições públicas</b>
<p>→ Suporte para identificação e localização de inspeções técnicas.</p> <p>→ Suporte para definição de visitas regulares de manutenção de produtos.</p>	<p>→ Delimitação de áreas de interesse comercial.</p> <p>→ Geração de rotas de atendimento comercial</p>	<p>→ Suporte para definição de rotas de transporte público.</p> <p>→ Gestão da coleta de resíduos sólidos.</p>

O século XIX foi caracterizado, como a época da produção de mapas. O primeiro mapa geológico de Paris apareceu em 1811 e o de Londres em 1815. Os anos seguintes, mais precisamente a partir de 1835, as técnicas de cartografia, ao lado da teoria da ciência social e a responsabilidade sobre o meio ambiente, constituíram-se importantes suportes para que os projetos de mapeamentos temáticos, apresentados de forma compreensiva fossem levados a efeito. Porém é importante ressaltar que a Revolução Industrial foi o principal “catalisador” para a evolução dos SIGs (SILVA, 2003).

Ainda o autor Ardemiro de Barros Silva, ressalta que a expansão de artigos manufaturados aumentou bastante a procura pela matéria-prima e a migração rural proporcionou o aumento populacional das grandes cidades, criando então a expectativa de uma infra-estrutura tanto social quanto urbana, especialmente no que se refere às áreas de transporte e comunicação e ao uso e ocupação do solo.

Somente a partir do desenvolvimento de tecnologias de computação, na segunda metade do século XX, tornou-se viável a aplicação prática da análise integrada nas mais diversas áreas: planejamento, engenharia, geologia, gestão ambiental, dentre outras.

Em 1838, o Atlas que acompanhava o segundo relatório para a direção da Estrada de Ferro Irlandesa talvez tenha sido, *lato sensu*, o primeiro SIG.

As definições de SIG são controvertidas para vários autores, conforme (Miranda, 2005), explica que Maguirre (1991) tem onze definições para o termo! Começa-se com as questões que causaram controvérsias para a definição. Em seguida, apresenta-se uma seleção de definições até chegar àquela mais apropriada.

Sistema de informação que permite ao usuário coletar, manusear, analisar e exibir dados referenciados espacialmente. Um SIG pode ser visto como a combinação de hardwares, softwares, dados, metodologias e recursos humanos, que operaram de forma harmônica para produzir e analisar informação geográfica.

Os GIS são sistemas informatizados que utilizam um modelo para representar o mundo real, abrangendo funções de captura, armazenamento, recuperação e manipulação de dados com posição definida. Sua utilização oferece ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro, geógrafo, ou qualquer outro administrador público ou privado) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, na qual as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a posição geográfica.

Para SILVA (2003), a definição de Sistema de Informações Geo-referenciadas ou Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um enorme desafio em função das razões abaixo expostas:

- a. Os SIGs são uma tecnologia relativamente recente, e nos últimos 30 anos, houve um crescimento muito rápido tanto teórico quanto tecnológico e organizacional da teoria da comunicação.
- b. A orientação comercial da utilização dos SIGs gerou figuras de linguagem que engrandecem ou diminuem em demasia a verdade dos fatos.
- c. O crescimento vertiginoso de sistemas computacionais que suportam os SIGs gerou figuras de retórica e neologismos.
- d. O aumento do número dos consultores em SIG provocou o aparecimento de informações conflitantes sobre o que realmente significa SIG.
- e. A diversidade do uso dos SIGs possibilitou que grupos heterogêneos formulassem diversos conceitos sobre SIG.
- f. A definição de SIG também tem sido dificultada pelo debate acadêmico, envolvendo qual seria o enfoque principal dos SIGs.

Dentre as definições mais usadas encontradas na literatura sobre SIG, destacamos as seguintes. SILVA (2003).

**Dueker** (1979): “um caso especial de sistemas de informações, no qual o banco de dados consiste em informações sobre características distribuídas espacialmente, atividades ou eventos, os quais são definidos no espaço como pontos, linhas ou áreas. Os SIGs manipulam os dados acerca destes pontos, linhas e áreas para estabelecer perguntas *ad hoc* e análises.”

**Ozemoy, Smith e Sicherman** (1981): “um elenco de funções automáticas que fornece aos profissionais, com avançada capacidade, o armazenamento, recuperação, manipulação e exibição de dados geograficamente localizados.”

**Burrough** (1986): “um poderoso elenco de ferramentas para colecionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais referenciados ao mundo real.”

**Devine e Field** (1986): “uma forma de sistemas de gerenciamento de informações que permite exibir mapas de informações gerais.”

**Opershaw** (1987): “um sistema basicamente concernido em mais descrever a Terra do que analisa-la. Ou, se preferir, é a tradicional geografia do século XIX reinventada e vestida com a tecnologia digital do século XX.”

**DOE** (Departamento of Environment) (1987): “ um sistema para capturar, armazenar, checar, manipular, analisar e exibir dados, os quais são espacialmente referenciados à terra.”

**Smith** et al. (1987): “um sistema de base de dados no qual a maioria dos dados está indexada espacialmente, e sobre os quais um elenco de procedimento é desencadeado com a finalidade de responder a perguntas sobre entidades espaciais.”

**Parker** (1988): “uma tecnologia de informações que armazena, analisa e exhibe tanto dados espaciais, quanto dados não espaciais.”

**Cowen** (1988): “um sistema que garante decisões envolvendo a integração de dados referenciados espacialmente em um ambiente específico.”

**FICC** (Federal Interagency Coordinating Committee) (1988): “um sistema combinado de computadores (equipamentos e aplicativos) e procedimentos, configurados para capturar,

gerenciar, manipular, analisar, modelar e exibir dados espacialmente referenciados, para resolver problemas complexos de planejamento.”

Neste norte, os autores mencionam a importância do Geoprocessamento como matéria imprescindível para a espacialização, coleta e trabalho de dados geográficos a fim de ser usado em diversas áreas do conhecimento.

De acordo com Câmara *ET AL* (1996, p. 01) “o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica”. Assim, tem-se no Geoprocessamento uma tecnologia que reúne diversas técnicas de coleta, armazenamento, processamento e análise de dados.

Nesse cenário, é importante considerar o fato de que, rotineira e inconscientemente, trabalha-se com a análise de dados geográficos, ainda que seja em uma simples consulta para localização de um endereço. Dessa maneira, várias áreas de atuação podem ser beneficiadas com o uso desta técnica, como, por exemplo, a Logística.

Outro conceito seria que é o conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Essas atividades são executadas por sistemas chamados de Sistemas Cartográficos de Informações. Eles são destinados ao processamento de dados georeferenciados desde a sua coleta até a geração de produtos como mapas, relatórios e arquivos digitais, oferecendo recursos para o armazenamento, gerenciamento, manipulação e análise dos dados.

Na atualidade o geoprocessamento é uma ferramenta utilizada em diversas ciências para resolver problemas de ordem espacial. Esta ferramenta é basicamente constituída por quatro grandes áreas, a saber: Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto, Banco de Dados e Análise Espacial. Através destes quatro ramos podemos desenvolver metodologias para solucionar problemas de ordem espacial, como por exemplo:

- a. Onde se concentram meus clientes?
- b. Qual Estado com maior demanda no Brasil?
- c. Qual Estado tem maior cobertura vegetal de Floresta Amazônica?
- d. Qual é a distância média de meus consumidores em relação ao centro distribuidor?
- e. Qual o melhor local para instalar uma antena de celular?

Mas a afirmação, sobre geoprocessamento, que mais agrada é de que “*Geoprocessamento é uma forma de raciocínio espacial*. BERRY (1993).

O Sistema de Posicionamento Global (GPS), foi considerado uma das tecnologias mais aproveitada no trabalho da pesquisa em questão. Foi através do uso do GPS que foi possível coletar pontos de controle, proceder reambulação, coletar dados de estradas e outros atributos, ou objetos que foram julgados necessários para interpretar a área objeto de estudo.

O GPS inicialmente foi concebido como um sistema de navegação. Portanto, o objetivo original era a determinação instantânea de posição, velocidade e tempo de um usuário, em qualquer lugar da Terra ou próximo dela, com quaisquer condições atmosféricas, em um referencial global e homogêneo, com base em medidas de distâncias. MONICO (2008). Essas distâncias são chamadas de pseudodistâncias, em virtude do não sincronismo entre o relógio do usuário e o dos satélites, o qual surge como uma incógnita adicional para ser resolvida. Portanto, cada equação de distância (pseudodistância) se apresenta com quatro incógnitas (três posições e um erro do relógio do receptor), exigindo que, no mínimo quatro satélites estejam disponíveis para a realização de medidas simultâneas pelos receptores. Na verdade o que o autor quer dizer é que quatro ou mais satélites estejam sempre disponíveis em qualquer lugar da Terra e a qualquer instante, permitindo a determinação em tempo real da posição do usuário, com a correção do erro do relógio envolvido no processo de medidas.

Para que haja um posicionamento de melhor qualidade, além das pseudodistâncias, faz-se também uso das medidas de fase de batimento da onda portadora, onde estas permitem obter posições com alto nível de acurácia, embora haja algumas dificuldades adicionais, pois são medidas ambíguas

O GPS é composto de três seguimentos: espacial, de controle e de usuários

O seguimento espacial consiste de no mínimo 24 satélites distribuídos em seis planos orbitais igualmente espaçados com quatro satélites em cada plano, em uma altitude aproximada de 20.200 Km. Os planos orbitais são inclinados 55° em relação ao Equador e o período orbital é de aproximadamente 12 horas siderais. Assim a posição dos satélites se repete, a cada dia, aproximadamente quatro minutos antes em relação ao dia anterior. Esta configuração garante que, no mínimo, quatro satélites GPS sejam visíveis em qualquer local da Terra a qualquer hora.

O segmento de controle possui as seguintes tarefas:

- a. monitorar e controlar continuamente o sistema de satélites;
- b. determinar o sistema de tempo GPS;
- c. prever as efemérides dos satélites, calcular as correções dos relógios dos satélites; e
- d. atualizar periodicamente as mensagens de navegação de cada satélite.

O seguimento de controle é composto por cinco estações monitoras (Hawaii, Kwajalein, Ascension Island, Diego Garcia e Colorado Springs), três delas com antenas para transmitir os dados para os satélites (Ascension Island, Diego Garcia e Kwajalein), e uma estação de Controle central (MCS: Master Control Station) localizada em Colorado Springs, Colorado. Essas cinco estações de monitoramento pertencem à AAF (American Air Force), com as sete da NGA (National Geospatial-Intelligence Agency), antiga NIMA (National Imagery and Mapping Agency), compõem as estações monitoras GPS do DoD.

O seguimento de usuários está diretamente associado aos receptores GPS, os quais devem servir aos propósitos que se destinam como agricultura, navegação, geodésia ou qualquer outra atividade. Esta categoria pode ser dividida em Civil e militar.

O conceito de Sensoriamento Remoto, entendido por vários autores, é aquele que tem por objetivo estudar objetos ou regiões na superfície da Terra sem entrar, diretamente, em contato com os mesmos. Estes objetos podem ser vegetação, culturas agrícolas, solos, formações rochosas, corpos de água, além de outros, que genericamente chamamos de alvos. Estas informações são obtidas através de estudo da interação da radiação eletromagnética emitida por fontes naturais (Sol) ou artificiais (Radar), com estes alvos.

A função principal de um sensor remoto consiste em captar e medir a quantidade de energia refletida e/ou emitida por alvos. Assim, podem-se obter informações sobre a natureza ou condições destes. Da radiação eletromagnética que é refletida pela superfície da Terra, apenas uma porção do espectro eletromagnético é captada pelos sensores.

Segundo o conceito de vários autores, aerofotogrametria e foto-interpretção são técnicas ou sistemas de obtenção de informações e/ou dados quantitativos tendo como material base as fotografias aéreas.

As informações estão registradas, como tons cinza, ou cor numa emulsão foto sensível, através de uma câmara fotográfica ou câmara métrica que capta a energia radiante eletromagneticamente refletida pelos objetos.

As aplicações militares quase sempre estiveram à frente no uso de novas tecnologias, e no SR não foi diferente. Relata-se que uma das primeiras aplicações do SR foi para uso militar. Para isto foi desenvolvida, no século passado, uma leve câmara fotográfica com disparador automático e ajustável. Essas câmaras, carregadas com pequenos rolos de filmes, eram fixadas ao peito de pombos-correio, que eram levados para locais estrategicamente escolhidos de modo que, ao se dirigirem para o local de suas origens, sobrevoavam posições inimigas.

Durante o percurso, as câmaras, previamente ajustadas, tomavam fotos da área ocupada pelo inimigo. Vários pombos eram abatidos a tiros pelo inimigo, mas boa parte deles conseguia chegar ao destino. As fotos obtidas consistiam em valioso material informativo, para o reconhecimento da posição e infra-estrutura de forças militares inimigas. Assim teve início uma das primeiras aplicações do SR.

No processo evolutivo das aplicações militares, os pombos foram substituídos por balões não tripulados que, presos por cabos, eram suspenso até a uma altura suficiente para tomadas de fotos das posições inimigas por meio de várias câmaras convenientemente fixadas ao balão. Após a tomada das fotos o balão era puxado de volta e as fotos reveladas eram utilizadas nas tarefas de reconhecimento.

Posteriormente, aviões foram utilizados como veículos para o transporte das câmaras. Na década de 60 surgiram os aviões norte americanos de espionagem denominados U2. Estes aviões, ainda hoje utilizados em versões mais modernas, voam a uma altitude acima de 20.000 m o que dificulta o seu abate por forças inimigas. Conduzido por apenas um piloto eles são totalmente recheados por sensores, câmaras e uma grande variedade de equipamentos. Estes aviões têm sido utilizados também para uso civil. Em 1995, um deles foi utilizado pelos Estados Unidos para monitoramento de queimadas e mapeamentos diversos, nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil.

A grande revolução do SR aconteceu no início da década de 70, com o lançamento dos satélites de recursos naturais terrestres.

Os satélites, embora demandem grandes investimentos e muita energia nos seus lançamentos, orbitam em torno da Terra por vários anos.

Durante sua operação em órbita o consumo de energia é mínimo, pois são mantidos a grandes altitudes onde não existe resistência do ar e a pequena força gravitacional terrestre é equilibrada, sendo um processo contínuo de tomadas de imagens da superfície terrestre coletadas 24 h/dia, Durante toda a vida útil dos satélites. Neste sentido, usaremos o termo imagem no lugar de foto de satélite, que têm o mesmo significado, embora o primeiro seja mais tecnicamente utilizado.

A evolução de quatro segmentos tecnológicos principais determinou o processo evolutivo do SR por satélites:

- a) Sensores – são os instrumentos que compõem o sistema de captação de dados e imagens, cuja evolução tem contribuído para a coleta de imagens de melhor qualidade e de maior poder de definição.
- b) Sistema de telemetria – consiste no sistema de transmissão de dados e imagens dos satélites para estações terrestres, e tem evoluído no sentido de aumentar a capacidade de transmissão dos grandes volumes de dados, que constituem as imagens.
- c) Sistemas de processamento – consistem dos equipamentos computacionais e softwares destinados ao armazenamento e processamento dos dados do SR. A evolução deste segmento tem incrementado a capacidade de manutenção de acervos e as potencialidades do tratamento digital das imagens.
- d) Lançadores – consistem das bases de lançamento e foguetes que transportam e colocam em órbita, os satélites. A evolução deste segmento tem permitido colocar, em órbitas terrestres, satélites mais pesados, com maior quantidade de instrumentos, e conseqüentemente, com mais recursos tecnológicos.

Na verdade a evolução do SR é fruto de um esforço multidisciplinar que envolveu e envolve avanços na física, na físico-química, na química, nas biociências e geociências, na computação, na mecânica, entre outras disciplinas.

Nos dias atuais o SR é quase que totalmente alimentado por imagens obtidas por meio da tecnologia dos satélites orbitais.

A seguir segue um resumo dos principais eventos relacionados ao processo evolutivo do SR:

- 1672 - Desenvolvimento da teoria da luz;
- Newton: decomposição da luz branca;
- 1822 - Utilização de uma câmara primitiva;
- Niepa: geração da primeira imagem fotográfica fazendo uso de uma câmara primitiva e papel quimicamente sensibilizado à luz.
- 1939 - Desenvolvimento de equipamentos ópticos;
- Pesquisas de novas substâncias fotosensíveis;
- 1859 - Utilização de câmaras fotográficas a bordo de balões;
- 1903 - Utilização de fotografias aéreas para fins cartográficos;
- 1909 - Tomadas de fotografias aéreas por aviões;
- 1930 - Coberturas sistemáticas do território para fins de levantamento de recursos naturais;
- 1940 - Desenvolvimento de equipamentos para radiometria sensíveis à radiação infravermelha;
- Utilização de filmes infravermelho na II Guerra, para detecção de camuflagem;
- 1944 - Primeiros experimentos para utilizar câmaras multiespectrais;
- 1954 - Desenvolvimento de radiômetros de microondas;
- Testes iniciais visando à construção de radares de visada lateral;
- 1961 - Desenvolvimento de processamentos ópticos e digitais;
- Primeiros radares de visada lateral;
- 1962 - Desenvolvimento de veículos espaciais tripulados e não tripulados;
- Lançamentos de satélites meteorológicos;

- Primeira fotografia orbital MA-4-Mercury;
- 1972 - Fotografias orbitais tiradas pelo programa Gemini;
- Surgem outros programas espaciais envolvendo satélite de recursos naturais:
- SEASAT, SPOT, ERS, LANDSAT;
- 1983 - Lançamento do Landsat 4, SIR-A, SIR-B, MOMS;
- 1991 - Lançamento de ERS-1.

No Brasil, o uso de dados coletados por satélites de recursos naturais teve início logo após o lançamento do primeiro satélite, o Earth-1, em 1972, mais tarde denominado Landsat, (MOREIRA, 2005).

A Fotogrametria é a ciência que permite executar medições precisas utilizando de fotografias métricas. Embora apresente uma série de aplicações nos mais diferentes campos e ramos da ciência, como na topografia, geologia, astronomia, medicina, meteorologia e tantos outros, tem sua maior aplicação no mapeamento topográfico.

Tem por finalidade determinar a forma, dimensões e posição dos objetos contidos numa fotografia, através de medidas efetuadas sobre a mesma.

Inicialmente a fotografia tinha a única finalidade de determinar a posição dos objetos, pelo método das interseções, sem observar ou medir o relevo, muito embora desde 1732 se conhecessem os princípios da estereoscopia; o emprego desta tornou possível apenas observar (sem medir), o relevo do solo contido nas fotografias analisadas estereoscopicamente.

Em 1901, o alemão Pulfrich, apoiando-se em princípios estabelecidos por Stolze, introduziu na Fotogrametria o chamado índice móvel ou marca estereoscópica. Então, não só foi possível observar o relevo, como medir as variações de nível do terreno.

Pulfrich construiu um primeiro aparelho que denominou "estereocomparador", e com ele iniciou os trabalhos dos primeiros levantamentos com base na observação estereoscópica de pares de fotografias utilizados em fotogrametria terrestre.

A partir de então uma série de outros aparelhos foram construídos e novos princípios foram estabelecidos, porém, para tomada de fotografias era necessário que os pontos de estação que referenciavam o terreno continuassem no solo, com todos os seus inconvenientes.

Ocorreu elevar ao máximo o ponto de estação, sendo utilizados balões, balões cativos e até "papagaios". Durante a guerra de 1914 - 1918 tornou-se imperioso um maior aproveitamento da fotogrametria, usando-se, para tomada de fotografias, pontos de estação sempre mais altos.

Com o advento da aviação desenvolveram-se câmaras especiais para a fotografia aérea, substituindo quase que inteiramente a fotogrametria terrestre, a qual ficou restrita apenas a algumas regiões. Quando são utilizadas fotografias aéreas, tem-se a aerofotogrametria (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Aerofotogrametria>).

Muitos pesquisadores e firmas industriais contribuíram no desenvolvimento e aperfeiçoamento do processo fotográfico: nos produtos químicos, filmes, processo de revelação e fixação, lentes e máquinas Fotográficas.

As primeiras fotografias aéreas foram tiradas de balões em 1858 por Tournachon com a finalidade de confeccionar mapas topográficos, fotografias aéreas foram utilizadas na Guerra Civil americana com o uso de balões em 1862.

O uso de fotografias dependeu do progresso em se obter uma plataforma estável e controlável da qual se pudessem tirar fotografias.

As primeiras fotos de avião datam de 1909 por wrigth. A I Guerra mundial tornou definitiva a importância das aerofotos e, em 1915 foram produzidas as primeiras câmaras aéreas.

Após a guerra, o uso e progresso das aerofotos se expandiram nas áreas civis, militares e científicas. A II Guerra Mundial foi fundamentalmente de fotografias.

Atualmente é extenso e intenso o uso de aerofotos, acrescidas das fotografias “não óticas” (imagens): magnéticas, eletrônicas, termais, etc., e com a aplicação da computação na utilização das fotografias.

A interpretação de imagens aéreas, segundo a definição da Sociedade Americana de Fotogrametria (LOCH, 2008), seria o ato de examinar e identificar objetos (ou situações) em

fotografias aéreas (ou outros sensores) e determinar o seu significado. Também, segundo o mesmo autor, citando Summerson, pode ser definida como “a previsão do que pode ser visto na imagem”.

Algumas considerações são importantes que sejam feitas para que se compreenda como se dá a fotointerpretação de imagens aéreas. Os fatores que afetam a qualidade das fotos para a sua interpretação podem ser classificadas em região fotografada, condições atmosféricas, momento da tomada da foto, ordem técnica, qualidade do equipamento e escala da foto.

Todos estes fatores são importantes e a ordem em que estão mencionados podem variar de caso para caso, ou demanda do objeto de estudo.

A fotointerpretação é considerada uma técnica não considerada como disciplina (LOCH, 2008), eis que sendo uma técnica, necessariamente, precisar estar vinculada a uma disciplina, ou área profissional. Assim, o intérprete que trabalha em interpretação geográfica, pode ser chamado de fotogeógrafo. O mais importante de se salientar é que a integração entre fotogrametria e fotointerpretação é que irão subsidiar os trabalhos desenvolvidos nestas áreas.

Várias são as aplicações da fotointerpretação como o delineamento da rede de drenagem, fotointerpretação aplicada à vegetação, inventário florestal, agricultura, aplicada à preservação do meio ambiente, aplicada ao cadastro (técnico para mapeamento, planta cadastral, cadastro urbano e cadastro rural), fotointerpretação geomorfológica, aplicada a estradas, à implantação de redes elétricas, aplicada à geologia, ao controle de barragem e outras aplicações que a literatura ensina.

Considerando-se a grande extensão do território brasileiro a fotointerpretação é indispensável para a confecção de mapas e para entender-se um objeto geográfico proposto a ser estudado ou analisado.

O termo Cartografia, foi definido, segundo, (DUARTE 2008) durante o 20º Congresso Internacional de Geografia, realizado em Londres em 1964, definição esta dada pela Associação Cartográfica Internacional, como sendo: “*conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas, baseado nos resultados de observações diretas ou de análise de documentação, com vistas à elaboração e preparação de cartas, planos e outras formas de expressão, bem como sua utilização*”.

Nesta definição, percebe-se que tanto a ciência como a arte são instrumentos à cartografia, ou seja, que esta aconteça em seu produto final.

Toda a atividade humana, ou melhor dizendo, a ação antrópica, associada aos aspectos naturais e artificiais da superfície terrestre são representados através de mapas, e tão somente eles é que são capazes de assim fazê-lo com a eficácia necessária para a solução dos problemas que o homem e a sua atividade desenvolvem.

No que diz respeito às questões ambientais, esta ação muda a paisagem, interferindo na sua progressão natural, provocando situações de risco e catástrofes que estamos acostumados a presenciar, cada vez mais, freqüentes na mídia mundial, a Cartografia é, sem dúvida, a ferramenta mais importante no subsidio as outras tecnologias, na apuração e/ou prevenção destas respostas da natureza.

Com a evolução do computador, hoje é possível trabalhar a cartografia digital onde se encontra a capacidade de desenhar e construir mapas através deste recurso tecnológico, utilizando-se pontos, linhas, polígonos, anotações, um sistema de referência, datum, combinando diversas informações como estradas, hidrografia, localidades, perímetro urbano, cobertura vegetal e uso do solo, entre outras, dependendo da finalidade do mapa.

A cartografia digital é um sistema derivado dos CADs, que evoluiu e possibilitou aos cartógrafos e engenheiros a representar uma determinada área do globo de maneira mais próxima do real. Sua evolução de forma combinada com outras ferramentas nos traz aos SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) de hoje.

Conforme ensina DUARTE (2008), uma projeção cartográfica é a base para a construção dos mapas, pois ela se constitui numa rede de paralelos e meridianos, sobre a qual os mapas poderão ser desenhados. No entanto, os modos de obtenção desta malha de linhas são os mais diversos, cada qual gerando certas distorções e evitando outras.

O processo de sistematicamente transformar partes da Terra esférica para que sejam representadas em uma superfície plana mantendo as relações espaciais é chamado de Projeção Cartográfica. Este processo é obtido pelo uso de Geometria e, mais comumente, por meio de fórmulas matemáticas.

Ainda, é importante que se traga algumas explicações sobre Projeções Geográficas que são transformações projetivas, que permitem transformar a superfície tridimensional da superfície terrestre em uma representação plana, ou seja bidimensional.

Alguma transformação de escala deve ocorrer porque a correspondência 1/1 é fisicamente impossível.

A superfície curva da Terra não pode ajustar-se a um plano sem a introdução de alguma espécie de deformação ou distorção, equivalente a esticar ou rasgar a superfície curva.

As distorções ou deformações são tanto maiores quanto maior a área representada, e terão características próprias segundo a forma de relacionamento entre a superfície terrestre e a representação plana correspondente, caracterizando.

Sobre o sistema o Sistema UTM (Universal Transversa de Mercator), ainda, DUARTE (2008) ensina que na verdade não é uma projeção cartográfica, mas um sistema baseado na Projeção Transversa de Mercator (ou Conforme de Gauss).

Este sistema surgiu em 1947 com a finalidade de determinar as coordenadas retangulares nos mapas militares de grande escala em todo o mundo. Seu princípio básico é a Terra dividida em 60 fusos de 6 graus de longitude, tendo início no antimeridiano de Greenwich (180°), seguindo numa ordem de oeste para leste. Quanto à latitude, a divisão consiste em zonas de 4 graus, enquanto que os paralelos-limites são os de 80° sul e 84° norte. Todo o quadriculado se apóia no meridiano central de cada fuso.

Podemos compreender de forma mais detalha da seguinte forma.

O mundo é dividido em 60 fusos, onde cada um se estende por 6° de longitude. Os fusos são numerados de um a sessenta começando no fuso 180° a 174° W Gr. E continuando para Este. Cada um destes fusos é gerado a partir de uma rotação do cilindro de forma que o meridiano de tangência divide o fuso em duas partes iguais de 3° de amplitude.

A seguir encontra-se enunciada algumas características do sistema UTM:

- a. O quadriculado UTM está associado ao sistema de coordenadas plano-retangulares;
- b. O sistema UTM é usado entre as latitudes 84° N e 80° S. Além desses paralelos a projeção adotada mundialmente é a Estereográfica Polar Universal;
- c. O sistema UTM foi adotado pelo Brasil, em 1955, passando a ser utilizado pela DSG e IBGE para o mapeamento sistemático do país;
- d. Gradativamente foi o sistema adotado para o mapeamento topográfico de qualquer região, sendo hoje utilizado ostensivamente em qualquer tipo de levantamento;
- e. Utiliza a projeção conforme de Gauss como um sistema Tardi;
- f. O cilindro é secante, com fusos de 6°, 3° para cada lado;
- g. Os limites dos fusos coincidem com os limites da carta do mundo ao milionésimo;

- h. Os fusos de 6° são numerados a partir do antimeridiano de Greenwich, de 1 até 60, de oeste para leste (esquerda para a direita, desta forma coincidindo com a carta do mundo).

Com relação a questão da escala é importante que se diga que todo mapa é uma representação esquemática e reduzida da superfície terrestre DUARTE(2008). Esta redução se faz segundo determinada proporção entre o desenho e a superfície real. Tal proporção mostrada de forma numérica ou gráfica é o que se chama de escala. Quando a escala é mostrada desta forma (1:200.000), ou seja, por meio de uma relação numérica, diz-se que ela é *escala numérica*. O número 1, que fica antes dos dois pontos, corresponde à unidade considerada sobre o mapa e é chamado de numerador da escala; o número 200 mil, após os dois pontos, indica o número de unidades da realidade (indica também o número de vezes que a superfície real foi reduzida) e é chamado denominador da escala. Neste caso, temos que 200 mil unidades reais estão representadas como uma unidade sobre o mapa. A unidade de que falamos poderá ser considerada como qualquer tipo de medida que se conheça: milímetro, centímetro, metro, quilômetro, etc. Assim, se o 1 for considerado como centímetro, o 200 mil também o será. Mas se quisermos adotar outra unidade qualquer de medida poderemos fazê-lo, desde que o numerador e denominador sejam considerados na mesma unidade.

Foi importante também estudarmos e compreendermos para a pesquisa que um Sistema Geodésico de Referência (SGR) é definido com base num conjunto de parâmetros e convenções, junto a um elipsóide ajustado às dimensões da Terra e devidamente orientado, constituindo um referencial adequado para a atribuição de coordenadas a pontos sobre a superfície física. Quando um referencial é definido e adotado por convenção, a etapa seguinte é caracterizada pela coleta de observações a partir de pontos devidamente materializados sobre a superfície terrestre (rede). Fazem parte do referencial, ainda, o processamento e análise, bem como a divulgação dos resultados, que é, essencialmente, um conjunto de coordenadas associado a uma época em particular. As coordenadas podem vir acompanhadas de suas respectivas velocidades. Esse conjunto materializa o sistema de referência. (MONICO, 2000).

Sobre o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), diz-se que este sistema foi implantado a partir da década de 1940. Caracteriza-se por um conjunto de estações que representam a base horizontal e vertical para a localização e representação cartográfica no território brasileiro. A

responsabilidade por sua implantação e manutenção é do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) através de seu Departamento de Geodésia.

Sua materialização é feita a partir das Redes Geodésicas Brasileiras (RGB), que são a rede Horizontal, rede Vertical e a rede Tridimensional (Rede Nacional GPS, Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC). Estas são formadas pelos conjuntos de estações e coordenadas geodésicas.

O sistema geodésico brasileiro, assim como os sistemas utilizados em outros países, é gerado a partir da definição de uma superfície de referência ou elipsóide.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada durante o ano de 2011, tendo como área de estudo o município de Santa Maria, localizado na Região pertencente ao Corede Central, possui a área de 1781,41 km<sup>2</sup>, ou seja, 178141,91 ha.

Santa Maria possui uma população média estimada em 268.969 habitantes segundo IBGE no seu censo de 2010, é considerada uma cidade de grande influência na região central do estado. É a 5<sup>a</sup> cidade mais populosa do Rio Grande do Sul, e isoladamente a maior de sua região.

Esta cidade é considerada cidade universitária graças a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), criada por José Mariano da Rocha Filho.

O clima predominante na região é o subtropical úmido, com uma temperatura média de 19,5° C, tendo uma precipitação média de 1.800 mm.

O PIB *per capita*, segundo o IBGE (2008) é de R\$ 12.200,16.

Santa Maria, por sua posição geográfica central e por situar-se na metade sul do estado, foi, desde os tempos do império, historicamente estratégica na questão dos conflitos com os “países do prata”. Por este motivo, por várias décadas os investimentos concentrados no local foram referentes à segurança nacional.

Assim formaram-se uma estrutura e uma vocação econômica do município voltada para a prestação de serviços, posteriormente acentuada com estabelecimentos dos serviços públicos estatais e federais e com o desenvolvimento do comércio.

As bases econômicas do município podem ser comprovadas pelos empregos ofertados. Os dados disponíveis revelam a alta importância do setor terciário, destacando-se o comércio, os serviços públicos, incluindo a UFSM e os militares.

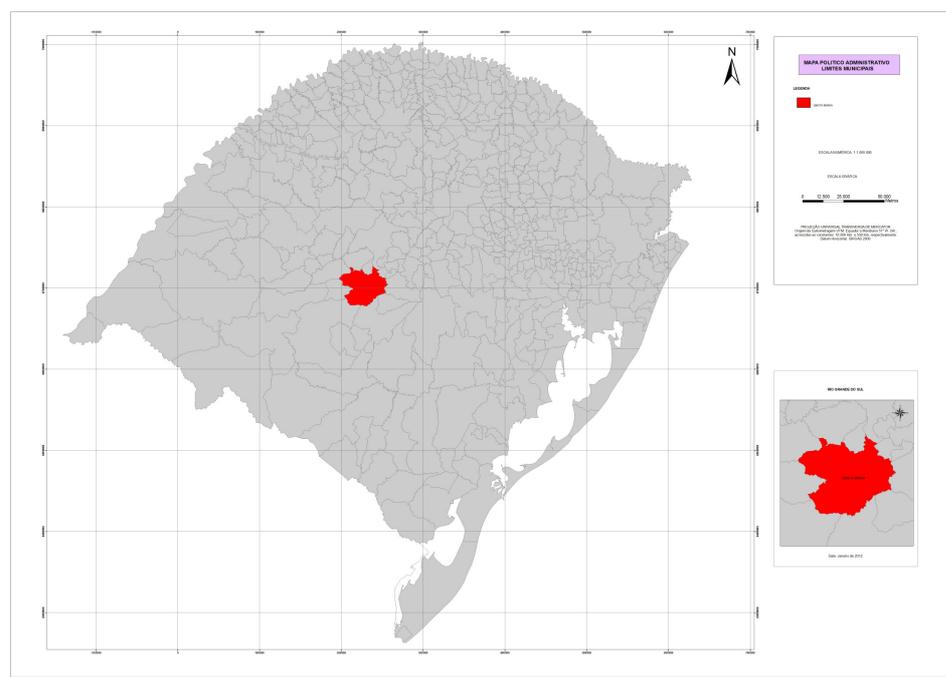
Estas funções urbanas terciárias absorvem mais de 80% da população ativa da cidade, principalmente o setor ocupado pela atividade comercial e educacional.

Ainda no aspecto funcional da cidade, aparece em segundo lugar o setor primário (agropecuário) e em terceiro lugar o setor secundário, que no geral são indústrias de pequeno

e médio porte, voltadas, principalmente, para o beneficiamento de produtos agrícolas, metalurgia, mobiliários, calçados, laticínios, etc.

A cidade destaca-se por ser a segunda cidade do Rio Grande do Sul, em números de pessoas ricas, sendo a segunda do Estado com maior número de pessoas das classes A e B (28ª do país), conforme pesquisa da Fundação Getúlio Vargas.

Figura 11 – Localização da Área objeto de estudo.



Na região de Santa Maria predominância de solos Latissolo e Argiloso conforme podemos observar através do mapa, delimitado por regiões de Coredes.

A definição do tipo de solo da região estudada é importante para que o município conheça as aptidões de seu uso do solo.

### 3.1. Materiais

#### 3.1.1. Imagem de Alta Resolução

Para a Classificação do uso solo foi usada uma imagem Landsat - 5 TM (composição RGB 3 4 5), órbita/ponto223/80 e 223/81, com data de 11 de abril de 2009.

A partir desta imagem foi feita a classificação digital supervisionada classificando e quantificando o uso do solo na área objeto de estudo.

#### 3.1.2. Cartas Topográficas

Os mapas base utilizados foram às cartas topográficas de Santa Maria, Camobi, Val de Serra, Sanga da Laranjeira, São Pedro, Arroio do Só e Catuçaba. Todas em escala de 1:50.000.

#### 3.1.3. Aplicativos Computacionais

Os aplicativos computacionais utilizados foram o Google Earth, Adobe Photoshop, TrackMaker PRO, Autocad e o ArcMap.

Estes aplicativos foram utilizados no planejamento das atividades, apoio na busca de informações de campo, no descarregamento e pós-processamento dos pontos coletados com receptor GPS, no georreferenciamento do mapa base e da imagem de alta resolução, na digitalização dos temas de usos do solo, quantificação de áreas e na edição final dos mapas.

#### 3.1.4. Receptores GPS

Para o trabalho de coleta de dados a campo (reambulação), foi usado um GPS de navegação Garmin E-Trex.

### 3.1.5. Métodos

A metodologia envolveu os procedimentos de campo na coleta de dados, o procedimento laboratorial, envolvendo o pós-processamento dos dados, a coleta da imagem, montagem do mosaico e o seu georreferenciamento, a criação dos planos de informação (Shapefile's), no Aplicativo computacional ArcGis, contendo os temas, o processo de interpretação visual das informações das imagens (reconhecimento dos temas, a digitalização dos temas e a edição final dos mapas).

### 3.1.6. Procedimentos de Campo e Coleta de Dados

Em um primeiro momento foi realizado um planejamento prévio das atividades que seriam desenvolvidas no trabalho de campo. Esta fase se desenvolveu no primeiro semestre de 2011.

Num segundo momento foi feita uma consulta histórica da legislação para delimitação do limite real de Santa Maria.

Após esta análise histórica, procedemos à coleta de pontos de controle de principais cruzamentos viários, principalmente nos gargalos logísticos e eixos de modais logísticos e dos limites municipais, até então conhecidos (IBGE) em escala de 1:250.000.

### 3.1.7. Trabalho de Laboratório

Após esta análise histórica foi feito o ajustamento do limite político-administrativo de Santa Maria, em escala de 1:50.000, bem como de seus distritos.

Tendo como base cartográfica as cartas topográficas e a documentação legal, referente ao limite político administrativo de Santa Maria, foi ajustado este partindo de uma base do IBGE de 1:250.000 para 1:50.000, conseguindo um grau de confiabilidade maior em virtude de ser uma escala que apresenta uma riqueza mais elevada de detalhes.

Figura 12 – Mosaico do município de Santa Maria com limite fixado



Quando montado o mosaico, abrangendo toda a área de estudo, pode se observar que Santa Maria, é coberta por vários sensores, ou seja, várias imagens de vários satélites, produzindo o efeito que se viu acima pela resolução espacial de cada sensor.

Após o ajustamento foi possível montar o mosaico das imagens, conforme observado acima, coletadas no Google Earth, a uma altura de 5.000 metros. Em seguida estes mosaicos foram georreferenciados para digitalização de malha viária, ajuste de limites, conferência de reservatórios e outras interpretações que se fizeram necessárias para a pesquisa.

Para a Classificação do uso solo foi usada uma imagem Landsat - 5 TM (composição RGB 3 4 5), órbita/ponto 223/80 e 223/81, com data de 11 de abril de 2009.

A partir desta imagem foi feita a classificação digital supervisionada classificando e quantificando o uso do solo na área objeto de estudo.

Figura 13 – Imagem coletada a uma altura de 5 km.



Foi constatado que esta altura para coleta de imagem, a de 5.000 metros, se presta para interpretação visual na imagem para a digitalização de malha viária, localização de reservatórios, rede de drenagem e uso do solo.

Tendo sido ajustado o limite da área objeto de estudo, tendo sido montado o mosaico, foi feita a digitalização de toda a malha viária, incluindo rodovias federais e estaduais, ferrovia, estradas, caminhos e trilhas, conforme se observa nos resultados.

Os mapas foram elaborados no aplicativo computacional ArcView 9.3, o qual se mostrou eficiente para a presente pesquisa e para a tarefa proposta.

## 4. RESULTADOS

A partir dos dados levantados e de trabalho de laboratório e todo o material produzido na pesquisa elaborada na área objeto de estudo, foi possível verificar alguns itens relevantes para a quantificação e qualificação dos dados do município de Santa Maria, como se menciona a seguir.

Também, foi julgado importante que fosse produzido um mapa de uso do solo, para quantificar sua utilização e seu sistema produtivo.

Figura 14 – Mapa de Uso do Solo de Santa Maria, RS

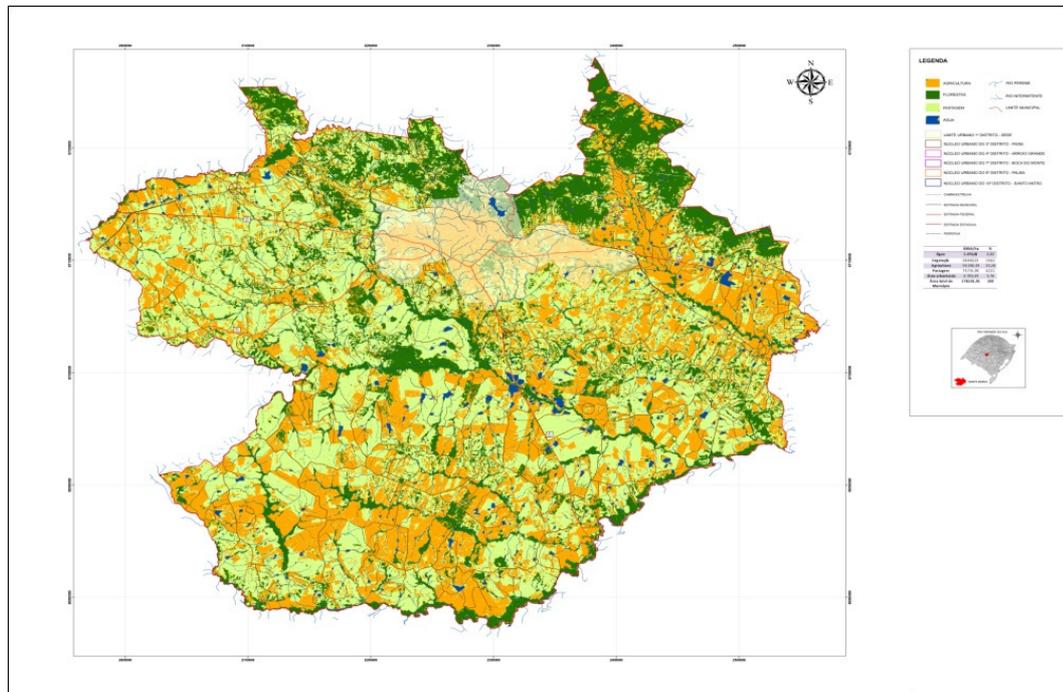


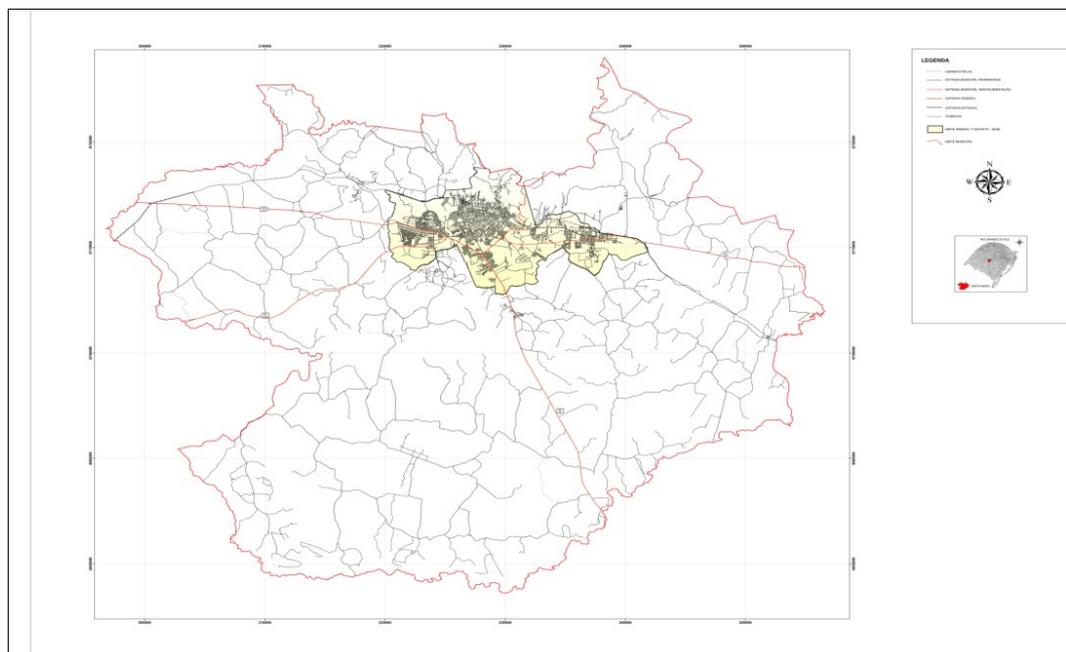
Figura 15 – Tabela do Uso do Solo de Santa Maria, RS.

	ha	%
<b>Água</b>	<b>1.476,65</b>	0,83
<b>Vegetação</b>	34.943,23	19,62
<b>Agricultura</b>	59.285,59	33,28
<b>Pastagem</b>	75.731,95	42,51
<b>Área urbanizada</b>	6.704,49	3,76
<b>Área total do Município</b>	<b>178.141,91</b>	<b>100</b>

Como se pode observar a atividade econômica de agricultura e pecuária é as que ocupam percentuais maiores de área em hectares, no mapa de uso do solo, perfazendo um total de 75,79 % da área total do município.

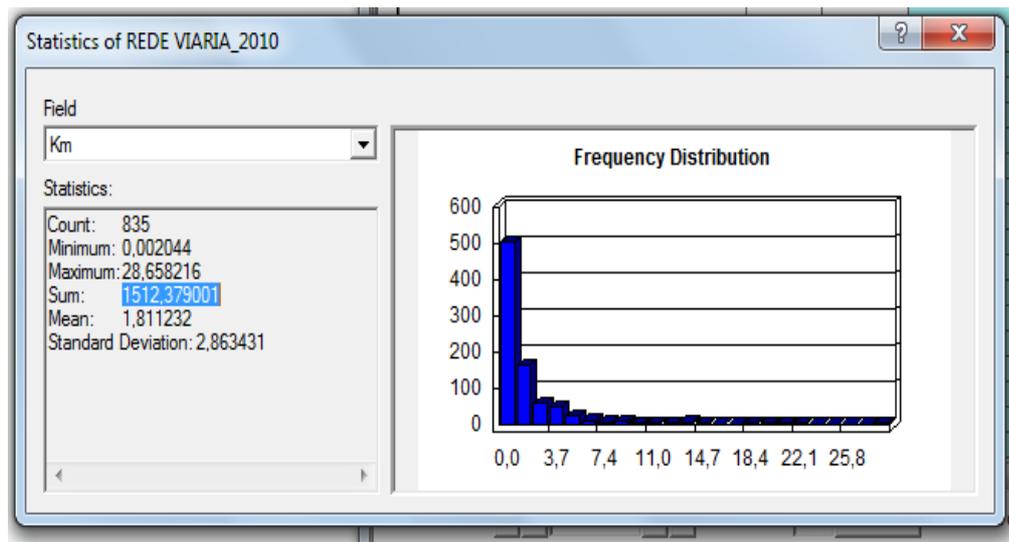
Com os dados coletados, reambulações procedidas e todo o trabalho de campo foi possível elaborar um mapa da malha viária conforme observa-se na figura abaixo.

Figura 16 – Mapa da Malha Viária de Santa Maria, RS.



O resultado obtido através da digitalização da malha viária do município de Santa Maria foi à de 1.512,379 kms somadas à malha ferroviária e rodoviária, estradas, caminhos e trilhas. Não se obteve dados de transporte aquaviário em virtude de não navegabilidade, para fins de transporte de carga, do principal rio do município, o Rio Vacacaí.

Figura 17 – Tabela da Quilometragem gerada no ArcGis.



A pesquisa constatou a importância de um ou mais terminal multimodal de transportes, pela característica logística de transportes que aqui se configura.

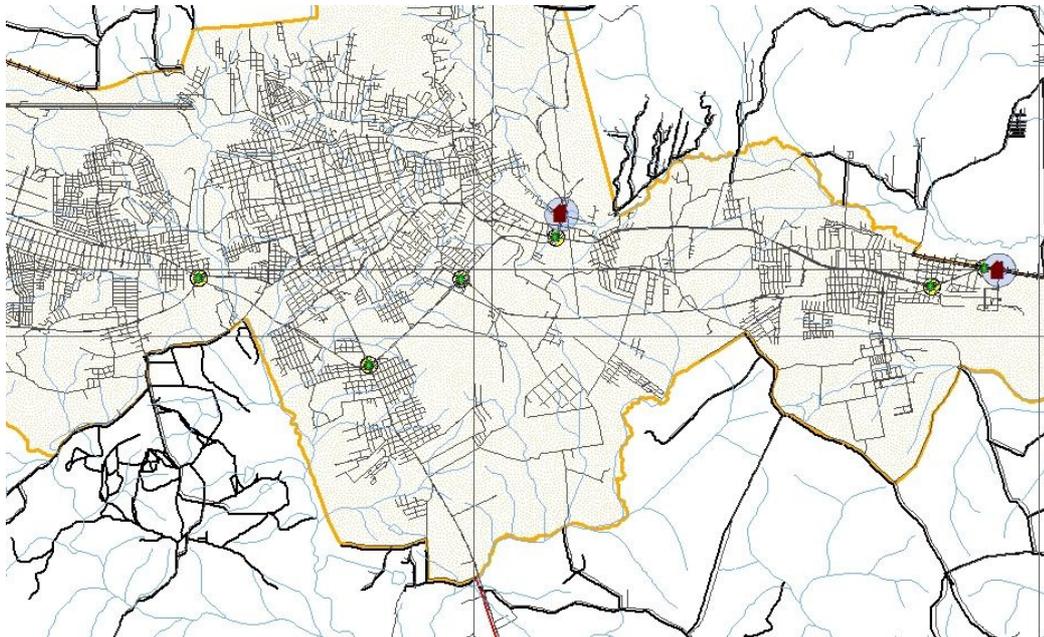
verificou-se ainda que apesar de se ter uma característica de serviços, Santa Maria, possui uma extensa malha viária, uma malha multimodal que a torna cidade importante para o escoamento de sua produção e rota de transporte para várias cidades e países, tendo questões logísticas e de transportes que precisam ser sanadas.

O poder público com certeza desconhece os números levantados nesta pesquisa, caso contrário já haveria solucionado problemas como a travessia urbana de Santa Maria, que há anos está no papel e que é crucial para o desenvolvimento regional e nacional. Nacional porque somos rota do MERCOSUL.

Segundo informações junto aos profissionais de transporte de carga, afirma-ser que a necessidade de passar por Santa Maria, pela manhã ou à tardinha, eis que são os únicos caminhos de rota ao Porto de Rio Grande, caso houvesse outras opções, esta seria ultima alternativa pelo congestionamento que encontram nesta travessia urbana de Santa Maria.

Estes gargalos logísticos estão localizados na BR 287, entrada de Santa Maria, onde a BR se bifurca em Faixa Nova e Faixa Velha de Camobi. No Trevo do Castelinho. Na Ponte da Faixa Nova Próximo a Rodoviária. No Trevo da Uglione e no Cruzamento da Faixa Nova de Rosário com Saída para São Pedro do sul, podendo ser observados neste mapa produzido pela equipe da pesquisa.

Figura. 18 – Gargalos Logísticos



A importância da definição destes gargalos logísticos é que irão subsidiar a tomada de decisão no que tange uma provável travessia urbana de Santa Maria.

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

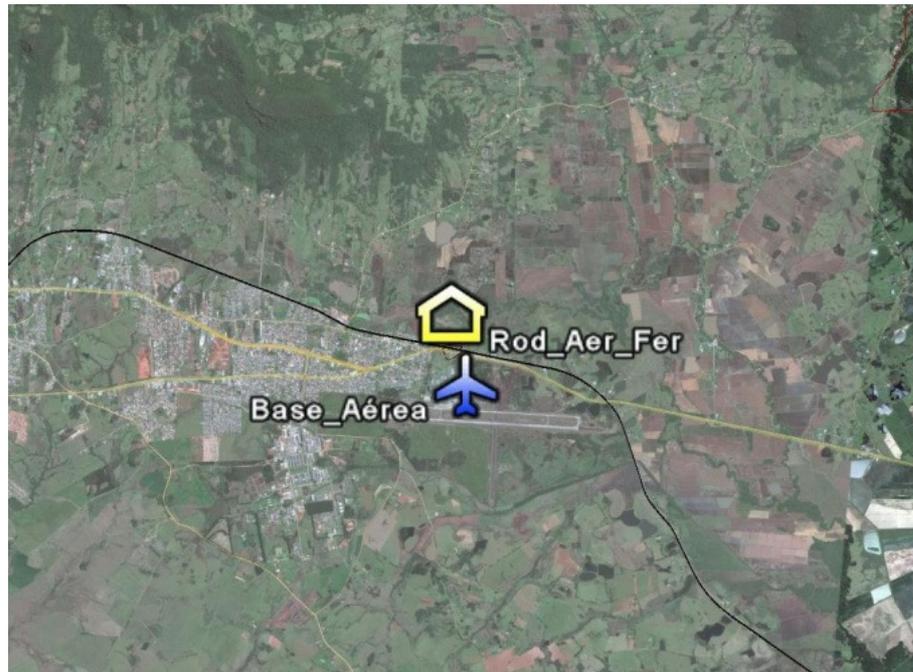
Com relação à área objeto de estudo foi constatado uma alteração na sua área com relação àquela conhecida até então. A área divulgada pelo próprio município era de **1.779,56 Km<sup>2</sup>** (Fonte: IBGE 2010), onde na realidade, após o gerreferenciamento e o ajuste do limite político administrativo foi constatado ser de **1.781.41 Km<sup>2</sup>**. Havendo uma diferença de **1,85 Km<sup>2</sup>**.

Esta diferença de área e seu ajustamento é muito importante para o planejamento ordenado do território objeto de estudo.

O limite político administrativo foi ajustado observando a lei de criação do município de Santa Maria. Na realização dos trabalhos constataram-se diferenças de até 150 mts, em linha reta, como foi o caso do Distrito de Arroio do Só, o qual estava com a sua divisa, nesta metragem, dentro do município de Restinga Seca.

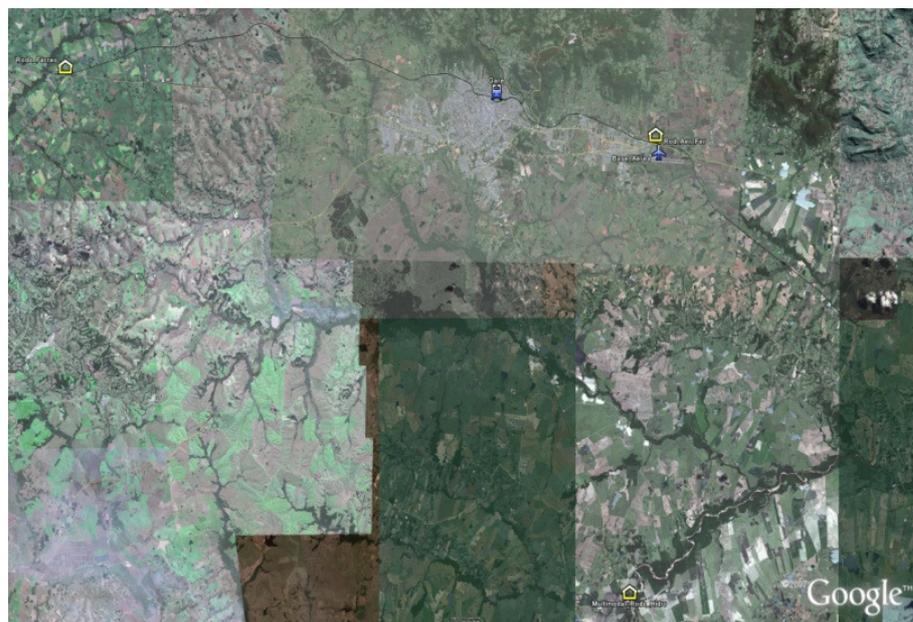
A proposta de um terminal multimodal conforme se propõem é para que possa ser atraído, para Santa Maria, um maior fluxo de negócios e perspectivas futuras, uma vez que uma ZPE (Zona de Processamento de Exportação) já foi criada, por projeto, na época, do Deputado Federal Cezar Schirmer, hoje Prefeito desta cidade. Então se faz necessário que seja pensado uma plataforma multimodal, e sugere-se, portanto de que este terminal seja nos cruzamentos viários da BR 287, Base Aérea com a Ferrovia ali existente, conforme podemos ver na figura 28.

Figura 19 – Proposta de plataforma multimodal.



Ainda se coloca a proposição de outros locais adicionais para plataforma multimodais, em virtude de outros cruzamentos apenas rodo-ferroviário, como se pode observar a seguir na figura 20.

Figura 20 – Sugestões de Plataformas Multimodais.



## 6. CONCLUSÕES

Conclui-se que as questões sobre logística de transporte precisam ser trabalhadas em Santa Maria, principalmente no que tange a criação de plataformas multimodais de carga.

A proposta que se sugere é a de que o poder público associado ao conhecimento que pode ser gerado pela Universidade Federal de Santa Maria, podem produzir um trabalho de vulto significativo para o desenvolvimento regional desta região central, eis que aqui, como já mencionado, é rota logística para os países do Mercosul.

Pretende-se propor à Prefeitura de Santa Maria, uma ação conjunta com este conhecimento produzido e a vontade política, já manifestada pelo Prefeito Cezar Schirrmmer, de avançar na pesquisa e nos estudos de um terminal multimodal, onde englobasse os três modais: Rodoviário, Ferroviário e Aviário.

Tal avanço necessita de mais estudo e pesquisa de campo, como por exemplo, custo de frete, mostrando a importância, às empresas transportadoras de carga, de um terminal multimodal em Santa Maria. Este estudo futuro teria a intenção de subsidiar Santa Maria, com dados georreferenciados e estudos de logística e transporte para que houvesse um acordo de vontades numa parceria público-privado para a implantação deste, ou destes, terminais.

Santa Maria é uma cidade importante para a região. Aqui se busca o conhecimento, através das instituições de ensino, e em especial a UFSM. Este núcleo de conhecimento precisa levar soluções para problemas como a questão Logística de Transportes, para que a região como um todo, possa usufruir do crescimento que um projeto deste vulto irá trazer para a região.

É preciso conscientizar o empresário que não basta apenas cobrar do poder público, soluções que muitas vezes estão no diálogo e no poder de convencimento que o conhecimento e a pesquisa podem trazer. É o que se deseja, para um futuro de desenvolvimento regional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONOFF, S. *Geographic Information Systems*. WDL Publications, Canadá, 1989.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: Planejamento, organização e Logística Empresarial. 4ª ed. Porto Alegre: Bookmann, 2001.

BERRY JK. **Beyond mapping: concepts, algorithms and issues in GIS**. Colorado: GIS World Books; 1993.

CÂMARA, Gilberto. *et al*, **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas-SP: SBC, 1996.

DUARTE, Paulo Araújo. **Fundamentos de cartografia**. 3. ed. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

LOCH, Carlos. **A interpretação de imagens aéreas**: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 5. ed. ver. atual. – Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

MEIRELLES, Margareth Simões Penello. **Geomática: modelos e aplicações ambientais**/Editores técnicos, Margareth Simoes Penello Meirelles, Gilberto Camara e Cláudia Maria de Almeida. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 593 p.

MELLO, J. C. **Transportes e desenvolvimento econômico**. Brasília: EBTU, 1984.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MONICO, J. F. G. *Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: Descrição, Fundamentos e Aplicações*. São Paulo: Ed. UNESP, 2000.

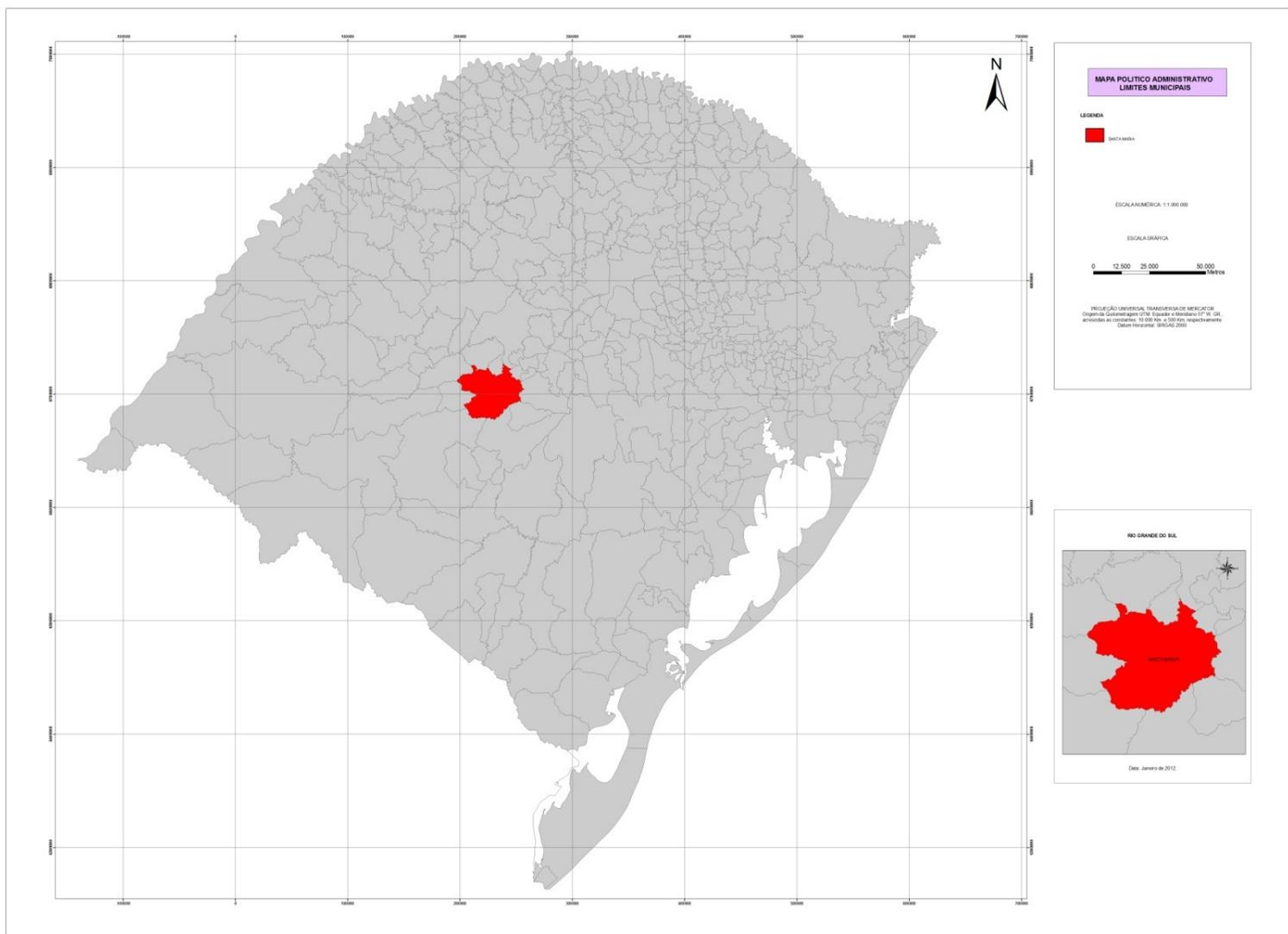
MONICO, João Francisco Galera. **Posicionamento pelo GNSS**: descrição, fundamentos e aplicações. – 2. ed. – São Paulo: Editora UNESP, 2008.

RAZZOLINI FILHO, Edelvino. **Transportes e modais com suporte de TI e SI**. Curitiba: Ibepe, 2007

SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas**: conceitos e fundamentos. – Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003.

## **APÊNDICES**

# Apêndice 1 – Localização da Área objeto de estudo.



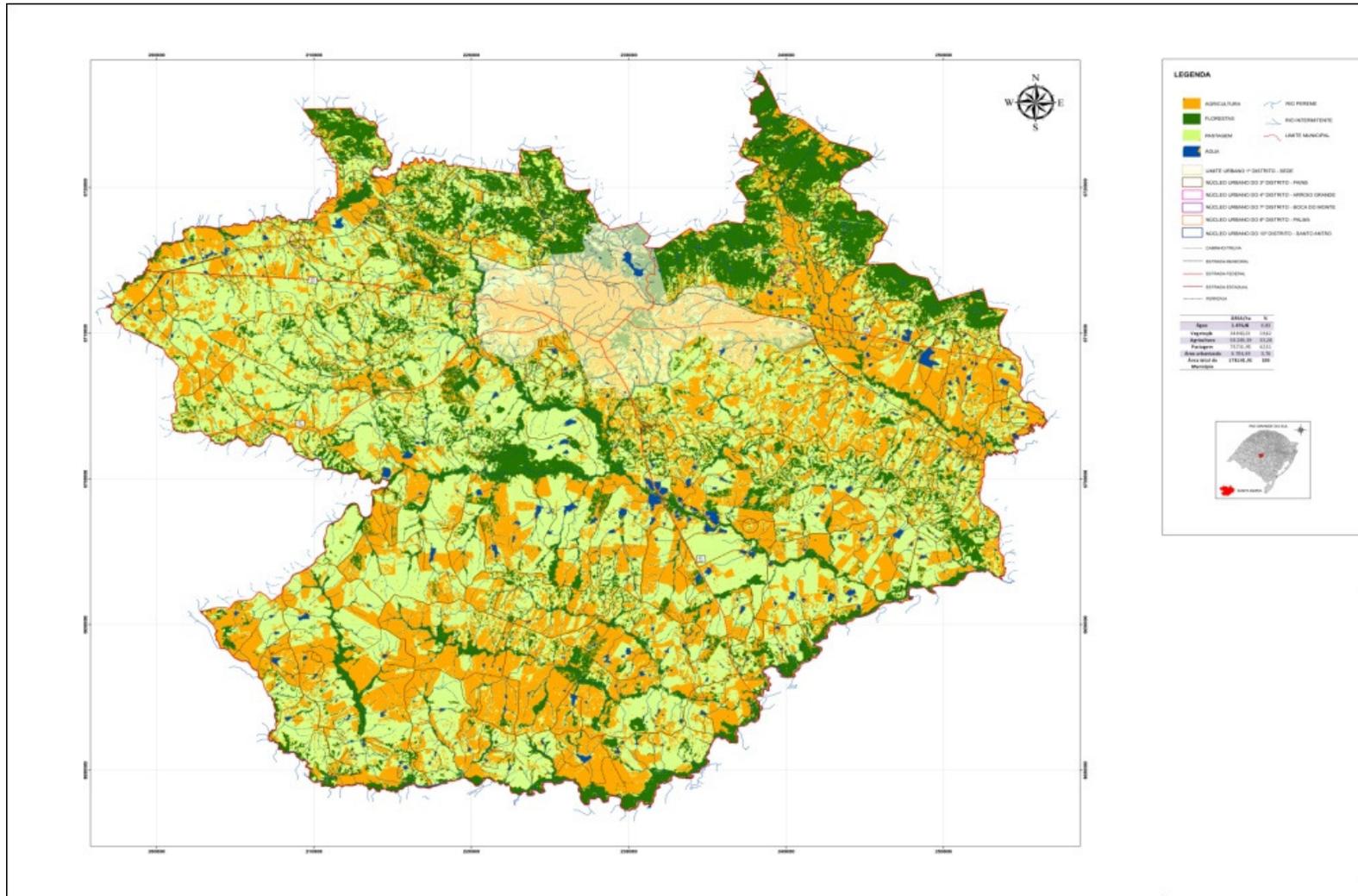
Apêndice 2 – Mosaico do município de Santa Maria com limite fixado



Apêndice 3 – Imagem coletada a uma altura de 5 Km.



Apêndice 4 – Mapa de Uso do Solo de Santa Maria, RS







Apêndice 7 – Proposta de plataforma multimodal.



Apêndice 8 – Sugestões de Plataformas Multimodais.

