



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO**

FELIPE FONSECA COSTA

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO FERRAMENTA PARA
O MAPEAMENTO DOS SETORES DE INDÚSTRIAS, COMÉRCIOS E
SERVIÇOS NA CIDADE DE CASTANHAL – PA.**

Castanhal - Pará

2018

FELIPE FONSECA COSTA

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO FERRAMENTA PARA
O MAPEAMENTO DOS SETORES DE INDÚSTRIAS, COMÉRCIOS E
SERVIÇOS NA CIDADE DE CASTANHAL – PA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do título em **Bacharel em
Sistemas de Informação** à Faculdade de
Computação da UFPa.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a Yomara
Pinheiro Pires

Castanhal - Pará

2018

TERMO DE APROVAÇÃO



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL
FACULDADE DE COMPUTAÇÃO

DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DISCENTE: FEIPE FONSECA COSTA

TÍTULO DO TCC: “SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS COMO FERRAMENTA PARA O MAPEAMENTO DOS SETORES DE INDÚSTRIAS, COMÉRCIOS E SERVIÇOS NA CIDADE DE CASTANHAL – PA”

PARECER DA BANCA EXAMINADORA:

A banca examinadora aprova com conceito excelente o trabalho apresentado.

Castanhal (PA), 07/05/2018

Yomara Pinheiro Pires

Profª. Dra. Yomara Pinheiro Pires
Orientador – Universidade Federal do Pará – FACOMP/ Campus Castanhal

João Claudio Chamma Carvalho

Prof. Dr. João Claudio Chamma Carvalho
Membro – Universidade Federal do Pará – FACOMP/ Campus Castanhal

Igor Ruiz Gomes

Prof. Msc. Igor Ruiz Gomes
Membro – Universidade Federal do Pará – FACOMP/ Campus Castanhal

Dedico este trabalho aos meus pais
Kátia Fonseca e Ricardo Costa, por
sempre acreditarem em mim e
estarem presentes em toda minha
trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, a quem tanto amo, **Ricardo e Kátia**, meus maiores exemplos, e que sempre se fizeram presentes, apoiando-me em todas as fases da minha vida;

À minha irmã **Dhayna**, e às minhas primas **Zayra e Adrya** pela torcida e pelo incentivo durante esses anos de graduação. Obrigado pela paciência e disposição sempre que precisava;

À minha querida avó **Maria da Conceição**, obrigado pelas orações a meu favor;

Em memória de minha amada e finada avó **Maria de Lourdes**, que está sempre iluminando meus caminhos do plano espiritual, a qual sempre teve preocupação para que sua família inteira estivesse indo em direção ao caminho correto;

Aos grandes amigos conquistados durante o curso, em especial à **Ana Naiane, Elaine Caroline e Allan Ricardo**, muito obrigado pelo companheirismo, irei levar a amizade de vocês para toda a vida;

À minha orientadora **Yomara Pires**, pelo apoio e confiança no desenvolvimento deste trabalho;

Ao professor **Rodrigo Barata**, por me ajudar na etapa final do desenvolvimento deste trabalho;

Ao amigo **Luiz Henrique**, pela ajuda inicial com o software;

Ao professor **Josafá Barreto**, do Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal da UFPA, que foi de suma importância para o aprimoramento em utilizar o software e por permitir que eu participasse de sua turma sobre SIG em Saúde Animal como ouvinte;

Obrigado a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação acadêmica, esta caminhada não seria a mesma sem o apoio de vocês.

*“O que você levou anos para construir, alguém pode
destruir de uma hora para outra. Construa assim
mesmo...”*

- Madre Tereza de Calcutá.

RESUMO

Neste trabalho, serão apresentados todos os conceitos e as características que regem um Sistema de Informações Geográficas (SIG), e como estes sistemas podem ser aplicados para uma melhor política de gestão territorial e urbana de uma cidade. A aplicabilidade das ferramentas de um SIG, nesta pesquisa, tem como foco principal o mapeamento de setores de serviços, comerciais e industriais do município de Castanhal-PA, através do software de geoprocessamento QGIS, utilizando-se de suas ferramentas de análise espacial e sobreposição. Este tema vem sendo bastante discutido atualmente entre os especialistas de gestão territorial e urbana. Portanto, a aplicabilidade deste trabalho pretende demonstrar os benefícios que as geotecnologias podem trazer para as tomadas de decisões de gestores municipais, e conseqüentemente, nas ações de políticas públicas. Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam dados socioeconômicos obtidos a partir de técnicas de geoprocessamento. Também são motivadores para continuidade dos estudos na área de geotecnologias.

Palavras-chaves: Sistemas de Informações Geográficas. SIG. Geoprocessamento. Comércio. Indústria. Serviços. Geotecnologias.

ABSTRACT

In this paper, all the concepts and characteristics that govern a Geographic Information System (GIS) will be presented, and how these systems can be applied to a better territorial and urban management policy of a city. The applicability of the tools of a GIS in this research has as its main focus the mapping of services, commercial and industrial sectors of the municipality of Castanhal-PA, through the QGIS geoprocessing software, using its spatial analysis and overlapping tools . This subject has been widely discussed among specialists in territorial and urban management. Therefore, the applicability of this work intends to demonstrate the benefits that the geotechnologies can bring to the decisions of municipal managers, and consequently, in the actions of public policies. The results obtained in this research indicate socioeconomic data obtained from geoprocessing techniques. They are also motivators for continuity of studies in the area of geotechnologies.

Keywords: Geographic Information Systems. SIG. Geoprocessing. Trade. Industry. Services. Geotechnology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Estrutura Geral de um Sistema de Informação Geográfica.....	26
Figura 02: Categorias de Recursos Humanos Envolvidos em um SIG.	28
Figura 03: Exemplo de Mapas Temáticos	31
Figura 04: Formas de Representação de dados espaciais.	36
Figura 05: Representação de Dados de Estrutura Vetorial.....	37
Figura 06: Diferentes Representações Matriciais para um Mapa.....	39
Figura 07: Mapa da base censitária da cidade de Castanhal	46
Figura 08: Imagens de Satélite da cidade de Castanhal.....	47
Figura 09: Mapeando um prédio comercial com a ferramenta “Novo Marcador”	48
Figura 10: Todos os estabelecimentos dos espaços mapeados da cidade de Castanhal ..	48
Figura 11: Banco de Dados da BR-316, com os dados geográficos devidamente classificados de acordo com suas atividades econômicas	50
Figura 12: Interface do Software QGIS.....	51
Figura 13: Interface do Software Google Earth Pro	52
Figura 14: Interface do aplicativo móvel para SIG MapIt GIS	53
Figura 15: Mapa digital temático da Região de Castanhal	57
Figura 16: Mapa digital da Área Geral do Estudo de Mapeamento de Setores Comerciais, Industriais e Serviços de Castanhal-PA.....	58
Figura 17: Mapa Conceitual de Aprendizagem Significativa de um SIG	59
Figura 18: Visão Geral dos Setores Econômicos de Castanhal.....	60
Figura 19: Mapa 01 dos Setores Econômicos da Rodovia BR-316	62
Figura 20: Mapa 02 dos Setores Econômicos da Rodovia BR-316	63
Figura 21: Mapa 03 dos Setores Econômicos da Rodovia BR-316	64
Figura 22: Mapa 01 dos Subsetores Econômicos da Rodovia BR-316.....	65

Figura 23: Mapa 02 dos Subsetores Econômicos da Rodovia BR-316.....	66
Figura 24: Mapa 03 dos Subsetores Econômicos da Rodovia BR-316.....	67
Figura 25: Mapa dos Setores Econômicos da Avenida Barão do Rio Branco	71
Figura 26: Mapa 01 dos Subsetores Econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.....	72
Figura 27: Mapa 02 dos Subsetores Econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.....	73
Figura 28: Mapa dos Setores Econômicos da Rua Marechal Deodoro	76
Figura 29: Mapa 01 dos Subsetores Econômicos da Rua Marechal Deodoro	77
Figura 30: Mapa 02 dos Subsetores Econômicos da Rua Marechal Deodoro	78
Figura 31: Mapa 03 dos Subsetores Econômicos da Rua Marechal Deodoro	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Número de Estabelecimentos com vínculos Empregatícios em Castanhal – Pa.....	56
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Comparação de Trabalhos Correlatos	44
Quadro 02: Quadro Geral de Especificações de Dados Coletados.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Despesas e Receitas Orçamentárias	55
Gráfico 02: Produto Interno Bruto de Castanhal	55
Gráfico 03: Dados sobre os setores econômicos da área de pesquisa.	61
Gráfico 04: Dados sobre os setores econômicos da BR-316.....	68
Gráfico 05: Dados sobre os Subsetores econômicos da BR-316.....	69
Gráfico 06: Dados sobre os Setores econômicos da Avenida Barão do Rio Branco	74
Gráfico 07: Dados sobre os Subsetores econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.	75
Gráfico 08: Dados sobre os Setores econômicos da Rua Marechal Deodoro	80
Gráfico 09: Dados sobre Subsetores econômicos da Rua Marechal Deodoro	81
Gráfico 10: Dados Gerais sobre os Setores econômicos Mapeados.....	82
Gráfico 11: Dados Gerais sobre dos Subsetores Econômicos.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- SIG – Sistemas de Informações Geográficas
- GIS – Geographic Information System
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- AM/FM – Automated Mapping/Facilities Management
- CADD – Computer-Aided Drafting and Design
- ESRI – Environment Research Institute
- TI – Tecnologia da Informação
- BDG – Banco de Dados Geográficos
- SGBD – Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados
- CAD – Computer Aided Design
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- PNE – Potencial Natural de Erosão
- KML – Keyhole Markup Language
- LIRAA – Levantamento de Índice Rápido de Aedes Aegypti
- SISFAD – Sistema de Informação de Febre Amarela e Dengue
- SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação
- SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná
- SIGDengue – Sistema Georreferenciado de Dengue
- QGIS – Quantum GIS
- OSGEO - Open Source Geospatial Foundation
- IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
- SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus
- PIB – Produto Interno Bruto
- IDESP - Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Introdução.....	17
1.2. Problemática	19
1.3. Justificativa E Motivação	19
1.4. Objetivos.....	20
1.4.1. Geral	20
1.4.2. Específicos.....	20
1.5. Organização Do Trabalho.....	21
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.1. Sistemas De Informações Geográficas - SIG	22
2.2. História Dos Sistemas De Informações Geográficas.....	24
2.3. Arquitetura De Um SIG.....	26
2.4. Conceitos E Tipos De Mapas (Mapas Temáticos)	29
2.5. Dados Geográficos	32
2.5.1. Requisitos De Um Modelo De Dados Geográficos.....	33
2.5.2. Qualidade Dos Dados	33
2.6. Banco De Dados Geográficos	35
2.6.1. Modelos De Representação De Dados Geográficos.....	36
2.6.2. Representação Vetorial.....	37
2.6.3. Representação Matricial	38
2.7. Trabalhos Correlatos	38
2.7.1. Utilização Do Geoprocessamento Para Avaliação De Riscos De Erosão Do Solo Em Uma Bacia Hidrográfica: Estudo De Caso Da Bacia Do Rio Passa Cinco/SP.....	40
2.7.2. Uma Contribuição Ao Controle Da Dengue Em Cascavel/Pr Através De Um Software Com Informações Georreferenciadas.....	41
2.7.3. Utilização De Softwares Livres De Geoprocessamento Para Gestão Urbana Em Municípios De Pequeno Porte.....	43
2.8. Quadro De Trabalhos Correlatos	43
3. METODOLOGIA.....	45
3.1. Métodos Abordados Na Pesquisa	45
3.2. Coleta E Tipo De Dados	47

3.3.	Classificação Dos Dados Geográficos De Acordo Com Suas Atividades Econômicas No Banco De Dados SIG	49
3.4.	Ferramentas Utilizadas	51
3.4.1.	QGIS.....	51
3.4.2.	Google Earth.....	52
3.4.3.	MapIt GIS	53
4.	A PESQUISA	
4.1.	Dados Censitários De Castanhal E Sua Economia.....	54
4.1.1.	A Pesquisa	57
4.1.2.	Mapa Conceitual (Aprendizagem Cognitiva)	59
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1.	Visão Geral.....	60
5.2.	Mapas Temáticos Da Rodovia BR-316.....	61
5.3.	Mapas Temáticos Da Avenida Barão Do Rio Branco.....	70
5.4.	Mapas Temáticos Da Rua Marechal Deodoro.....	75
5.5.	Dados Gerais Sobre Os Setores E Subsetores Econômicos	82
6.	CONCLUSÃO.....	84
6.1.	Considerações Finais	84
6.2.	Trabalhos Futuros	86
	REFERÊNCIAS	87

1.1 INTRODUÇÃO

O presente panorama econômico de uma cidade está caracterizado e atrelado a modelos de estratégias e técnicas eficazes de gestão, com os quais possuem capacidade de colaborar na implementação de planos que auxiliem a superar os diferentes desafios de mercado.

E os setores de Serviços, Indústria e Comércio possuem papéis fundamentais para o desenvolvimento econômico de uma sociedade, podendo trazer benefícios à população local, gerando empregos e melhorando o padrão de vida das pessoas devido a aumentos de produtividade. A importância que estes setores econômicos possuem, precisam ser aproveitados por gestores capacitados e munidos de ferramentas eficientes, as quais possam auxiliá-los nas tomadas de decisões. Por isso, é muito importante saber quais metodologias são mais eficientes para se entender o comportamento dos setores econômicos a fim de obter uma melhor compreensão das particularidades encontradas em cada região do município. Neste sentido, os sistemas de informação e as ferramentas de geotecnologias contribuem de forma importante no processo decisório dos gestores.

O principal benefício que a tecnologia de um Sistema de Informação pode proporcionar a seus usuários é a capacidade de melhorar a qualidade e a disponibilidade de informações, conhecimentos importantes que visam a auxiliar na compreensão da melhor tomada de decisão.

De acordo com SILVA (2003), a necessidade de integrar vários formatos de dados em um mesmo ambiente, unindo propriedades espaciais e não espaciais, utilizando o conceito de camadas de informação, foi suprida a partir da conceituação de poderosas ferramentas computacionais. Tais ferramentas, que visam à coleta, ao armazenamento, à recuperação, à transformação, à análise e à apresentação de dados e informações, especialmente referenciados, que foram sumarizadas no que se convencionou denominar **Sistemas de Informações Geográficas - SIG**.

A utilização dos SIGs vem crescendo rapidamente em todo o mundo, uma vez que possibilita um melhor gerenciamento de informações e conseqüente melhoria nos processos de tomada de decisões em áreas de grande complexidade, como planejamento

municipal, estadual e federal, proteção ambiental, redes de utilidade pública etc. (FILHO & IOCHPE, 1996).

A razão de se utilizar os SIGs, como apoio na participação de políticas públicas, vem da percepção de que todos os problemas encontrados podem ser expostos mais facilmente em formatos de gráficos e de imagens do que em formato de tabelas ou de equações matemáticas. Pois as imagens e os mapas, quando bem elaborados, conseguem transmitir a sua informação de forma rápida, objetiva e eficiente.

A empresa de geotecnologia COGNATIS (2016)¹ afirma que “as ferramentas de inteligência geográfica já são reconhecidas como poderosas fontes de insights”, pois, ao mapear os diferentes tipos de dados existentes, é possível se obter uma visão holística sobre determinada área, como por exemplo, a probabilidade de um bairro apresentar um índice muito grande de um alto potencial de comércio. Esses insights podem ser trazidos à tona contribuindo na asserção de uma série de tomadas de decisões.

No artigo “Inteligência Geográfica – Por que os líderes deveriam aprender Geografia?”² O professor Eduardo Rezende afirma que:

“O território é atualmente a plataforma na qual se inserem todas as dinâmicas que devem ser observadas ou geridas diretamente pelo gestor público ou privado. É por meio de uma visão holística do território geográfico, que os relacionamentos entre os principais indicadores de gestão se estabelecem. É através da perspectiva territorial que o binômio “desempenho-risco” consegue melhor ser percebido por intermédio da proposição e acompanhamento de práticas empresariais e políticas públicas”.

Por essas questões que o uso de mapas pode ser uma ferramenta de extrema importância e fonte de conhecimentos para a inteligência de mercado. E existe uma infinidade de cenários e situações em que são facilmente entendidos e compreendidos com a ajuda de representações geográficas. Dessa forma, os SIGs estão se tornando ferramentas essenciais nas análises e exploração de dados, e sua transformação em

¹COGNATIS (2016). A Inteligência Geográfica ao Alcance de Todos. Disponível em: <http://www.cognatis.com.br/a-inteligencia-geografica-ao-alcance-de-todos> (Acessado em 04/11/2017).

² Inteligência Geográfica – Por que os líderes deveriam aprender geografia? Disponível em: <http://politica.estadao.com.br/blogs/gestao-politica-e-sociedade/inteligencia-geografica-por-que-os-lideres-deveriam-aprender-geografia> (Acessado em 04/11/2018).

informações, que, posteriormente, poderão ser utilizadas para auxiliar nas tomadas de decisões, uma vez que possibilitam armazenar e manipular a informação geográfica (POLIDORO; BARROS, 2010).

1.2. Problemática

Com a implantação de um SIG na gestão pública, auxiliando o gerenciamento das áreas comerciais e industriais do município, estes sistemas podem possibilitar um diagnóstico completo e amplo sobre estes setores econômicos. Servindo, também, para apoiar as políticas públicas.

FAVRIN (2009) afirma que, para um planejamento urbano, é de extrema importância ter a necessidade de se analisar a área espacial para a melhor tomada de decisões e para a intervenção no espaço urbano ou políticas públicas. E os SIGs tornam-se ideais para tais ações, pois eles provêm uma facilidade de análise espacial, visualização e integração de dados.

Neste sentido, as questões relacionadas com a deficiência de um planejamento estratégico são assuntos que vários especialistas de gestão territorial e urbano vêm discutindo, a saber: sobre como traçar o perfil do consumidor, os diversos tipos de setores comerciais, particularidades regionais de uma cidade e onde diferentes tipos de comércio poderiam ser implantados em uma determinada região do município para encontrar seu mercado consumidor adequado (POLIDORO; BARROS, 2010).

Portanto, conhecer e entender como os diferentes tipos de setores comerciais e industriais se comportam, fornece uma base de extrema importância para a tomada de decisões inteligentes.

1.3 Justificativa e Motivação

Segundo a COORDENADORIA DE COMUNICAÇÃO (2017) da cidade de Castanhal, a localização em que este se encontra, possui uma privilegiada posição geográfica, sendo cortada pela rodovia federal BR-316 – a principal via de ligação entre a capital paraense e os demais estados do Brasil, item indispensável para o escoamento da produção. Além disso, está a um pouco mais de 60 km de distância do porto, aeroporto e da Alça Viária, que fica na região metropolitana de Belém.

Assim, Castanhal, por sua vez, está direcionada ao ramo industrial, podendo ser citado os ramos mecânicos, têxtil e alimentício, porém a região agrega, também, várias

atividades multissetoriais, que vão desde o agronegócio, relacionados com empresas de fora do município, até os segmentos de comércio local.

Com o intuito de se entender melhor o comportamento e a distribuição geográfica da área de serviços, comercial e industrial de Castanhal, criou-se a necessidade de se realizar este estudo de mapeamento de setores de atividades econômicas, utilizando a metodologia dos SIGs.

Ao se beneficiar da tecnologia de inteligência geográfica voltada para a área econômica que um SIG pode oferecer, as organizações responsáveis pela gestão do território passarão a entender o real potencial que determinado setor de serviços, comercial ou industrial possa ter, assim como suas características individuais.

Muitas decisões, portanto, dependem da localização e das informações que estão contidas nelas. E uma visão holística da área comercial, industrial e de serviços, através de mapas, pode contribuir para os gestores urbanos em uma perspectiva diferente, detalhada e de fácil compreensão, para auxiliá-los nas políticas públicas que, futuramente, serão implementadas a partir destas informações levantadas, e formular estratégias inteligentes visando a contribuir com o aumento da atividade econômica no município.

1.4 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho está focado em demonstrar a aplicabilidade de um SIG e em realizar o mapeamento da área de serviços, comércio e indústria de Castanhal-PA, possibilitando uma administração pública eficiente, auxiliando nas tomadas de decisões, e no planejamento estruturado das políticas públicas que regem uma cidade, podendo observar e monitorar os impactos resultantes obtidos através das metodologias que os SIGs oferecem.

1.5 Objetivos Específicos

- Desenvolver mapas temáticos do setor de serviços, comercial e industrial do município de Castanhal;
- Delimitar apenas uma área amostral para mapear os setores econômicos;

- Levantar informações necessárias sobre o território de Castanhal para ajudar os gestores urbanos a montar estratégias para melhor gestão;
- Integrar uma base de dados de informações levantadas do cenário econômico de Castanhal, juntamente com a base de dados do censo demográfico provido pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e informações georreferenciadas, obtidas através do Google Maps, Google Satellite e Google Earth.

1.6 Organização do Trabalho

Este trabalho está dividido em seis capítulos, conforme se pode ver a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução – apresenta o tema da pesquisa, mostrando a problemática e justificando a importância, contribuição e objetivos desta pesquisa.
- Capítulo 2 – Fundamentação Teórica – apresenta os fundamentos teóricos e aspectos históricos acerca de um Sistema de Informações Geográficas, geoprocessamento, banco de dados geográficos, dados geográficos.
- Capítulo 3 – Metodologia – apresenta a metodologia abordada nesta pesquisa e procedimentos que foram feitos para se obter todos os dados, assim como as ferramentas que foram utilizadas.
- Capítulo 4 – A Pesquisa – apresenta a descrição do sistema proposto, juntamente, com uma análise e apresentação de dados e informações acerca da economia e dados censitários de Castanhal-PA. Ao final deste capítulo é apresentado uma figura conceitual sobre um SIG.
- Capítulo 5 – Resultados e Discussão – apresenta o produto final da criação dos mapas confeccionados acerca dos setores de Indústria, Comércio e Serviços de Castanhal com suas respectivas análises.
- Capítulo 6 – Conclusão – apresenta as considerações finais e recomendações para futuros trabalhos para dar continuidade a esta pesquisa.

2.1 Sistemas de Informações Geográficas – SIG

Os avanços tecnológicos na área da informática provocaram um grande número na utilização de manuseio de dados e informações através dos computadores. E quando uma das principais particularidades do dado é a sua localização espacial, podemos fazer o uso dos Sistemas de Informações Geográficas – ou como são popularmente chamados: SIG³

Só é possível pensar em SIGs mediante a compreensão de sua terminologia abordada por SILVA (2003) de que realmente são, tecnologias da contemporaneidade, e que possui, como objetivo primordial, a característica de integrar e de transformar os dados espaciais. Esta ferramenta tem, como principal função, gerir informações que possam permitir obter soluções rápidas e precisas para vários tipos de problemas, em diversas áreas, tais como: Engenharia Civil, de Transportes, Urbana, Agricultura, Hidrografia etc.

Existem diversas definições que são encontradas na literatura, algumas mais gerais, como a que foi apresentada anteriormente, e outras mais específicas, incluindo os detalhes de suas aplicações (FILHO, 1995) afirma que tais sistemas são computacionais e capturam, guardam, operam, observam analiticamente e apresentam dados georreferenciados sobre a superfície da Terra, e dependem, fundamentalmente, de mapas e de como podem ser as relações entre eles.

Segundo FILHO (1995), existem outros sistemas que também manipulam dados espaciais (ex. AutoCad). Porém, os SIGs caracterizam-se por permitir ao usuário, a realização de complexas operações de análise sobre os dados espaciais. O autor ainda afirma que uma das vantagens de se utilizar um SIG, é que eles podem manipular dados gráficos e não-gráficos de forma integrada, provendo uma forma consistente para análise e consulta envolvendo dados geográficos.

Conforme SANTANA (2009), a tarefa de identificar, com precisão, as características ambientais que podem influenciar a vida humana e a forma como podem ser medidas e monitorizadas, é um dos grandes desafios, dado que esse conhecimento é

³ O termo SIG é usado, no Brasil, de forma semelhante ao termo original em inglês, GIS, que é a abreviação de Geographic Information System.

fundamental ao desenvolvimento de intervenções de planejamento. E os SIGs permitem-nos integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélites, redes e modelos numéricos de terreno e combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação, a fim de gerar mapeamentos derivados (CÂMARA, 1993, apud. NASCIMENTO, 2002, p. 7).

Para SANTOS (2004), um sistema de informação geográfica é um instrumento eficiente para todas as áreas do conhecimento que fazem uso de mapas, possibilitando:

- A aquisição de dados oriundos de diversas fontes e formatos diferentes;
- A integração em uma única base de dados e de informações, representando vários aspectos do estudo de uma região;
- A análise espacial;
- Gerar relatórios e documentos gráficos de diversos tipos, dentre outros.

Entretanto, CÂMARA e MEDEIROS (1998) alegam que existem três grandes maneiras de se utilizar um SIG, devido aos seus vários campos de aplicação:

“Como ferramenta para a produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos, ou como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial” (Câmara e Medeiros, p. 06).

Os SIGs possibilitam analisar o espaço geográfico e acompanhar suas transformações em tempo real, através de suas tecnologias. E, conforme MEDRONHO (1995), uma das virtudes dos SIGs é a sua capacidade do cruzamento de informação de diversas fontes que têm em comum a localização geográfica, além disso, MOTA afirma que:

“[...] os SIGs são utilizados como ferramenta de análise espacial na modelagem e simulação de cenários, como subsídio à elaboração de alternativas para a decisão da política de uso e ocupação do solo, ordenamento territorial, equipamentos urbanos e monitoramento ambiental, entre outras aplicações complexas, que envolvem diferentes componentes dinâmicos” (MOTA, 1990, apud. NASCIMENTO, 2002, p. 6).

Os dados manipulados em um SIG podem ser entidades ou fenômenos geográficos distribuídos sobre a superfície da Terra, podendo pertencer a sistemas naturais ou criados pelo homem, tais como tipos de solos, vegetação, cidades, propriedades rurais ou urbanas, redes de telefonia, escolas, hospitais, fluxo de veículos,

aspectos climáticos etc. Podem ser também objetos resultantes de projetos envolvendo entidades que ainda não existam, como por exemplo, o planejamento de uma barragem para a construção de uma usina hidroelétrica. Os processos de coleta de dados são baseados em tecnologias como fotogrametria, sensoriamento remoto e levantamento de campo. Com isso, os produtos resultantes desses processos de coleta de dados é que são as verdadeiras fontes de dados dos SIGs. RODRIGUES (1990, apud. ULBRICHT 2013, p. 50).

Neste sentido a implementação de metodologias de SIGs permitem identificar os fatores de contexto que têm maior impacto no bem-estar e na saúde individual e comunitária, para além da sua medição, avaliação e monitorização.

2.2 História dos Sistemas de Informações Geográficas

Desde as antigas civilizações até os tempos modernos, os dados espaciais são coletados por navegadores, geógrafos e agrimensores representados na forma de mapas pelos desenhistas, cartógrafos ou pelos próprios coletores de dados. O desenvolvimento da cartografia ou dos mapas aconteceu naturalmente com o desenvolvimento da humanidade e da própria civilização moderna. ARANOFF (1989, apud. DALCIN 2007, p. 31).

De acordo com DALCIN (2007) o desenvolvimento científico do estudo da Terra e dos recursos naturais fez surgir a cartografia especializada, produzindo mapas específicos sobre um determinado assunto ou tema, por exemplo, mapa geológico, de solos ou da vegetação.

O'BRIEN (2001, apud DALCIN 2007, p. 31) afirma que o conhecimento da distribuição espacial dos recursos naturais terrestres, da população e outras características ligadas a eles exigiam cada vez mais o desenvolvimento de métodos de levantamento para efetuar o inventário, que consistia em: observar, medir, classificar e registrar; bem como o mapeamento dos dados.

De acordo com NASCIMENTO (2002), o primeiro SIG desenvolvido teve seu início no começo da década de 1960, nos Estados Unidos e no Canadá, por iniciativa de alguns pesquisadores, destacando-se Howard Fisher, Roger Tomlinson e Jack

Dangermond. O mesmo autor ainda confirma que os SIGs se desenvolveram em diferentes épocas, em várias partes do mundo, e classifica-o em quatro etapas ou fases:

- A primeira delas se caracteriza pela iniciativa de profissionais, desde o início da década de 1960 até meados de 1973;
- A segunda etapa aconteceu entre 1973 a 1980, e tem como características por ter sido utilizada com bastante intensidade em Agências Governamentais;
- A terceira fase houve um grande aumento no uso comercial, e aconteceu de 1982 até o final da década de 1980;
- A quarta e última fase é caracterizada pelo domínio do usuário e é facilitada pela competição entre os vendedores.

FILHO (1995) fala que suas terminologias mudavam constantemente de acordo com a área de aplicação em que se destinavam. Termos como *Automated Mapping/Facilities Management (AM/FM)*, *Computer-Aided Drafting and Design (CADD)*, *Multipurpose Cadastre* e outros termos para identificar sistemas em diferentes atividades humanas, entretanto, todas essas atividades possuem uma característica em comum: o tratamento de informações geográficas. “Ou seja, informações com atributos associados a uma determinada localização, dentro de um sistema de coordenadas”.

A partir das décadas de 70 e 80, o aumento na capacidade de processamento dos computadores, aliado à redução dos custos de memória e hardware em geral, influenciaram substancialmente o desenvolvimento dos SIG. Os primeiros sistemas voltados para a área do comércio começaram a surgir no começo de 1980. A ESRI (*Environment Research Institute*) foi uma das primeiras empresas a lançarem um SIG para a área comercial, chamado ARC/INFO. A tecnologia de gerenciamento de banco de dados foi um outro marco muito importante no desenvolvimento desses sistemas. ESRI (1991, apud. FILHO 1995, p.10).

A tecnologia da informação pode ser considerada por vários estudiosos renomados como a área mais revolucionária das últimas décadas, e todas essas mudanças e evoluções atingem toda a sociedade em seus diversos aspectos, incluindo todo o conhecimento científico. A tendência nos dias de hoje, é que os SIGs se tornem interfaces cada vez mais amigáveis e de fácil entendimento pelo usuário.

2.3 Arquitetura de um SIG

A estrutura de um SIGs consiste em apresentar uma interface para interagir com o usuário, entrada e integração de dados, constitui-se de diversas funções para consulta e análise espacial, visualização dos dados inseridos e o armazenamento e recuperação de dados, organizados sob a forma de um banco de dados geográficos.

CÂMARA (2001) afirma que os componentes citados anteriormente se relacionam de forma hierárquica, e que no nível mais próximo ao usuário, a *interface homem-máquina* irá definir como o sistema pode ser operado e controlado. No nível intermediário, o sistema possui os mecanismos de processamento de dados espaciais, ou seja, entrada, edição, análise, visualização e saída de dados. No nível mais interno de um SIG, há um *sistema de gerência de banco de dados geográficos* aonde irá ficar armazenado todos os dados espaciais e seus respectivos atributos para poderem ser consultados ou recuperados posteriormente.

“De uma forma geral, as funções de processamento de um SIG operam sobre dados em uma *área de trabalho* em memória principal. A ligação entre os dados geográficos e as funções de processamento do SIG é feita por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre o conjunto de dados”. CÂMARA (2001).

A figura 01 mostra os componentes de forma hierárquica que formam um SIG e a forma como estes subsistemas se inter-relacionam:

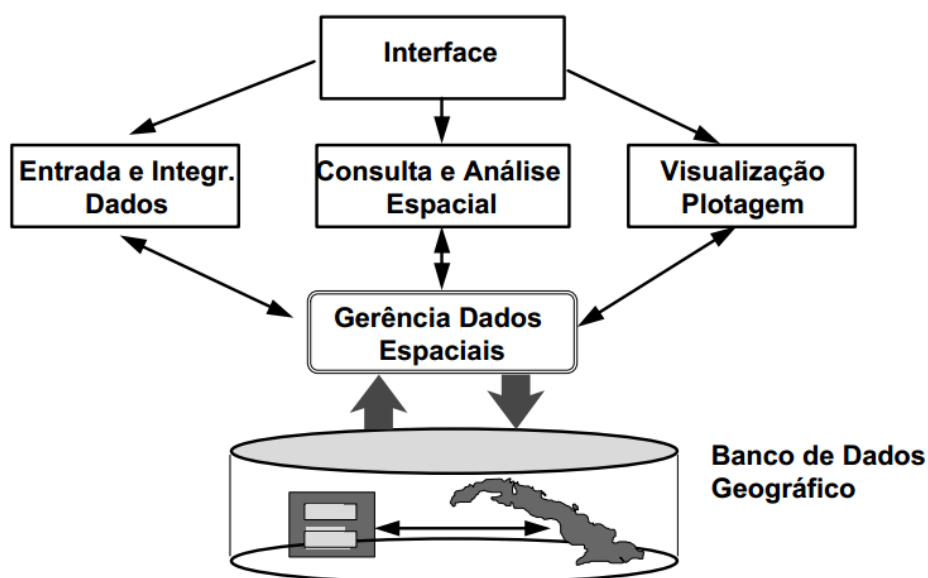


Figura 01: Estrutura Geral de um Sistema de Informação Geográfica. Fonte: CÂMARA (2001)

E se formos expandir estas categorias de componentes que um SIG tradicional pode fazer, segundo CÂMARA (2001), teremos as seguintes funções:

1. Representar graficamente informações de natureza espacial, associando a estes gráficos, informações alfanuméricas tradicionais. Representar informações gráficas sob a forma de vetores (pontos, linhas e polígonos) e/ou imagens digitais (matrizes de pixels).
2. Recuperar informações com base em critérios alfanuméricos, à semelhança de um sistema de gerenciamento de banco de dados tradicional, e com base em relações espaciais topológicas, tais como continência, adjacência e interceptação.
3. Realizar operações de aritmética de polígonos, tais como união, interseção e diferença. Gerar polígonos paralelos (buffers) ao redor de elementos ponto, linha e polígono.
4. Limitar o acesso e controlar a entrada de dados através de um modelo de dados previamente construído.
5. Oferecer recursos para a visualização dos dados geográficos na tela do computador, utilizando para isto, uma variedade de cores.
6. Interagir com o usuário através de uma interface amigável, geralmente gráfica.
7. Recuperar de forma ágil as informações geográficas, com o uso de algoritmos de indexação espacial.
8. Possibilitar a importação e exportação de dados de/para outros sistemas semelhantes, ou para outros softwares gráficos.
9. Oferecer recursos para a entrada e manutenção de dados, utilizando equipamentos como mouse, mesa digitalizadora e scanner.
10. Oferecer recursos para a composição de saídas e geração de resultados sob a forma de mapas, gráficos e tabelas, para uma variedade de dispositivos, como impressoras e plotters.
11. Oferecer recursos para o desenvolvimento de aplicativos específicos, de acordo com as necessidades do usuário, utilizando para isto, alguma linguagem de programação, inclusive possibilitando a customização da interface do SIG com o usuário.

Além dos subsistemas interligados que compõe um SIG, a parte dos recursos humanos é de suma importância, visto que um SIG pode ser aplicado praticamente em todas as atividades humanas que possuem como característica em comum a localização geográfica. As grandes aplicações de SIG requerem a montagem de uma equipe

multidisciplinar, envolvendo profissionais de informática, banco de dados, geógrafos para usar as ferramentas que envolvem a cartografia, e os outros profissionais das áreas de aplicações do SIG em questão, ou seja, se por exemplo, a equipe estiver desenvolvendo uma aplicação SIG na gestão de distribuição elétrica, será necessário um profissional relacionado diretamente com gestão de eletricidade. O mesmo raciocínio se deve as demais áreas de aplicação.

Desta forma, é possível caracterizar os recursos humanos que um SIG deve possuir em três grupos: o núcleo da geomática, os usuários temáticos e os usuários gerais. Como se pode ver na figura 02.

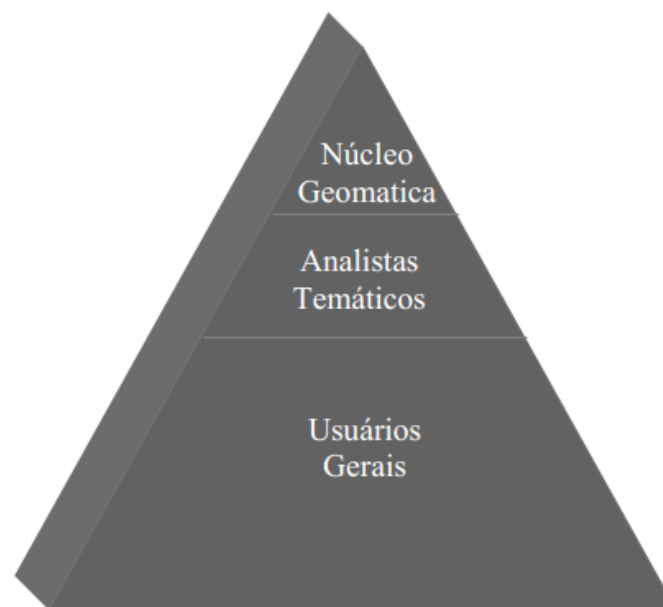


Figura 02: Categorias de Recursos Humanos Envolvidos em um SIG. Fonte: FERREIRA (2006)

FERREIRA (2006) explica o conceito de “Núcleo de Geomática” como um laboratório, porém, com o número reduzido de profissionais altamente capacitados, operando os microcomputadores e programas computacionais que geram, tratam, manipulam e analisam grandes bases de dados geográficos. Esta parte da hierarquia dos recursos humanos de um SIG é responsável pela capacitação e suporte aos vários outros usuários do sistema, especialmente aos usuários temáticos.

O mesmo autor ainda explica que os analistas temáticos (ou usuários) são os que possuem o interesse principal na gestão da determinada aplicação SIG em questão. Eles

são extremamente necessários, pois é a partir destes usuários que irá se criar metodologias de análises espaciais específicas, fornecendo informações conceituais, testando e aprovando novas metodologias. Os artefatos gerados pelos analistas temáticos são informações geográficas que podem estar na forma de mapas, relatórios, tabelas ou estatísticas armazenadas em meio analógico ou digital.

E os usuários gerais, segundo FERREIRA (2006), são as pessoas que necessitam utilizar informações espaciais, mas possuem pouco ou nenhum conhecimento sobre um SIG. Os mapas produzidos por esses usuários geralmente unificam-se a relatórios que servem para ilustrar alguma realidade geográfica. Os usuários gerais não necessitam de capacitação em SIG, pois eles analisam as informações geográficas da mesma forma como analisariam um mapa em papel.

2.4 Conceitos e Tipos de Mapas (Mapas Temáticos)

Os mapas estão em toda a parte para o nosso uso cotidiano. É possível encontrá-los em telejornais para mostrar a previsão do tempo, em jornais, revistas, mapas rodoviários, de metrô e entre tantos outros que possam dar alguma informação sobre determinado assunto.

Segundo OLIVEIRA (1993, apud. FILHO & IOCHPE 1996, p. 11), a palavra **MAPA**, significa “toalha de mesa”. E os antigos comerciantes e navegadores, definiam suas rotas de viagem desenhando diretamente sobre as toalhas (MAPPAS), dando origem ao termo.

ARCHELA & THÉRY (2008) conceituam o termo “mapa” no Brasil, como uma forma genérica, que possa identificar os vários tipos de representação cartográfica. Até mesmo os casos que a representação não passem de uma simples lista de palavras e números, ou de um gráfico, essas representações recebem o nome de mapa.

Um **mapa** é uma representação, em escala e sobre uma superfície plana, de uma seleção de características abstratas sobre ou em relação à superfície da terra. NATIONAL CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS (1990 apud. FILHO 1995, p. 14).

E conforme FILHO (1995), os mapas:

“(…) tradicionalmente, têm sido as principais fontes de dados para os SIG. Um **mapa** é uma representação, em escala e sobre uma superfície plana, de uma seleção de características abstratas sobre ou em relação à superfície da terra”. FILHO (1995)

E de acordo com o mesmo autor, o desenvolvimento de um mapa requer uma seleção de características a serem incluídas no mapa, a classificação dessas características em grupos, a ampliação de certas características para que possam ser representadas e a escolha de símbolos para representar as diferentes classes.

O autor LOCH (2006, p.27, apud. ARCHELA & THÉRY 2008, p.2) explica que “a função de um mapa quando disponível ao público é a de comunicar o conhecimento de poucos para muitos, por conseguinte, ele deve ser elaborado de forma a realmente comunicar”.

ARCHELA & THÉRY afirmam que a comunidade científica busca, cada vez mais, por métodos que deem conta do desenvolvimento de mapas e a representação de processos complexos, o que também provocou um grande aumento nas pesquisas de áreas emergentes como o geoprocessamento, a informática, o meio ambiente e a saúde pública, para os quais, os sistemas de informação geográfica têm contribuído muito com suas ferramentas.

Existe uma grande diferença entre os conceitos de Mapas Topográficos e Temáticos. E conforme BURROUGH (1986, apud. FILHO 1995, p. 15) a diferença entre os dois são que:

“Os mapas ‘**topográficos**’ têm sido tradicionalmente elaborados com o objetivo de atender a uma infinidade de propósitos, enquanto que os mapas ‘**temáticos**’ são elaborados com objetivos mais específicos, como por exemplo, para representar a hidrografia de uma região, estradas de rodagem, tipos de solos, etc.” BURROUGH (1986).

De acordo com RAMIREZ (1994, apud. FILHO 1995, p. 15), em um **Sistema de Informação Geográfica**, a ideia de **Mapas Temáticos** é usada aplicando-se o conceito de camadas, onde, para uma mesma região em que se está sendo explorada, podem ser criadas diversas camadas de dados e informações, uma camada para cada tema a ser representado. Como é mostrada na figura abaixo:

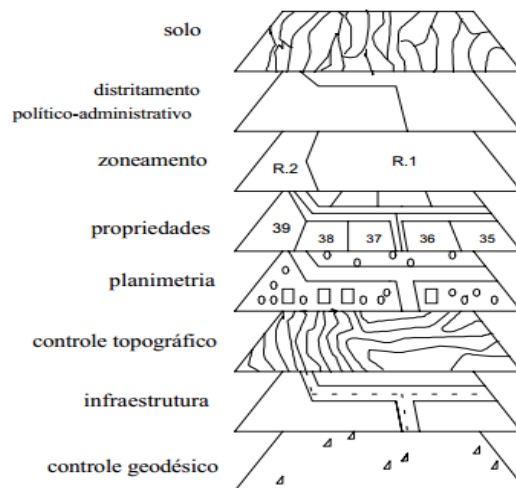


Figura 03: Exemplo de Mapas Temáticos. Fonte: RAMIREZ (1994)

De acordo com ARCHELA & THÉRY (2008), os **Mapas Temáticos** são elaborados com a utilização de técnicas que objetivam a melhor visualização e comunicação e podem representar fenômenos de qualquer natureza que estão geograficamente distribuídos sobre a superfície terrestre.

Filho (1995) explica que desenvolver um mapa digital trabalhando com camadas, facilita a forma de visualizar os diferentes tipos de dados e informações que foram levantadas, e assim, pode-se organizar melhor a elaboração dos mapas:

“Isto facilita a realização de operações de análises. Por exemplo, os SIG fornecem ferramentas de análise que são capazes de obter resultados para consultas do tipo “Identificar todas as áreas com um determinado tipo de solo e que estejam acima de uma determinada altitude”, e isso seria feito a partir da combinação de dois mapas temáticos, um sobre tipos de solos, e o outro sobre altimetria” FILHO (1995).

Cada mapa possui um objetivo específico, de acordo com os propósitos de sua elaboração, por isso, existem diferentes tipos de mapas. O mapa temático deve cumprir sua função de dizer *o quê, onde e como ocorre* determinado fenômeno geográfico. ARCHELA & THÉRY (2008).

2.5 Dados Geográficos

Para se desenvolver um mapa temático a partir de Sistemas de Informações Geográficas, é necessário, antes de tudo, alimentar estes sistemas com os dados do

mundo real. Dessa forma, é exigido pelos SIGs que haja uma representação em formato de dados espaciais. Estes dados são chamados de **Dados Geográficos**.

Para se entender o que é um dado geográfico, é necessário primeiro entender que o que diferencia os dados geográficos dos demais tipos de dados é o seu componente espacial. E MEDEIROS (2010) explica que os componentes espaciais buscam uma representação da superfície terrestre e estão relacionados com seu posicionamento, ou localização no espaço geográfico, tendo como base as coordenadas geográficas.

Os dados manipulados em um SIG podem ser entidades ou fenômenos geográficos distribuídos sobre a superfície da terra, podendo pertencer a sistemas naturais ou criados pelo homem, tais como tipos de solos, vegetação, cidades, propriedades rurais e urbanas, escolas, hospitais, aspectos climáticos, etc. E pode também ser objetos resultantes de projetos envolvendo entidades que ainda não existam, como por exemplo, o planejamento de uma barragem para a construção de uma usina hidroelétrica. RAMIREZ (1994 apud. FILHO 1995, p. 18).

BORGES (1997) afirma que o espaço geográfico é o meio físico onde as entidades geográficas coexistem. Estas entidades são elementos identificáveis do mundo real que possuem características espaciais, temporais e de atributos.

De acordo com os autores CÂMARA, G., CASANOVA, M., HEMERLY, A., MAGALHÃES e G., MEDEIROS, M. (1996), um dado espacial pode ser considerado como qualquer tipo de dado que descreve fenômenos aos quais esteja associada alguma dimensão espacial. Os dados geográficos ou georreferenciados são dados espaciais em que a dimensão espacial está associada à sua localização na superfície da terra, em um determinado instante ou período de tempo.

Os dados geográficos possuem três características fundamentais: características espaciais, não espaciais e temporais. As características espaciais informam a posição geográfica do fenômeno e sua geometria. As características não espaciais descrevem o fenômeno e as características temporais informam o tempo de validade dos dados geográficos e suas variações sobre o tempo. A representação espacial de uma entidade geográfica é a descrição da sua forma geométrica associada à posição geográfica. (DANGERMOND, MEDEIROS E LAURINI, 1990).

2.5.1 Requisitos de um Modelo de Dados Geográficos

Segundo OLIVEIRA (1997) um modelo de dados para aplicações geográficas deve conter as seguintes características:

- Fornece um alto nível de abstração;
- Representar e diferenciar os diversos tipos de dados envolvidos nas aplicações geográficas, tais como ponto, linha, área, imagem, etc.;
- Representar tanto as relações espaciais e suas propriedades, como também as associações simples e de rede;
- Ser capaz de especificar regras de integridade espacial;
- Ser independente de implementação;
- Suportar classes georreferenciadas e classes convencionais, assim como, os relacionamentos entre elas;
- Ser adequado aos conceitos de que o ser humano tem sobre dados espaciais, representando as visões de campo e de objetos;
- Ser de fácil visualização e compreensão;

2.5.2 Qualidade dos Dados

Mesmo que muito tenha sido investido em TI, o retorno não tem sido o esperado no que diz respeito à qualidade informacional agregada aos processos. TURBAN et. al. (2004, apud. DALCIN 2007, p. 45).

BURROUGH (1986 apud. FILHO 1995, p. 20) afirma que os dados que são inseridos nos SIG precisam ser analisados com bastante cautela, pois muitas vezes, podem surgir erros, e estes erros precisam ser identificados para poder serem tratados. E os erros podem aparecer no banco de dados dos SIG de diversas formas: serem decorrentes de erros nas fontes originais, serem adicionados durante os processos de obtenção e armazenamento, serem gerados durante a exibição ou impressão dos dados ou surgirem a partir de resultados equivocados em operações de análise dos dados.

Os dados e informações são requisitos básicos e primordiais no cenário organizacional nos dias de hoje. E em relação a sistemas de informação, a qualidade dos dados e das informações é quem determina o sucesso da entidade. FELDENS et. al. (2002, apud. DALCIN 2007, p. 46).

E de acordo com FILHO (1995), os dados geográficos precisam ter dois atributos fundamentais para garantir o bom funcionamento deles dentro de um SIG: Acurácia e Precisão.

ARONOF (1989 apud. FILHO 1995, p. 21) define acurácia como a estimativa dos valores serem verdadeiros, ou como a probabilidade de uma predição estar correta. Já GRUPE (1992 apud. FILHO 1995, p. 21) afirma que a acurácia dos dados é crucial para que os usuários confiem no sistema. Os dados com erros significativos podem afetar os resultados de análises por diversos anos, antes de serem descobertos.

E precisão, segundo a NATIONAL CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS (1990 apud. FILHO 1995, pg. 21) é a forma como o número de casas decimais ou dígitos significativos é definido em uma medida. Embora todos os dados espaciais sejam representados com erro em algum grau, eles geralmente são representados computacionalmente com alta precisão. Ou seja, se um objeto espacial possui atributos de posicionamento com vários dígitos significativos, não implica que esta informação seja acurada.

2.6 Banco de Dados Geográficos

Os SIGs precisam armazenar grandes quantidades de dados para torna-los disponíveis para operações de consulta e análise. FRANK (1988, apud. FILHO 1995, p. 22). E para isso se faz necessário a utilização de certo tipo de banco de dados especial, que possam trabalhar especificamente com estes dados que possuem característica espacial.

A evolução científica e tecnológica dos últimos anos, impulsionada principalmente pelas necessidades de padronização de dados e a interoperabilidade entre os programas de SIG, fez surgir o conceito de banco de dados geográficos. FERREIRA (2006)

Um **Banco de Dados Geográficos – BDG**, segundo ULBRITCH (2013) é um dos principais componentes de dados de uma aplicação SIG, pois é o que vai estruturar e armazenar os diferentes tipos de dados georreferenciados, de forma a permitir a realização das várias operações de análise e consulta.

Segundo BARRERA (1991, apud FILHO 1995, p. 25), um Banco de Dados Geográficos é uma coleção de dados referenciados espacialmente, que funciona como um modelo da realidade. Um banco de dados é um modelo da realidade por representar um conjunto selecionado de fenômenos da realidade, que podem estar associados a diferentes períodos de tempo (passado, presente ou futuro).

E de acordo com BURROUGH e McDonnel (1998, apud. ULBRITCH 2013, p.49), os BDG são gerenciados por **Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados – SGBD**, que consistem em um conjunto de programas computacionais para a organização das informações em um Banco de Dados:

“Tipicamente, um SGBD contém rotinas para entrada, verificação, armazenamento, recuperação e combinação de dados, e são classificados de acordo com o tipo de modelo de dados lógico empregado (hierárquico, rede, relacional, orientado a objeto).”
BURROUGH e McDonnel (1998).

FERREIRA (2006) afirma que existem muitos SGBD que suportam dados geográficos a partir da utilização de drivers específicos. Como por exemplo, vale destacar o PostgreeSQL com o drive PostGIS⁴, o Oracle com os drivers Spatial e SDE,

⁴ Fonte: Motivos Para Usar o PostGis. Disponível: <http://www.andersonmedeiros.com/motivos-para-usar-postgis/> (acessado em 04/03/2018).

entre outros. O drive tem como função realizar conversão, inserção, recuperação e extração de dados geográficos junto ao SGBD.

2.6.1 Modelos de Representação de Dados Geográficos

A variação geográfica no mundo real é infinitamente complexa. E para serem armazenados no banco de dados, os dados precisam primeiramente serem reduzidos a uma quantidade finita e gerenciável, o que é feito através de processos de abstração. NATIONAL CENTER FOR GEOGRAPHIC INFORMATION AND ANALYSIS (1990, apud. FILHO 1995 p. 36)

As estruturas de dados que são utilizadas em bancos de dados geográficos, segundo QUEIROZ & FERREIRA (2006), podem ser divididas em duas grandes classes: *estruturas vetoriais* e *estruturas matriciais* (ou *raster*), como é mostrado na figura 04.

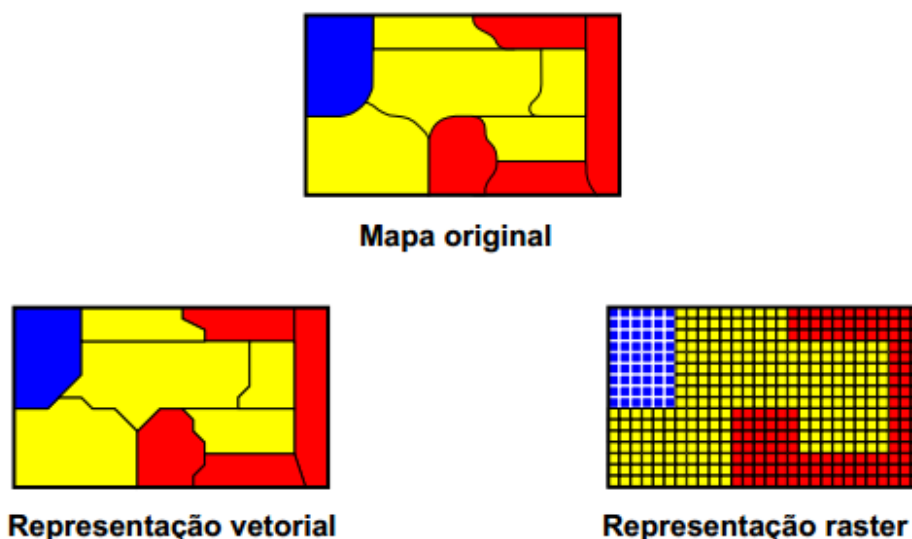


Figura 04: Formas de Representação de dados espaciais. Fonte: SILVA (1998)

A representação vetorial e matricial deve ser considerada como duas grandes representações geométricas. Na representação vetorial, utilizam-se pontos, linhas, e polígonos para representar objetos no mapa da maneira mais exata possível. Na representação matricial, consiste no uso de uma malha quadriculada regular sobre a qual se constrói a célula, o elemento que está sendo representado. E a cada célula, atribui-se um código referente ao atributo estudado, de tal forma, que o computador saiba a que elemento ou objeto pertence determinada célula. CÂMARA (2001)

2.6.2 Representação Vetorial

Segundo FILHO (1995), na estrutura vetorial, as entidades do mundo real são representadas como pontos, linhas e polígonos e a posição de cada objeto é definida por sua localização no espaço de acordo com um sistema de coordenadas, como é mostrado na figura 05.

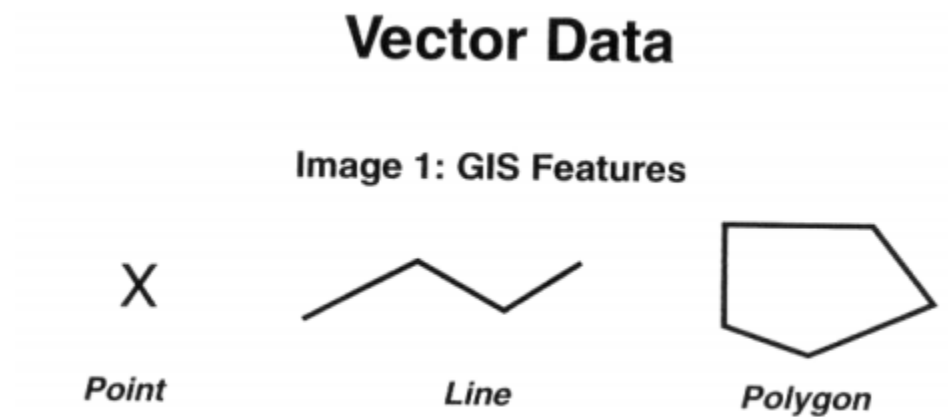


Figura 05: Representação de Dados de Estrutura Vetorial. Fonte: DAVIS (2001)

CÂMARA (2001) afirma que este tipo de representação não é exclusivo dos SIGs, pois sistemas CAD e outros tipos de sistemas gráficos também utilizam representações vetoriais:

“Isto porque o modelo vetorial é bastante intuitivo para engenheiros e projetistas, embora estes nem sempre utilizem sistemas de coordenadas ajustados à superfície da Terra para realizar seus projetos, pois para estas aplicações um simples sistema de coordenadas cartesianas é o suficiente” CÂMARA (2001).

Já FERREIRA (2006) explica que o uso da estrutura vetorial por programas computacionais de SIG é bem mais sofisticado do que o uso em CAD, devido ao tratamento de topologia, associação de atributos alfanuméricos e indexação espacial.

E CÂMARA (2001) ainda explica que além das coordenadas, outros dados não espaciais (atributos) podem ser arquivados para indicar de que tipo de ponto está se tratando.

- **Feição de Pontos:**

FERREIRA (2006) afirma que uma feição pontual possui apenas um par de coordenadas (x, y) . Geralmente, os elementos do mundo real como postes de rede elétrica, sinalização vertical de trânsito, transformadores e outros equipamentos elétricos e hidráulicos, árvores, e entre outros são representados como pontos. Nascentes de rios, alguns pequenos lagos, algumas pequenas cidades, edificações conforme a escala de representação pode ser representada por feições pontuais.

- **Feição de Linhas:**

As linhas poligonais, arcos, ou elementos lineares são um conjunto de pontos conectados. Além das coordenadas dos pontos que compõem a linha, deve-se armazenar informação que indique de que tipo de linha está se tratando, ou seja, que atributo ela está associada. CÂMARA (2001).

Uma feição linear é graficamente definida por um conjunto de coordenadas $(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n)$, sendo que o primeiro e o último par de coordenadas são denominados nós, enquanto que os pares de coordenadas intermediárias são os vértices da feição linear. FERREIRA (2006).

Elementos do mundo real tais como: linhas de distribuição elétrica, cabos de telefonia fixa, encanamentos de água, esgoto e gás, eixos de logradouro, eixos da rede de drenagem são representados por feições lineares. Riachos, rios e estradas, conforme sua escala de representação, também pode ser representada por linhas. FERREIRA (2006).

- **Feição de Polígonos:**

Um polígono é a região do plano limitada por uma ou mais linhas poligonais conectadas de tal forma, que o último ponto de uma linha, seja idêntico ao primeiro da próxima. CÂMARA (2001).

Elementos do mundo real, tais como limites políticos, corpos d'água, lotes, quadras, categorias de vegetação, de solos, entre outros, são representados por estruturas vetoriais poligonais. FERREIRA (2006)

2.6.3 Representação Matricial

De acordo com CÂMARA (2001), na representação matricial, o espaço é representado como uma matriz $P (m, n)$ composto de m colunas e n linhas, onde cada célula possui um número de linha, um número de coluna e um valor correspondente ao atributo estudado e cada célula é individualmente acessada pelas suas coordenadas.

Cada elemento da estrutura matricial recebe o nome de célula ou pixel, e pode representar qualquer elemento do mundo real, por exemplo, a temperatura (pode contar valores positivos para regiões quentes ou negativos para regiões extremamente frias), altitudes (valores positivos para locais acima do nível médio dos mares, ou negativos para locais abaixo do nível médio dos mares) e assim por diante. FERREIRA (2006).

Na figura abaixo, é representado um mapa por células de diferentes tamanhos (diferentes resoluções) representando diferentes áreas no terreno.

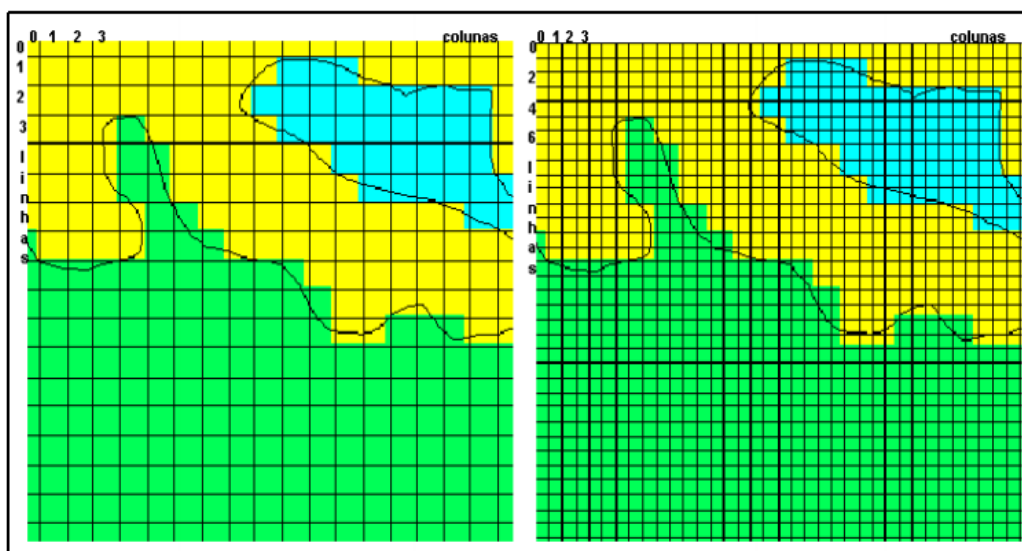


Figura 06: Diferentes Representações Matriciais para um Mapa. Fonte: CÂMARA (2001)

CÂMARA (2001) explica que os dados são codificados célula a célula, atribuindo a cada uma o código correspondente à uma classe referente ao fenômeno estudado. Os dados matriciais são utilizados em praticamente todos os programas computacionais gráficos e não somente nos programas para SIG.

2.7 Trabalhos Correlatos

Numa visão bastante geral, pode-se dividir o setor de Geoprocessamento no Brasil em seis grupos ou áreas segundo CÂMARA (2001):

1. **Cadastral:** Consiste em aplicações de cadastro urbano e rural, realizadas geralmente por prefeituras. E o objetivo principal destes SIGs é dispor de funções de consulta a banco de dados espaciais e apresentação de mapas e imagens.
2. **Cartografia Automatizada:** É realizada por instituições que produzem mapas básicos e temáticos. Neste caso, é de suma importância o uso de ferramentas de aerofotogrametria digital e técnicas de entrada de dados como por exemplo, digitalizadores ópticos, e de produção de mapas.
3. **Ambiental:** São utilizadas por instituições conectadas às áreas de agricultura, meio-ambiente, ecologia e planejamento regional.
4. **Concessionárias/Redes:** Nesta área, são atuantes as concessionárias de serviços do tipo: Água, Energia Elétrica e Telefonia. Os SIGs para redes devem possuir duas características básicas: a forte ligação com banco de dados relacionais e a capacidade de adaptação e personalização.
5. **Planejamento Rural:** Nesta área, temos as empresas agropecuárias que precisam planejar a produção e distribuição de seus produtos. Cada aplicação tem características próprias e com alta dependência de cada usuário.
6. **Business Geographic:** Neste segmento, têm-se as empresas que necessitam distribuir equipes de vendas e promoção ou localizar novos nichos de mercado. Cada aplicação tem características próprias e com alta dependência de cada usuário. Em especial, devem ser adaptados aos clientes.

Neste sentido, apresentado os grupos em que se pode trabalhar com geoprocessamento no Brasil, será mostrado três trabalhos correlatos de diferentes áreas, mas com uma característica em comum: a utilização de Sistemas de Informações Geográficas no tratamento das informações.

2.7.1 UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO PARA AVALIAÇÃO DE RISCOS DE EROÇÃO DO SOLO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO PASSA CINCO/SP.

Esta pesquisa desenvolvida por CARVALHO; PINTO; SEPE; ROSSETTI (2010) tem como objetivo a aplicação de técnicas de geoprocessamento e modelos de estimativas de perdas de solos, na bacia do Rio Passa Cinco (SP), pois sabe-se que a erosão é um processo natural que ocorre em toda a superfície terrestre para a modelagem das formas do relevo, porém, com as práticas e intervenções humanas como: exploração de bens minerais, agrícolas e implantação de núcleos urbanos, os processos erosivos se intensificam passando a comprometer os principais recursos naturais terrestres como o solo e a água.

Os softwares de Geoprocessamento usado neste trabalho para fazer as análises dos dados coletados em campo, armazenamento e tratamento foram o **SPRING** (INPE/BRASIL) e o **ArcGis** (v.9.2). Os resultados indicaram uma forte concordância das classes de Potencial Natural de Erosão – PNE, com os dados dos parâmetros de declividade e erodibilidade dos solos através de cálculos matemáticos.

Foram usadas informações obtidas do Mapa do Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo, e os dados pluviométricos foram trabalhados no software EXCEL, onde os dados de cada mês puderam ser agrupados e somados para cálculo das médias e aplicação da fórmula.

Os resultados das equações foram transferidos para o ArcGis para aplicar a técnica de interpolação das informações, sendo utilizado o interpolador – inverso do quadrado da distância. Logo após, os resultados foram importados para o SPRING, na forma de um mapa temático referente a este fator.

Neste contexto, o uso de geotecnologias para a identificação do potencial natural de erosão possui um papel significativo, pois ao identificar as áreas mais susceptíveis à erosão, através dos SIGs, é possível ter um melhor ordenamento do uso do solo e nos demais estudos ambientais.

2.7.2 UMA CONTRIBUIÇÃO AO CONTROLE DA DENGUE EM CASCAVEL/PR ATRAVÉS DE UM SOFTWARE COM INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS.

Este trabalho desenvolvido por LORBIESKI; HACHMANN; RIZZI; BRUN; RIZZI (2010) está voltado para a área da saúde e mostra o desenvolvimento de um sistema computacional cujo objetivo é disponibilizar um SIG específico para o combate e controle à **DENGUE** para o município de Cascavel, estado do Paraná.

MULLER (2002, apud. LORBIESKI et. Al, 2010, p. 7) afirma que os SIGs quando usados na área da saúde, tem como função auxiliar na identificação de áreas com maior ocorrência de uma doença, permitindo que políticas públicas de combate sejam focadas nessas áreas, e adotadas em um tempo adequado ao exigido pelo ministério da saúde e demais órgãos.

Partindo desta ideia, a pesquisa mostra o que pode ser feito através dos sistemas de informação geográfica para o tratamento e controle epidêmico da doença, visando um controle alternativo da doença e usando um mapa interativo em um SIG.

As tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do software foram o Google Earth, cuja função é apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, e oferece imagens obtidas por satélites e fotografias aéreas, e sua documentação é na linguagem KML (*Keyhole Markup Language*). A linguagem de programação utilizada foi o JAVA, apresentando paradigma orientado a objeto. O sistema gerenciador de banco de dados, de licença livre, utilizado foi o PostgreSQL, que é capaz de armazenar dados convencionais e dados geográficos.

A fonte de dados a respeito da Dengue no município, são de sistemas como o **LIRAA** (*Levantamento de Índice Rápido do Aedes Aegypti*), **SISFAD** (*Sistema de Informação de Febre Amarela e Dengue*), **SINAN** (*Sistema de Informação de Agravos de Notificação*) que também são a respeito da doença, e assim, dessa forma, através destes sistemas, é possível obter informações de casos da doença no município, tanto notificados quanto confirmados. O grupo de pesquisadores também entraram em contato com o **SIMEPAR** (*Sistema Meteorológico do Paraná*), para obter um conjunto de dados meteorológicos do município ao longo dos últimos 13 anos.

O sistema pressuposto denomina-se **SIGDengue** (*Sistema Georreferenciado de Dengue*), e o objetivo principal, é de mapear o município de Cascavel, em termos de distribuição da doença, bem como, produzir resultados de rápida compreensão com a representação das análises estatísticas em mapas. Dessa forma, o sistema servirá como apoio à tomada de decisão com relação a políticas públicas de saúde relativas à dengue.

2.7.3 UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES LIVRES DE GEOPROCESSAMENTO PARA GESTÃO URBANA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE.

A função principal dessa pesquisa desenvolvida por OLIANI; PAIVA; ANTUNES (2012) é mostrar uma comparação entre as alternativas gratuitas que são disponibilizadas para se fazer a atualização das informações cadastrais e socioeconômicas de cidades de pequeno e médio porte através de SIGs. Com o intuito de fazer um comparativo de vários SIGs, medindo suas qualidades de geoprocessamento e se estes são adequados para serem utilizados como ferramenta para atualizações de bases cadastrais urbanas de baixo custo.

Os softwares SIGs escolhidos para se fazer o comparativo entre suas interfaces, ferramentas e funcionalidade foram: **gvSIG**, **TerraView** e **Quantum GIS**, ressaltando que todos estes são softwares gratuitos e de baixo custo.

Obtendo como resultado da análise e comparativos, os pesquisadores OLIANI, PAIVA e ANTUNES (2012) concluíram que de longe, o SIG menos intuitivo e que possui maiores dificuldades em relação a sua interatividade com o usuário através de sua interface, ferramentas e recursos foi o **TerraView**. Em contrapartida, o **QGIS** (Quantum GIS) foi o SIG que apresentou melhor desempenho e facilidade quanto à manipulação de suas ferramentas, e também, por possuir uma interface amigável, pois os autores explicam que os ícones explicativos do software dão ao usuário, mesmo que possua pouca experiência, uma ótima noção de suas ferramentas e aplicações.

E com relação ao **gvSIG**, este possui inúmeras funções de processamento digital de imagens, devido a sua extensão “*sextane*”, que possibilita encontrar com facilidade na internet as imagens espaciais, gerando produtos com maior qualidade comparados aos demais.

2.8 Quadro de Trabalhos Correlatos

O quadro a seguir apresenta um comparativo dos trabalhos correlatos estudados e o desenvolvido nesta pesquisa. A comparação visa em torno das tecnologias utilizadas, assim como seus respectivos SIGs e objetivos de pesquisas:

Trabalhos correlatos	Área de Estudo	SIG	Tecnologias Utilizadas	Objetivos
Bacia do Rio Passa Cinco – SP	Ambiental	Spring, ArcGis	Interpolações de informações	Estimar perda de solo de uma bacia hidrográfica
Controle de Dengue. Cascavel – PR	Saúde Pública	SIGDengue	Google Earth, JAVA, PostGreeSQL	Combate e Controle à Dengue
Gestão Urbana em Municípios	Gestão Urbana	gvSIG, TerraView, QGis	(não houve tecnologia utilizada)	Comparação de SIGs gratuitos
Setor Econômico de Castanhal	Gestão Urbana	QGis	Google Earth, MapIt, Google Satellite	Mapeamento de Setores Comerciais e Industriais

Quadro 01: Comparação de Trabalhos Correlatos.

O trabalho de pesquisa sobre comparação de SIGs para a gestão urbana utilizou também como sistema de informação o QGis devido ao fato de ser um software livre com uma interface amigável, não utilizando nenhum tipo de tecnologia, pois não foi feito nenhum desenvolvimento no SIG. Para a realização de mapeamentos setoriais da pesquisa em tela, também foi optado o uso do QGis pelos mesmos motivos.

3.1 Métodos Abordados na Pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho, do ponto de vista teórico, foi necessário fazer o levantamento dos principais conceitos e discussões acerca do material bibliográfico da temática em estudo, caracterizando-o como pesquisa teórica. Quanto à sua abordagem tecnológica, a pesquisa tem caráter exploratório e de natureza descritiva, pois são disponibilizados os problemas e a proposta da resolução destes, com algum instrumento tecnológico, que, no caso, foi um Sistema de Informações Geográfico específico.

A natureza da presente pesquisa caracteriza-se por ser quantitativa, pois consiste em coletar e estruturar dados que venham a apontar, numericamente, a quantidade de prédios para o mapeamento através do SIG, e que são coletados segundo fontes de dados primários e secundários, além disso, fornece também aspectos qualitativos, pois, a partir da análise feita dos dados quantitativos, podem-se gerar futuros relatórios e análises sobre diversos fenômenos, tais como a promoção do conhecimento de específicos nichos econômicos do município; e também uma análise da situação socioeconômica, a qual auxilia o desenvolvimento do setor de indústria, de comércio e de serviços.

Para a confecção dos mapas digitais temáticos acerca dos setores comerciais e industriais, foi necessário buscar conhecimentos sobre o software livre de geoprocessamento **QGIS 2.14**, acerca da forma de uso dos dados espaciais, bem como seu gerenciamento e manuseio, ferramentas estas que foram de suma importância para o desenvolvimento final do trabalho. Tal escolha deu-se pela familiaridade com sua iconografia e por sua interface ser amigável e intuitiva.

Para realizar o processo de confecções de mapas, foi utilizado o mapa da base da cidade de Castanhal, em versão digital, do ano de 2010, como é mostrado na Figura 07, disponibilizado online pelo IBGE, e dividido por ruas e bairros, no qual serão inseridos manualmente os dados obtidos através do Google Earth e do app MapIt GIS referentes ao tema.



Figura 07: Mapa da base censitária da cidade de Castanhal. Fonte: IBGE (2010)

O mapa da base censitária da cidade de Castanhal, obtido pelo IBGE, tem como objetivo ser a base para a confecção de todos os mapas temáticos acerca dos setores e subsetores econômicos do município de Castanhal, apresentando dados, tais como: nome das ruas, divisão de bairros, divisão de áreas urbanas e rurais.

Ao fim da seção sobre a Pesquisa, é apresentada uma figura investigativa: um mapa conceitual sobre um Sistema de Informações Geográficas, com suas principais teorias e a forma como estes se inter-relacionam.

3.2 Coleta e Tipo de Dados

Todos os dados coletados são do tipo “pontos”, e existe uma grande disponibilidade de dados secundários pouco analisados que foram utilizados para alimentar a base do banco de dados do sistema. Os dados secundários coletados foram retirados de duas bases de dados: banco de dados do IBGE, no qual foi obtido o mapa digital da cidade de Castanhal, e este foi mostrado no tópico anterior, dividido por ruas e bairros, e o uso de imagens de satélites, obtidas através do software *Google Earth Pro*, como é mostrado na Figura 08.

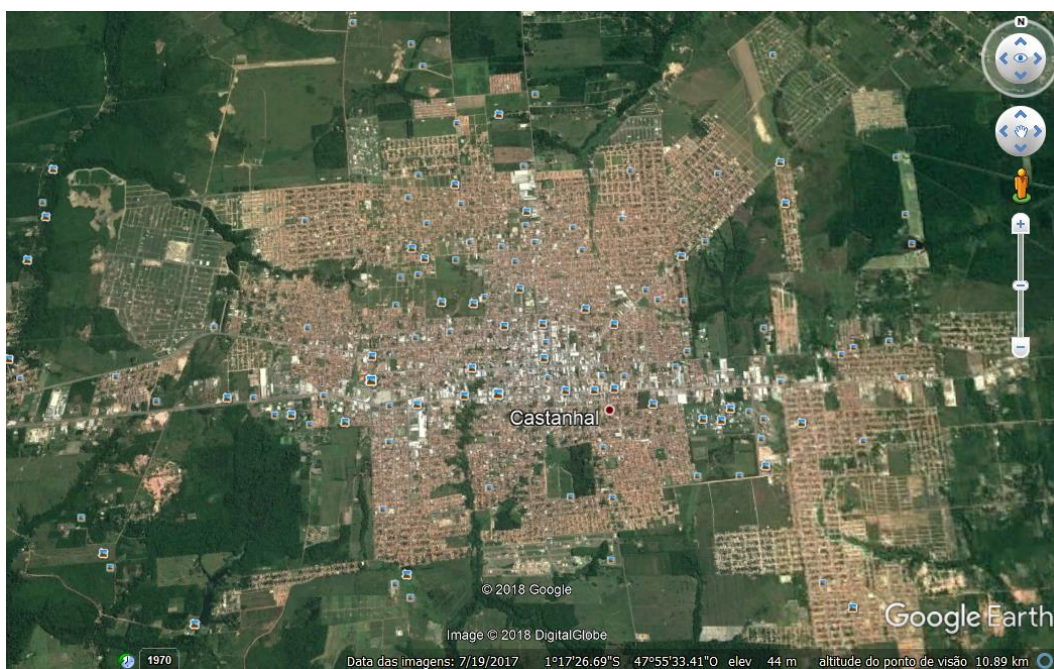


Figura 08: Imagens de Satélite da cidade de Castanhal. Fonte: Google Earth (2018)

Os dados da Rua Marechal Deodoro e BR-316 foram coletados, remotamente, através do Google Earth, e o processo de mapeamento foi feito através da ferramenta chamada Street View, com a qual se obtiveram imagens em 3D das ruas de Castanhal, como é mostrado na Figura 09.

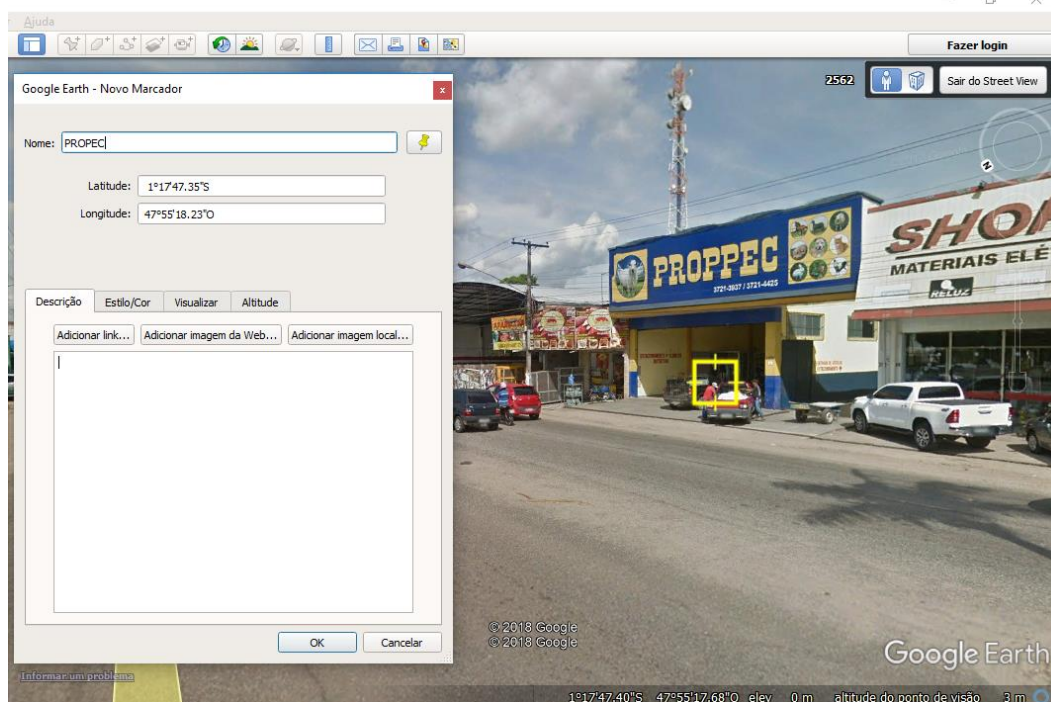


Figura 09: Mapeando um prédio comercial com a ferramenta “Novo Marcador”. Fonte: Google Earth (2018)

Com a visualização das ruas utilizando esta ferramenta do Street View, foi possível “adicionar um marcador” em cada ponto de estabelecimento comercial, industrial e de serviços no mapa, obtendo-se, assim, as coordenadas geográficas (x, y) de cada prédio, para, posteriormente, serem exportados todos os dados para o SIG QGis.



Figura 10: Todos os estabelecimentos dos espaços mapeados da cidade de Castanhal. Fonte: Google Earth (2018)

Apenas os dados geográficos da Avenida Barão do Rio Branco são dados primários, pois estes foram coletados em campo através do app MapIt GIS, um aplicativo de celular que é bastante usado para realizar pesquisas de campo, utilizando o GPS do aparelho celular, para capturar e armazenar coordenadas geográficas, que, posteriormente, foram exportados para o SIG QGis, para poderem ser tratados devidamente.

Ao todo, foram coletados, remotamente, através do Google Earth, 179 dados da BR-316; da Rua Marechal Deodoro, foram 50 dados; e através do app MapIt GIS, 48 dados da Avenida Barão do Rio Branco, todos tratados e integrados ao mapa da base da cidade de Castanhal para a confecção dos mapas, totalizando 277 pontos de dados geográficos.

Nome	Tipo de Coleta	Software Utilizado	Tipo	Data dos dados	Quantidade de dados
BR – 316	Remoto	Google Earth	Pontos	07/2017	179
Marechal Deodoro	Remoto	Google Earth	Pontos	08/2012	50
Av. Barão do Rio Branco	Em Campo	MapIt GIS	Pontos	03/2018	48

Quadro 02: Quadro Geral de Especificações de Dados Coletados.

3.3 Classificações dos Dados Geográficos de acordo com suas Atividades Econômicas no Banco de Dados SIG

Todos os 277 dados geográficos obtidos passaram por um processo trabalhoso de classificação de dados, de acordo com suas respectivas atividades econômicas, a fim de serem categorizados com o intuito de formar conjuntos que possam ter características em comum, tais como: estabelecimentos ‘a’, ‘b’ e ‘c’ são do tipo comércio e varejo de roupas, e estabelecimentos ‘d’, ‘e’, e ‘f’ são do tipo indústria de bebidas em geral.

E para a realização desta etapa, foi necessário ter, como uma base principal, uma lista com todos os segmentos das atividades econômicas devidamente classificadas

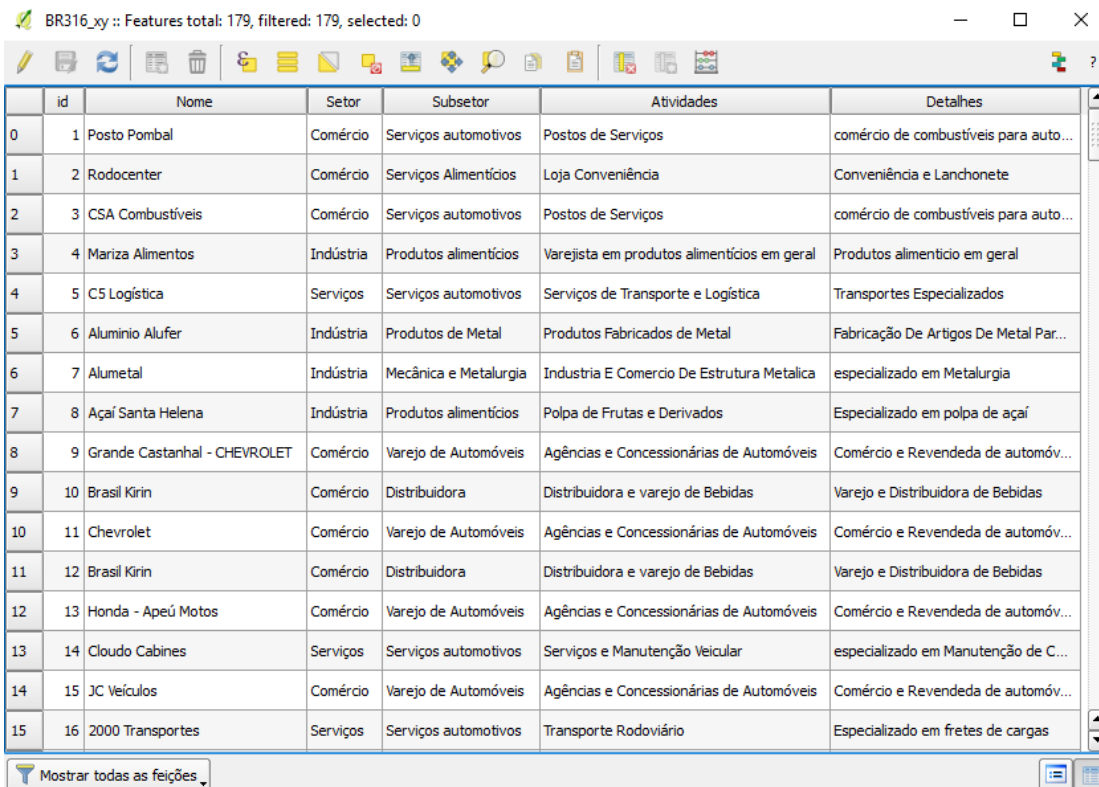
através do site da MBI⁵ (uma empresa tecnológica que visa a oferecer produtos para marketing e informações precisas sobre o mercado econômico).

A empresa adotou uma forma de classificação de três níveis, que consiste numa simplificação da estrutura de classificação para fins censitários, na qual é permitido agruparem todas as atividades econômicas em um pouco menos de 500 elementos.

Segundo o site da MBI⁶:

“No nível mais alto da hierarquia, usamos o termo **Setor** para identificar, p.ex. a indústria. No nível seguinte, usamos o termo **Subsetor**, p.ex. para a indústria de produtos alimentícios. No terceiro nível, classificamos p.ex., em **atividades** separadas, a produção de pão da produção de bebidas”.

A Figura 11 mostra um exemplo de como os dados geográficos coletados para esta pesquisa, ficaram organizadas no banco de dados do SIG QGIS, de acordo com a classificação através da MBI.



id	Nome	Setor	Subsetor	Atividades	Detalhes
0	1 Posto Pombal	Comércio	Serviços automotivos	Postos de Serviços	comércio de combustíveis para auto...
1	2 Rodocenter	Comércio	Serviços Alimentícios	Loja Conveniência	Conveniência e Lanchonete
2	3 CSA Combustíveis	Comércio	Serviços automotivos	Postos de Serviços	comércio de combustíveis para auto...
3	4 Mariza Alimentos	Indústria	Produtos alimentícios	Varejista em produtos alimentícios em geral	Produtos alimenticio em geral
4	5 C5 Logística	Serviços	Serviços automotivos	Serviços de Transporte e Logística	Transportes Especializados
5	6 Alumínio Alufer	Indústria	Produtos de Metal	Produtos Fabricados de Metal	Fabricação De Artigos De Metal Par...
6	7 Alumetal	Indústria	Mecânica e Metalurgia	Industria E Comercio De Estrutura Metalica	especializado em Metalurgia
7	8 Açai Santa Helena	Indústria	Produtos alimentícios	Polpa de Frutas e Derivados	Especializado em polpa de açai
8	9 Grande Castanhal - CHEVROLET	Comércio	Varejo de Automóveis	Agências e Concessionárias de Automóveis	Comércio e Revendeda de automóv...
9	10 Brasil Kirin	Comércio	Distribuidora	Distribuidora e varejo de Bebidas	Varejo e Distribuidora de Bebidas
10	11 Chevrolet	Comércio	Varejo de Automóveis	Agências e Concessionárias de Automóveis	Comércio e Revendeda de automóv...
11	12 Brasil Kirin	Comércio	Distribuidora	Distribuidora e varejo de Bebidas	Varejo e Distribuidora de Bebidas
12	13 Honda - Apeú Motos	Comércio	Varejo de Automóveis	Agências e Concessionárias de Automóveis	Comércio e Revendeda de automóv...
13	14 Cloudo Cabines	Serviços	Serviços automotivos	Serviços e Manutenção Veicular	especializado em Manutenção de C...
14	15 JC Veículos	Comércio	Varejo de Automóveis	Agências e Concessionárias de Automóveis	Comércio e Revendeda de automóv...
15	16 2000 Transportes	Serviços	Serviços automotivos	Transporte Rodoviário	Especializado em fretes de cargas

Figura 11: Banco de Dados da BR-316, com os dados geográficos devidamente classificados de acordo com suas atividades econômicas. Fonte: Software QGIS (2018).

⁵ MBI significa Management Buy-in, segundo dicionário de Cambridge. Fonte: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/mbi>. Acessado em 30/04/2018.

⁶ Classificação das Atividades Econômicas. MBI – Inovação Pioneira no Mundo da Tecnologia da Informação e das Comunicações. 2018. Disponível em: www.mbi.com.br. Acessado em 02/02/2018.

3.4 Ferramentas Utilizadas

3.4.1 QGIS

O sistema disponibiliza uma gama de funcionalidades em que se podem manipular dados geográficos, tendo em vista o constante crescimento e melhoria do software através de contribuições feitas por usuários do mundo todo, fato este que se possibilita pelo SIG ser um software de código aberto. Com funcionalidades primordiais nas criações de mapas digitais a partir de camadas vetoriais/raster, tais como: visualizar, editar, analisar dados, criar mapas temáticos, implementar base de banco de dados geográficos etc. O software é uma ótima escolha para os usuários que queiram usar um SIG gratuito com baixo custo sem precisar pagar licença.

Segundo o site oficial do SIG QGIS no Brasil, o QGIS é:

“Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a licença pública geral GNU. O QGIS é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Funciona em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades” (QGIS.org, 2018)⁷.

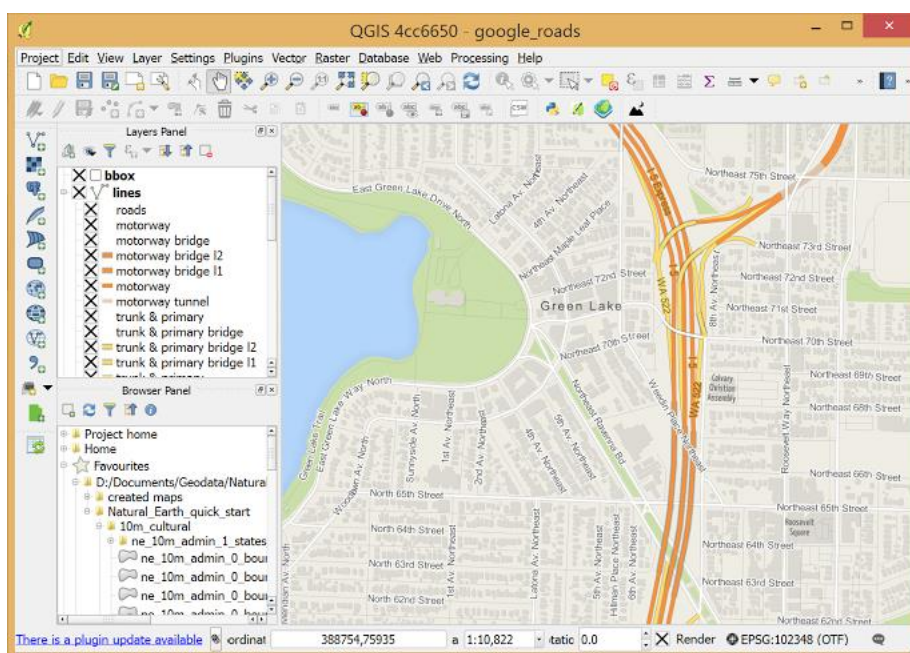


Figura 12: Interface do Software QGIS. Fonte: Software Qgis.org (2018). Acessado em 04/03/2018

⁷ QGIS – A Liderança de SIG de Código Aberto. (2018) Disponível em:

https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html (Acessado em 03/03/2018).

3.4.2 GOOGLE EARTH

O Google Earth é uma ferramenta poderosa e muito útil aos SIGs, com o intuito de apresentar um modelo tridimensional do globo terrestre, mostrando imagens obtidas de vários satélites, imagens aéreas e visualizações em 3D.

Segundo o site oficial da ferramenta, o Google Earth⁸ oferece as seguintes funções:

- Calcular distâncias e áreas utilizando ferramentas de dimensão;
- Visualizar, manipular e exportar dados SIG;
- Usar o Movie Maker para produzir materiais de mídia relacionados;
- Manipular e exportar dados SIG;
- Voltar no tempo com imagens históricas.

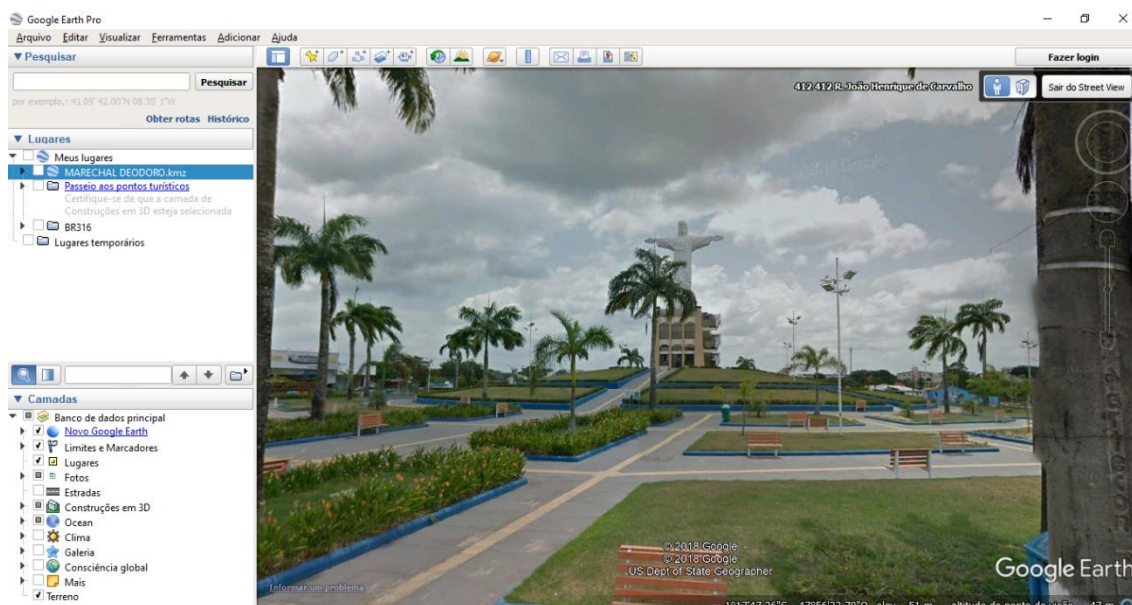


Figura 13: Interface do Software Google Earth Pro. Fonte: Software Google Earth Pro. Acessado em 04/03/2018.

E, segundo artigo publicado pelo site da TechTudo⁹, o Google Earth:

“É um aplicativo de mapas em três dimensões mantido pelo gigante das buscas (referindo-se ao Google). Ele permite passear virtualmente por qualquer lugar do planeta, graças às imagens capturadas por satélite. O programa traz a integração valiosa como o Street View (recursos que permitem andar por ruas) e o Google Maps.”

⁸ Fonte: <https://www.google.com/intl/pt-BR/earth/desktop/>. Acessado em 04/03/2018

⁹ Fonte: <http://www.techtudo.com.br./tudo-sobre/google-earth.html>. Acessado em 04/03/2018

3.4.3 MapIt GIS

A ferramenta MapIt GIS é um aplicativo móvel desenvolvido para a coleta de dados aos SIGs com base em GPS ou mapas, utilizando serviços online, como por exemplo: Google Maps, Google Satellites, Open Street Map, dentre outros. E foi essencial na coleta de dados em campo, para, posteriormente, estes dados serem exportados ao SIG QGIS.

Segundo a página oficial da ferramenta, o MapIt GIS¹⁰:

“é uma forma de aplicativo GIS móvel, projetado para suportar a coleta de dados GPS ou qualquer tipo de pesquisa baseados em localização. É uma ferramenta direcionada para pesquisadores de terra, campo ou qualquer outra pessoa que lida com dados ambientais e espaciais”.

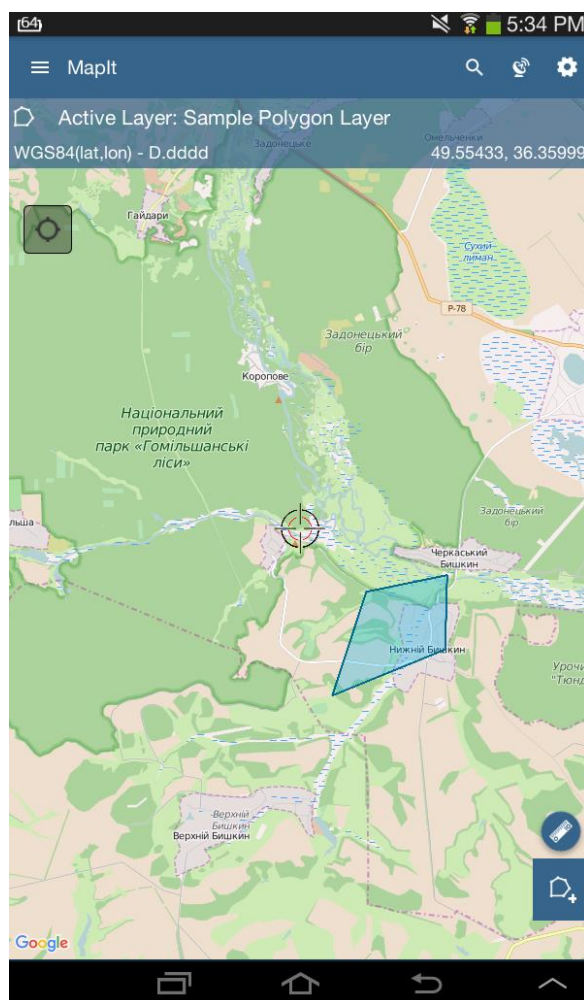


Figura 14: Interface do aplicativo móvel para SIG MapIt GIS. Fonte: MapIt GIS. Acessado em 05/03/2018.

¹⁰ Fonte: Guia do Usuário MapIt. Disponível em: mapit-gis.com/mapit-user-guide/. Acessado em 05/03/2018

4.1 Dados Censitários de Castanhal e sua Economia

Segundo o **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**, o município de Castanhal cobre uma extensão territorial de 1.028,889 km², e com uma população segundo o **Universo do Censo Demográfico** de 2010 do IBGE, de 173.140 habitantes, e em uma densidade demográfica com cerca de 168,29 habitantes por km². E seu índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM 2010) é de 0,673.

Castanhal localiza-se no nordeste do estado do Pará, distante 68 km de Belém, com uma população de 84.476 pessoas do sexo masculino e 88.673 pessoas do sexo feminino, que residem no município, e num total de 141.161 pessoas alfabetizadas. Em sua zona rural, o valor do rendimento mediano mensal per capita, que é gerado nos domicílios particulares, é de R\$ 1.002,97, enquanto na zona urbana, o valor chega a ser de R\$ 1.884,70.

A cidade de Castanhal é um forte polo agroindustrial paraense, possuindo 22% das indústrias processadoras de frutas do Estado, segundo COSTA (2004, apud. BAHIA & GALVÃO, 2014, p. 3). E no artigo “**Castanhal – PA: Um Estudo Avaliativo da ‘Cidade Modelo’ no Nordeste Paraense – Brasil**”, os autores BAHIA & GALVÃO (2015) afirmam que a localização geográfica em que Castanhal se encontra, tornou-se estratégica para a ligação com outros municípios de grande potencial econômico para a região Norte. Como os municípios de Ananindeua, Belém e Barcarena, neste último, instalaram-se grandes mineradoras, como a Alunorte e a Albrás. Em relação a municípios mais distantes, têm-se Tucuruí, onde se instalou uma hidrelétrica, além de Parauapebas, onde também se instalaram projetos de mineração na serra dos Carajás, município este com maior mercado consumidor e PIB no Estado do Pará.

No aspecto de sua economia em 2015, segundo o IBGE, Castanhal possuía um total de R\$278.580 de despesas orçamentárias e R\$299.698 de receitas orçamentárias, conforme o gráfico abaixo.



Gráfico 01: Despesas e Receitas Orçamentárias. Fonte: IBGE (2015)

O IBGE, em parceria com os **Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA)**, levantaram os dados, em 2014, de que no setor de agropecuária, o valor do **Produto Interno Bruto (PIB)** é de R\$88.652. Já no setor de Indústria, o valor do PIB chega a R\$419.010 e no setor de Serviços, o valor adicionado do PIB é de R\$1.302.771, como é mostrado no gráfico abaixo:

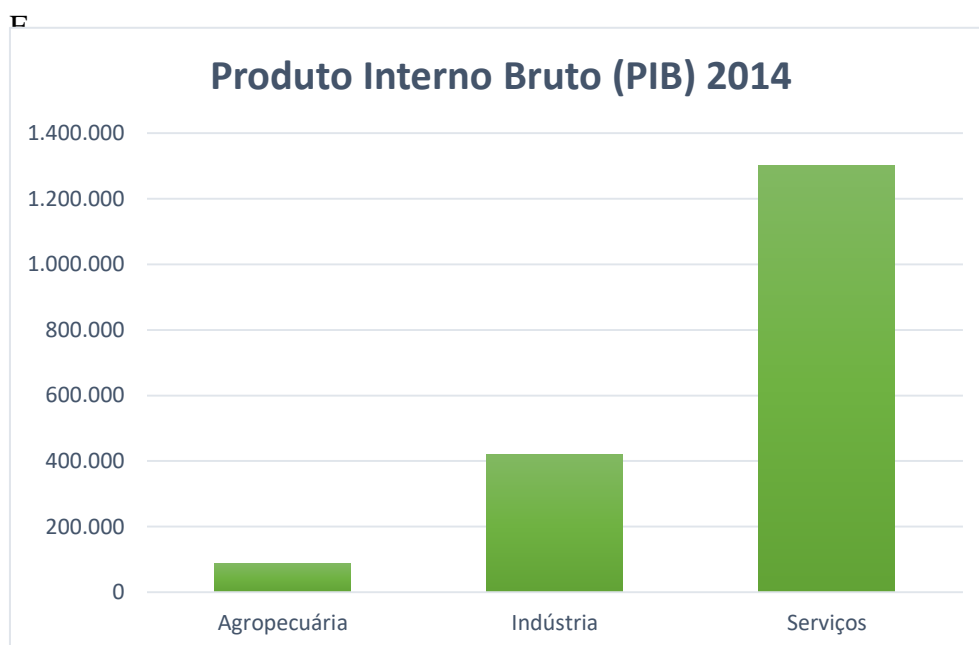


Gráfico 02: Produto Interno Bruto de Castanhal. Fonte: IBGE (2014).

Em 2010, o **IDESP – Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará**, fez um levantamento de estabelecimentos com vínculos empregatícios segundo o Setor de Atividade Econômica, e a partir dos dados coletados, destaca-se a força das atividades de comércio na cidade de Castanhal, e de sua grande contribuição no abastecimento das cidades vizinhas, através da venda de utensílios, alimentos, ferramentas e materiais de construção.

“Municípios como: Igarapé-Açu, Santa Izabel, Santo Antônio do Tauá e Santa Maria do Pará veem na cidade de Castanhal um polo de negócios no campo agropecuário e também comercial, há uma procura de empresários e também comerciantes pela cidade, devido à mesma possuir uma posição estratégica em relação a capital paraense” (IDESP, 2010).

Setor de Atividade	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005	2007	2008	2009
Serviços	6	6	6	5	6	5	4	5	4	4	4
Indúst.											
Utilidade pública											
Construção Civil	38	35	30	26	28	27	49	51	50	66	79
Comércio	444	487	547	593	652	708	745	789	843	902	959
Serviços	238	258	266	292	287	327	318	340	360	416	458
Administração Pública	4	4	4	4	4	1	4	5	5	5	5
Agropecuária	83	93	102	113	131	142	149	156	161	168	170
TOTAL	813	883	955	1.033	1.108	1.210	1.269	1.346	1.423	1.561	1.675

Tabela 01: Número de Estabelecimentos com vínculos Empregatícios em Castanhal – PA. Fonte: IDESP (2010)

Analisando os dados tabulados acima, pode-se perceber que, entre os anos de 1999 a 2009, ocorreu um grande crescimento em vários setores econômicos em Castanhal, tornando-a um “polo de desenvolvimento regional” (IDESP, 2010). O setor de Serviços de Indústria e de Utilidades Públicas e de Administração Pública mantiveram-se quase estabilizados, sem muita elevação ou diminuição, em contrapartida, os setores de Comércio e de Serviços cresceram exponencialmente, mas, principalmente, a partir de 2008, confirmando, assim, a ideia de que há um grande potencial econômico na região.

4.2 A PESQUISA

O estudo foi desenvolvido na área urbana do município de Castanhal, região metropolitana de Belém, no estado do Pará, conforme a localização apresentada na figura 15. E tomou-se como base para o estudo os setores de serviços, comerciais e industriais que a região possui.

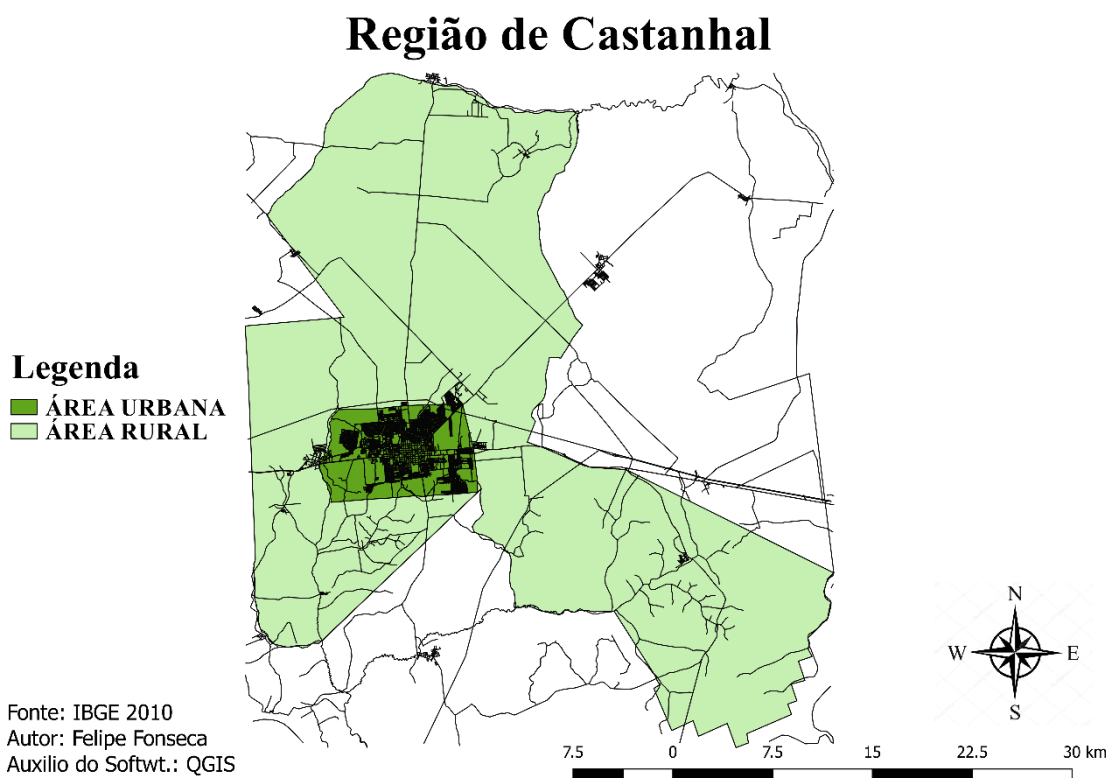


Figura 15: Mapa digital temático da Região de Castanhal. Fonte: Software QGIS (v. 2.14)

O sistema tem como proposta apresentar um estudo da economia acerca dos setores de Serviços, Comércio e Indústria que a região de Castanhal possui, porém, teve-se, como ponto de partida, delimitar apenas três das principais ruas e avenidas do ponto de vista econômico que são mais promissoras e concentram em maior quantidade os comércios, serviços e indústrias da região para fazer o mapeamento dos mesmos.

As áreas delimitadas para a efetivação do mapeamento foram a **Avenida Barão do Rio Branco**, a **Rua Marechal Deodoro** e a **BR-316**, com 7,380 km, 4,506 km e 11,769 km de extensão respectivamente, como se pode ver na figura 16 abaixo:

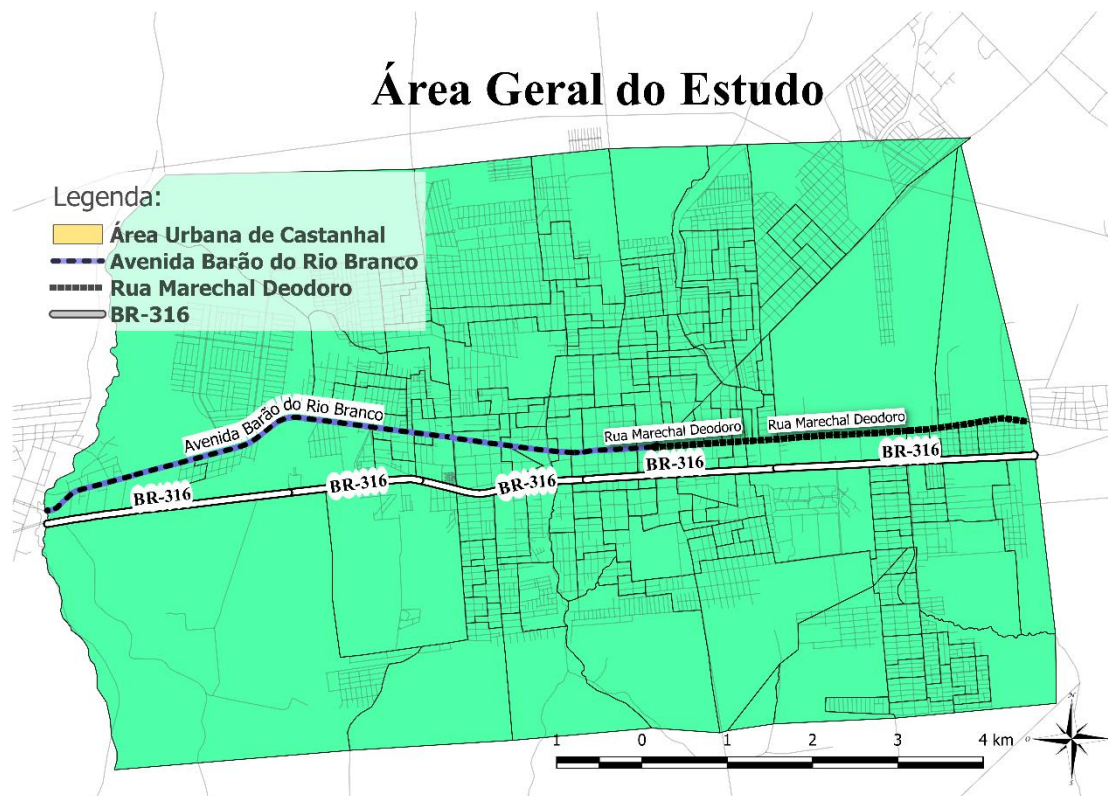


Figura 16: Mapa digital da Área Geral do Estudo de Mapeamento de Setores Comerciais, Industriais e Serviços de Castanhal-PA. Fonte: Software QGIS (v. 2.14)

A pesquisa preocupou-se em utilizar um SIG cuja característica é de software livre (*open source*) e gratuito, para fazer o mapeamento dos setores comerciais e industriais, pois os softwares livres, segundo a definição criada pela **Free Software Foundation**¹¹ (2016), são “Qualquer programa de computador que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e redistribuído com algumas restrições”, e isso possibilita a difusão e o conhecimento do software, podendo o desenvolvedor adaptar para a sua realidade.

¹¹ Fonte: O que é software livre e quais as vantagens em usá-lo na sua empresa? Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-software-livre-e-quais-as-vantagens-em-usa-lo-na-sua-empresa,2928d53342603410VgnVCM100000b272010aRCRD>. acessado em: 09/11/2017

4.3 Mapa Conceitual (Aprendizagem Cognitiva)

Segundo o autor MOREIRA (2012), **Mapas Conceituais** são indicados quando se quer possuir uma estratégia de facilitar a compreensão de uma aprendizagem de determinados fenômenos. Segundo o autor:

“Mapas conceituais são apenas diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos (...). Não buscam classificar conceitos, mas sim, relacioná-los e hierarquizá-los” (MOREIRA, 2012, p. 01).

Como se pode observar, os mapas conceituais são bastante utilizados para representar toda uma gama de conhecimento através de gráficos e diagramas, apresentando um conjunto de conceitos e a forma como estes se relacionam. A Figura 17 representa o mapa conceitual de aprendizagem significativa de um SIG, utilizando o tipo de estrutura em teia, em que o tema central é colocado no meio do mapa, e os conceitos secundários ao redor do tema central. Este mapa conceitual serve de apoio para o desenvolvimento do mapa, objeto de estudo deste trabalho.

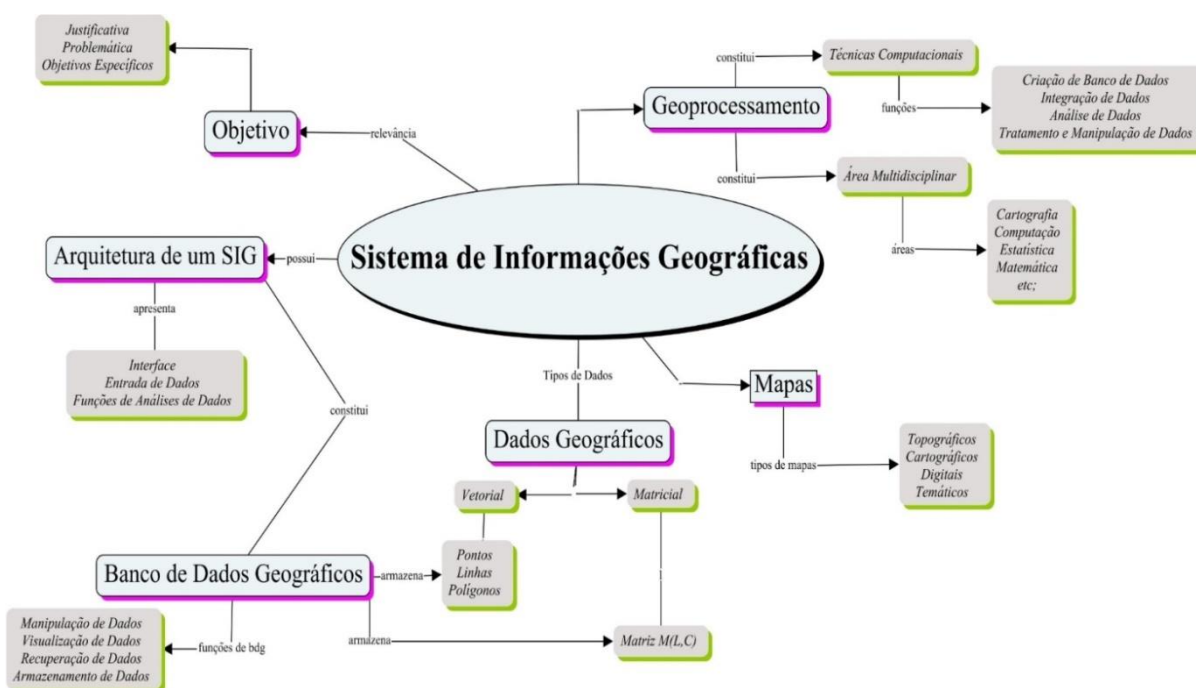


Figura 17: Mapa Conceitual de Aprendizagem Significativa de um SIG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Visão Geral

Como as tomadas de decisões são essenciais no planejamento urbano, é de importante valia mostrar o espaço urbano através de mapas e gráficos para ter uma melhor visualização com o objetivo de auxiliar os administradores e gestores públicos.

Com base nisso, serão apresentados, em forma de mapas, todos os dados coletados nos espaço urbano para esta pesquisa. A organização dos mapas está de acordo com seus **Setores** e **Subsetores** econômicos, ou seja, teremos dois tipos de mapas com informações diferentes de seus mercados para cada área georreferenciada e, logo ao final de todos os mapas temáticos, poderá se ver uma tabela com todos os dados quantificados, de cada rua, avenida e rodovia pesquisada para se ter uma melhor visualização dos dados.

Abaixo, podemos ver um mapa temático de uma visão geral dos setores econômicos acerca do objeto de pesquisa:

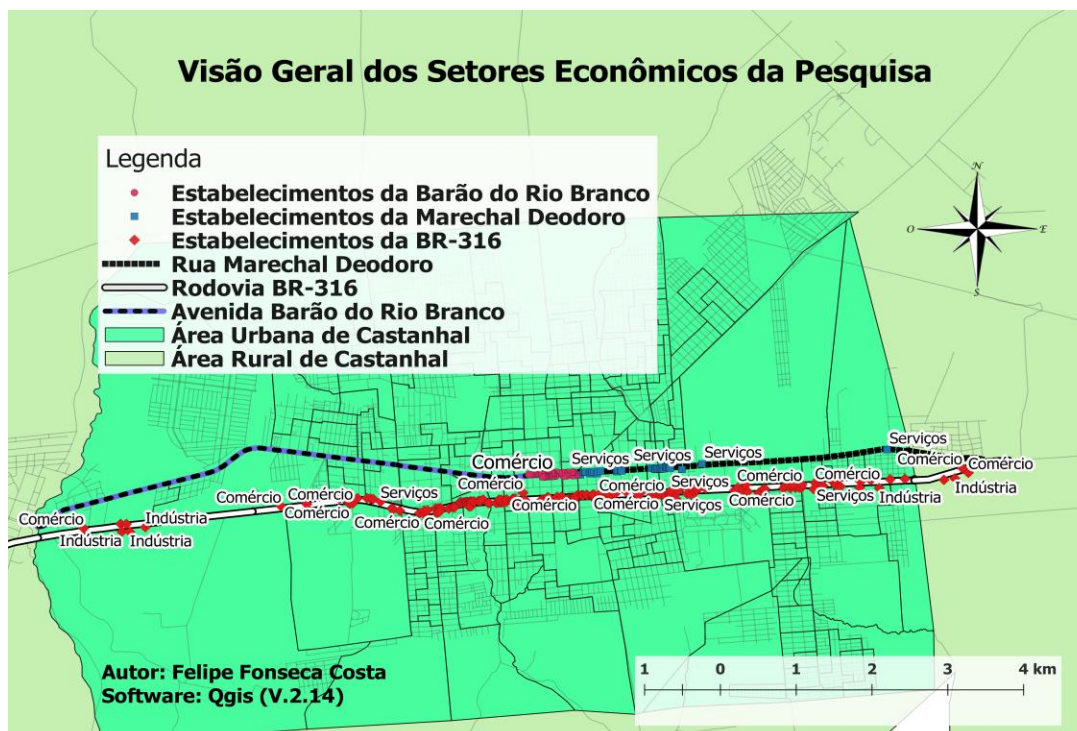


Figura 18: Visão Geral dos Setores Econômicos de Castanhhal.

Segundo Márcio Douglas Brito Amaral e Willame de Oliveira Ribeiro (2016), Castanhhal é a maior cidade do Nordeste paraense em termos de atividade econômica,

sendo considerada uma cidade de porte médio e mononucleada em se tratando de atividades comerciais e de serviços, visto estar esse setor concentrado, especialmente entre a Avenida Presidente Vargas (rodovia BR-316) e a Avenida Barão do Rio Branco.

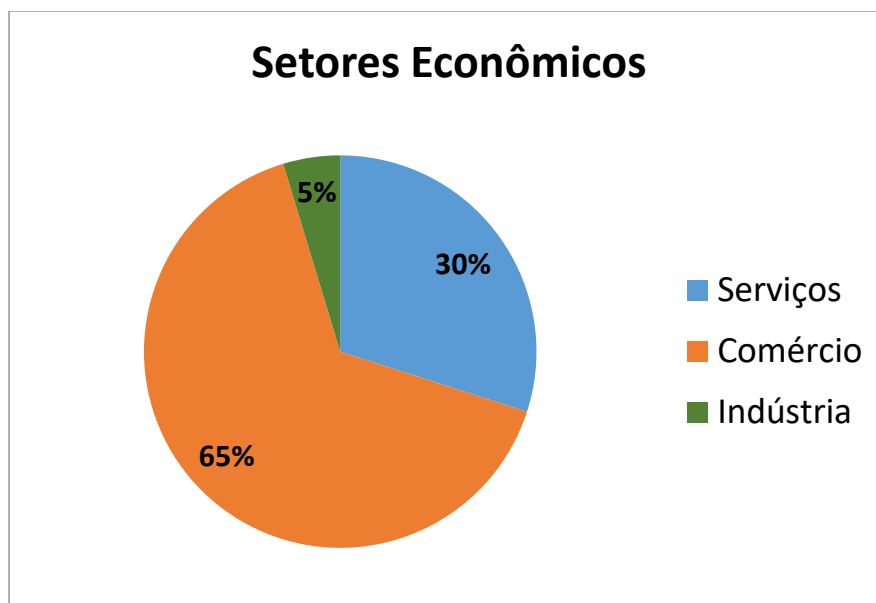


Gráfico 03: Dados sobre os setores econômicos da área de pesquisa.

Analisando todos os dados de acordo com o setor econômico dos espaços estudados, pode-se perceber que, na cidade de Castanhal, é predominante o setor de comércio, com 65%; seguido do setor de serviços, com 30%. O setor de Indústria ainda é baixo, comparado com os demais setores econômicos, porém, este é um enorme promissor, visto que a urbanização na cidade está crescendo bastante desde os anos 2000 até a data presente.

Nas subseções seguintes, serão apresentados os mapas de forma detalhada os setores e subsetores econômicos referentes a cada um dos espaços urbanos mapeados.

5.2 Mapas Temáticos da Rodovia BR-316

O mapeamento da Rodovia BR-316 possui e cobriu uma extensão de 11,769 km totalizando 179 dados georreferenciados do tipo “pontos”.

A seguir são apresentados os mapas divididos em três partes da Rodovia BR-316, de acordo com seus setores econômicos:



Figura 19: Mapa 01 dos Setores Econômicos da Rodovia BR-316.



Figura 20: Mapa 02 dos Setores Econômicos da Rodovia BR-316.



Figura 21: Mapa 03 dos Setores Econômicos da Rodovia BR-316.

A seguir, serão apresentados três mapas da Rodovia BR-316 de acordo com seus subsetores econômicos.

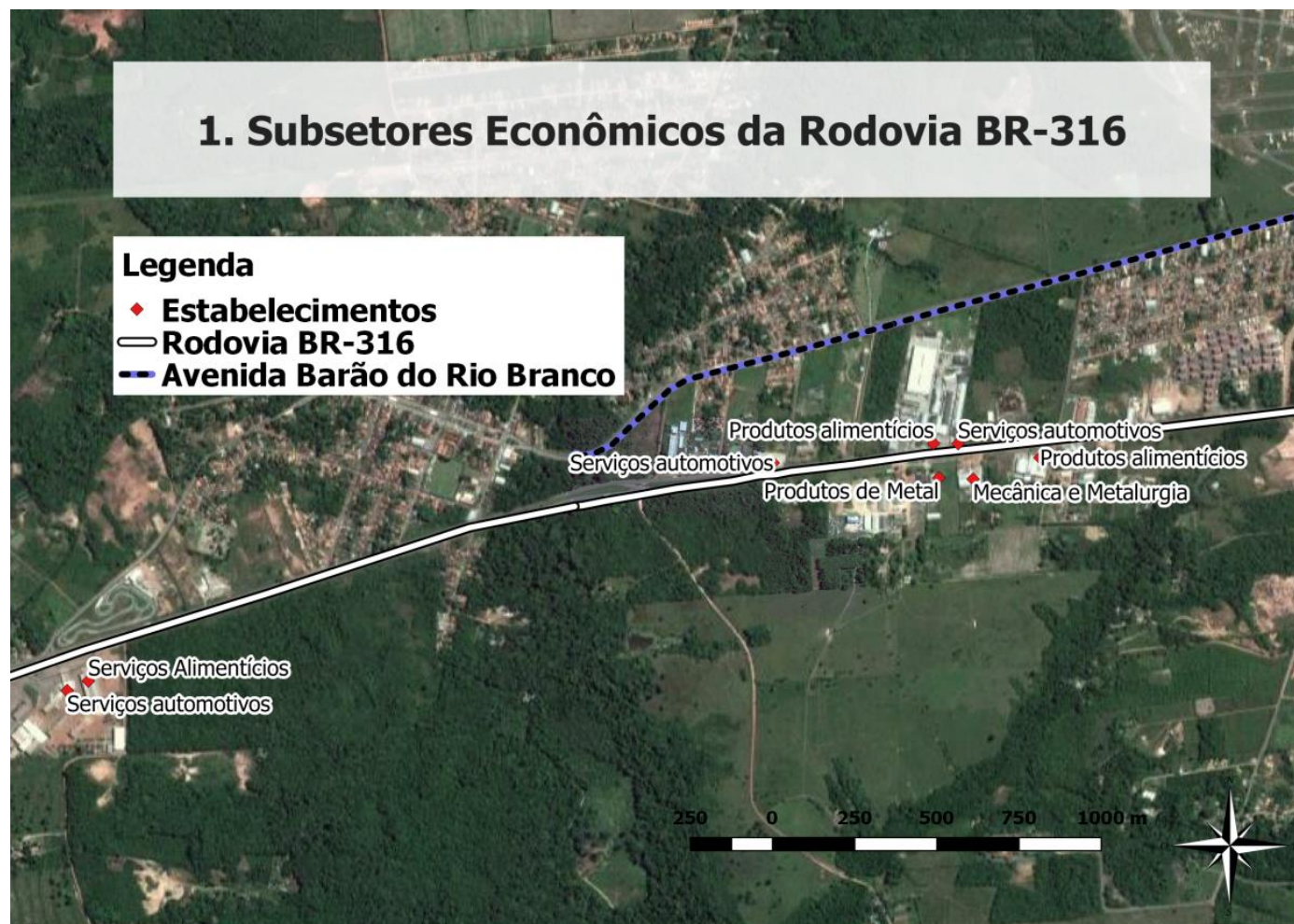


Figura 22: Mapa 01 dos Subsetores Econômicos da Rodovia BR-316.

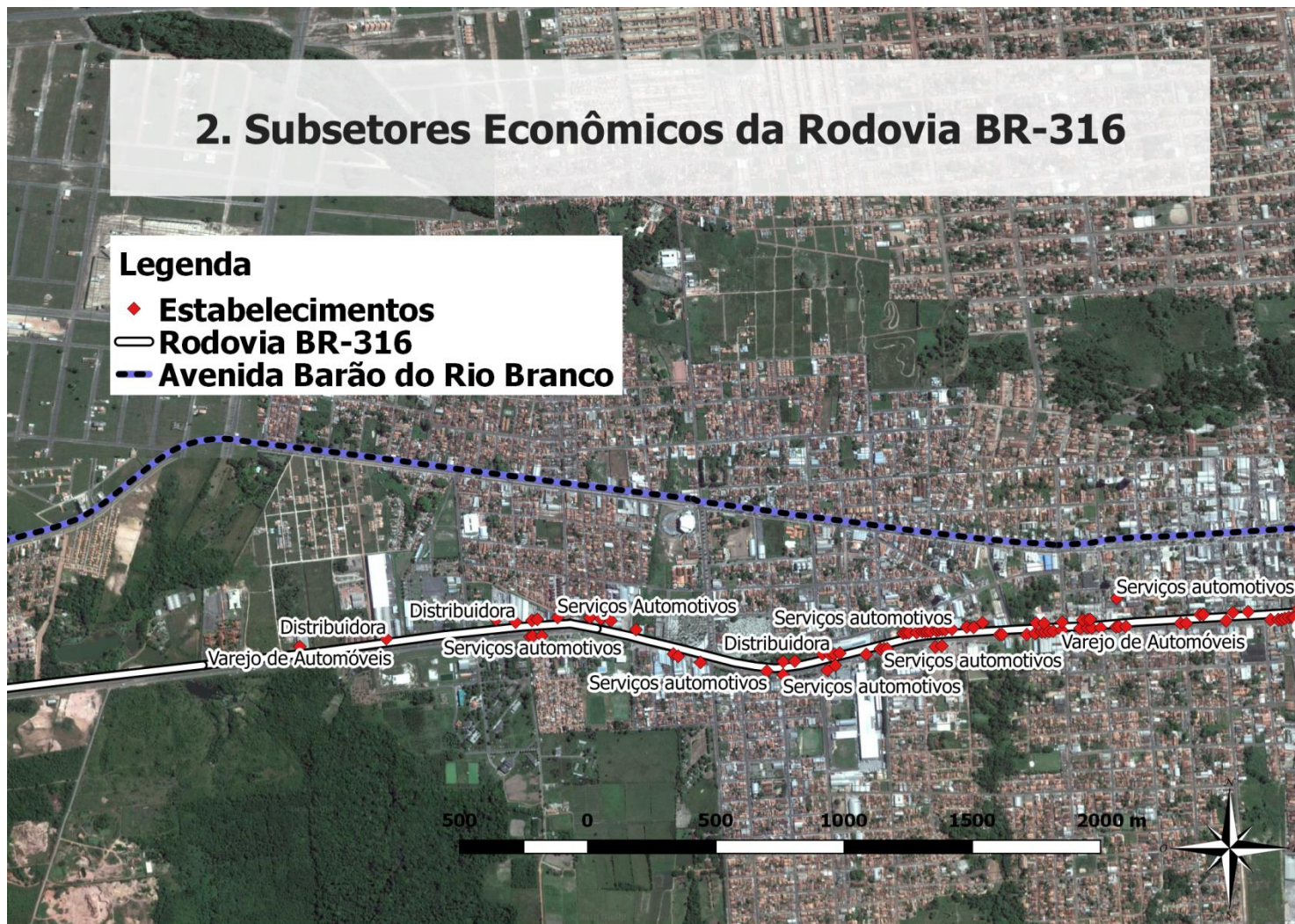


Figura 23: Mapa 02 dos Subsetores Econômicos da Rodovia BR-316.



Figura 24: Mapa 03 dos Subsetores Econômicos da Rodovia BR-316.

Os resultados coletados através dos mapas desenvolvidos visam a não somente identificar as localizações dos estabelecimentos, mas também servem de mensuração socioeconômica, com vistas a analisar a metropolização e a urbanização acelerada do município de Castanhal, em constante desenvolvimento, visto que, na rodovia BR-316, o setor predominante é o de comércio, com 65%; logo seguida do setor de serviços, com 28%; e indústrias, equivalentes a 7%.

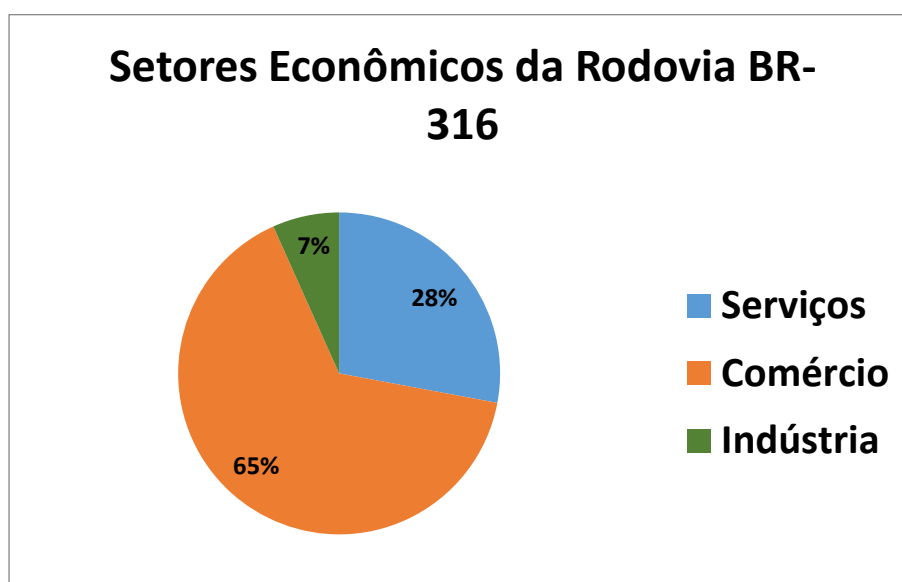


Gráfico 04: Dados sobre os setores econômicos da BR-316.

Esta metropolização, de acordo com Amaral e Ribeiro, “diz respeito a um processo bastante amplo, diretamente associado ao fenômeno da globalização e as suas consequências na modernização dos espaços, nas mudanças dos modos de vida e dos costumes e nas reorientações das estratégias de reprodução do capital” (Amaral; Ribeiro, 2016, p. 79/80), e tais modificações urbanas são frutos de redes de aspectos que são convergentes no sentido de predominarem serviços automotivos, comércio de produtos agropecuários, indústrias e distribuidoras, configurando, assim, as necessidades de uma rodovia como a BR-316, com imenso fluxo de pessoas de todas as regiões do Brasil.

Os subsetores econômicos da rodovia BR-316 apresentam dados sobre as especificações dos setores mapeados, e no gráfico a seguir, na coluna de subsetores de “serviços automotivos”, foram encontrados alguns estabelecimentos que continham uma característica dupla, tanto de “serviços automotivos”, quanto de “varejo de peças de automóveis - Comércio”, e por conta disto, no gráfico de subsetores, é perceptível ver

que existe uma grande quantidade de “serviços automotivos”, mas que também contém características de “varejo de peças de automóveis - Comércio”.

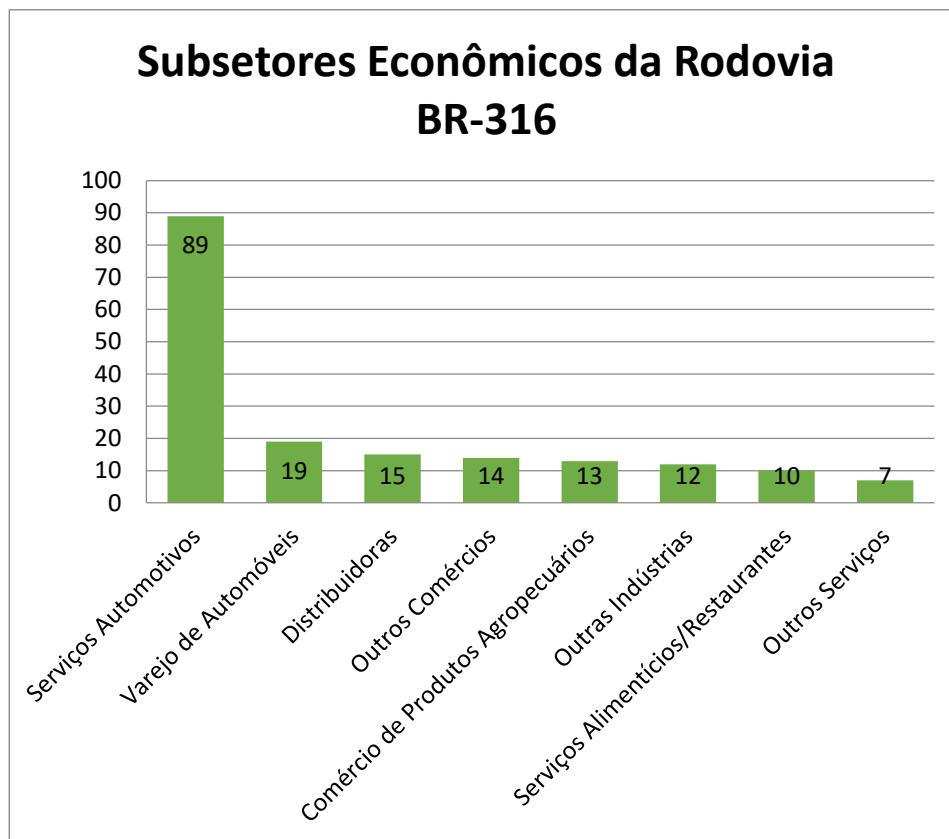


Gráfico 05: Dados sobre os Subsetores econômicos da BR-316.

De acordo com os autores Amaral e Ribeiro, a Rodovia BR-316 caracteriza-se pela grande presença de:

“[...] lojas de autopeças, ligadas aos serviços automotores, lojas voltadas ao atendimento das demandas do campo, bem como empreendimentos de autosserviço, que atende particularmente ao público da metrópole de Belém em viagem para ao litoral (praias conhecidas como Salinas, Algodoal, Marudá, Crispim, Ajuruteua etc.)” (Amaral; Ribeiro, 2016, p. 93).

Todas as características que os autores acima citaram, podem ser visualizadas através dos mapas temáticos da Rodovia BR-316, confirmando a pesquisa socioeconômica que foi feita.

5.3 Mapas Temáticos da Avenida Barão do Rio Branco

A Avenida Barão do Rio Branco possui uma extensão total de 7,380 km, porém o mapeamento cobriu apenas 648 metros da avenida, totalizando 48 dados do tipo “pontos” coletados em campo através do app MplIt GIS. A dimensão desta avenida dificultou a realização da pesquisa de campo em toda a sua extensão, pois, a concretização do mapeamento, em toda a dimensão da avenida, somente seria possível se houvesse a participação de uma equipe de pesquisadores. Como o campo foi realizado somente pelo autor desta pesquisa, optou-se por georreferenciar a área em que se concentra o maior número de estabelecimentos comerciais e de serviços.

A seguir, será apresentado um mapa referente aos setores econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.



Figura 25: Mapa dos Setores Econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.

A seguir, serão apresentados dois mapas da Avenida Barão do Rio Branco, de acordo com seus subsetores econômicos.



Figura 26: Mapa 01 dos Subsetores Econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.



Figura 27: Mapa 02 dos Subsetores Econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.

Já a Avenida Barão do Rio Branco, segundo esta pesquisa, possui uma configuração um pouco diferente da BR-316, pois segundo nossa coleta de dados, não possui nenhum estabelecimento do tipo setor industrial, sendo constituído apenas de setores comerciais, com 94%, e o setor de serviços, com 6%, como se pode ver no gráfico abaixo:

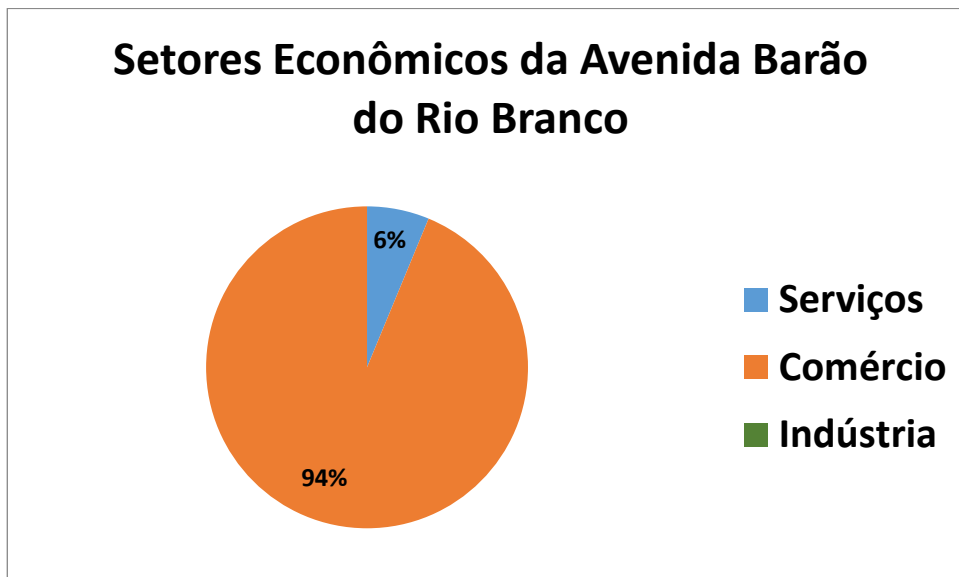


Gráfico 06: Dados dos Setores da Avenida Barão do Rio Branco.

Sobre os dados dos subsetores econômicos da Avenida Barão do Rio Branco, podemos verificar, analiticamente, que tal avenida é conformada pela predominância de subsetores econômicos, tais como: varejo de roupas, calçados e acessórios, varejo de móveis e eletrodomésticos e muitas farmácias, que comportam o subsetor de atacado de bens de consumo.



Gráfico 07: Dados sobre os Subsetores econômicos da Avenida Barão do Rio Branco.

De acordo com essa configuração, nota-se que a Avenida Barão do Rio Branco está mais voltada para os habitantes do município, não tão focada no constante fluxo de uma rodovia, ou seja, ela está mais atrelada às necessidades de seus moradores, de acordo com Amaral e Ribeiro, “Esta área apresenta essencialmente comércio varejista com expressiva presença da comercialização de produtos como: calçados, confecções, departamento, aviamentos, papelaria, entre outros (Amaral; Ribeiro, 2016, p. 92)”.

5.4 Mapas Temáticos da Rua Marechal Deodoro

O mapeamento cobriu uma extensão de 4,506 km da Rua Marechal Deodoro, totalizando 50 dados do tipo “pontos” coletados remotamente através do software Google Earth Pro. A seguir, será apresentado um mapa referente aos setores econômicos da Rua Marechal Deodoro:



Figura 28: Mapa dos Setores Econômicos da Rua Marechal Deodoro.

A seguir, serão apresentados três mapas da Rua Marechal Deodoro, de acordo com seus subsetores econômicos:



Figura 29: Mapa 01 dos Subsetores Econômicos da Rua Marechal Deodoro.



Figura 30: Mapa 02 dos Subsetores Econômicos da Rua Marechal Deodoro.



Figura 31: Mapa 03 dos Subsetores Econômicos da Rua Marechal Deodoro.

A Rua Marechal Deodoro também foi alvo de análise desta pesquisa, e nesta rua, foi verificado que, de acordo com os dados coletados, 60% dos setores econômicos que existem na região, são de serviços. Outros 38% seguidos de comércio, e os 2% do setor de indústria referem-se a uma única indústria de produtos têxteis que existe na rua.

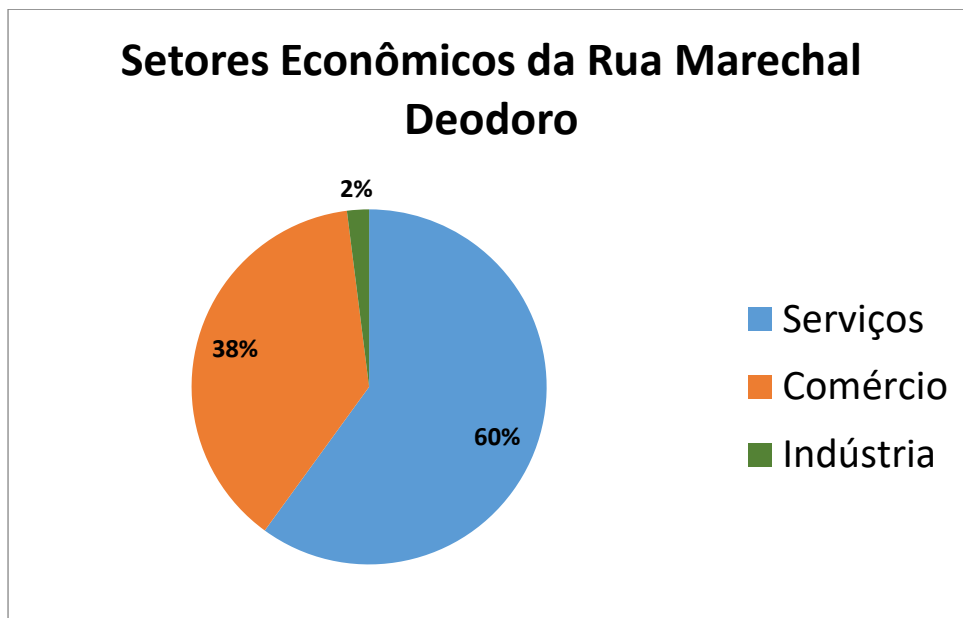


Gráfico 08: Dados sobre os setores econômicos da Rua Marechal Deodoro.

De acordo com os dados coletados sobre os subsetores econômicos da Rua Marechal Deodoro, há uma predominância de setores de serviços em geral, tais como: salões de beleza, barbearias, restaurantes, açougues, embora se trate de uma rua onde há uma concentração muito grande de comércio informal (este não é alvo da pesquisa em tela, mas se faz necessário citá-lo), além de serviços automotivos e de oficinas de motocicletas, bicicletas, dentre outros.



Gráfico 09: Dados sobre os subsectores econômicos da Rua Marechal Deodoro.

Nitidamente, não se trata de uma avenida com o fluxo de veículos de uma rodovia, como a da BR-316. Esta Rua Marechal Deodoro mostra-se conformada também, como a Av. Barão do Rio Branco, para o atendimento, predominantemente, dos moradores de Castanhal.

5.5 Dados Gerais sobre os Setores e Subsetores Econômicos

A seguir, serão apresentados dois gráficos com todos os dados quantitativos de setores e de subsectores dos locais mapeados, com o intuito de se ter uma melhor visualização e comparação entre os dados de cada área, onde foi realizado o mapeamento.

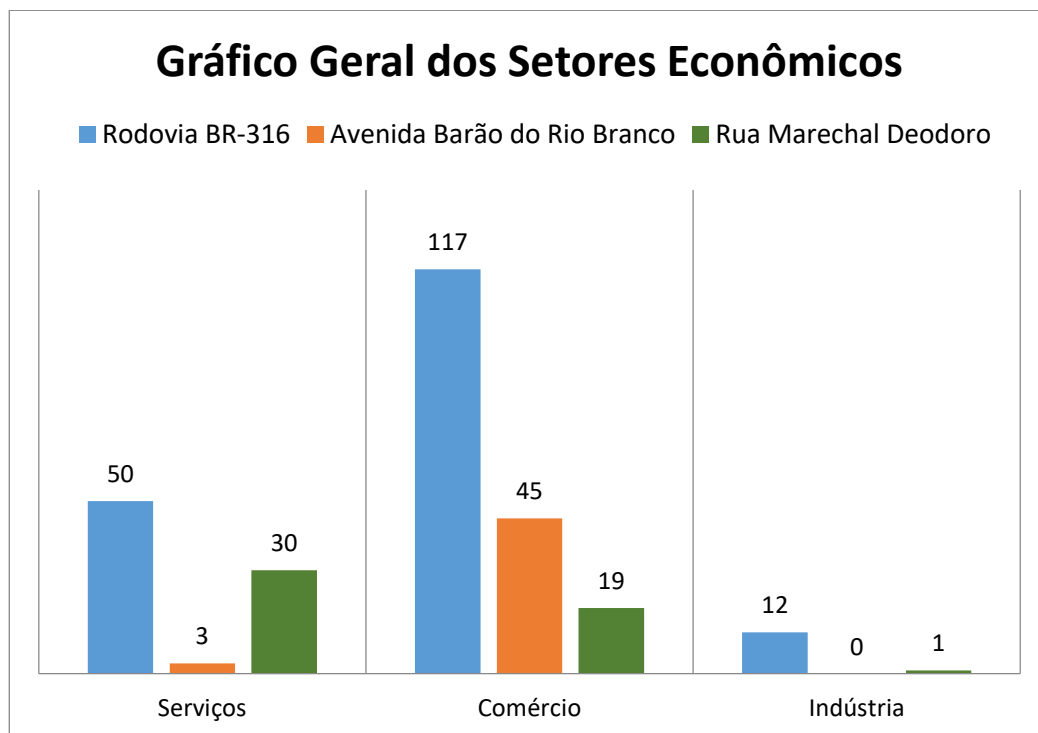


Gráfico 10: Dados Gerais sobre os Setores Econômicos mapeados.

Pode-se perceber, com base nos dados mostrados acima, que, na BR-316, há predominância de estabelecimentos do setor comercial, seguido, respectivamente, pelo setor de serviços e de indústria; já a configuração da Av. Barão do Rio Branco mostra-se, também, com predominância do setor comercial, seguido de serviços. A Rua Marechal Deodoro é configurada pela predominância de estabelecimentos do setor de serviços, seguido de comércios informais e industriais (presença de uma única indústria).

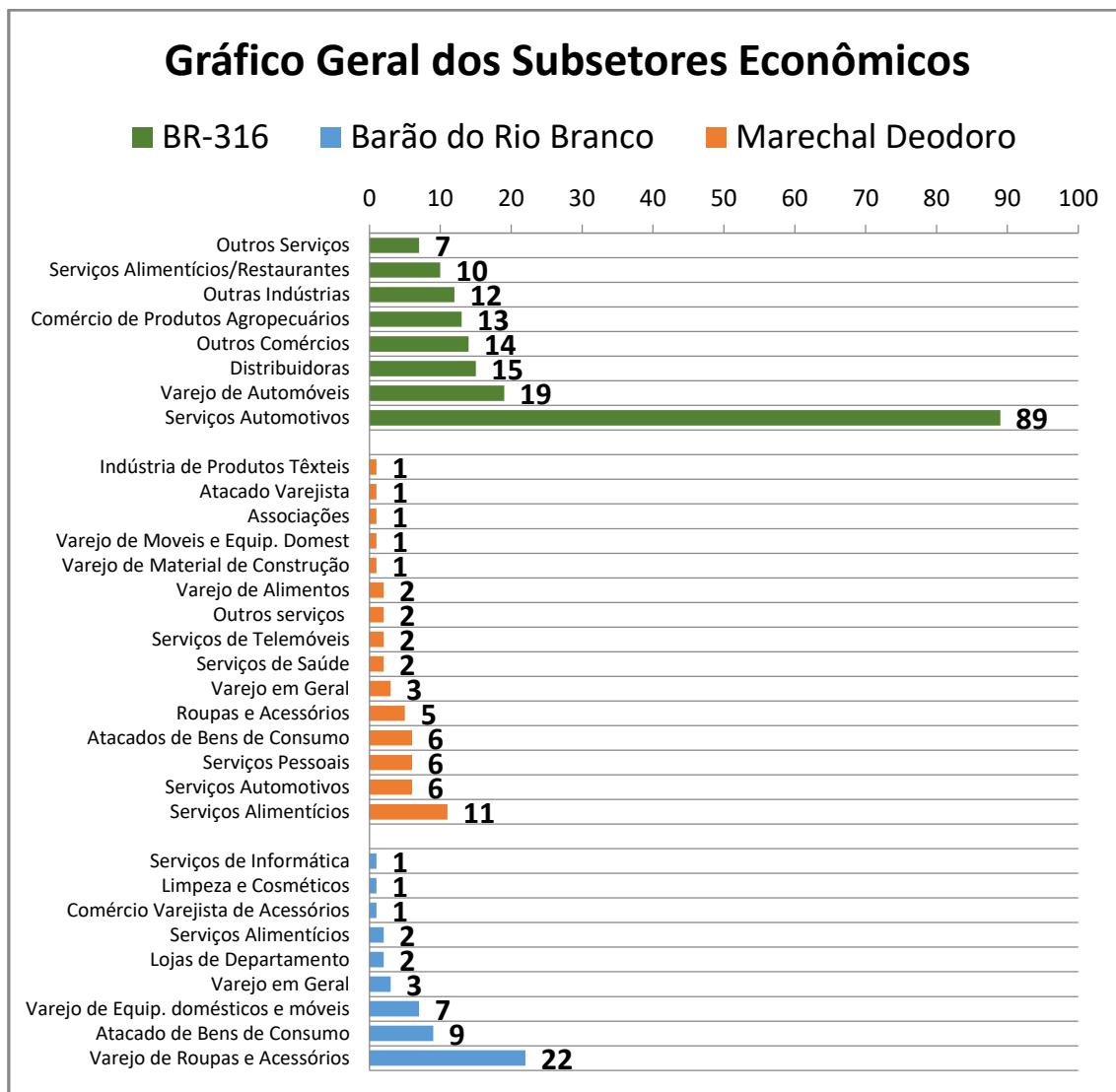


Gráfico 11: Dados Gerais dos Subsetores Econômicos.

De acordo com o gráfico, a conformação econômica da Rodovia BR-316 faz-se pela predominância de serviços automotivos e de varejo de automóveis, sendo que estes possuem características comerciais. A Rua Marechal Deodoro tem nos serviços alimentícios, automotivos e pessoais seu ponto predominante; já a Av. Barão do Rio Branco é conformada pela predominância dos estabelecimentos de varejo de roupas e acessórios, de bens de consumo e de equipamentos domésticos e móveis.

CONCLUSÃO

6.1 Considerações Finais

Com base no sistema proposto aqui neste trabalho, teve-se como característica principal, um SIG para suporte e decisão, pois a sua finalidade primordial é o de auxiliar questões de planejamento e de gestão urbana do ponto de vista econômico de uma cidade, que está em constante desenvolvimento e crescimento, apresentando os dados de estabelecimentos setoriais e de subsetores econômicos das principais avenidas e ruas, em formato de mapas temáticos e digitais, assim sendo, uma melhor visualização do que comporta cada região estudada, com suas particularidades e comportamentos.

Os mapas confeccionados buscaram apresentar um conhecimento sobre os setores econômicos que a região de Castanhal possui, sendo apenas o ponto de partida desta pesquisa. Por isso, buscar conhecimentos e técnicas cartográficas, tais como: definição de escalas, linhas, pontos, melhores cores apropriadas para determinado tipo de mapa, legendas e textos, foram imprescindíveis para a finalização dos mapas, principalmente quando se deseja revelar algum assunto de extrema importância através dos mesmos.

Estes detalhes, selecionados criteriosamente, são de suma importância, visto ser este trabalho caracterizado por prestar-se como base metodológica de pesquisa para futuros trabalhos que versem acerca de questões socioeconômicas de determinado município ou cidade, utilizando ferramentas que apoiam os sistemas de informações geográficas.

Uma das grandes barreiras enfrentadas, nesta pesquisa, foi o fato de que a tecnologia SIG é considerada multidisciplinar, devido à mesma envolver diversos tipos de usuários, com diferentes conhecimentos para cada área de aplicação, e isso requer, antes de tudo, a implementação de um projeto em uma área específica, uma equipe bastante preparada, na qual cada um irá agregar o seu conhecimento para que se chegue à etapa final do projeto com sucesso.

Consolidar a base de dados foi a parte mais importante e árdua da pesquisa, pois é esta etapa que irá fornecer todas as informações sobre a realidade do problema, para que se tornem úteis para o usuário ao final, e apesar da maioria dos dados terem sido coletados remotamente através do Google Earth, o tratamento dos dados geográficos e

suas respectivas padronizações, pode-se dizer que, foi o processo mais lento de todo o projeto.

As aplicações práticas realizadas nesta pesquisa, não só pelo autor, mas também por vários grupos de pesquisadores SIG que existem no Brasil, revelam o enorme potencial que um Sistema de Informações Geográficas pode oferecer aos seus usuários, levando em consideração a área de sua aplicação.

Esta combinação é o que torna o SIG uma ferramenta tão poderosa no auxílio do processo de tomadas de decisões, pois, a partir disto, podem-se ter outros tipos de mapas temáticos, com informações específicas, relatórios sobre diversos cenários econômicos, que visam a responder a questões, tais como: em qual região da cidade é mais promissora para se instalar um comércio de determinado produto.

O estudo de cada componente se relaciona com a área de geotecnologia, visto que é perceptível ver que os SIGs, assim como seus respectivos softwares que podem lhe auxiliar na construção de um projeto, possuem uma infinidade de usos os quais apontam para uma concepção de interdisciplinaridade, em que é necessário procurar saber um pouco do assunto de cada área.

Espera-se que o resultado deste trabalho possa servir como uma inspiração para a continuidade e a expansão do mapeamento dos setores econômicos da cidade de Castanhal-PA, contribuindo, desta maneira, posteriormente, para o uso público, podendo, também, ser utilizado pela Prefeitura ou outros órgãos de planejamento como uma ferramenta de apoio a tomadas de decisões.

6.2 Trabalhos Futuros

O conjunto de técnicas e aplicações desenvolvidas, nesta proposta de pesquisa, assim como os resultados obtidos, levou o autor a ter a proposição de futuros novos projetos, com o intuito de dar continuidade à pesquisa.

A seguir, são listadas, de forma resumida, todas as sugestões de novos projetos ligados a esta pesquisa:

- I. Montar uma equipe, para fazer o mapeamento das principais ruas/avenidas onde se concentram mais setores de serviços, comércios e indústrias, para se ter uma visão ampla e geral da cidade de Castanhal;
- II. Capturar os dados em tempo real, de prédio em prédio, através de GPS ou softwares de celulares capazes de capturar a coordenada geográfica de determinado local, visto que os dados coletados remotamente através do Google Earth podem não ser tão atualizados, e o cenário atual pode-se encontrar modificado;
- III. Coletar, através de questionários, dados mais significativos de cada estabelecimento, para a criação de um banco de dados, tais como: número de funcionários; há quanto tempo existe tal estabelecimento; renda mensal, dentre outros aspectos.
- IV. Há a pretensão de criar uma cartografia aberta, em um link online, que poderá ser consultado tanto pelos membros da sociedade acadêmica, órgãos de gestão, quanto pela população em geral;
- V. Desenvolver um sistema capaz de fazer uma atualização cadastral dos dados de determinada empresa, integrando estes dados atualizados junto à base de dados do IBGE.

REFERÊNCIAS

ARCHELA, Rosely Sampaio; THÉRY, Hervé. **Orientação Metodológica Para Construção E Leitura De Mapas Temáticos** »Confins [Online], 3 | publicado em 23 junho 2008, consultado: 02 de outubro 2017. URL: <http://confins.revues.org/3483>. 2008.

BAHIA, Lúcia Maria. GARVÃO, Rodrigo Fraga. **Castanhal – Pa: Um Estudo Avaliativo Da “Cidade Modelo” No Nordeste Paraense**. Revista: Caiuru. Jun/Jul 2015, Ano 04, nº 06, p. 35-46, ISSN 22377719. Disponível em: http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2015_2/3_CASTANHAL_PA_ESTUDO_AVALIATIVO.pdf. Acessado em 09/11/2017

BARCELLOS, Christovam. RAMALHO, Walter. GRACIE, Renata. MAGALHÃES, Mônica. FONTES, Márcia. SKABA, Daniel. **Georreferenciamento de Dados de Saúde na Escala Submunicipal: Algumas Experiências no Brasil**. Publicado em 2008. Acesso em 26/04/2017.

BORGES, K, A. de V. (1997) **Modelagem de Dados Geográficos: uma Extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas**. Dissertação Mestrado, Escola de Governo Fundação João Pinheiro, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. **Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica**. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. 2001

CÂMARA, G., CASANOVA, M., HEMERLY, A., MAGALHÃES, G., MEDEIROS, C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. 197p.

CÂMARA, Gilberto. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos. 2001.

CARVALHO, Elisângela Martins; PINTO, Sergio dos Anjos; SEPE, Patrícia Marra; ROSSETTI, Lucimari Aparecida Franco. **Utilização do Geoprocessamento para Avaliação de Riscos de Erosão do Solo em uma Bacia Hidrográfica: estudo de caso da Bacia do Rio Passa Cinco/SP**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE. p.001-008, 2010.

COORDENADORIA DE COMUNICAÇÃO. **Sobre Castanhal – Nossa Cidade**. Prefeitura de Castanhal. Disponível em: <http://www.castanhal.pa.gov.br/institucional/sobre-castanhal/#nossacidade>. Acessado em 11/11/2017.

DALCIN, Tomás. **Qualidade da Informação na Adoção do Software LAMPS2 na 1ª Divisão de Levantamento - Exército Brasileiro**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2007

DANGERMOND, Jack. **A classification of software components commonly used in Geographic Information Systems**. In: MARBLE, Duane, PEUQUET, Donna.

Introductory readings in Geographic Information Systems. London: Taylor & Francis, 1990. p.30-51
 MEDEIROS, Claudia B., PIRES, Fátima. **Databases for GIS**. SIGMOD Record, v.23, n.1, p.107-115, 1994.

DAVIS, Bruce Ellsworth. **GIS: A visual approach**. Cengage Learning, 2001.

FAVRIN, Vanessa Garcia. **As Geotecnologias como Instrumento de Gestão Territorial Integrada e Participativa**. Publicado em 2009. Acesso em 26/04/2017.

FERREIRA, Nilson Clementino. **Apostila de Sistemas de Informações Geográficas**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás. 2006

FILHO, Jugarta Lisboa. **Introdução a SIG - Sistemas de Informações Geográficas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995.

FILHO, Jugurta Lisboa. IOCHPE, Cirano. **Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados**. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Informática & Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Informática. 1996

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pará, Castanhal. Infográficos: Despesas e Receitas Orçamentárias e PIB**. Publicado em 2014. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/3LH4>. Acesso em 26/04/2017.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ, Estado do Pará. Disponível em: <<http://www.idesp.pa.gov.br>>, acesso em 09/011/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pará, Castanhal. Síntese das Informações**. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/1H0A>. Acesso em 26/04/2017
 S. Santoso and J.D Lamoree. **Power quality data analysis: From raw data to knowledge using knowledge discovery approach**. In Engineering Society Summer Meeting, IEEE, pages 172–177, 2000.

LAURINI, Robert, THOMPSON, Derek. **Fundamentals of Spatial Information Systems**. London: Academic Press, 1992. 680p.

LORBIESKI, Rodolfo; HACHMANN, Diego; RIZZI, Claudia; BRUN, André; RIZZI, Rogério. **Uma Contribuição ao Controle da Dengue em Cascavel/PR Através de um Software com Informações Georreferenciadas**. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. 2010.

MEDEIROS, Anderson. **O que são Dados Geográficos? Como são Armazenados?** Consultado em 04 de outubro 2017. URL: <http://www.andersonmedeiros.com>. 2010

MEDRONHO, R. **Geoprocessamento e Saúde, uma Nova Abordagem do Espaço no Processo Saúde Doença**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/CICT/NECT. 1995.

Sandra de Amo. **Técnicas de Mineração de Dados**. Disponível em <<http://www.deamo.prof.ufu.br/arquivos/JAI-cap5.pdf>>. Acesso em 09/04/2017.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas E Unidades De Ensino Potencialmente Significativas**, p. 41, 2012

NASCIMENTO, G. S. **O Sistema de Informações Geográficas como ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro**. III Encontro de Geografia. A Geografia e suas vertentes: Reflexões. VI Semana de Ciências Humanas. Instituto Federal Fluminense. Campo dos Goytacazes – RJ. 2002.

OLIANI, Luiz Octávio; PAIVA, Caio; ANTUNES, Alzir Felipe. **Utilização de Softwares Livres de Geoprocessamento para Gestão Urbana em Municípios de Pequeno e Médio Porte**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Universidade Federal do Paraná. Recife/PE, p. 001-008. 2012

OLIVEIRA, Juliano L., PIRES, Fátima, MEDEIROS, Claudia. B. **An Environment For Modeling And Design Of Geographic Applications**. GeoInformatica, Boston, n.1, p.29-58, 1997.

POLIDORO, M. ; BARROS, M. V. F. . **Utilização de geotecnologias no suporte a gestão de políticas públicas municipais**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas , v. 11, p. 81-98, 2010.

QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. FERREIRA, Karine Reis. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2006

SILVA, Ardemiro de Barros. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas: Conceitos e Fundamentos**. Campinas - SP: Editora da UNICAMP, 2003.

SILVA, Antônio Néilson Rodrigues. **Sistemas de Informações Geográficas Para Planejamento de Transportes**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos - SP. 1998

SANTANA, P.; SANTOS, R. NOGUEIRA, H. **The link between local environment and obesity: a multilevel analysis in the Lisbon Metropolitan Area**, Portugal. *Social Science&Medicine*,68(4) 2009, p. 601-609.

SANTOS, C. R.; CASTANHO, R.; ROSA, R.; ROSENDO, J. **O geoprocessamento e o sensoriamento remoto aplicados na análise ambiental da microbacia hidrográfica do Arroio Capivara -MG**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Geógrafos: “Setenta anos da AGB: as transformações do espaço e a Geografia no século XXI”. Goiânia.Brasil: AGB, 2004. (eixo 2).

ULBRITCH, Sérgio Murilo. **Tecnologias Da Informação Como Instrumento De Auxílio No Monitoramento E Gestão De Ocorrências Em Trecho De Faixa De Segurança De Linhas De Transmissão**. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2013