

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIAS**

**MESTRADO EM SISTEMA DE INFRAESTRUTURA
URBANA**

JEFFERSON RAMILO DOS SANTOS

**ANÁLISE DO TRANSPORTE PÚBLICO DA REGIÃO
NOROESTE DE CAMPINAS COM FOCO EM
SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE E BRT.**

CAMPINAS

2021

JEFFERSON RAMILO DOS SANTOS

**ANÁLISE DO TRANSPORTE PÚBLICO DA REGIÃO
NOROESTE DE CAMPINAS COM FOCO EM
SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE E BRT.**

Dissertação de mestrado apresentada para ao curso do programa de pós-graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, do Centro de Ciências e Exatas, Ambientais e Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Ana Elisabete P. G. A. Jacintho e co-orientação do Prof. Dr. Marcius Fabius de Carvalho.

Ficha catalográfica elaborada por Vanessa da Silveira CRB 8/8423
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

388.4 Santos, Jefferson Ramilo dos
S237a

Análise do transporte público da região noroeste de Campinas com foco em sistema de transporte inteligente e BRT / Jefferson Ramilo dos Santos. - Campinas: PUC-Campinas, 2021.

114 f.: il.

Orientador: Ana Elisabete P. G. de Á. Jacintho; Coorientador: Marcius F. de Carvalho.

Tese (Doutorado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2021.

Inclui bibliografia.

1. Transporte urbano. 2. Transportes coletivos. 3. Planejamento urbano . I. Jacintho, Ana Elisabete P. G. de Á. II. Carvalho, Marcius F. de III. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. IV. Título.

CDD - 22. ed. 388.4

JEFFERSON RAMILO DOS SANTOS

**ANÁLISE DO TRANSPORTE PÚBLICO DA REGIÃO
NOROESTE DE CAMPINAS COM FOCO EM
SISTEMA DE TRANSPORTE INTELIGENTE E BRT**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.
Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Ana Elisabete Paganelli Guimarães de A. Jacintho.

Co-orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Marcius Fabius Henriques de Carvalho.

Dissertação defendida e aprovada em 21 de janeiro de 2021 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Prof. Dra. Ana Elisabete Paganelli Guimarães de A. Jacintho
Orientadora da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Rodrigo Custodio Urban
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Sérgio Adriano Loureiro
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

A minha avó, Benedita, exemplo de amor.
A minha mãe, Sonia, que fez tudo por mim.
Ao meu tio, José Luiz, que me criou como um filho.
A minha esposa, Catherine, que sempre acreditou em mim.

AGRADECIMENTO

A Prof.^a Doutora Ana Elisabete.

Dedicada, prestativa, orientadora e incentivadora dos meus trabalhos no mestrado de Sistema de Infraestrutura Urbana da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, pelo apoio e amizade construída.

Ao Prof. Doutor Marcius Fabius.

Animado e organizado, conselheiro e incentivador dos meus trabalhos no mestrado de Sistema de Infraestrutura Urbana da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

A Prof.^a Doutora Regina Márcia Longo.

Incentivadora em meus estudos, tanto na graduação como no mestrado de Sistema de Infraestrutura Urbana da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, obrigado pela amizade.

Ao Prof. Doutor David Bianchini.

Prestativo, e incentivador dos meus trabalhos no mestrado de Sistema de Infraestrutura Urbana da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, obrigado pelo apoio.

Ao Prof. Doutor Ademar Takedo.

Consultor e Conselheiro e incentivador dos meus trabalhos no mestrado de Sistema de Infraestrutura Urbana da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

A Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Pela Infraestrutura e pelo incentivo ao estudo com a Bolsa Pró-reitora de 50% para ex-alunos.

“Só quando a última árvore tiver sido derrubada, o último rio tiver sido envenenado, o último peixe capturado é que homem entenderá que não se pode comer o dinheiro”.

Provérbios Indígenas

LISTA DE ABREVIATURAS

ANTP	– Associação Nacional de Transporte Público;
APTS	– Sistemas Avançados de Transporte Público;
AR	– Administração Regional;
AVCS	– Sistemas Avançados de Controle Veicular;
AVL	– Sistemas de Localização Automática de Veículo;
ATIS	– Sistemas Avançados de informação ao Viajante/Condutor;
ATMS	– Sistemas Avançados de Gerenciamento de Tráfego;
BE	– Bilhetagem Eletrônica.
BRT	– <i>Bus Rapid Transit</i> (Ônibus de transito rápido)
CAP	– Contagem Automática de Passageiros;
CCO	– Centro de Controle Operacional;
CIMCAMP	– Central Integrada de Monitoramento de Campinas;
CO ₂	– Dióxido de Carbono;
CPU	– Cobrança de Pedágio Urbano;
CVO	– Operação de Veículo Comercial;
DSP	– <i>Digital Signal Processor</i> ;
EMDEC	– Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas
ETC	– Coleta Eletrônica de Pedágio;
EUA	– Estados Unidos da América;
FISC	– Fiscalização eletrônica de Veículos;
GPS	– <i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global);
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
INPE	– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;
IoT	– <i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas);
IVHS	– <i>Intelligent Vehicle Highway Systems</i> (Sistemas Rodoviários de Veículos Inteligentes);
ODS	– Objetivos de Desenvolvimento Sustentável;
ONU	– Organização das Nações Unidas;
PECCI	– Plano Estratégico de Campinas Cidade Inteligente;
PIB	– Produto Interno Bruto;
RMC	– Região Metropolitana de Campinas;
RMSP	– Região Metropolitana de São Paulo;
SAAT	– Sistemas Automatizados de Arrecadação Tarifária;
SAMU	– Serviço de Atendimento Móvel de Emergência;
SAO	– Sistema de Ajuda a Operação;

SAT	– Sistemas de Análise de Tráfego;
SCA	– Sistema de Controle Ambiental;
SCSE	– Sistemas de Controle de Serviços de Emergência;
SCTD	– Sistemas Comunicação e Transmissão de Dados;
SETEC	– Serviços Técnicos Gerais;
SIGA	– Sistema Integrado de Gestão e Automação do Tráfego;
SIM	– Sistema Integrado Municipal;
SIMD	– Sistema de Integração de Modais;
SIU	– Sistema de informação aos usuários;
SMTR	– Sistema de Monitoramento em Tempo Real;
SPS	– Sistemas de Prioridade Semafórica;
STI	– Sistema de Transporte Inteligente;
STPCI	– Sistema de Transporte Público Coletivo Inteligente;
TIC	– Tecnologia da Informação e Comunicação;
TPCI	– Transporte Público Coletivo Inteligente
UH	– Unidades Habitacionais;
UTB	– Unidade Territorial Básica;
VLT	– Veículo Leve sobre Trilhos.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Definições das Tecnologias Inteligente aplicadas no APTS	42
Quadro 2 – Definições das Tecnologias Inteligente aplicadas no ATMS	46
Quadro 3 – Tecnologias inteligente aplicadas no STI em Países e cidades no mundo	52
Quadro 4 – Tecnologias inteligente aplicadas no STI em cidades nacionais	55
Quadro 5 – Análise das tecnologias inteligente em STI dos lugares pesquisados	94
Tabela 1 – Unidades de Saúde da região noroeste de Campinas	75
Tabela 2 – Linha de ônibus que atende a região noroeste de Campinas	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Pontos críticos do transito de Campinas no ano de 2016	19
Figura 02 – Av. John B. Dunlop (2014)	22
Figura 03 – Av. John. B. Dunlop (2020)	22
Figura 04 – Mapa de escoamento de trânsito do Terminal Itajaí para o Terminal Central em Campinas	23
Figura 05 – Mapa da localização do município de Campinas	59
Figura 06 – Mapa da Região Metropolitana de Campinas	59
Figura 07 – Mapa com as cinco regiões do município de Campinas	60
Figura 08 – Mapa com as AR's e distritos do município de Campinas	61
Figura 09 – Mapa da área urbana na região noroeste e do município de Campinas	61
Figura 10 – Mapa da densidade demográfica da região noroeste e do município de Campinas	62
Figura 11 – Mapa com a infraestrutura rodoviária do município de Campinas	63
Figura 12 – Topologia da rede de fibra ótica existente e planejada para Rede Metro Óptica de Campinas	64
Figura 13 – Localização dos Eixos viários estruturais de Campinas (2016)	67
Figura 14 – Mapa do sistema de operação de transporte público de Campinas	69
Figura 15 – Mapa do índice de mobilidade por modal coletivo de 2003	70
Figura 16 – Mapa do índice de mobilidade por modal coletivo de 2011	70
Figura 17 – Carregamento de Passageiros do Transporte Coletivo na RMC	71
Figura 18 – Mapa do sistema BRT em construção no município de Campinas	72
Figura 19 – Mapa do número de habitantes da região noroeste e do município de Campinas	73
Figura 20 – Mapa com os postos de saúde da região noroeste e do município de Campinas	74
Figura 21 – Mapa com as escolas e instituições de ensino da região noroeste e do município de Campinas	76
Figura 22 – Mapa das entidades culturais da região noroeste e no município de Campinas	77
Figura 23 – Mapa da Renda Média por habitante da região noroeste e no município de Campinas	78
Figura 24 – Mapa com a apresentação do espriamento de renda da região noroeste	79
Figura 25 – Mapa com a rota realizada pela linha de ônibus 212	80
Figura 26 – Mapa com a rota realizada pela linha de ônibus 213	81
Figura 27 – Mapa com a rota realizada pela linha de ônibus 214	82
Figura 28 – Mapa com os terminais e estações de ônibus contemplados pelo BRT	84
Figura 29 – Terminal Itajaí	86
Figura 30 – Terminal Campo Grande	86
Figura 31 – Terminal Central	87
Figura 32 – Ônibus Biarticulado	87
Figura 33 – Ônibus Convencional	87

Figura 34 – Construção BRT (04/03/20)	88
Figura 35 – Construção BRT (04/03/20)	88
Figura 36 – Obra BRT (23/11/20)	88
Figura 37 – Obra BRT (23/11/20)	88
Figura 38 – Fachada do Prédio da CIMCamp e EMDEC	90
Figura 39 – Semáforo e Radar	91
Figura 40 – Agente de mobilidade urbana dentro do Terminal Central	91
Figura 41 – Aplicativo Transurc <i>Smart</i>	92
Figura 42 – <i>Smart Card</i> de Campinas	92
Figura 43 – Aplicativo CittaMobi	92
Figura 44 – Aplicativo Hora do Ônibus	93

RESUMO

SANTOS, Jefferson Ramilo dos. **Análise do Transporte Público da Região Noroeste de Campinas com Foco em Sistema de Transporte Inteligente**. 2021. 114f. Dissertação de Mestrado em Sistema de Infraestrutura Urbana do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sistema de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2021.

Dentre os principais problemas verificados no transporte público coletivo temos a baixa oferta de veículos, baixa eficiência, falta de conforto nas viagens, elevadas situações crônicas de congestionamento com a elevação dos tempos de viagens e a consequente redução de produtividade das atividades urbanas, além de prejuízos ambientais. O Sistema *Bus Rapid Transit* (BRT) promove o escoamento rápido dos ônibus através de corredores exclusivos e associado ao conceito de “*smartcity*” fornece melhoria para as cidades. Dentro da mobilidade inteligente temos o Transporte Público Coletivo Inteligente (TPCI) que surge como uma medida de melhoria na infraestrutura urbana de mobilidade, o qual minimiza os desgastes das viagens e eleva a qualidade de vida dos usuários. Neste sentido, esta dissertação tem o objetivo de analisar o Sistema de Transporte público da região noroeste do município de Campinas, e confrontar o sistema de transporte com base em Sistemas de Transporte Inteligente (STI). Para isso, o levantamento das condições da infraestrutura da região noroeste do município de Campinas, bem como o levantamento dos dados dos usuários do transporte público e as tecnologias de Sistema de transporte Inteligente foram realizados de forma bibliográfica, com construção de mapas interativos para visualização do sistema. Por fim verificou-se que o município de Campinas é reconhecido como Cidade Inteligente e a região noroeste dispõe de tecnologias inteligentes para o transporte público coletivo por ônibus, e a implantação do Sistema BRT vem promovendo benfeitorias ao sistema de transporte público. Entretanto melhorias podem ser realizadas, como a implantação de um Sistema de Prioridade Semafórico e um sistema de Contagem Automática de Passageiros em ônibus para auxiliar no planejamento e na gestão do serviço de transporte, tanto da região noroeste quanto do município.

Palavras-chave: Cidade Inteligente. Sistema de Transporte Inteligente. Sistema BRT. Tecnologias Inteligente para Transporte Público. Campinas-SP.

ABSTRACT

SANTOS, Jefferson Ramilo dos. **Analysis of Public Transport in the Northwest Region of Campinas with Focus on Intelligent Transport System**. 2021,114p. Master's Dissertation in Urban Infrastructure System of the Stricto Sensu Graduate Program in Urban Infrastructure System, Pontifical Catholic University of Campinas, Campinas, 2021.

The low offer of vehicles, low efficiency, lack of travel comfort, chronic elevations of congestion are some among the main problems verified in public transportation system with contribute to increase in travel times and the consequent reduction in productivity of urban activities, in addition to environmental damage. The concept of “smart city” or smart city appears as a measure of improvement for cities, where the agencies responsible for public administration use technology to promote sustainable development and improvement of the population quality of life. In this direction, this dissertation aims to analyze the Public Transport System in the northwest region of Campinas, and confront it with the transport system based on Intelligent Transport Systems. The survey of infrastructure conditions in the northwest region of the city of Campinas, as well as the survey of data from public transport users and how Intelligent Transport System technologies were performed in a bibliographic manner. Through the construction of interactive maps for viewing the system. It was found that the city of Campinas is recognized as the Smart City and the northwest region has smart technologies for public transport by bus, and the implementation of the BRT System of exclusive bus corridors further promotes transport efficiency. However improvements can be made, such as the implementation of a semaphore priority system and an automatic bus passenger counting system to assist in the planning and management of the transport service, both in the northwest region and in the municipality.

Keywords: Smart City. Intelligent Transport System. BRT system. Intelligent Technologies for Public Transport. Campinas-SP.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Pandemia COVID-19 e novos desafios	24
1.2 Objetivos	25
1.2.1 Objetivo Geral	25
1.2.2 Objetivos Específicos	26
1.3 Delimitação do estudo	26
2. METODOLOGIA	28
2.1 Coleta de dados	29
2.2 Tratamento de dados	31
2.3 Análises de dados	31
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:	33
3.1 <i>Bus Rapid Transit</i> (BRT)	33
3.2 Cidade Inteligente	34
3.3 Mobilidade Inteligente	35
3.4 Sistema de Transporte Inteligente (STI)	37
3.5 Transporte Público Coletivo Inteligente	38
4. ESTUDOS DAS TECNOLOGIAS PARA STI	41
4.1 Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS)	41
4.2 Sistemas Avançados de Gerenciamento de Tráfego (ATMS)	45
4.3 Coleta eletrônica de Pedágios (ETC)	49
4.4 Operação de Veículos Comerciais (CVO)	49
4.5 Sistemas Integrado de Modais (SIMD)	50
5. PANORAMA DO STI	52
5.1 Panorama Internacional	52
5.2 Panorama Nacional	54
6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	58
6.1 O município de Campinas	58
6.2 A Infraestrutura do Transporte Público Coletivo do Município	67
6.3 A região Noroeste do município de Campinas	73
7. TRANSPORTE PÚBLICO DA ÁREA DE ESTUDO	80
7.1 Caracterização do Transporte coletivo da região noroeste de Campinas	80
7.1.1 Validação de dados através de registro fotográficos	85
7.2 Caracterização do Sistema de Transporte Inteligente de Campinas	89
7.2.1 Validação de dados através de registro fotográficos	90

8. ANÁLISE DO STI DE CAMPINAS	94
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
10. REFERÊNCIAS	101
Apêndice – A	110
Apêndice – B	111
Apêndice – C	112

1. INTRODUÇÃO

O termo conhecido mundialmente em inglês “*Smart city*” traduzido para o idioma português ‘Cidade Inteligente’, faz referência a uma cidade ou local onde a sociedade e o governo utilizam juntas as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para promover o desenvolvimento sustentável, impactando positivamente na economia, na mobilidade urbana, no meio ambiente, na educação, na saúde, na segurança pública e na gestão pública da cidade (SANTOS; PASSOS, 2017).

As TIC’s aplicadas nas cidades inteligentes promovem a comunicação entre serviços públicos, gestores e os cidadãos, impactando no desenvolvimento das atividades por estes serviços, possibilitando a melhoria na qualidade de vida dos cidadãos. Castilha (2017) conceitua qualidade de vida relacionando-a com a sustentabilidade, com a participação popular, com a proteção dos ecossistemas, com a satisfação das necessidades básicas dos cidadãos, com uma gestão baseada na solidariedade social, na visão holística dos problemas e na redução das iniquidades sociais. A melhoria na qualidade de vida dos habitantes pode ocorrer de diversas formas, como por exemplo, no aumento da eficiência dos serviços de transporte público coletivo, o que acaba impactando positivamente a mobilidade urbana da região.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASILIA, 2012) conceitua o termo de mobilidade em centros urbanos como atributo da cidade, correspondente a facilidade de deslocamento das pessoas e bens em espaços urbanos. Dentre as funções públicas de interesse comum, o transporte é vital para a melhoria da mobilidade e da acessibilidade dos cidadãos metropolitanos, assim como para o bom funcionamento do setor privado produtivo e das demais funções públicas (LEITE, 2015).

A aplicação de TIC’s para cidades inteligentes não está isenta de desafios, como a necessidade em proteção da privacidade dos dados, segurança, regulação e sustentabilidade. Devido à falta de segurança nas tecnologias de comunicação, muitos usuários hesitam em fornecer suas informações pessoais a um provedor de serviços de transporte com base em aplicativos (GREENGARD, 2015).

Segundo Davis e Boundy (2020) no ano de 2008, o mundo atingiu o impressionante número de 1 bilhão de veículos em circulação, e segundo o IBGE (2020A) no ano de 2018 a frota de veículos no Brasil, chegou a 100,7 milhões de automóveis nas vias públicas, quase um para cada dois habitantes. Esta constatação nos remete a pesquisar se as infraestruturas urbanas para a mobilidade também cresceram proporcionalmente ao número de veículos em circulação e como lidar com esse número grande e crescente de veículos, especialmente em horários de pico e principalmente se vêm suprindo o cidadão com a qualidade adequada de serviço em suas necessidades diárias.

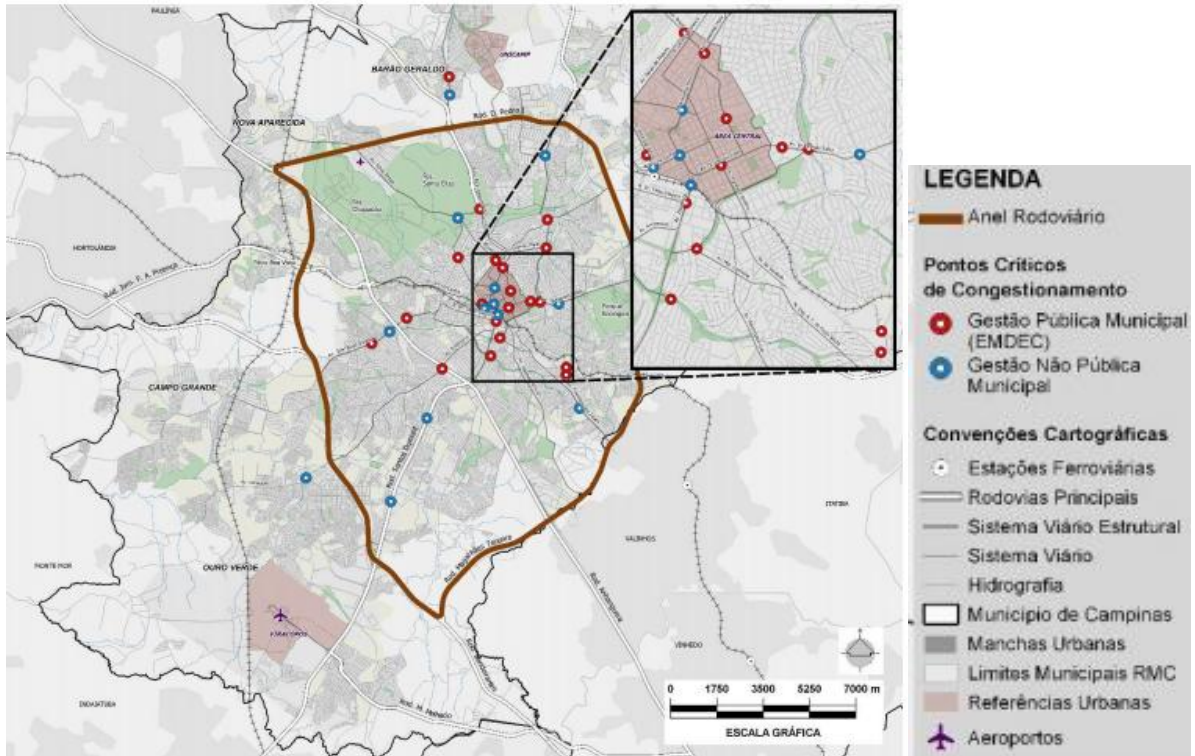
Para colaborar com a ideia anterior, entre os anos de 2003 e 2011 a população do município de Campinas evoluiu de 943.000 habitantes para 1.073.000 habitantes, crescimento de 14%, enquanto o número de veículos cresceu 57% neste mesmo período analisado, (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019B). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020A) informa que o número de veículos em circulação em Campinas no ano de 2011 era de 744.550 veículos e no ano de 2018 era de 896.972 veículos, onde se verifica uma evolução de 20% do número de veículos.

Tanto o crescimento habitacional quanto o crescimento de veículos em circulação, ocorrendo de forma desordenada trazem problemas de infraestrutura urbana. O Plano Diretor de Campinas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006A) informa que no centro da cidade de Campinas ocorre um congestionamento nas vias que provoca um processo de degradação que se espalha pelas vias principais da cidade e para os bairros.

A Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas¹ (EMDEC, 2017), apresenta os “pontos críticos” ou “gargalos operacionais”, observados na infraestrutura viária disponível no município, ilustrados na **Figura 01**, onde pode-se observar que no ano da elaboração (2016), foram identificados três pontos críticos de trânsito, um próximo a Faculdade Anhanguera de Campinas II, um no pontilhão de acesso a Rodovia Anhanguera, e outro ao término da Avenida John Boyd Dunlop sentido centro, no bairro Vila Teixeira.

¹ EMDEC - é uma sociedade de economia mista que executa, direta ou indiretamente, os serviços, atividades e funções da Secretaria Municipal de Transportes de Campinas-SP.

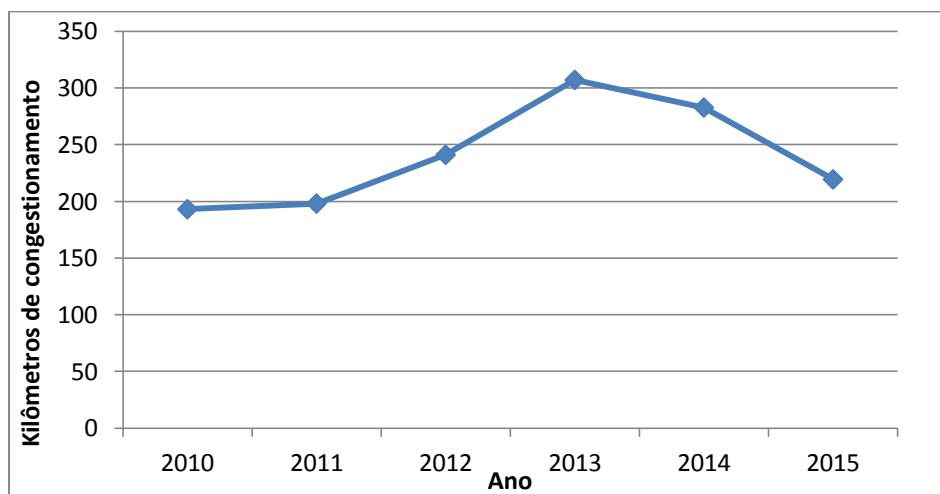
Figura 01 – Pontos críticos do trânsito de Campinas no ano de 2016.



Fonte: Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas (EMDEC, 2017)

O Programa Cidades Sustentáveis (2020), apresenta o histórico da média anual dos congestionamentos nos dias úteis, em Campinas nos horários de picos, conforme pode ser visto na Gráfico 01 a seguir.

Gráfico 01 – Média Anual do congestionamento nos dias úteis, em km, nos horários de pico no município de Campinas.



Fonte: Programa cidades sustentáveis (2020)

A EMDEC ainda levantou os dados sobre as viagens realizadas dentro do município de Campinas através do transporte coletivo no ano de 2014, verificando que são realizadas aproximadamente 737.405 viagens por dia chegando no momento de pico a 170.412 viagens. As viagens realizadas entre veículos particulares e coletivo para a cidade de campinas chegam 2.958.534 por dia o que acaba sobrecarregando as principais vias de acesso e saída do município gerando grandes congestionamentos (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A).

Como muitas vezes o transporte público coletivo não recebe a devida atenção por parte da União, Estados e/ou Municípios, as cidades acabam moldando sua infraestrutura viária unicamente para atender ao automóvel, arrastando o transporte público sem prioridade, para uma crise de perda de atratividade (NETO, 2004). Os principais problemas levantados no transporte público urbano são (LEITE 2015):

- Congestionamento com a elevação dos tempos de viagens e, conseqüente, redução de produtividade;
- Prejuízos na eficiência e no desempenho dos ônibus urbanos;
- Falta de Conforto e segurança nas viagens;
- Ausência de confiabilidade nos serviços prestados;
- Necessidade de investimentos crescentes no sistema viário;
- Redução de áreas verdes e impermeabilização do solo para expansão do sistema viário.

Devido a perda de atratividade do transporte público, os passageiros vêm buscando outras formas de deslocamento, com isto temos o surgimento do transporte individual por aplicativo, que desde 2014 apareceu no Brasil como um modal para competir diretamente com os serviços prestados pelos taxista. Em um a pesquisa de origem e destino feita na Região Metropolitana de São Paulo no ano de 2017 estima-se que as viagens contratadas pelos serviços de transporte por aplicativo realizavam 362 viagens/dia, enquanto os serviços por taxis convencionais 113 viagens/dia. O sistema transporte individual por aplicativo pode afetar de forma significativa as condições ambientais urbanas, os custos do transporte/tarifa e o uso das vias públicas, além do aumento do número de

veículos causando mais congestionamento (Associação Nacional de Transportes Urbanos – ANTP, 2019).

Historicamente a região noroeste do município de Campinas sempre apresentou um elevado índice de congestionamento que acaba prejudicando o transporte de pessoas e objetos para outras regiões (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2007). Como pode ser visto na **Figura 02**, o trânsito na Avenida John Boy Dunlop no ano 2014, antes mesmo da construção do Supermercado Pague Menos no Jardim Rossi, encontrava-se com altos índices de congestionamento, principalmente perto da linha férrea que passa por cima da Avenida John Boyd Dunlop, e no ano de 2014, este pontilhão férreo estreitava a via automotiva o que acarretava engarrafamento de veículos na região.

Entre os anos de 2016 e 2017 o município de Campinas lançou o edital de licitação para as obras do sistema de BRT e iniciou as obras de melhoria no sistema viário. A **Figura 03** apresenta a Avenida John Boy Dunlop no ano de 2019 com as obras do sistema BRT em implantação, onde é possível observar que a região continua com seu sistema viário congestionado, entretanto este engarrafamento é proveniente das obras que estão ocorrendo às margens da via.

Figura 02-Av. John B. Dunlop (2014)



Fonte: Google Imagens (2020 A)

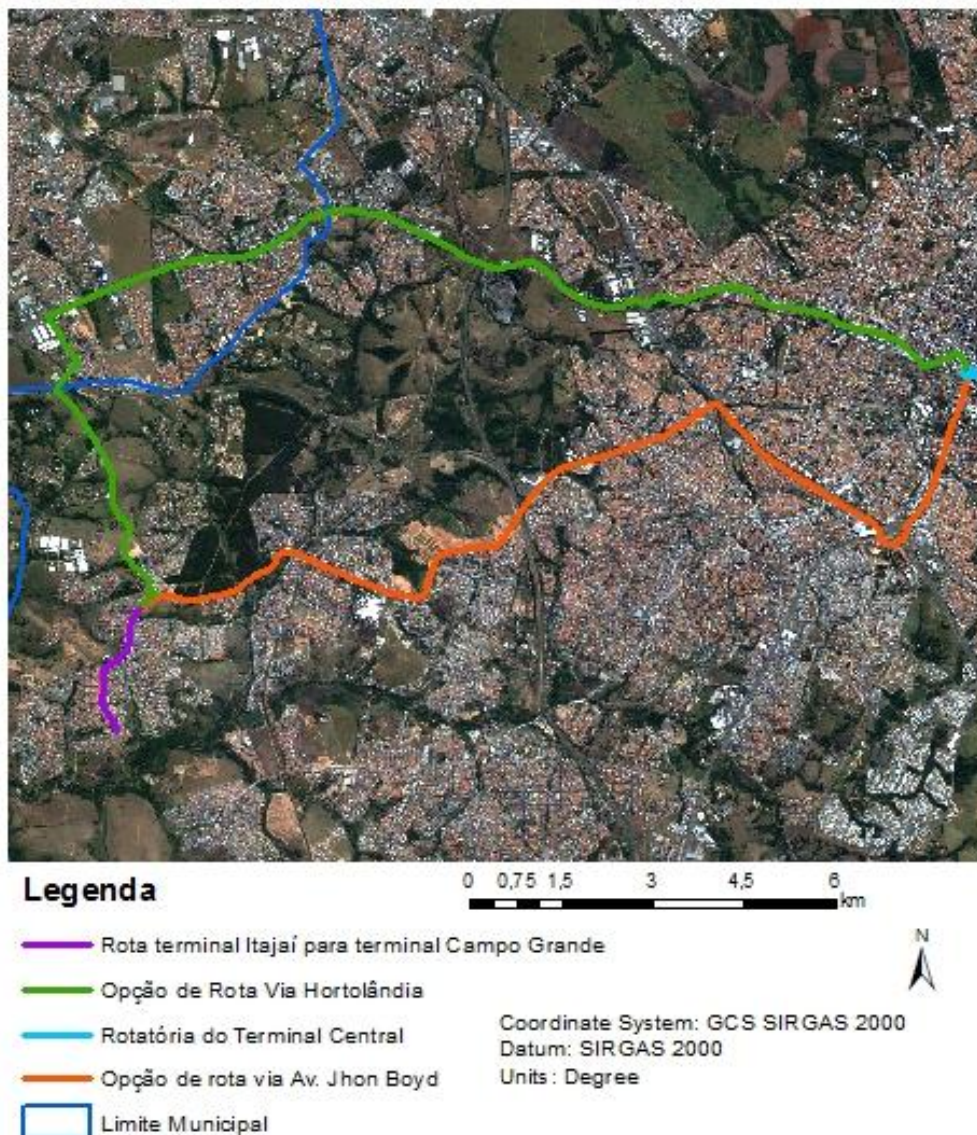
Figura 03-Av. John. B. Dunlop (2019)



Fonte: Google Imagens (2020 B).

O escoamento de veículos da região noroeste do município de Campinas para a área central do município, é limitado a apenas duas opções de rotas, ou Avenida John Boyd Dunlop ou pela Estrada Municipal Campinas-Hortolândia, como pode ser visto na **Figura 04**.

Figura 04 – Mapa de escoamento de trânsito do Terminal Itajaí para o Terminal Central em Campinas.



Fonte: Bandas geoespaciais obtidas INPE (2020) e trabalhadas pelo autor.

Como pode ser observado na **Figura 04**, o escoamento da região noroeste do município é limitado, podendo ser pela rota traçada em verde onde o veículo se desloca para o município de Hortolândia e através da Rodovia SP 101, retorna pro município em direção a região central de Campinas, ou pela opção de rota traçada em laranja, onde temos o escoamento de veículos principalmente pela Avenida John Boyd Dunlop, posteriormente Rodovia SP 340 (Anhanguera) e Avenida Preste Maia.

Branco (2011) reconhece que no transporte urbano, temos problemas em vista disso, o deslocamento de pessoas da região noroeste do município

encontra-se prejudicado, pois os usuários de transporte público sofrem com a falta de qualidade nas viagens, com o tempo excessivo do traslado, com a falta de veículo para atendimento, falta de conforto, ausência de segurança e até mesmo a superlotação, o que acaba impactando negativamente na qualidade do transporte público e o que por sua vez prejudica a qualidade de vida dos usuários.

Para melhorar a qualidade do transporte público coletivo as cidades procuram absorver tecnologia que contemplem um Sistema de Transporte Inteligente. Uma Cidade Inteligente é aquela que supera os desafios do passado e conquista o futuro, utilizando a tecnologia como um meio para prestar os serviços públicos urbanos de forma mais eficiente e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (CUNHA *et al.*, 2016).

A implementação de um STI tende a melhorar a eficiência do sistema de transporte público promovendo benefícios aos gestores e usuários. E a disponibilidade de aplicativo por parte das concessionárias de atendimento ao transporte público pode ainda melhorar a atratividade deste modal em relação a outros, e ainda auxiliar na gestão e planejamento.

Durante os últimos anos o município de Campinas vem realizando investimentos na infraestrutura de mobilidade urbana, firmando contrato com o Consorcio BRT-Campinas para a elaboração do projeto executivo e execução das obras dos corredores de transporte coletivo de passageiros da região do Campo Grande, Ouro Verde e Perimetral no padrão *Bus Rapid Transit* (BRT) (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019B).

A região noroeste do município de Campinas beneficia-se com a implantação do STI e sistema BRT, melhorando não só o deslocamento das pessoas desta região, mas promovendo melhorias no Sistema de Transporte Público como um todo.

Portanto este trabalho se insere no contexto nacional e internacional no que se refere aos apontamentos da existência do transporte público inteligente no município de Campinas e mais especificamente ainda, na região noroeste do município, como uma ferramenta técnica e científica de apoio para melhorias que ainda podem ser implantadas, em benefício da população.

1.1 Pandemia COVID-19 e novos desafios

Um assunto de cunho sanitário e epidemiológico merece uma discussão neste trabalho. Algo que este autor nunca imaginou em um cenário global ocorreu no ano de desenvolvimento desta dissertação (2020), e até o término deste estudo não foi sanado.

Em 11 de março de 2020, a World Health Organization (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2020A) declarou que em Wuhan, na China, surgiu uma doença de alta transmissibilidade viral identificada de COVID-19, doença causada pelo novo coronavírus denominado SARS-CoV-2 (síndrome respiratória aguda grave coronavírus 2), como **pandemia**, no momento da declaração a doença encontrava-se presente em 114 países/territórios/áreas, alcançando a marca de 118.319 casos e 4.292 óbitos pela doença.

A Portaria 356, de 11 de março de 2020 do Ministério da Saúde, apresentou as medidas adotadas para o combate ao COVID-19, dispondo o distanciamento social como ação. Em uma escala municipal o Decreto nº 20.782 de 21 de março de 2020, declara situação de calamidade pública, e estabelece regime de quarentena no município de Campinas.

Intervenções foram realizadas em diversas áreas do planeta, como medidas de distanciamento social, cujo termo se refere a esforços que visam diminuir ou interromper a cadeia de transmissão da doença pelo distanciamento físico entre indivíduos que possam estar infectados e os saudáveis, além de proteger aqueles indivíduos em risco de desenvolver a forma grave da doença. Incluem-se nessas medidas o cancelamento de eventos em massa, fechamento temporário de escolas e locais de trabalho, bloqueio de fronteiras e a recomendação para a população ficar em casa (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020B).

Por mais que estas medidas de intervenções tenham como objetivo o distanciamento entre as pessoas, diversos serviços essenciais à população não podem ser suspensos, entre estes serviços, por exemplo, temos a saúde, o abastecimento público, a sistema de transporte público, entre outros. A COVID-19 e as intervenções realizadas acabaram impactando na operação do sistema de transporte público.

A Pandemia trouxe consigo desafios, entre elas, como atender as medidas de distanciamento social dentro de um ônibus de transporte público, ainda como verificar as condições sanitárias dentro do veículo. Por mais que houvesse uma queda na demanda do transporte público, muitas pessoas ainda necessitavam deste meio para irem aos seus empregos, médicos, bancos e entre outros afazeres. Outro ponto importante é quando a demanda pelo transporte aumentou e a oferta do transporte público não aumentou em proporção. Segundo o site de notícias G1 da EPTV - Globo de Campinas (20/10/2020) em sua matéria “Passageiros de ônibus denunciam lotação 10 dias após o início da fase verde em Campinas; EMDEC nega alta de usuários” em seu corpo de texto os repórteres flagraram 28 linhas lotadas. Diante deste fato, o incentivo ao uso dos STI no meio de transporte público urbano apresenta-se como uma ferramenta que pode auxiliar na gestão e operação do sistema.

De forma geral a COVID-19 levantou problemas e desafios no transporte público como: inspeção sanitária; condições de higiene, qualidade do ar interno; espaçamentos entre pessoas, superlotação, demanda e oferta de transporte, doenças e transmissões, bem como a necessidade de maior controle de usuários por ônibus, o que demandará maior tecnologia por parte das empresas de transporte público e da gestão de transporte público do Município.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o Sistema de Transporte público da região noroeste do município de Campinas com base em Sistemas de Transporte Inteligente e o uso de corredores BRT, pontuando os parâmetros existentes que caracterizam o STI e indicando modificações plausíveis para promover melhorias na qualidade do transporte público da região.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para a concretização do objetivo proposto especificou-se metas de trabalho para o desenvolvimento desta dissertação:

- Estabelecer e definir sistemas de transporte inteligente aplicados ao transporte coletivo urbano;
- Verificar quais as tecnologias são utilizadas no Sistemas de Transporte Inteligente nacional e internacional;
- Avaliar as condições da infraestrutura de mobilidade urbana no transporte público da região noroeste de Campinas;
- Confrontar as condições do transporte coletivo da região noroeste de Campinas com as tecnologias das *Smart City* e propor melhorias plausíveis para a região.

1.3 Delimitação do estudo

O conceito de *Smart City* (Cidade inteligente) é sustentado por seis pilares (Jordão, 2018):

1. Economia inteligente: promovendo a competitividade econômica por meio da integração de inovação e empreendedorismo;
2. Pessoas inteligentes: isto é, a qualificação dos recursos humanos e das interações sociais;
3. Governos inteligentes: fomentando serviços aos cidadãos e ao funcionamento da administração pública;
4. Mobilidade inteligente: visando a acessibilidade e redes de tecnologia de informação;
5. Ambiente inteligente: por meio da atratividade de condições naturais, proteção ambiental e gestão de recursos;
6. Modo de vida inteligente: traduzido por qualidade de vida, englobando cultura, saúde, segurança e habitação.

Esta pesquisa foi pautada no pilar de Mobilidade Inteligente e dentro deste pilar há vários tópicos, sendo este estudo desenvolvido com base em Sistemas de Transporte Inteligente aplicados ao transporte público coletivo urbano.

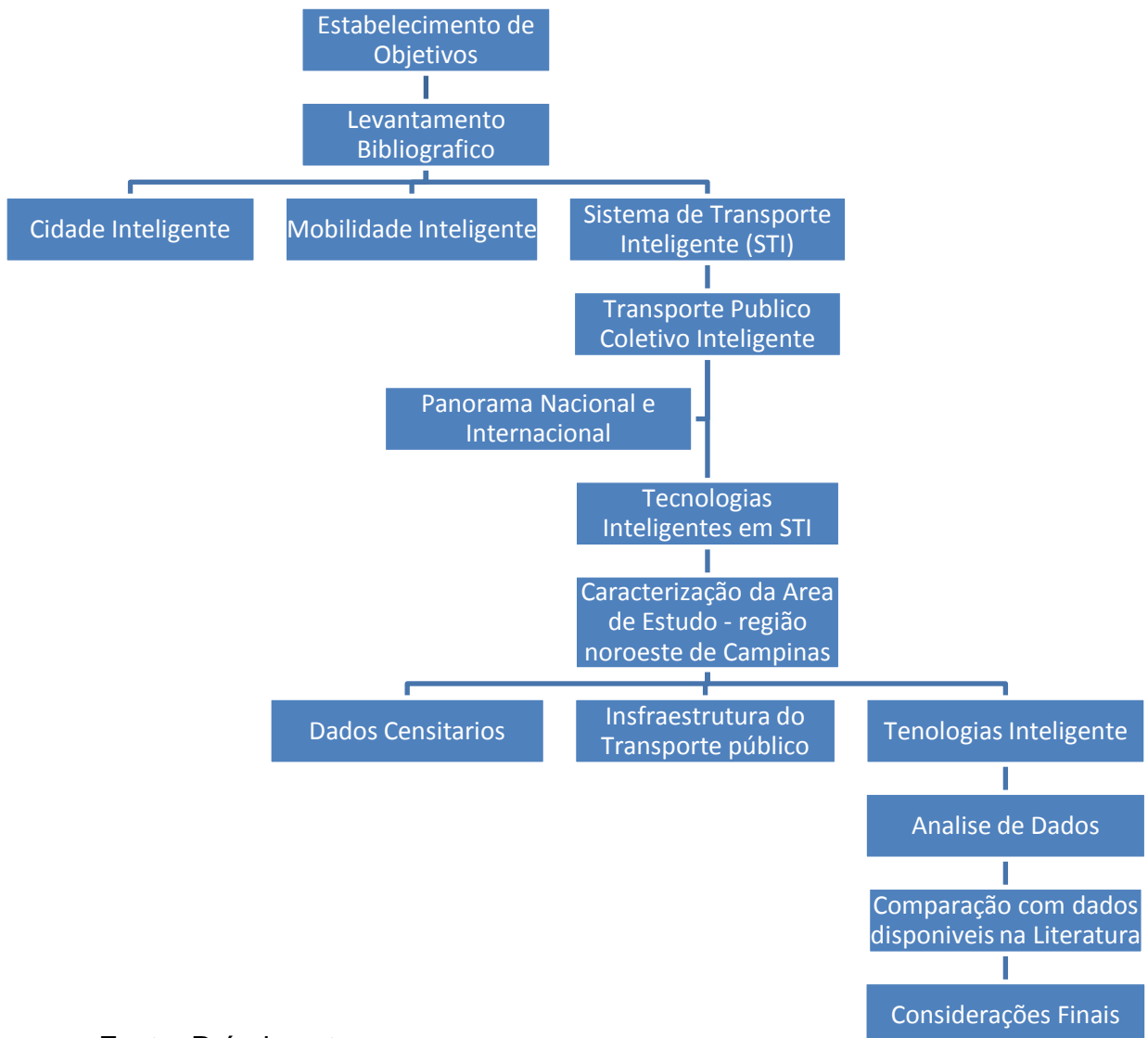
A escolha pelo município de Campinas ocorreu-se por ser uma região de extrema importância para o estado de São Paulo, uma vez que, seu PIB (Produto interno Bruto) no ano de 2016 foi de R\$ 49.876,62 por pessoa além do fato de que a cidade é a 14ª mais populosa do país. Segundo a Prefeitura Municipal de Campinas (2019) o distrito do Campo Grande e o Distrito do Ouro Verde juntos são as regiões mais populosas do município de Campinas. Desta forma, a escolha pelo desenvolvimento do estudo desta dissertação realizou-se na região noroeste (Distrito do Campo Grande) do município por disposição de dados e por contemplar a Avenida John Boyd Dunlop que tem uma extensão de 17 quilômetros e é a principal fonte de transbordo de passageiros para a região central possuindo um elevado número de habitantes.

Por fim, este estudo não tem cunho sanitário ou epidemiológico, mencionou-se a epidemia COVID-19 para salientar os problemas sanitários no transporte público coletivo. O trabalho de pesquisa realizado neste estudo tem como finalidade os STI aplicados ao transporte público urbano.

2. METODOLOGIA

Esta dissertação de mestrado sobre o transporte público coletivo da região noroeste do município de Campinas é uma pesquisa descritiva, pois foca na situação real da área de estudo e usa a literatura existente para observação, análise e interpretação de dados. O método de abordagem é qualitativo, oriundo de informações documentais e de uma subjetividade que se faz presente nas respostas acerca do conhecimento sobre o tema; e, quantitativo a partir dos dados censitários, para discutir e propor melhorias no sistema de transporte público existente na região noroeste do município. A seguir é apresentado o Fluxograma 01 com as etapas desenvolvidas nesta dissertação.

Fluxograma 01 – Dinâmica de pesquisa e trabalho da dissertação.



Fonte: Próprio autor.

2.1 Coleta de dados

Os dados foram levantados em três métodos sequenciais: levantamento bibliográfico, mapeamento de dados da região e visitação em campo.

O levantamento bibliográfico realizou-se através de uma pesquisa documental para os conceitos de Cidade Inteligente, Mobilidade Inteligente, Sistema de Transporte Inteligente e Transporte Público Coletivo Inteligente. Em seguida verificou-se as tecnologias avançadas existentes no Transporte Público Inteligente realizado por ônibus e o panorama das tecnologias avançadas no mundo e no Brasil. Por fim, o levantamento concluiu sobre a infraestrutura e Tecnologias Inteligentes da área de estudo.

Os principais documentos analisados e investigados para o desenvolvimento da dissertação foram: Política Nacional de Mobilidade urbana (2012); Caderno de subsídios – Plano Diretor de Campinas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006A); Relatório de informações Sociais do Município de Campinas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A); Plano de Mobilidade Urbana de Campinas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019B); Diagnóstico da Situação Atual da Mobilidade Urbana de Campinas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016B); Política de Transporte e Trânsito de Campinas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006B); Sistema Inteligentes de Transporte – ITS (ANTP, 2012); e Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A).

Após a formulação dos conceitos, do levantamento das tecnologias inteligentes avançadas e existentes, e do levantamento dos dados da região de estudo, realizou-se uma visitação em campo com a finalidade de averiguação das condições do Transporte Público Coletivo informados pelos documentos estudados.

A plataforma DataGeo² disponibiliza dados geoespaciais (arquivos no formato *shapefile*) dos habitantes, demográficos e censitários do município de Campinas através do site: < www.datageo.ambiente.sp.gov.br>, onde os dados foram baixados na data de 18 de agosto de 2020, no horário da 17h05minh

²DataGeo – Sistema Ambiental Paulista de infraestrutura de dados espaciais ambientais do Estado de São Paulo

(dezessete horas e cinco minutos). Conseqüentemente, obteve-se os dados das pessoas residentes na região noroeste que auxiliaram na discussão da pesquisa documental sobre:

- Número de habitante;
- Densidade demográfica;
- Renda Média por habitante;
- Postos de Saúde;
- Escolas e instituições de ensino;
- Entidades Culturais;

Na plataforma do INPE (2020) verificou-se o catálogo de Imagens *Raster* Geoespaciais através do site: < www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore >, onde procurou-se o satélite “CBERS4A_WPM_L4_DN”, para o *download* das Bandas: 1 - *Blue* (azul), 2 – *Green* (verde); 3 – *Red* (vermelho); e PAN. A data escolhida para o *download* das imagens foi a data de 28 de maio de 2020 por apresentar menor índice de obstrução da imagem (nuvens por exemplo), e, a partir do tratamento das mesmas, possibilitou a construção de imagens de satélite da região de Campinas. Os dados foram baixados na data de 21 de setembro de 2020, no horário da 16h15minh (dezesesseis horas e quinze minutos).

Com a visitação de campo, procurou-se verificar, através de registros fotográficos, as condições do Sistema de Transporte Público por ônibus levantadas documentalmente, para validação das mesmas. Realizou-se três visitações de campo nas datas de 04 de março de 2020, 23 de novembro de 2020 e 24 de novembro de 2020 para a validação da infraestrutura do transporte público coletivo da região noroeste do município, onde foi levado em consideração:

- Iluminação pública;
- Vias urbanas;
- Pontos de ônibus;
- Terminais de ônibus;
- Semáforos;
- Radar/estação de monitoramento;
- Rede de acesso ao terminal (ônibus de bairros, existe bicicletário).

2.2 Tratamento de dados

A partir dos dados geoespaciais obtidos na plataforma de pesquisa DataGeo (2020) e o INPE (2020), iniciou-se o tratamento no software de trabalho ArcGis 10.0, cujas ferramentas utilizadas para a construção de mapas interativos geoespaciais podem ser consultadas no **Apêndice A**.

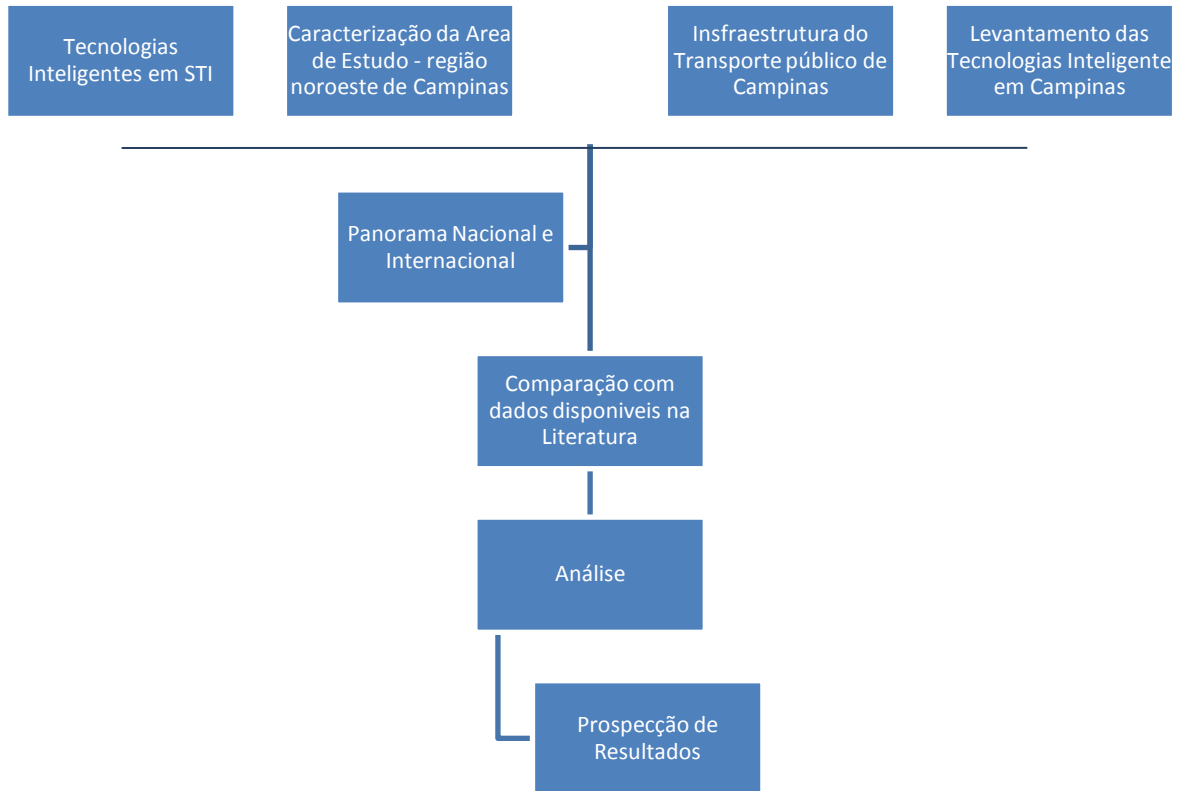
As imagens obtidas através da visitação de campo não sofreram edição em aplicativos, entretanto receberam recortes na própria ferramenta *Microsoft Office Word 2007* para focar os registros.

2.3 Análises de dados

A análise de dados realizou-se em três fases:

- Primeira fase, de forma intuitiva, reflexiva e crítica realizou-se: organização inicial do material a ser analisado; investigação do material por meio de localização espacial; e o tratamento dos resultados;
- Segunda fase, construção e sobreposição de dados para criação de mapas interativos, através do software ArcGis 10.0, cujas ferramentas utilizadas podem ser verificadas através do **Apêndice B**.
- Elaboração de quadros comparativos de tecnologias em Sistema de Transporte Inteligente do mundo, Brasil, Campinas e Região Noroeste.

Deste modo, foram identificadas as condições e os dados pertinentes e ao final, realizaram-se as análises e considerações finais. A seguir é apresentado o **Fluxograma 02** com um resumo das análises.

Fluxograma 02 – Dinâmica da análise de dados levantados.

Fonte: Próprio autor.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

3.1 *Bus Rapid Transit* (BRT)

Bus Rapid Transit (BRT) quer dizer, em português, Transporte Rápido por Ônibus, este conceito tem sua origem ligada às primeiras faixas exclusivas destinadas aos ônibus expressos nos Estados Unidos (*Express Buses*) e na França (*Bus à Haut Niveau de Service*), sendo um meio de transporte que existe em mais de 140 países e com uma configuração de um modal de transporte articulado que transita através de um corredor tornando-o uma opção mais ágil (LERNER, 2009).

O modelo do BRT tem sido difundido no exterior ao longo dos 42 anos de sua existência e, no Brasil o processo foi intensificado em meados dos anos 2000 e, através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), implantado em cidades com distintas características socioespaciais (FARIA, 2018).

O BRT combina as características de eficiência das linhas férreas com a flexibilidade dos ônibus a um custo de implementação que pode variar entre 4 a 20 vezes menos que o de um Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e entre 10 a 100 vezes menos que um metrô (BRASIL, 2008)

Lerner (2009) esclarece que o fundamento conceitual do BRT está baseado na efetivação de um planejamento de transporte, ou seja, um plano de mobilidade urbana, que possa ser revisado conforme as necessidades da cidade e que a utilização de vias segregadas para ônibus de alta capacidade esteja operando em conjunto com uma rede integrada de transporte alinhada à organização do espaço urbano.

O BRT é um corredor de ônibus de alta capacidade que pode proporcionar um serviço rápido, confortável e de alto custo-benefício, com capacidade equivalente aos sistemas de metrô. Isto é feito por meio da utilização de faixas exclusivas, com pistas para ônibus e estações emblemáticas alinhadas com o eixo central do corredor, pagamento da tarifa fora do ônibus, e operações rápidas e frequentes. O Sistema BRT dispõe de sete características essenciais que contribuem de forma significativa para que os passageiros possam fazer viagens mais rápidas, confiáveis e convenientes ao utilizar o sistema de transporte público (BRASILIA, 2008):

- Veículos de alta capacidade
- Faixas Exclusivas

- Alinhamento das Faixas de Ônibus
- Pagamento da Tarifa Fora do Ônibus
- Tratamento das Interseções
- Terminais e estações de Embarque em Nível
- Plano de serviços, operação e marketing.

Apesar da incorporação desses elementos básicos, constata-se que os projetos de BRT podem ter diferentes níveis de desenvolvimento. Em alguns casos, cidades alcançaram os estágios mais avançados em termos da concepção, da implantação e das perspectivas futuras dos sistemas, que vão muito além das diretrizes impostas por planos diretores, não só para atender as demandas existentes, mas também direcionar o crescimento urbano em áreas de interesse. Obviamente, essas cidades em desenvolvimento adiantado apresentaram excelência na incorporação dos elementos básicos dos sistemas BRT e tende a contemplar em seus planos de mobilidade, tecnologias inteligentes, para auxiliar na gestão do modal (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO - ANTP, 2012).

3.2 Cidade Inteligente

Autores como Albino *et al.* (2015) e Guimarães; Xavier (2016), conceituam Cidade inteligente como um município que se utiliza da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), e o uso de dados, para promover uma integração de desenvolvimento entre aspectos físicos e virtuais, que insere o cidadão no espaço da cidade onde habita e realiza as suas atividades cotidianas, com o atendimento satisfatório das suas demandas de locomover-se, trabalhar, comunicar-se e se relacionar com o meio ambiente, com a maior eficiência e qualidade de vida possível.

Castro (2016) conceitua *Smart Cities*, pelo uso da tecnologia para melhorar a infraestrutura urbana e tornar os centros urbanos mais eficientes e melhores para viver. Já no ano de 2017, o conceito de Cidades Inteligentes disponibilizado por Bosch *et al.* (2017) e Meneghello (2017), refere-se a um modelo de cidade onde a infraestrutura urbana é otimizada, combinando a atração de capital humano com o uso das TIC's para melhoria da qualidade de vida da população.

O Plano Estratégico de Campinas Cidade Inteligente – PECCI (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A) do ano de 2019, descreve que

uma cidade inteligente é inovadora, resiliente e sustentável, coloca as pessoas no centro do desenvolvimento, utiliza TIC's para melhorar a gestão urbana, a qualidade de vida, a eficiência da operação e os serviços urbanos, respeitando os aspectos econômicos, sociais e ambientais, por meio de um planejamento colaborativo e da participação cidadã.

Portanto, é possível verificar pontos em comum entre todas as definições de cidade inteligente, levantadas pelos autores acima: o uso estratégico das infraestruturas urbanas com as TIC's para a melhoria dos centros urbanos, tornando-os mais eficientes e promovendo melhoria na qualidade de vida da população. Ressalta-se que transformar cidades tradicionais em cidades inteligentes é relevante e ao mesmo tempo desafiador, pois implica na conscientização da comunidade, das instituições e do governo do seu papel de agentes transformadores (ANTP, 2012).

Paralelamente, num cenário de ubiquidade da informação, o setor de mobilidade tem-se beneficiado do desenvolvimento de setores correlatos, como o de comunicações móveis e telefonia celular, microeletrônica e setores ligados a tecnologia de simulação, controle, telemetria e processamento de dados (BRASILIA, 2013).

Vale ressaltar que as tecnologias para cidades inteligentes não estão isentas de desafios, destaca-se a necessidade em proteção da privacidade dos dados, segurança, regulação e sustentabilidade. Devido à falta de segurança nas tecnologias de comunicação, muitos usuários hesitam em fornecer suas informações pessoais a um provedor de serviços de transporte com base em aplicativos. (GREENGARD, 2015)

A mobilidade nas cidades inteligentes apresenta-se como medida para a diminuição e controle de pontos negativos, como congestionamentos, emissões de gases do efeito estufa, mortes no trânsito e infraestrutura urbana organizada para o carro. As cidades inteligentes promovem melhorias na qualidade de vida, na qualidade do ar e na qualidade dos serviços públicos, impactando de forma positiva na economia, no aspecto social e na eficiência da cidade (SHAPIRO, 2006; COCCHIA, 2014).

3.3 Mobilidade Inteligente

No ano de 2012 o conceito de Mobilidade Urbana ganha aspecto inteligente e os autores Lam e Head (2012) apresenta a mobilidade como inteligente quando

oferece um conjunto de ações coordenadas para melhorar a eficiência, a eficácia e a sustentabilidade ambiental das cidades.

A mobilidade inteligente é uma área que propõe soluções para a acessibilidade local, nacional e internacional das cidades inteligentes, utilizando recursos das TIC's, inovações e estratégias de segurança (DEWALSKA-OPITEK, 2014).

Papa e Lauwers (2015) discutem a mobilidade inteligente sob duas abordagens: a “tecnocêntrica” (com foco na oferta) e a “centrada no consumidor” (com foco na demanda). A mobilidade inteligente tecnocêntrica tem a TIC para a infraestrutura de transporte no seu núcleo, a infraestrutura das cidades inteligentes está associada à sua operacionalidade e organização, por meio do processo de gestão e otimização. E a abordagem “centrada no consumidor” enfatiza o lado humano, focando no fornecimento de novos produtos de mobilidade para os consumidores (usuários dos meios de transporte). Desta forma, uma mobilidade só se torna verdadeiramente inteligente se, por meio da tecnologia e da infraestrutura, proporcionar uma melhor qualidade de vida à sociedade.

A mobilidade inteligente traz soluções baseadas na busca de formas inovadoras e sustentáveis de mobilidade, apoiadas por tecnologia avançada e comportamento proativo aos cidadãos, contribuindo para os objetivos das cidades inteligentes, tendo como principal propósito a redução dos impactos ambiental e a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (BENEVOLO *et al.* 2016; ARCE, ALONSO, 2016).

O principal aspecto da mobilidade inteligente é a conectividade que auxilia os usuários na transmissão de todas as informações de tráfego em tempo real e os administradores públicos conduzirem simultaneamente o gerenciamento dinâmico das condições viárias. Os dados relacionados à mobilidade podem mudar constantemente (por exemplo, dados sobre vagas de estacionamento, condições de trânsito, acidentes, trem ou atrasos de ônibus) e podem ser comunicados imediatamente aos usuários de aplicativos móveis, para garantir uma viagem inteligente, fácil e suave (PINNA *et al.*, 2017).

Com o desenvolvimento acentuado do conceito de Mobilidade Inteligente surgem tópicos de extrema importância que ganham espaço e, dentre esses tópicos, o conceito de Sistema de Transporte Inteligente (STI) ganha destaque.

3.4 Sistema de Transporte Inteligente (STI)

O Sistema de transporte pode ser definido como o deslocamento de bens ou pessoas entre ponto de origem e destino, composto por cargas ou pessoas, veículos de transporte, vias de transporte, terminais, sistema de controle e operadores do sistema. Contudo, o Sistema de Transporte pode ser público ou privado, do qual participam os diversos modais, inclusive o do pedestre, onde o principal elemento deste sistema é o usuário, que a partir de suas necessidades o sistema de transporte público deve ser montado (WILHEIM, 2013; MAGALHÃES *et al.*, 2014).

Santos (2015) informa que o Comitê ISO TC 204 (ITS) define o Sistema de Transporte Inteligente (STI) como o conjunto de soluções da TIC's aplicadas ao transporte em ambientes urbanos e rurais, o que inclui as questões de intermodalidade e multimodalidade, informação aos viajantes, gestão do tráfego, transporte público, transporte comercial, serviços de tráfego e serviços comerciais.

Sadiku *et al.* (2017) expõe que o Transporte Inteligente (ou conjunto de Sistema de Transporte Inteligente) oferece um meio de fornecer serviços inovadores em diferentes modos de transporte e gerenciamento de tráfego. Sadiku *et al.* (2017) ressalta ainda que é uma área importante na rede inteligente e uma extensão de cidades inteligentes. Seus componentes incluem infraestrutura, veículos e usuários.

Nasar e Vieira, (2017) conceitua os STI apoiando-se nos conceitos das Cidades Inteligentes e da Internet das Coisas (IoT), visando à aplicação de TIC a veículos e infraestrutura, com o objetivo de ampliar a melhoria e a eficiência dos sistemas de transporte. As tecnologias envolvidas devem auxiliar, por exemplo, na redução de congestionamentos, mobilidade, segurança, poluição e produtividade nas vias.

O Transporte Inteligente segundo Sadiku *et al.* (2017) necessita de uma base de tecnologias para a sua implementação e operação, entre elas:

- IoT: A comunicação pela Internet das coisas conecta bilhões de dispositivos inteligentes. Carros inteligentes, ônibus, trens e aviões aéreos conectados permitirão que as pessoas fiquem conectadas;
- Tecnologias sem fio: Dispositivos móveis inteligentes são usados no planejamento de rotas, navegação ou orientação rodoviária (GPS),

caronas e informações sobre estacionamento. Sistemas de telefonia celular, como *wi-fi*, e Bluetooth, cria um campo de conectividade;

- Tecnologias de sensoriamento: com sensores, RFID e outras tecnologias conectadas, são possíveis conectar tudo (semáforos, sinais, etc.).

Segundo o Sistemas de Transportes Inteligentes da Associação Nacional de Transporte Público (ANTP, 2012) na etapa de desenvolvimento da Matriz do STI, recomenda-se a aplicação de nove áreas:

- Informações aos usuários: Inclui todos os serviços desenvolvidos para subsidiar as decisões dos usuários antes e durante seu deslocamento.
- Gerenciamento do tráfego: Inclui os serviços necessários ao gerenciamento dos fluxos de tráfego nas vias.
- Gerenciamento da demanda: Serviços necessários para reduzir congestionamentos nas vias urbanas.
- Gerenciamento das rodovias: Inclui os serviços necessários à manutenção física das vias, avenidas e rodovias e da pavimentação.
- Assistência avançada ao condutor: Refere-se a todos os sistemas automáticos destinados a melhorar o desempenho do veículo e do condutor e tornar a condução mais segura.
- Transações financeiras por via eletrônica: São os serviços que permitem a cobrança automática de pedágios, tarifas de estacionamentos etc.
- Gerenciamento de veículos comerciais: Serviço de apoio necessário ao gerenciamento da frota e de carga.
- Gerenciamento do transporte público: Inclui os serviços necessários para otimizar o transporte público em termos de conveniência e de desempenho.
- Atendimento a emergências e acidentes envolvendo produtos perigosos: Serviços necessários para atender acidentes e outras emergências.

3.5 Transporte Público Coletivo Inteligente

Para realizar o Transporte Público Coletivo Inteligente em áreas urbanas é necessário realizar o gerenciamento em 5 áreas de interesse (ANTP, 2012):

- Informações sobre o sistema durante o deslocamento;

- Gerenciamento do transporte público;
- Integração no sistema de operação;
- Gerenciamento do transporte público segundo a demanda;
- Segurança no sistema de transporte público.

A Associação Nacional de Transporte Público (ANTP, 2012) complementa dizendo que para atender estas áreas de interesse o transporte público coletivo deve possuir alguns requisitos mínimos de um sistema inteligente de transporte:

- Equipamentos para comunicação entre usuários, condutores e operados;
- Comunicações entre usuários e a infraestrutura e/ou centro de comunicações;
- Comunicações entre a infraestrutura e os centros de comunicações;
- Dados necessários antes da entrada em operação do sistema (ex: volume de tráfego, demanda de passageiros);
- Regulamentação;
- Institucional (questões jurídicas e organizacionais);
- Padronização de tecnologia.

A Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano através do documento Sistemas Inteligente de Transporte (BRASILIA, 2013), descreve que as principais funcionalidades de um Sistema de Transporte Público Coletivo são divididas em seis grupos:

- Planejamento, Programação e Gestão: Conjunto de serviços que estabelece o nível de capilaridade do sistema e extensão da rede, tipos de serviços, padrões de atendimento e de qualidade (indicadores), gerarem ordens de serviço e executar fiscalização e gestão (monitoramento e controle) das operações de transporte público, além de medidas contingenciais, visando adequar situações adversas aos padrões estabelecidos.
- Tarifação Eletrônica: Conjunto de serviços responsáveis pela comercialização de créditos, desde a geração, passando pela distribuição, validação e efetiva arrecadação (bilhetagem) até a compensação (“*clearing*”), permitindo a integração entre diferentes modos de transportes.

- Informações aos Usuários dos Serviços *Bus Rapid Transit* (Externos): Conjunto de serviços responsáveis por distribuir, de forma extensiva, atualizadas e eficazes informações estáticas e dinâmicas sobre a rede de transportes e sobre serviços aos Usuários.
- Prevenção e Segurança: Conjunto de serviços responsáveis por proporcionar maior segurança ao Viajante/Passageiro/Condutor, tanto no aspecto de evitar a ação de terceiros (“*security*”), quanto para prevenir contra riscos operacionais (“*safety*”).
- Coordenação Multimodos: Conjunto de serviços responsáveis pela coordenação entre sistemas de transporte e trânsito, visando melhorar os serviços de transferência intermodos e priorizar o transporte público em interseções semaforizadas; e:
- Infraestrutura: Objetiva a continuidade da operação, mantendo a infraestrutura e serviços auxiliares, como suprimento de energia elétrica, telecomunicações, processamento de dados e outros.

Um fator importante e revolucionário para o STI no transporte público é o desenvolvimento e implementação de sistema *Bus Rapid Transit* (BRT) nas cidades brasileiras como opção mais recomendada para sistema de transporte de média capacidade, pois é amplamente favorecido pelas relações custo-benefício e tempo versus complexidade de implantação. Estas soluções tornaram-se referência internacional segundo Santos (2015) para a Associação Nacional de Transporte Público (ANTP). O BRT é um conceito que apresenta de forma clara a evolução dos serviços de transporte com a aplicação combinada de tecnologias do sistema com um uso mais moderno do espaço urbano e políticas de transporte.

4. ESTUDO DAS TECNOLOGIAS PARA STI

Existem diversas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) que podem ser empregadas na construção de Sistemas Inteligentes. Miyabukuro (2015) esclarece em seu estudo que dentro destas diversas categorias de Sistemas Inteligentes há ainda uma gama de subcategorias. Por exemplo, Hansen, Qureshi e Rydewski (2015) relatam que as principais subcategorias de Sistemas Avançados de Transporte Público são: os Sistemas de Localização Automática de Veículo (AVL) e os Sistemas Automatizados de Arrecadação Tarifária (SAAT). Entretanto, Bittencourt (2012), informa que os Sistemas Avançados de Transporte Público são divididos em três: Sistema de Ajuda a Operação (SAO), Sistema de Informação aos Usuários (SIU) e SAAT. Desta forma é apresentado a seguir uma revisão das Tecnologias Avançadas empregadas no STI.

4.1 Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS)

Os Sistemas Avançados de Transporte Público (APTS) operam com o uso de tecnologias avançadas para melhorar a segurança, eficiência e efetividade dos sistemas de transporte público. Os benefícios para os usuários incluem a minimização dos tempos de espera, segurança e facilidade para o pagamento da tarifa, bem como informações precisas e atualizadas sobre itinerários e horários (SAINT-LAURENT, 1997; BITTENCOURT, 2012).

Esses sistemas procuram operar com a finalidade de localizar o veículo no tempo e no espaço e são responsáveis pelo princípio da operação em tempo real. Desta forma para que os APTS operem é necessário o uso de tecnologias e sistemas paralelos como: Sistema de Localização Automática de Veículos (AVL); Software de Operações de Transporte; Sistemas de Comunicação; e Sistemas de Informação Geográfica (MIYABUKURO, 2015).

Segundo Ceder (2007), os APTS são uma resposta aos problemas de confiabilidade dos sistemas de transporte, fornecendo um conjunto de tecnologias que aumentam a mobilidade, conveniência e segurança de seus usuários. Dentro destas categorias temos as seguintes principais categorias apresentada no **Quadro 1**:

Quadro 1 – Definições das Tecnologias Inteligente aplicadas no APTS

Sistema	Definições	Autores
SAO	São automações dos sistemas de transporte que auxiliam na complexa tarefa de gerência das redes de ônibus, permitindo o conhecimento permanente, de forma contínua ou discreta, da localização de cada veículo e o controle efetivo da frota em viagem, identificando motivos de atrasos, adiantamentos ou falhas e, através de comunicação <i>online</i> e em tempo real, que possibilita na atuação imediata para a solução de problemas.	Schein (2003)
AVL	São maneiras automatizadas de rastreamento de veículos e podem ser incorporadas as diferentes subcategorias.	Bittencourt (2012)
AVCS	Os AVCS garantem melhoria na segurança viária, permitindo que os veículos auxiliem os motoristas. Os veículos são equipados com tecnologia que permitem monitorar as condições de dirigibilidade e tomar medidas necessárias para evitar acidentes.	Ferreira (2015); Bittencourt (2012).
ATIS	Empregam tecnologias para melhor informar o viajante sobre a via, sobre as condições ambientais e sobre o trânsito.	Batista (2013)
CAP	São tecnologias instaladas em ônibus por laços magnéticos para contagens de passageiros.	Miyabukuro(2015)
SPS	Asseguram a prioridade de veículos do transporte público em interseções.	Bittencourt (2012).
SIU	Consistem em uma ferramenta de diálogo entre operador/gestor e os usuários, onde os usuários podem obter informações que satisfaçam as suas necessidades.	SILVA, 2000
SAAT	É a utilização de cartões inteligentes (<i>smart cards</i>) em detrimento à utilização de papel moeda com o objetivo de unificar a forma de pagamento da tarifa de transporte, independente do modo de transporte público disponível.	ANTP (2012)

Legenda: SAO – Sistema de Ajuda a Operação; AVL – Sistema de Localização Automática de Veículo; AVCS – Sistemas Avançados de Controle Veicular; ATIS – Sistema Avançados de informação ao Viajante/Condutor; CAP – Contagem Automática de Passageiros; SPS – Sistemas de Prioridade Semafórica; SIU – Sistema de informação aos usuários; SAAT – Sistemas Automatizado de Arrecadação Tarifária.

A operação do SAO consiste em uma central de operações para controle e armazenamento dos dados, de sistemas de comunicação para coleta e transmissão dos dados, e de AVL. Os dados recebem um pré-tratamento no veículo e um tratamento final na central de operações e de controle, de forma a assegurar a localização permanente do ônibus. Além de informação da localização do veículo na via, é possível coletar dados referentes a velocidade, aceleração, tempo parado,

rotação do motor, número de passageiros, por trecho e horário, que servirão para uso no planejamento, entre outros (FERREIRA, 2015).

O AVL possibilita priorizar o transporte público urbano, reduzindo tempos de viagens aos usuários, custos do sistema aos operadores e a melhoria da trafegabilidade dos veículos na cidade. Bittencourt (2012) apresenta as diversas formas de tecnologias aplicadas ao AVL:

- *Signpost* (Antena): Informações capturadas de placa no veículo e transmitidas para antena fixada na via;
- *Wayside AVI*(Identificação automática de caminho do veículo): Informações transmitidas por micro-ondas usadas para pedágios eletrônicos e gestão de tráfego;
- *Ground-Based Radio Positioning* (Posicionamento via rádio por base terrestre): Triangulação por rádio;a localização é devida ao movimento do veículo relacionado a duas ou mais estações de rádio fixas;
- *Satellite-Based Radio Positioning* (Posicionamento via rádio por satélite): Informações da localização do veículo relacionado a satélites circulares (GPS, por exemplo) ou geoestacionários;
- *Differential GPS* (GPS Diferencial): Correção do erro de aproximação do GPS através de receptor diferencial;
- *Dead Reckoning* (Identificador por deslocamento): Sensores e algoritmos identificam a distância entre um ponto fixo e o veículo a partir de um referencial padronizado;
- *Hybrid Navigation System*(Sistema híbrido de navegação): Combinação de duas ou mais tecnologias como antenas ou GPS acompanhada de outras consideradas secundárias.

O Centro de controle operacional pode utilizar do ATIS para passar as informações aos motoristas e usuários, podendo ser consultadas em diferentes condições (MIYABUKURO, 2015):

- Antes da viagem (*Pre-tripInformation*): telefone, Internet, radiodifusão convencional e em postos de serviços das concessionárias de rodovias.
- Durante a viagem (*On-tripinformation*): Painéis de Mensagens Variáveis (*Variable Message Signs– VMS*) dispostos em pontos estratégicos das vias, aparelhos

especiais de rádio (*Radio Data System/ Traffic Message Channel – RDS/TMC*) até terminais mais avançados, como unidades pessoais portáteis ou embarcadas.

O Sistema de Contagem Automática de Passageiros (CAP) utiliza-se do SAAT na apuração de número de passageiros com a utilização de *smart card* que valida de forma eletrônica a contagem. Ainda temos opção de estação de contagem fixa que através de câmeras, sensores infravermelhos, de medida de peso, entre outras tecnologias, realizam a contagem de passageiros (FERREIRA, 2015).

Vale ressaltar que a tecnologia de contagem de passageiro é uma informação de grande importância aos operados/gestores uma vez que possibilita a tomada de medidas de gerenciamento de frota e permite aos usuários realizarem escolhas de rotas e veículos para serem utilizados.

O Sistema de Prioridade Semafórica (SPS), associado ao SAO, permite a verificação da progressão do ônibus (se os veículos estão atrasados ou adiantados), e em função disso atuar ou não na priorização. Desta forma, é necessária a comunicação entre a central de controle operacional do SAO e do Sistema Avançado de Gerenciamento de Tráfego (ATMS). A priorização semafórica permite microrregulação que atua isoladamente em um ponto específico da rede ou zona, ou macrorregulação atua na regulação de uma área de maior abrangência (BITTENCOURT, 2012).

Os Sistemas de Informação ao Usuário (SIU) do ponto de vista dos usuários são aqueles que trazem maiores benefícios, através das tecnologias avançadas embarcadas no STI, além de permitir que os operadores/gestores extraiam informações relativas dos usuários, como tempo de espera, itinerário, entre outras informações que auxiliam no gerenciamento do transporte público. Os principais tópicos a serem considerados do ponto de vista de um SIU são modalidades de operação, canais de transmissão, temporalidade estática ou dinâmica, tecnologia de levantamento e compartilhamento de dados, aspectos econômicos, impactos nos serviços e gestão (FERREIRA, 2015).

O processo de informação pode ser feito nas residências, locais de trabalho, centros comerciais, paradas, terminais e a bordo dos veículos. Quanto ao tipo ou forma de informação aos usuários, existem inúmeras opções, como por exemplo, o uso de *display* informativo em pontos/estações, *display* disponibilizado no interior de veículos, por *sites* da Internet, ou aplicativos moveis, com itinerários e mapas de linha ou informações da tabela horária. Com o avanço da tecnologia de internet via celular,

estas informações não ficam restritas ao acesso no domicílio ou trabalho, e sim no momento e local em que for necessário (BITTENCOURT, 2012).

Através dos SAAT, os APTS podem realizar pesquisa de origem e destino embarcada de forma temporal com grande precisão sem implicar em custos elevados de pesquisas realizadas manualmente. Portanto, os SAAT agregam qualidade e agilidade ao serviço público proporcionando o controle da demanda do transporte urbano por ônibus, com benefício da informação em tempo real para os operadores e agilidade aos usuários (FERREIRA, 2015).

4.2 Sistemas Avançados de Gerenciamento de Tráfego (ATMS)

O Sistema Avançado de Gerenciamento de Tráfego (ATMS) compreende o gerenciamento global do tráfego, onde se emprega tecnologias em projetos que tentam reduzir o congestionamento das vias urbanas ou rurais e garantir segurança. As tecnologias avançadas são aplicadas em sistemas de sinalização, segurança no trânsito e gerenciamento de congestionamento e rotas (MIYABUKURO, 2015).

Para a operação do ATMS no transporte público coletivo deve-se ter infraestrutura inteligente além dos veículos, nas vias e rodovias, na iluminação, nos semáforos, nos pontos de ônibus, estações de transferências, terminais de ônibus. O compartilhamento dinâmico de transporte das informações do tráfego para a coordenação automática do serviço promove medidas de gerenciamento do tráfego em tempo real, estes dados devem ser trabalhados em conjunto com o SAO promovem uma melhor eficiência na gestão do tráfego (BITTENCOURT, 2012).

Contudo, o ATMS ainda necessita de infraestruturas específicas como Estação Metrológica para monitoramento das condições climáticas, circuitos de monitoramento por câmeras, *data Center* e cibersegurança (SILVA, 2000). Desta forma são apresentadas as principais tecnologias que o ATMS e suas definições no **Quadro 2** a seguir:

Quadro 2 – Definições das Tecnologias Inteligente aplicadas no ATMS

Sistema	Definições	Autores
CCO	Opera em integração com outros sistemas, realizando o monitoramento, controle e fiscalização, de forma segura e eficiente, da qualidade dos serviços prestados aos usuários do sistema de transporte público do município, coletando e tornando disponíveis, continuamente, informações diversas sobre os veículos e o sistema viário.	Lobler(2010); Simião e Firmino (2019)
SCTD	São parte fundamental do STI para prover a ligação entre o conjunto veículo/tripulação com as centrais de controle.	Silva (2000)
SAT	São equipamentos instalados no leito das vias que detectam num ponto específico a passagem dos veículos por meio de laços (sensores) indutivos ou piezoelétricos.	ANTP (2012)
SCA	Realiza o monitoramento estratégico por estações metrológicas nas vias, sendo um instrumento que ajuda a operação, indicando condições climáticas adversas em algum trecho da via, permitindo ações mais rápidas, e aviso aos usuários através do SIU.	Costa (2010); ANTP (2012)
SMTR	Realiza o monitoramento em tempo real, enviando ao CCO as imagens obtidas em cada ponto de vídeo monitoramento fixos nas vias ou mesmo em câmeras instaladas dentro de veículos, através de, por exemplo, <i>Vídeo streaming</i> sobre <i>IP</i> , permitindo-se focalizações específicas, conforme estipulado pelos operadores na interface de operação para melhor gerenciar as condições do transporte público.	Ferreira (2015)
SCSE	Opera em conjunto com SMTR, permitindo aplicações voltadas para a gestão dos serviços de emergência, desde o transporte de materiais perigosos ao atendimento de ocorrência médicas em diferentes escalas.	Bittencourt (2012)

Legenda: CCO – Centro de Controle Operacional; SCTD – Sistemas Comunicação e Transmissão de Dados; SAT – Sistemas de Análise de Tráfego; SCA – Sistema de Controle Ambiental; SMTR – Sistema de Monitoramento em Tempo Real; SCSE – Sistemas de Controle de Serviços de Emergência.

As várias tecnologias presentes na camada física da cidade devem comunicar-se permanentemente com o CCO por meio de uma pluralidade de alternativas de redes que viabilizem, com eficiência, que as informações, dados, imagens e componentes capturados nos vários "*devices*" sejam efetivamente úteis na tomada de melhores e mais acertada decisões na gestão. Portanto, o CCO integrado deve operar no transporte público com infraestrutura física inteligente nos serviços em conjunto com tecnologias avançadas em (ANTP, 2012; BENEVOLO *et al.*, 2016; NTU, 2019):

- Iluminação pública inteligente;
- Ponto de ônibus inteligente;
- Semáforos inteligentes;
- Veículos inteligentes;
- Fiscalização inteligente;
- Monitoramento climático e metrológico;
- Monitoramento inteligente por câmeras;
- Controle de acessos inteligente (vias);
- *Big data*;
- Aplicativos inteligentes;
- *Display/Toten* interativos multi-serviços;
- Integração entre multimodais.

Existe uma diversidade de Sistemas de Comunicação e Transmissão de Dados disponível e, segundo Silva (2000), as principais aplicadas ao transporte público são:

- *Telefonia Celular*: com duas aplicações; apoio a transferência de comunicação (voz e dados) entre as centrais de controle e equipe móvel; e outra, para compartilhar a informação das condições da rodovia entre controladores da central de controle e os usuários em viagem.
- *Cellular Digital Packet Data*: aplicável para verificações instantâneas de cartões, acesso remoto a banco de dados e transmissão de mensagens moveis. Utiliza espaços vagos dos canais de telefonia celular e, portanto, tem a velocidade limitada a da rede de celular.
- *Personal Communications Services*: Aplicação típica em telefonia móvel e transferência de dados em unidade movem. Permite a acessibilidade continua e mobilidade ao usuário e utiliza-se de telefones tipo celular em baixa potência.
- *Paging*: Serviço urbano e com combinação *one-way*, os usuários podem receber breves mensagens, mas não podem acusar o recebimento. Qualquer empresa pode ter sua própria rede de *paging* sem ter que construir rede de transmissão de rádio, que soam onerosas.
- *Telefonia sem fio*: utilizado para comunicação de voz e para transmissão de mensagens quando dentro de uma área de abrangência de alguma estação base (*telepoint*).

- *Private Land Mobile Radio*: um dos sistemas mais antigos de comunicação, de tecnologia simples e confiável. Utiliza frequência dedicada aos táxis e transporte de cargas e não apresenta muita segurança, pois as conversações não são privadas.
- *Specialized mobile radio*: serviço de rádio com transmissão de voz e dados em dois sentidos empregados em taxis e empresas de transporte de cargas.
- *Radio Data Network*: (*Ardis e RAM – Advanced Radio Data Information Service*): utilizado para localizar e rastrear pessoas e veículos, com baixa velocidade de transmissão de dados. Utiliza de canais de rádio robustos, que oferecem serviço confiável de mensagem.
- *WLANs – LANs (Local área networks)*: utiliza radiofrequência e infravermelho para dar suporte a conexões de rede local. Permite liberdade de movimento e acesso a bando de dados. Os raios infravermelhos têm alguma limitação de uso em centros urbanos com construções muito elevadas.
- *Micro-ondas*: tecnologia de alta capacidade, muito empregada em sistemas de pedágios eletrônico e sistema de radar para evitar colisão. Tecnologia apta a transmitir voz, dados e imagem, a emissão e recepção de sinais dependem de antenas.
- *Satélite*: excelente meio para transmissão de dados e vídeo de alta velocidade. Em transporte é empregada em sistemas de localização e rastreamento de veículos. Os sistemas móveis mais sofisticados contam com microcomputadores em cada veículos e com modem, sendo possível transmitir e receber mensagens para outro veículo ou para central de controle operacional.
- *Meter Burts*: encontra aplicação em serviços de comunicação móveis, posicionamento global e sensoriamento remoto. Esse tipo de tecnologia é aplicado ao SIU em regiões rurais.

Os Sistemas de Análise de Tráfego (SAT) detectam os veículos por variação magnética causada pelo movimento do mesmo e pela variação de volume na detecção física das rodas nos sensores piezoelétricos. Os dados são registrados, gravados e enviados para o CCO, onde podem ser visualizados em simulação esquemática (mapas interativos) da própria malha viária monitorada e receber tratamento estatístico para análise e emissão dos relatórios sobre volume do tráfego e velocidade por hora,

dia e mês, peso por categoria de veículo por mês, entre outros tipos de tratamentos (ANTP, 2012).

Segundo Costa (2010) o monitoramento realizado pelo Sistema de Controle Ambiental (SCA) gera grandezas a serem acompanhadas e monitoradas dentre elas: Gases/Poluição (concentração de CO, CO₂, NO, NO₂ e H₂S); temperatura; umidade ambiente; medição de precipitação (pluviômetro); direção e velocidade do vento (anemômetro); visibilidade (opacímetro); e pressão atmosférica (barômetro).

O Sistema de Monitoramento em Tempo Real (SMTR) auxilia em medidas de tomadas de decisões na ajuda aos casos de emergência possibilitando a identificação imediata de ocorrência e o acionamento quase que instantâneo de medidas de controle e resposta a emergência (SILVA, 2000).

4.3 Coleta eletrônica de Pedágios (ETC)

A Coleta Eletrônica de Pedágio (ETC) utiliza tecnologias avançadas para prover os mais adequados e eficientes métodos de cobrança de pedágio, trabalhando para minimizar tempos perdidos e reduzir os congestionamentos. Este sistema é operado em rodovias e necessita da instalação em pontos específicos praças de pedágio ou pontos de cobrança (SILVA, 2000; FERREIRA, 2015).

Quando comparamos os sistemas de cobrança manual ao ETC, analisa-se benefícios econômicos e ambientais como a redução das transações e do tempo de espera, redução no consumo de combustível, redução de congestionamento nas praças de pedágio e arredores, redução da poluição do ar e redução dos custos de operação. Os custos da implantação e manutenção dos sistemas de cobrança eletrônica podem ser significativos e a economia no custo operacional depende do percentual de usuários que adere ao sistema (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, 2017)

4.4 Operação de Veículos Comerciais (CVO)

A Operação de Veículos Comerciais (CVO) são tecnologias utilizadas na gestão e operação de veículos de carga e logística. A tecnologia do STI é aplicada para aperfeiçoar a gestão dos serviços da indústria de cargas através da escolha de

melhores rotas, com base na interferência e no atraso relativo a cada itinerário disponível, considerando também, o tempo despendido em cada trecho, e tem por objetivo a manutenção do maior nível de segurança viária e a relação de custo-benefício da viagem (BITTENCOURT, 2012).

A CVO aplicada em conjunto com sistema de rastreamento veicular a veículos pesados pode otimizar os serviços como, por exemplo, a realização de inspeção automatizada de veículos e condições de segurança, monitoramento de segurança de bordo, gestão de frota e notificação de incidentes (GALON, 2014).

4.5 Sistemas Integrado de Modais (SIMD)

O Sistema Integrado de Modais (SIMD) deve realizar a integração entre os diversos tipos de modais não apenas na infraestrutura urbana, mas também de forma tecnologia, onde permita aos usuários o planejamento de seus itinerários antes da partida, dando a possibilidade de escolher qual ou quais os melhores modais para sua rota. Um exemplo deste sistema é a cidade de Barcelona na Espanha que disponibiliza um mapa digital com a localização em tempo real dos modais disponíveis a população.

A operação do STI contempla a integração entre modais disponíveis a população e, neste caso, um Sistema Integrado Municipal (SIM) é necessário para realizar o gerenciamento entre modais. O SIM consiste em um consórcio operacional instituído entre empresas concessionárias de transporte coletivo em uma cidade, sendo instituído por meio de um decreto da prefeitura municipal, e deve ter como finalidade (LOBLER, 2010):

- **I** Padronizar a prestação do serviço, para maior eficiência da operação;
- **II** Ampliar a rede de transporte, inclusive, se for o caso, mediante a implantação de serviços diferenciados;
- **III** Melhorar a relação receita/quilometragem, mediante procedimentos de economia de escala que evitem desnecessárias superposições de percursos e/ou de horários;
- **IV** Centralizar o controle empresarial da arrecadação e distribuição da receita, a ser feito na contabilidade do consórcio, de sorte que as empresas consorciadas recebam diretamente a remuneração que lhes seja destinada e forneçam

ao Poder Público todos os dados necessários para que este possa exercer inteira fiscalização e controle das operações;

- **V** Manter o equilíbrio econômico-financeiro entre as empresas consorciadas, aplicando-se, inclusive, quando necessário, regras de equidade, para que não haja prejuízo entre as operadoras do consórcio.

O Sistema de Integração de Modais (SIMD) promove benfeitorias à rede de transporte oferecida aos cidadãos, uma vez que aumenta a oferta de modais disponíveis a população e consolida a utilização de um único meio de cartão inteligente para a tarifação. Como exemplo, tem-se o *Swiss Pass*³ que oferece passe geral ao consumidor acessar todos os modais (Trens, metros, ônibus, barco, bicicleta, barcos, esqui), unificando o meio de pagamento, com utilização ilimitada e duração de, no mínimo, quatro meses (SIMIÃO E FIRMINO, 2019).

³*Swiss Pass* – Tecnologia Suíça implantada em agosto de 2015, que se utiliza de um cartão inteligente de mobilidade para pagamento de tarifação em diversos modais, bibliotecas, museus e rede de hotéis.

5. PANORAMA DO STI

5.1 Panorama Internacional

No cenário internacional, os dados operacionais de transportes são disponibilizados em tempo real de maneira livre, e as inovações em STI, apontam para aplicação dos conceitos de *Open Data* e *Big Data*, os quais temos algumas tendências mais fortes nas cidades inteligentes (SANTOS, 2015):

- Informações on-line para o transporte de bens e pessoas;
- Padronização de Dados Abertos para serviços das cidades inteligentes;
- Conhecimento e criação de valor através da análise de dados de sensores em Cidades Inteligentes utilizando *Big Data*, *Data Mining* e Inteligência Artificial;
- Métodos para avaliar a interoperabilidade entre os diferentes STI dedicados ao planejamento, gestão e monitoramento de mobilidade;
- Sistemas de gestão do transporte e do tráfego para megacidades, que incluem as necessidades de sistemas intermodais e multimodais.

A seguir é apresentado o **Quadro 3**, com as principais tecnologias inteligente aplicadas em locais no mundo que apresentaram uma grande melhoria na mobilidade urbana nas regiões de estudo.

Quadro 3 - Tecnologias inteligente aplicadas no STI em Países e cidades no mundo.

Local	CCO	APTS	ATMS	SMTR	SIMD	FISC	CPU	BE	Autores
Coréia do Sul	x	x		X	x	x		x	ANTP (2012), Lim (2012)
Londres (Inglaterra)	x	x	x	X	x	x	x	x	Braga (2014); TfL, (2007)
Sidney (Austrália)	x	x	x	X	x			x	ANTP (2012), Leite (2015)
Estados Unidos da América	x	x	x	X	x	x		x	Cunha et al. (2017), ANTP (2012)
Barcelona (Espanha)	x	x	x	X	x		x	x	Minguell (2018), Torres (2007).

Legenda: CCO – Centro de Controle Operacional; APTS – Sistemas Avançados de Transporte Público; ATMS – Sistema Avançados de Gerenciamento de Tráfego; SMTR – Sistema de Monitoramento em Tempo Real; SIMD – Sistema de Integração de Modais; FISC – Fiscalização eletrônica de Veículos; CPU – Cobrança de Pedágio Urbano; BE – Bilhetagem Eletrônica.

A Coréia do Sul, um dos líderes mundiais na área de STI, realizou a implantação de um projeto em quatro cidades-modelo: Kwa-chon, Daejon, Jeonju e Jeju, entre 2000 e 2002, o que permitiu validar os benefícios das aplicações implantadas e constituir um ambiente propício para o desenvolvimento de padrões para a arquitetura e a implementação do STI sul-coreano. De acordo com os resultados e benefícios das aplicações implantadas por meio da etapa piloto, em 2007 o governo sul-coreano financiou a expansão do piloto inicial para 25 cidades com recursos do orçamento nacional e criou uma rede de 29 cidades (LIM, 2012).

A região metropolitana de Londres, também conhecido como apenas Londres, tem seu transporte urbano e suburbano como uma das quatro principais áreas de investimento do governo e, com vistas a incentivar o uso do transporte público, e em caráter complementar, realiza-se a cobrança de pedágio diário para veículos que trafegam pelo centro de Londres, que teve início em 2000, fazendo com que a proporção de viagens feitas por transporte público tivesse um aumento de 33% para 40%, enquanto que a proporção das viagens por transporte motorizado privado, principalmente de carro, tivesse uma queda de 44% para 38%. Portanto, o resultado foi a diminuição da utilização de veículos particulares e o aumento do uso do transporte coletivo e das bicicletas. Devido o transporte em Londres ser tão eficiente, o próprio prefeito e os vereadores da cidade o utilizam em suas atividades cotidianas (TfL, 2007; ANTP, 2012)

O STI Australiano estabeleceu-se em 1992, partindo do interesse do governo, da indústria e da comunidade, que visava: assegurar o uso eficiente de STI, promover a consciência dos potenciais benefícios do uso de STI, melhorar a eficiência dos sistemas australianos de transporte e estimular o desenvolvimento viável do setor privado em STI (ANTP, 2012).

Desde a década de 60 os EUA utilizam de equipamentos eletrônicos para controle de tráfego e rodovias, no ano de 1988 consolidou-se o IVHS – *Intelligent Vehicle Highway Systems*, denominado atualmente de STI. No ano de 1995 foi

instituído o *ITS América – Intelligent Transportation Society of America*, que coordena a aplicação e o desenvolvimento das modernas tecnologias empregadas em sistemas de transporte por todo o país (CUNHA *et al.*, 2017).

Barcelona (Espanha) vem promovendo a reestruturação dos 200 hectares da antiga área industrial do Poblenou para se tornar a contemporânea “22@Barcelona”⁴, onde tem-se projetos de urbanização inteligente e que contam com a participação dos cidadãos no processo de definição de políticas públicas e tomada de decisões sobre a vida urbana. Barcelona ainda destaca-se por disponibilizar aos seus usuários de transporte um mapa digital onde apresenta a localização exata dos trens, táxis, metrô e ônibus (LEITE, 2015). A cidade possui projetos de pedágios urbanos, seguindo o exemplo de Londres, contudo seu objetivo é a restrição à circulação de veículos visando à preservação do centro histórico (TORRES, 2007).

5.2 Panorama Nacional

No Brasil, verifica-se que o STI popularizou-se pela introdução do sistema de bilhetagem eletrônica nos transportes públicos urbanos e adoção de sistemas de monitoramento de frotas de transporte de carga (BRASILIA 2013).

Silva (2000) expõe que os investimentos em STI são modestos quando comparados a outros países, e não estão associados a uma política pública clara de desenvolvimento em longo prazo. Entretanto, com os jogos olímpicos em 2014, tiveram cidades que realizaram investimentos no setor de mobilidade inteligente.

Até novembro de 2006, Curitiba (Paraná) era reconhecida mundialmente pelo seu Sistema BRT por apresentar de forma completa os serviços. Entre os serviços da época temos: serviços de Metro; rede de linha e corredores integrados; estações de alta qualidade fechadas; cobrança externa; serviço rápido e frequente; veículos modernos com tecnologias limpas; identidade de mercado e; superior *customer service* (BRASIL, 2008).

A seguir é apresentado o **Quadro 4**, com as principais tecnologias inteligente aplicadas ao STI e levantado um panorama nacional para o transporte público coletivo.

⁴ “22@Barcelona”, *cluster* urbanos inovadores e criativos têm-se constituído em novas modelagens territoriais na reinvenção inteligente das cidades, que pauta a sua estratégia central produtiva em serviços avançados.

Quadro 4 - Tecnologias inteligente aplicadas no STI em cidades nacionais

Local	CCO	APTS	ATMS	SMTR	SIMD	FISC	CPU	BE	BRT	Autores
Fortaleza (Ceara)	x	x						x		Souza <i>et al.</i> (2014); Brasília2013;
Rio de Janeiro (RJ)	x	x		x				x	x	Benites, (2016); Souza <i>et al.</i> , (2014)
Porto alegre (SC)	x	x	x	x		x		x	x	Weiss <i>et al.</i> , (2015), Brasília (2013)
Curitiba (PR)	x	x	x	x		x		x	x	Souza <i>et al.</i> , (2014); Lombardo, (2010)
Belo Horizonte (MG)	x	x		x		x		x		ANTP (2012), Faria (2010)
Goiânia (GO)	x	x		x				x		ANTP (2012), Brasília (2013)
São Paulo (SP)	x	x	x	x		x		x	x	ANTP (2012)

Legenda: CCO – Centro de Controle Operacional; APTS – Sistemas Avançados de Transporte Público; ATMS – Sistema Avançados de Gerenciamento de Tráfego; SMTR – Sistema de Monitoramento em Tempo Real; SIMD – Sistema de Integração de Modais; FISC – Fiscalização eletrônica de Veículos; CPU – Cobrança de Pedágio Urbano; BE – Bilhetagem Eletrônica; BRT – Corredores exclusivos para Ônibus.

O Sistema Integrado de Transportes de Fortaleza-CE, conta com o total de 219 linhas responsáveis pelo atendimento médio diário de 850 mil usuários, onde destacou-se devido a implantação do sistema integrado, implantação da BE criação de um conselho gestor e a criação da integração temporal (SOUZA *et al.*, 2014; BRASILIA 2013).

A cidade do Rio de Janeiro inaugurou em dezembro de 2010 o Centro de Operações Rio, este projeto foi considerado pioneiro na América Latina, e com o objetivo de racionalizar o transporte público nos principais corredores viários da cidade, a Secretaria Municipal de Transportes implantou na cidade o sistema BRT que se

baseia na criação de uma faixa à direita preferencial para os ônibus. Os corredores propiciaram uma maior velocidade operacional aos ônibus que somada a outros fatores converte em uma eficiência operacional que proporcionou ganhos econômicos na operação (ARBEX E CUNHA, 2016; BENITES, 2016; SOUZA *et al.*, 2014).

Na cidade de Porto Alegre, o sistema de transporte coletivo é realizado por ônibus e transporta em média um milhão de passageiros por dia. O projeto STI para a Rede Estrutural Multimodal Integrada de Sistema BRT de Porto Alegre, contempla a integração de todos os sistemas e ampliação do CCO, incluindo eletrônica embarcada e monitoramento das vias e estações, implantação de sistemas de controle semafóricos adaptativos em tempo real, com priorização para o transporte coletivo e ampliação do sensoriamento de trânsito e monitoramento por imagens, utilizando técnicas de DSP (*Digital Signal Processor*) que realizarão a detecção e medição automática de condições operacionais do tráfego (SOUZA *et al.*, 2014).

A cidade de Curitiba realiza ações para manter a qualidade urbana e incentivar o uso de transporte coletivo, de forma a manter o padrão do sistema, pelo qual é mundialmente conhecida. A cidade já desenvolveu diferentes projetos para a melhoria da mobilidade, por exemplo, na Linha Verde, onde operam duas empresas numa mesma linha com uma frota de quatorze veículos, onde dispõe de dez entroncamentos semafóricos com priorização do transporte público coletivo (MIRANDA, 2010).

Os cruzamentos semaforizados da cidade são integrados ao Sistema Integrado de Gestão e Automação do Tráfego (SIGA) do município de Porto Alegre, através de seu módulo *HER MES*, que realiza as funções de controle de semáforos, que fornece prioridade ao transporte coletivo para passagem pelos semáforos em alguns corredores de ônibus da cidade, através sistema de localização por GPS, comunicações de dados GPRS (celulares moveis) e computador de bordo que permite o envio da informação de localização de cada veículo e outros dados relevantes para otimizar a operação. Outro projeto de controle e monitoramento de tráfego, denominado “Anel Viário”, com dispositivos de monitoramento de tráfego por Circuito Fechado de Televisão e Painéis de Mensagens Variáveis, para o fornecimento de informações aos motoristas diretamente nas vias, em tempo real (SOUZA *et al.*, 2014).

A Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte implantou um sistema integrado de gestão, monitoramento e informação do transporte coletivo municipal, composto por três subsistemas: Apoio à Operação; Bilhetagem eletrônica; e

informação ao Usuário. A implantação do Sistema de Apoio a Operação e Sistema de Informação ao Usuário possibilita com os AVL (*Automatic Vehicle Location*), a comunicação com painéis de mensagens variáveis e console do motorista, instalados em 50 veículos de duas linhas do sistema convencional além de painéis de mensagens variáveis instalados em 21 pontos de embarque e desembarque e central de armazenamento e o processamento de dados (ANTP, 2012; FARIA, 2010)

O serviço de transporte público coletivo de passageiros da Região Metropolitana de Goiânia está organizado em uma de 5 Concessionárias, e atende ser de um milhão de clientes transportados/dia. O STI da Rede Metropolitana de Transportes Coletivos destaca-se devido ao controle do serviço e as ferramentas de comunicação com os usuários, disponibilizados em *iCenters* e *displays* instalados em locais de grande concentração de pessoas na cidade. O principal processo implantado é o Serviço de Informação Metropolitano, que se trata de um conjunto de elementos estáticos e dinâmicos, estes com ferramentas multimídia, que aproveitando os recursos da internet e da telefonia celular, possibilita ao usuário planejar itinerários e saber em tempo real, por meio de SMS ou WAP, quanto tempo um veículo demorará para chegar ao ponto de parada em que ele se encontra (ANTP, 2012; BRASILIA, 2013).

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) transporta cerca de 7,5 milhões de passageiros/mês nos municípios de São Paulo, Santo André, São Bernardo do Campo, Mauá e Diadema, e em dezembro de 2011 iniciou-se a atualização do Sistema de Bilhetagem Eletrônica, aderindo ao Bilhete do Ônibus Metropolitano da RMSP, substituindo os validadores Edmonson por "*Smart Card contactless*". O Município de São Paulo criou, a partir da plataforma da Bilhetagem Eletrônica, outras possibilidades de integração temporal (ARBEX E CUNHA, 2016; ANTP, 2012):

- BE Mensal – cartão temporal válido por 30 dias, a partir da 1ª utilização após a recarga de valor pré-fixado, com direito a viagens ilimitadas nesse período;
- BE Semanal – cartão temporal válido por sete dias, a partir da 1ª utilização após a recarga de valor pré-fixado, com direito a viagens ilimitadas nesse período;
- BE Diário – cartão temporal válido até a meia-noite do dia em que é utilizado, após a recarga de valor pré-fixado, com direito a viagens ilimitadas nesse período.

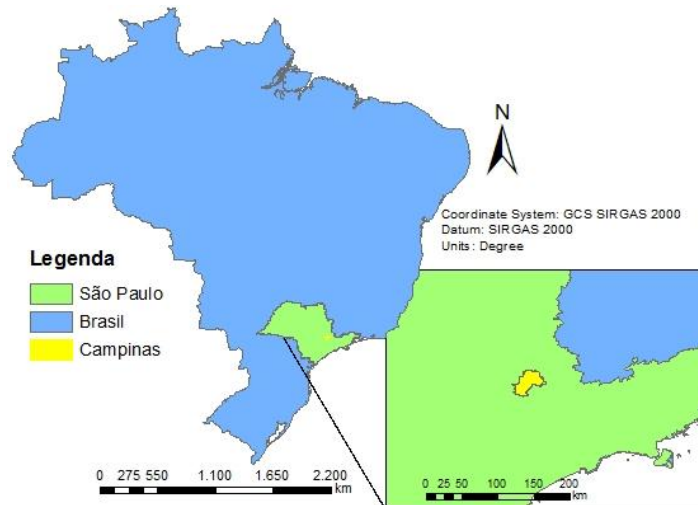
6. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A caracterização do município de Campinas e sua região noroeste tem como pretensão auxiliar no diagnóstico do transporte público de usuários a fim de verificar a aplicação das tecnologias STI no modal de atendimento da população, além de fornecer embasamento para alcançar o objetivo específico proposto de avaliar as condições da infraestrutura da mobilidade e comparar com as tecnologias existente de STI. Portanto, em uma escala municipal levantar a área urbana, a densidade demográfica e as Administrações Regionais são fundamentais para a visualização da região de estudo. O Levantamento dos dados do transporte público é objeto essencial para o estudo dessa dissertação. Deste modo, pretende-se verificar a forma de operação do transporte e as TIC existentes no transporte público, bem como levantar as condições do Sistema BRT. Para a caracterização dos usuários do transporte público coletivo da região noroeste, o levantamento do número de Habitantes, Unidades de Saúde, Escolas e Instituições de Ensino, Pessoas alfabetizadas, Entidades Sociais e Renda Média por Habitante, promove uma ideia do perfil dos usuários, uma vez que neste trabalho não foi realizada uma pesquisa de campo com os usuários. Ao realizar o levantamento dos dados da região noroeste e do município de Campinas, pretende-se confrontar a região de estudo regiões nacionais e internacionais que dispõem de tecnologia STI e corredores BRT.

6.1 O município de Campinas

Segundo o Caderno de Subsídios – Planos Diretores (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006A), o município de Campinas ocupa uma área de 797,6 Km², e situa-se na porção centro-leste do Estado de São Paulo (47°04'40" Longitude Oeste e 22°53'20" Latitude Sul), numa altitude média de 680 metros acima do nível do mar. A seguir é apresentada a **Figura 05** onde pode ser observado a localização do município de Campinas em relação a localização do estado de São Paulo e Brasil.

Figura 05 – Mapa da localização do município de Campinas



Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e adaptados pelo autor.

Campinas ainda faz divisa com os municípios de Valinhos e Vinhedo a sudeste, Indaiatuba e Itupeva a sul, Monte Mor e Hortolândia a sudoeste, Sumaré a oeste, Paulínia a noroeste, Jaguariúna a norte, Pedreira a Nordeste, Morungaba e Itatiba a Leste, como pode ser visto na **Figura 06**.

Figura 06 – Mapa da Região Metropolitana de Campinas



Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e adaptados pelo autor.

O município de Campinas é dividido em cinco regiões: Região Leste, Região Noroeste, Região Norte, Região Sudoeste e Região Sul (PREFEITURA MUNICIPAL

DE CAMPINAS, 2016A). A seguir é apresentada a **Figura 07** demonstrando estas regiões:

Figura 07 – Mapa com as cinco regiões do município de Campinas



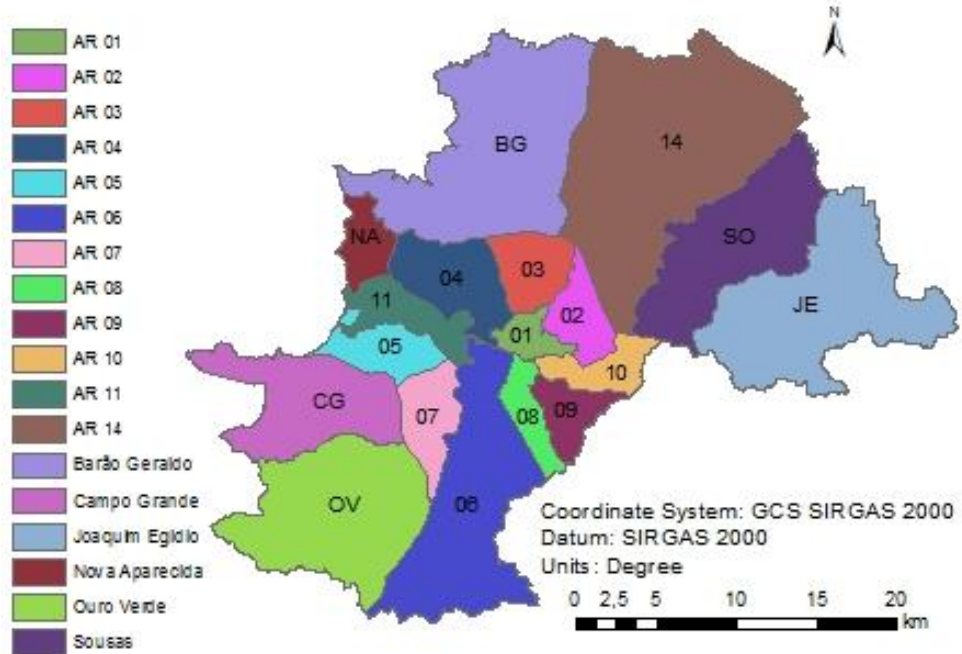
Fonte: Relatório de Informações Sociais do Município de Campinas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A).

A região Leste do município de Campinas apresenta 248.939 habitantes segundo a estimativa populacional de 2015 com a maior área do município sendo 340,327 km². A Região Noroeste conta com 133.086 habitantes em uma área de 63,330 km², segundo a estimativa populacional de 2015. A Região Sudoeste, com 253.061 habitantes segundo a estimativa populacional de 2015, dispõe de uma área de 99.606 km². A Região Sul, com 316.671 habitantes segundo a estimativa populacional de 2015, tem uma área de 120 km² (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A). A região noroeste do município de Campinas identificada na cor roxa na Figura 07 acima é a menor região do município com uma área de 66,330 km².

No município de Campinas tem-se uma divisão em Administrações Regionais (AR) sendo 18 AR, das quais 6 são reconhecidas como distritos: Distrito de Nova Aparecida, Distrito de Sousas, Distrito de Joaquim Egidio, Distrito de Barão Geraldo, Distrito do Ouro Verde e Distrito do Campo Grande, como pode ser visto na **Figura 08** (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2020A).

Figura 08 – Mapa com as AR's e distritos do município de Campinas

Legenda



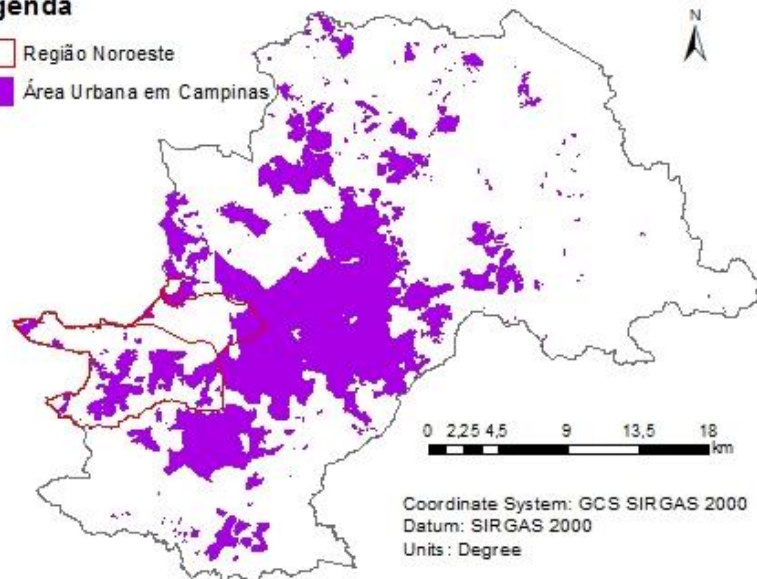
Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e adaptados pelo autor.

Dentro das AR's e distritos temos áreas urbanas e rurais, a **Figura 09**, apresenta as áreas urbanas dentro do município de Campinas.

Figura 09 – Mapa da área urbana na região noroeste e do município de Campinas

Legenda

- Região Noroeste
- Área Urbana em Campinas

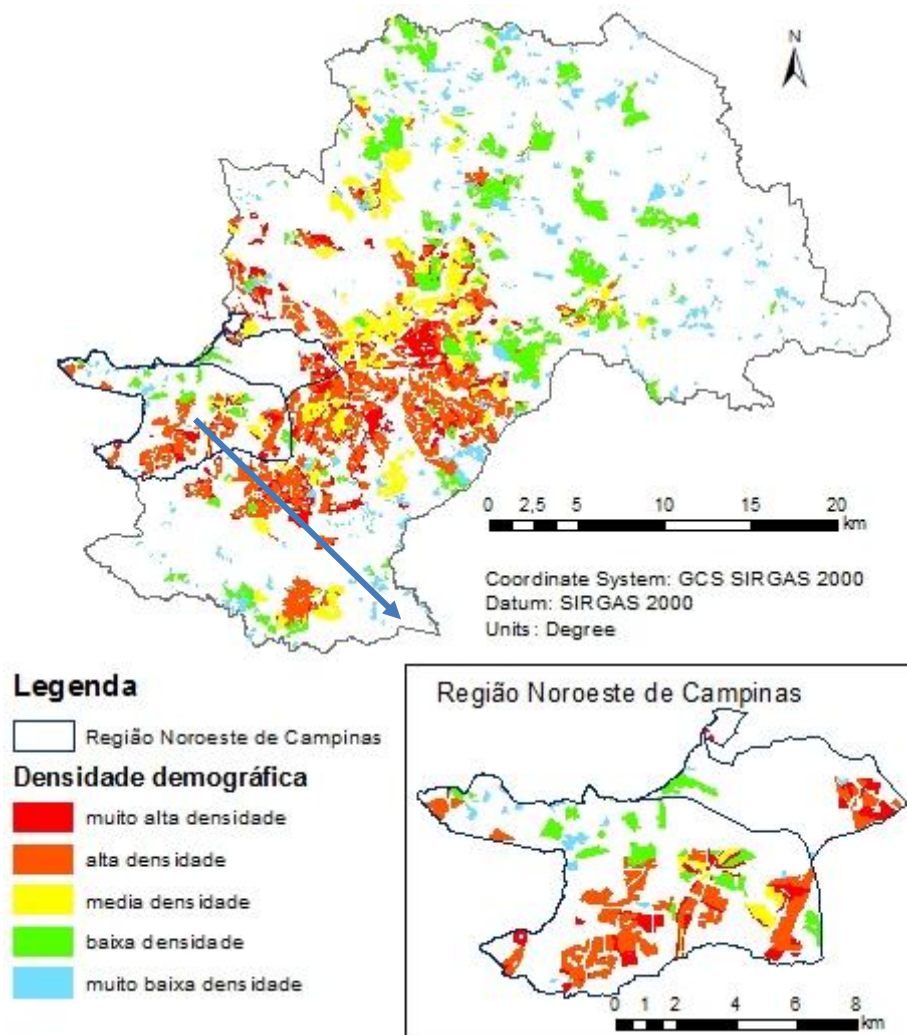


Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e adaptados pelo autor.

O município de Campinas tem aproximadamente um terço do seu território como área urbana, a região leste (Distrito de Sousa e Joaquim Egidio) do município conforme pode ser visto na **Figura 08**, é a com menor proporção urbanizada e como de se esperar as regiões mais próximas do centro do município de Campinas são as mais urbanizadas.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) tem uma estimativa populacional no ano de 2018 de 1.194.094 habitantes, o DataGeo (2020) apresenta o grau de densidade demográfica na cidade de Campinas verificado na **Figura 10**.

Figura 10 – Mapa da densidade demográfica da região noroeste e do município de Campinas



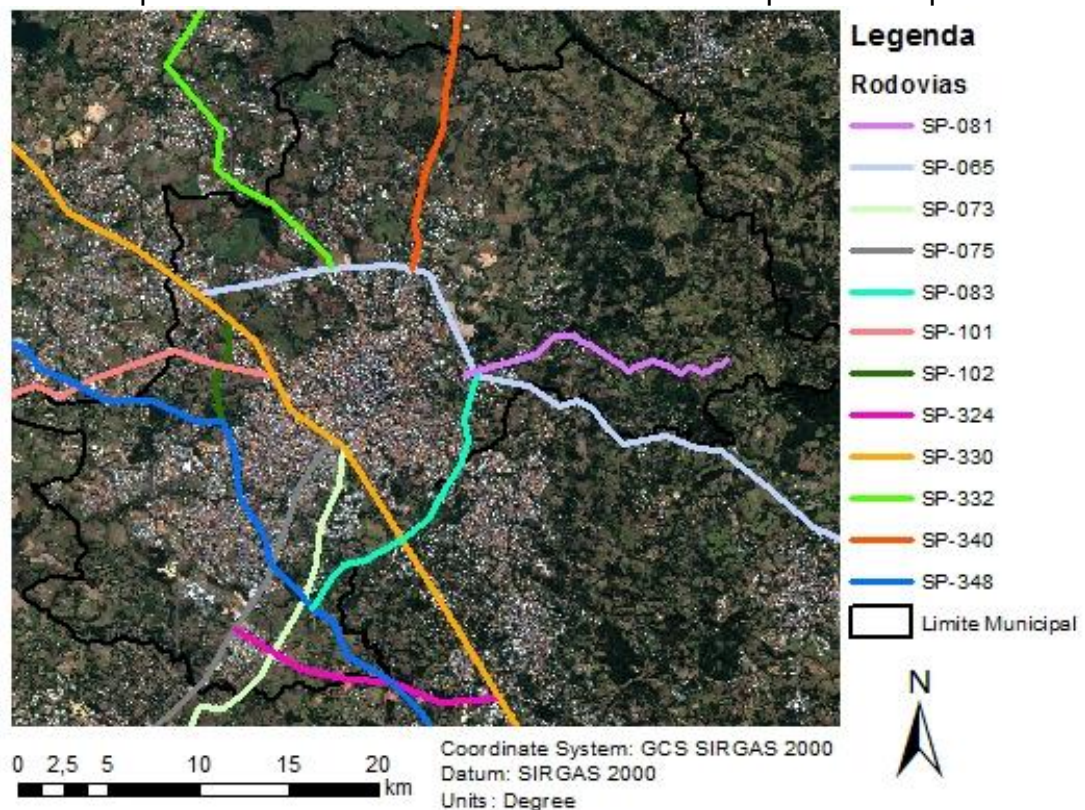
Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e adaptados pelo autor.

Como pode ser visto, a Região Noroeste de Campinas (Distrito do Campo Grande e AR 05) é classificada entre alta densidade populacional a muito alta densidade populacional nas regiões urbanizadas. As áreas em branco são áreas rurais desta forma não foram consideradas no estudo.

Segundo o IBGE (2019) Campinas é o 14º(décimo quarto) mais populoso do país e o terceiro no estado de São Paulo, ficando atrás da capital e de Guarulhos; com um PIB (Produto interno Bruto) per capita municipal no ano de 2016 de R\$ 49.876,62 superando o PIB per capita nacional R\$ 30.548,40 da mesma época.

O sistema viário possui duas das mais importantes rodovias do estado de São Paulo, a Rodovia Anhanguera (SP-330) e Rodovia dos Bandeirantes (SP-348), ainda dispõe da rodovia Dom Pedro I (SP-065), Rodovia Governador Doutor Adhemar Pereira de Barros (SP-340), Rodovia Heitor Penteado (SP-081), Rodovia Professor Zeferino Vaz (SP-332), Rodovia José Roberto Magalhães Teixeira (SP-083), Rodovia Santos Dumont (SP-075) e Rodovia Adalberto Panzan (SP-102) apresentas na **Figura 11**. O município ainda dispõe de um tráfego aero com o aeroporto internacional de Viracopos, que é considerado o maior centro de carga aérea do Brasil.

Figura 11 – Mapa com a infraestrutura rodoviária do município de Campinas

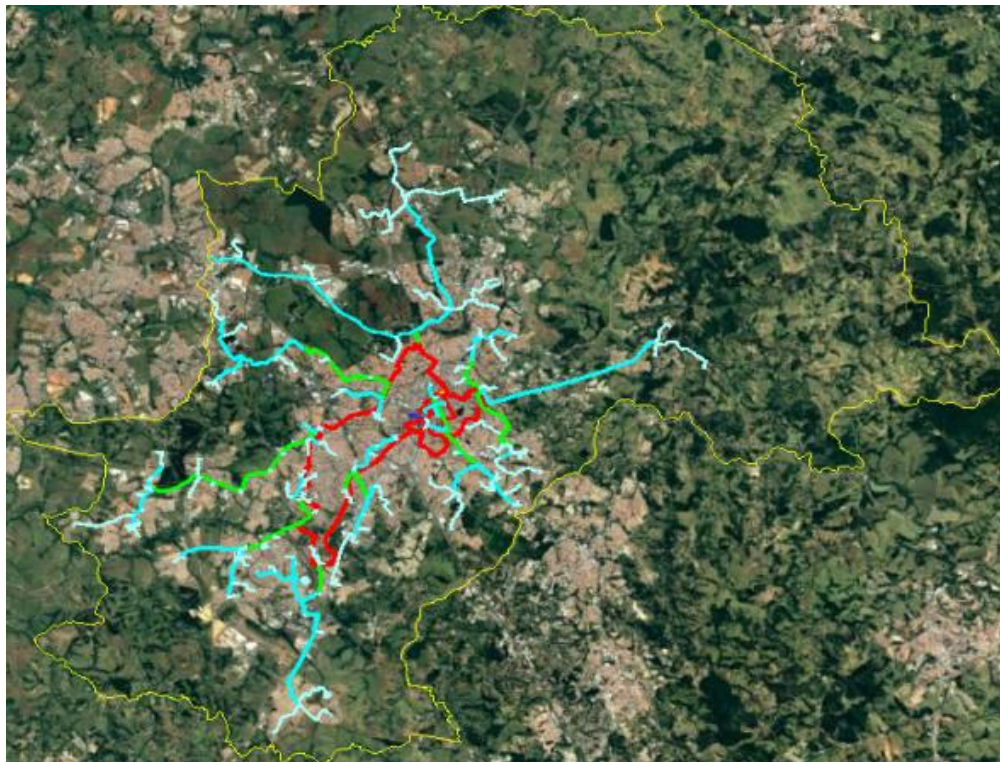


Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e adaptados pelo autor.

A prefeitura do município continua investindo para ser uma Cidade Inteligente, e no ano de 2019, publicou o Plano Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A). Desta forma, a cidade tem diretrizes estabelecidas no PECCI 2019-2029 (2019) entre elas: Adotar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU; Priorizar soluções por meio da análise dos impactos e efeitos; Elaborar plano de comunicação para divulgar o PECCI 2019-2029 e a sua implementação para toda a sociedade; entre outras diretrizes.

O PECCI 2019-2029 ainda propõe a ampliação da infraestrutura de conectividade do município de Campinas que no diagnóstico realizado em 2018 previa a Rede Metro Óptica de Campinas com 120 km de extensão e será contempla com uma ampliação de 80 km, como pode ser vista na **Figura 12** a seguir:

Figura 12 – Topologia da rede de fibra óptica existente e planejada para Rede Metro Óptica de Campinas



Legenda: Linha amarela – Limite do município de Campinas; Linha vermelha – *Backbone*; Linha verde – *Backhaul*; Linha Azul claro e escuro – Atendimento.

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A

O PECCI 2019-2029 ainda prevê a ampliação do sistema de *wifi*, rede 2G, 3G, 4G e Redes *Low Power Wide Area Network*, todas tecnologia em integração com um órgão gestor.

Para a realização do monitoramento integrado, o município de Campinas investiu na CIMCamp (Central Integrada de Monitoramento de Campinas) que foi implantada em julho de 2006 e se destaca pela integração de cinco órgãos municipais no trabalho voltado ao combate da criminalidade, à segurança no trânsito, à qualidade no transporte, ao uso e ocupação ordenada do solo e à prevenção de desastres naturais. Reúne em um mesmo ambiente equipes da Guarda Municipal, Empresa Municipal de Desenvolvimento de Campinas (EMDEC), Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), Serviços Técnicos Gerais (SETEC) e Defesa Civil (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A).

Desde a idealização da CIMCamp, seu principal objetivo se firmou com a ampliação do conceito de segurança ao cidadão, que engloba a segurança pessoal, patrimonial e de seu deslocamento na questão da mobilidade urbana. Em um mesmo ambiente, esses órgãos efetuam suas atividades contando com os agentes em campo, onde os serviços de comunicação podem ser feito com o uso de rádio-frequência e serviço de telefonia e imagens das câmeras que estão distribuídas em pontos estratégicos na cidade (ANTP, 2012).

A CIMCamp analisa o tráfego veicular do município com as finalidades primárias de identificar (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A):

- Veículos furtados ou roubados;
- Veículos utilizados em ações criminais;
- Integração de informações entre municípios;
- Origem e destino veicular.

O sistema integrado de monitoramento do município de Campinas permite a tomada de ações preventivas ou emergenciais diante das mais diversas ocorrências com um acompanhamento em tempo real, 24 horas por dia. Com isso, é oferecido à população um importante instrumento que pode salvar vidas e garantir mais segurança além de prevenir ações de risco à sociedade, resultando numa ferramenta estratégica para a promoção do bem estar social, que torna a CIMCamp reconhecida nacionalmente. A organização contém cinco módulos que possibilitam um contato permanente com a população, funcionários dos órgãos que a compõem e demais áreas da Prefeitura Municipal de Campinas, assim como, com os outros órgãos de segurança

e de urgência/emergência das demais esferas da federação – Sistema de Atendimento, Sistema de Monitoramento, Sistema de Controle e uma Central de Monitoramento Semafórico (ANTP, 2012).

O PECCI 2019-2029 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A) apresenta formas de uso das tecnologias aplicadas a mobilidade inteligente em cidades inteligentes:

- Criação de modelos de negócios que viabilizem a construção e a manutenção de calçadas acessíveis;
- Implantação de ciclovias e ciclo faixas nos principais eixos de transporte da cidade, inclusive na chamada última milha a partir de terminais de transporte;
- Modelos de negócios que incentivem a priorização do transporte coletivo em detrimento ao transporte individual;
- Modais de transporte compartilhado públicos e privados, inclusive com o oferecimento de linhas sob demanda e uso de veículos autônomos;
- Melhoria no transporte coletivo (*wi-fi* para usuários do sistema, ar-condicionado, conforto etc.);
- Soluções inteligentes para identificação de vagas em estacionamentos, incluído zona azul;
- Soluções para cobrança inteligentes por vagas de estacionamento, inclusive com a combinação transporte público e veículos particulares;
- Monitoramento e intervenção inteligente para melhoria do trânsito em tempo real;
- Meios de pagamento inteligentes que facilitem e incentivem o uso dos modais compartilhados;
- Planejadores de transporte individual multimodal em tempo real;
- Gestão inteligente de semáforos, incluindo priorização para veículos de emergência (ambulâncias, combate a incêndios, defesa civil) e transporte de massa;
- Modelos de precificação dinâmica (variação de preços por horários, por exemplo) para otimizar a oferta e a demanda de transporte;
- Rede inteligente de carregamento (*smart charging*) para veículos elétricos;
- Oferta de transporte compartilhado por empresas privadas integrado aos demais modais de transporte de massa (carros, motos, bicicletas, patinetes e outros veículos, de preferência elétricos);

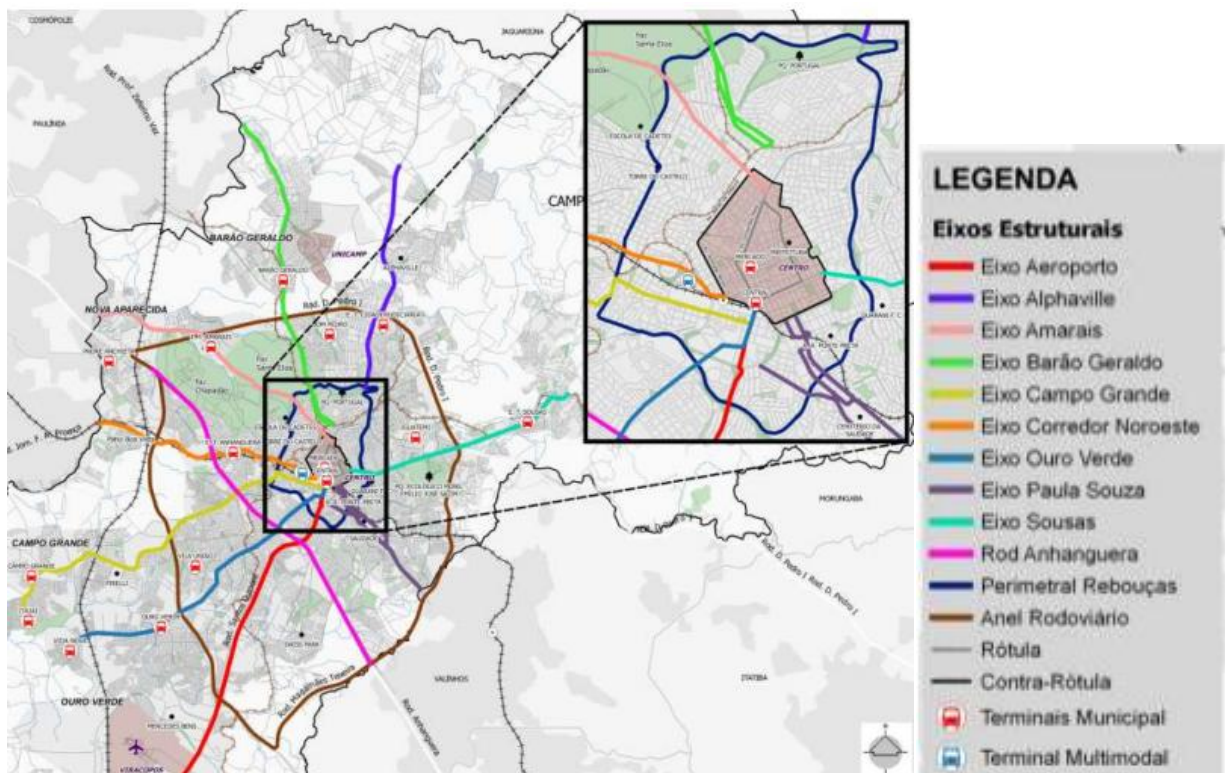
- Ferramentas de análise de dados (*analytics*) para melhoria do desempenho dos serviços de transporte.

Dessa forma, o município de Campinas realiza o teste de novas tecnologias, a fim de incorporar e aperfeiçoar o monitoramento, além de ampliar o bem-estar da população, com a centralização dos semáforos da cidade, sistemas de som instalado junto às travessias de pedestres e ainda há projeto para a instalação de GPS ou equipamentos similares para os 1200 veículos da frota do transporte coletivo, que permitirá o monitoramento à distância em tempo real (ANTP, 2012).

6.2 A Infraestrutura do Transporte Público Coletivo do Município

A rede viária do transporte público coletivo de Campinas está organizada em nove eixos estruturantes, possuindo 1.418 km de vias sendo 9,26 km em vias segregadas e 1.408,74 km em vias compartilhadas com o tráfego geral. A maioria das linhas convergem para o centro formando uma rede radial-concêntrica, onde o maior volume de integrações ocorre justamente na região central. Como pode ser visto na **Figura 13** abaixo.

Figura 13 – Localização dos Eixos viários estruturais de Campinas (2016)



Fonte: EMDEC (2017).

A infraestrutura instalada no município contempla 13 terminais de integração sendo que 05 operam em sistema fechado, onde o usuário faz transferência para outra linha sem passar pelo validador do bilhete e 08 abertos quando a transferência é feita mediante nova validação do bilhete (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006B).

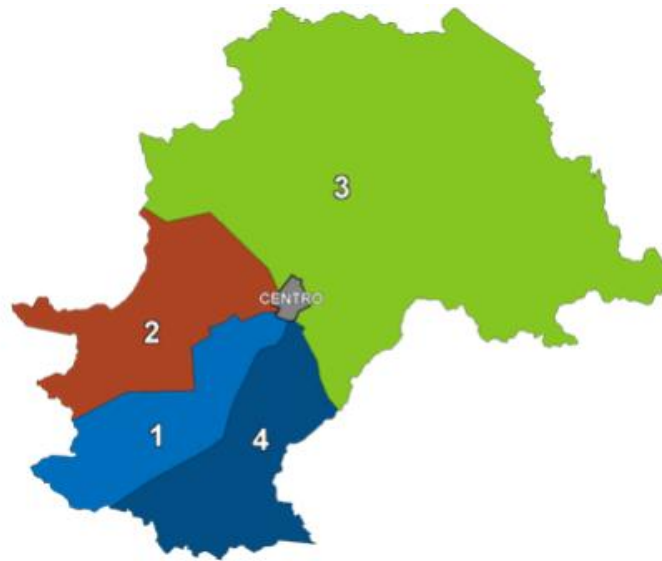
A Infraestrutura para o transporte coletivo possui 5.261 pontos de parada sendo 1.723 com coberturas, e os mais recentes já contam com alguma infraestrutura de acessibilidade, tais como: rampa, piso-tátil, plataforma elevada (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016B).

O Sistema de Transporte Público Coletivo de Campinas, regido pela Lei nº 11.263/2002 e regulamentado pelo Decreto nº 15.244/2015, é composto por dois tipos de serviços; convencional (operado por empresas concessionárias) e alternativo (permissionários autônomos). Os atuais contratos de concessão foram assinados em 25/01/2006, com prazo de 15 anos, prorrogáveis por mais 5 anos (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019B).

O município de Campinas tem o Sistema de Transporte Público Coletivo por ônibus dividido em 4 áreas de operação Preferencial como pode ser visto na **Figura 14**, cuja operação é feita por 4 concessionárias, sendo 2 consórcios com 2 empresas cada. As Concessionárias operam os sistemas tronco-alimentados, em 171 linhas perfazendo um total de 6,5 milhões de km/mês e transportando cerca de 12,2 milhões de passageiros/mês, com uma frota de 991 veículos sendo (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006B):

- 4 biarticulados;
- 10 superarticulados;
- 205 articulados;
- 553 Padrons;
- 217 convencionais
- 2 miniônibus.

Figura 14 – Mapa do sistema de operação de transporte público de Campinas



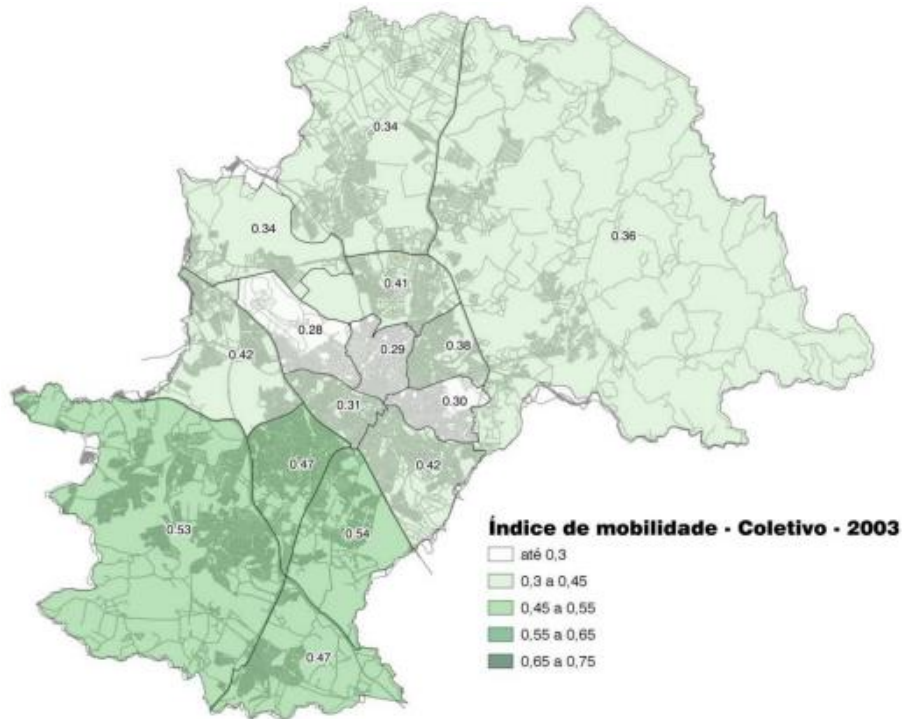
Legenda:

- 1 – Azul Claro: que compreende a região Sudeste através do Corredor Ouro Verde
- 2 – Vermelha: que compreende a região Noroeste através do Corredor Campo Grande
- 3 – Verde: que compreende aos distritos de Barão Geraldo, Sousas e Joaquim Egídio.
- 4 – Azul Escuro: que compreende a região Sudeste através do Corredor Viracopos

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006B.

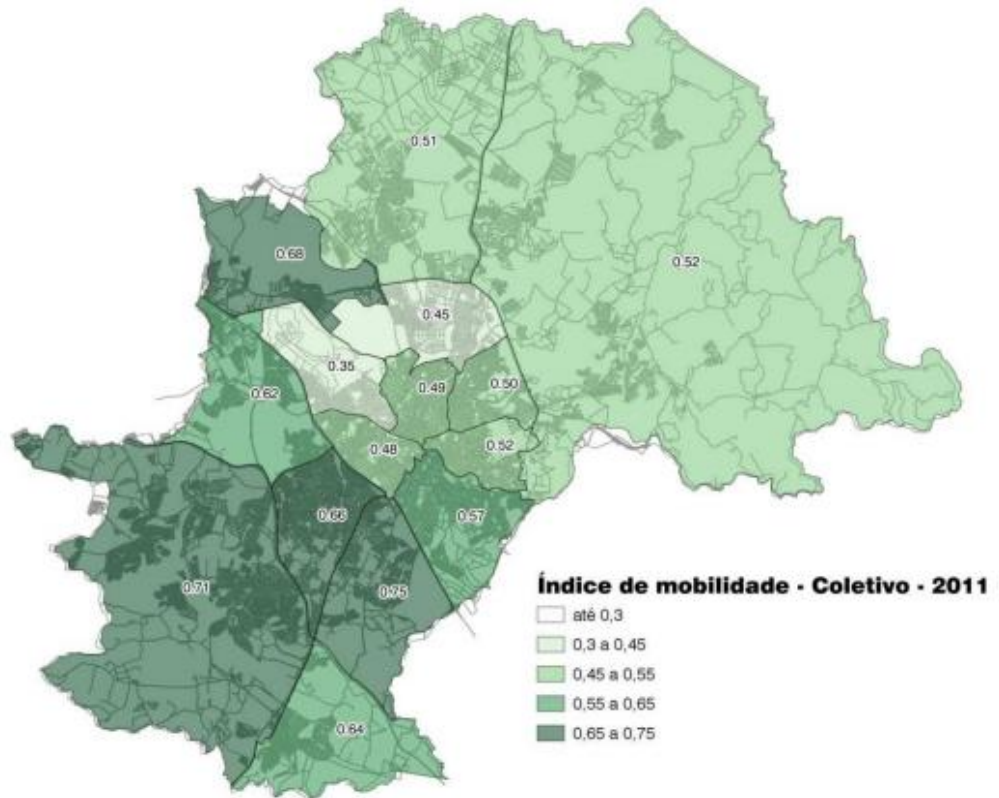
Em 2003 no município de Campinas, 51% da população utilizava-se do transporte coletivo, e em 2011 caiu para 43%. Neste período houve um crescimento de 45% nas viagens individuais motorizadas, que passaram de 1 milhão para 1,5 milhão, vale destacar o aumento de viagens de motocicleta, que cresceu 183%, passando de 23 mil para 66 mil viagens por dia. O índice de mobilidade total subiu de 1,64 para 1,86 viagens por habitante. E o índice de mobilidade motorizado subiu 28%, de 1,13 para 1,45 viagens por habitante. A população do município cresceu 14% entre os anos de 2003 e 2011, enquanto a frota de automóveis cresceu 71% no mesmo período. Assim, a taxa de motorização que em 2003 era de 237 veículos para cada mil habitantes passou a ser de 323 veículos por mil habitantes (EMDEC, 2017). A seguir é apresentado a **Figuras 15** com o índice de mobilidade (viagens/habitante) do ano de 2003 e a **Figura 16** com o índice de mobilidade do ano de 2011.

Figura 15 – Mapa do índice de mobilidade por modal coletivo de 2003



Fonte: EMDEC (2017)

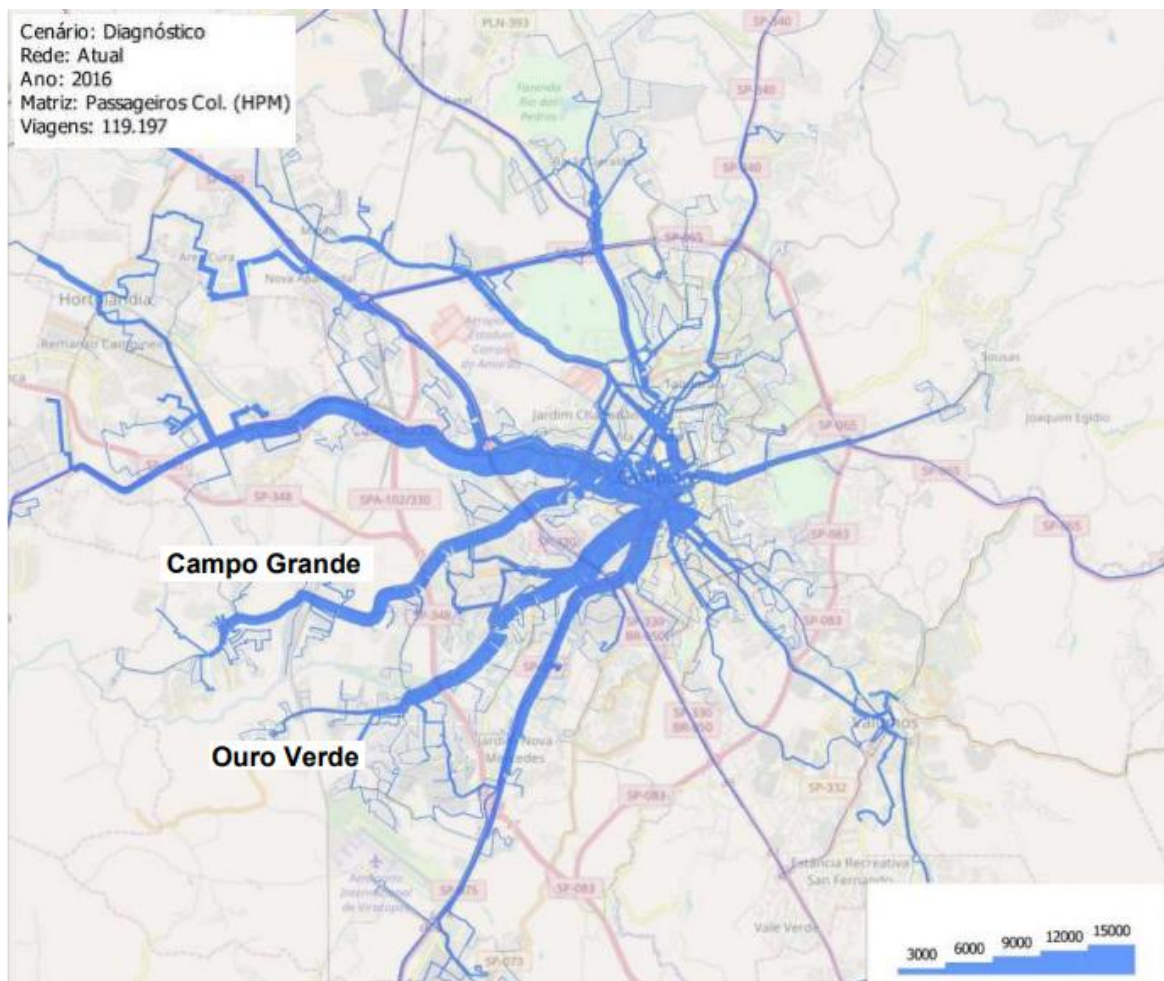
Figura 16 – Mapa do índice de mobilidade por modal coletivo de 2011



Fonte: EMDEC (2017)

O fluxo do modal de transporte público é apresentado na **Figura 17** abaixo, onde os Eixos Campo Grande e Ouro Verde tem sua demanda quase que exclusivamente para o município de Campinas. A maior demanda pelo Transporte Coletivo encontra-se no quadrante Oeste, onde se destaca o Eixo Corredor Noroeste que além de receber os usuários de transporte público de Campinas, recebe passageiros provenientes da RMC com destino à Campinas.

Figura 17 - Carregamento de Passageiros do Transporte Coletivo na RMC (HPM/2016)

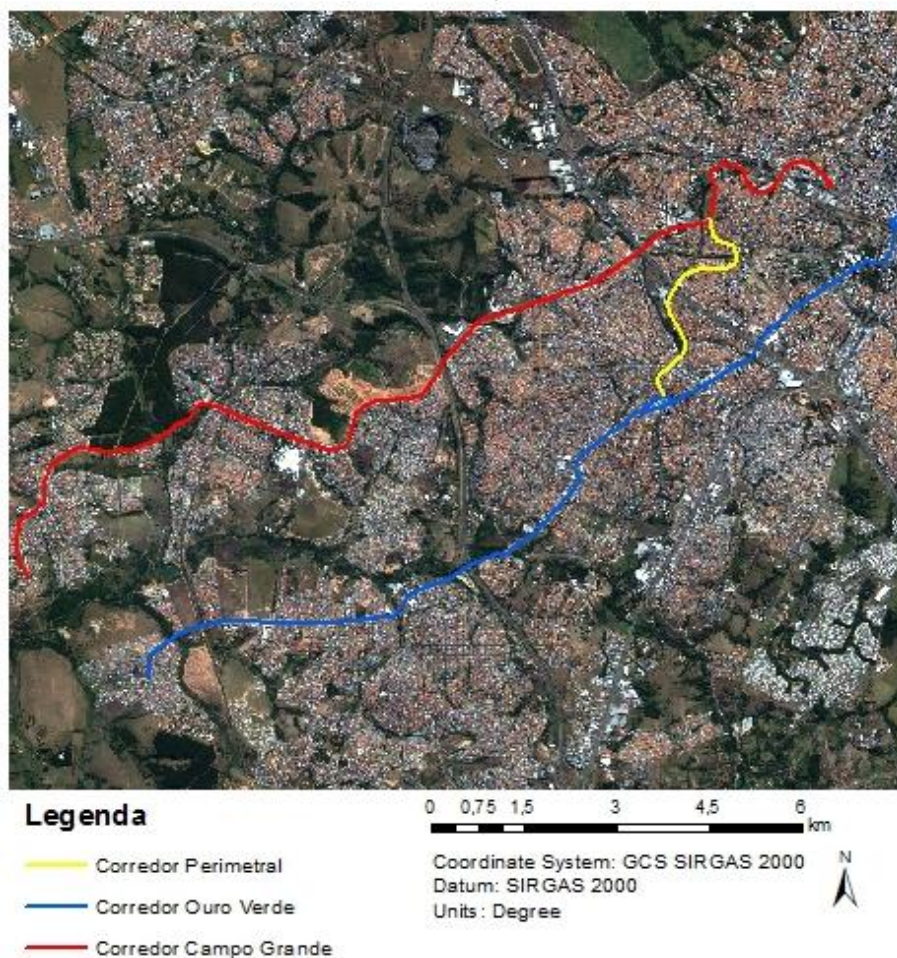


Fonte: EMDEC (2017)

O município de Campinas encontra-se em implantação do sistema BRT, como pode ser visto pela **Figura 18**, na qual podem ser visualizados os corredores Campo Grande, Ouro Verde e Perimetral. O Corredor Campo Grande é formado em sua maior extensão pela Avenida John Boyd Dunlop que possui uma extensão total de 17,9 km, terá 3 terminais, 4 estações de transferências, 3 estações típicas e 11 pontos de parada. Já o corredor Ouro Verde é formado principalmente pela Avenida João

Jorge, Avenida das Amoreiras, Avenida Ruy Rodrigues e Avenida Cumucim com uma extensão de 14,6 km, terá 3 terminais, 5 estações de transferência, 6 estações típicas e 6 paradas. Para ligar estes dois corredores tem-se a implantação do corredor Perimetral que se inicia na Estação Campos Elíseos e segue pelo leito férreo desativado do antigo sistema VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) até o viaduto sobre a Avenida John Boyd Dunlop, totalizando 4,1 km de extensão, e neste corredor estão previstas 4 paradas (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2006B).

Figura 18 – Mapa do sistema BRT em construção no município de Campinas



Fonte: Bandas geoespaciais obtidas INPE (2020) e trabalhadas pelo autor.

O corredor BRT, em vermelho, atenderá a região noroeste do município, como mencionado anteriormente, percorrendo principalmente Avenida John Boyd Dunlop e atendendo diversos polos geradores⁵ de viagem, como Shopping Center, Escolas, Universidades, Centro de saúde e Hospital.

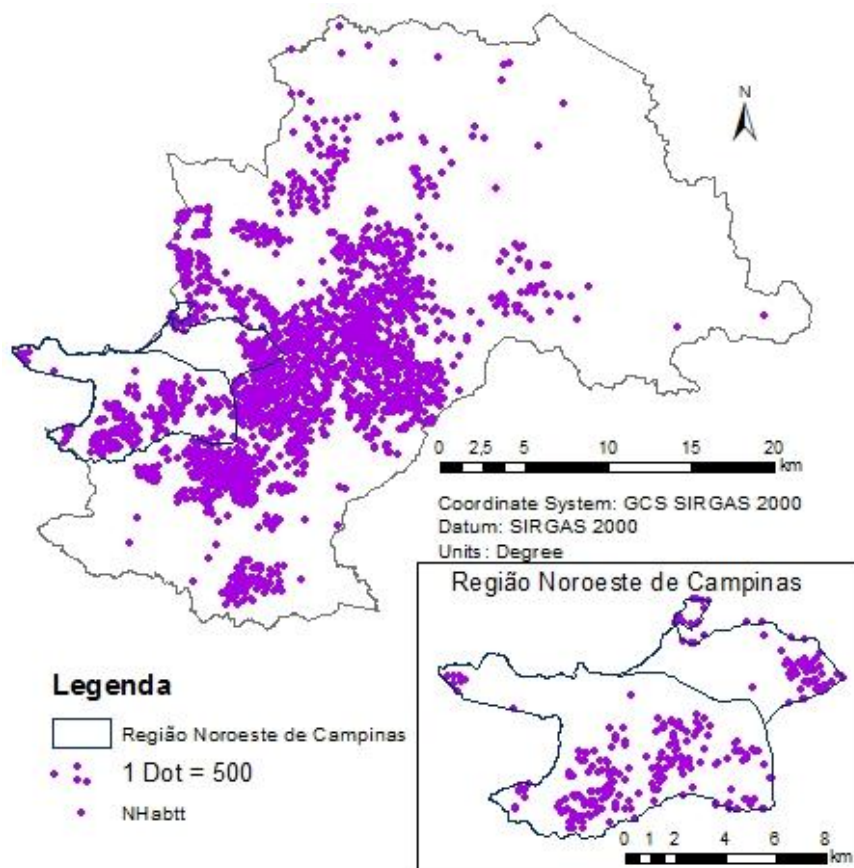
⁵ Polo gerador: Empreendimentos na área urbana que acabam por alterar a dinâmica e acessibilidade da mobilidade urbana em sua área de influencia.

6.3 A região Noroeste do município de Campinas

A região noroeste do município de Campinas, como já mencionado, é ocupada por 133.086 habitantes em 2015, e segundo o Relatório de Informações Sociais do Município de Campinas (2015) é marcada por desigualdades sociais expressas, sobretudo na ausência de renda, além de possuir o maior número de Unidades Habitacionais (UH), com mais da metade das unidades do município. Os Empreendimentos de UH na região noroeste estão localizados na Unidade Territorial Básica (UTB) Residencial Jardim Bassoli com cerca de 2380 casas e na UTB Residencial Sírius com 2620 moradias totalizando 5000 UH na região noroeste (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A).

A seguir é apresentada a **Figura 19** onde se verifica a concentração de habitantes no município de Campinas.

Figura 19 – Mapa do número de habitantes da região noroeste e do município de Campinas



Fonte: Dados geospaciais obtidas DataGeo (2020) segundo Censo 2010 e trabalhados pelo autor.

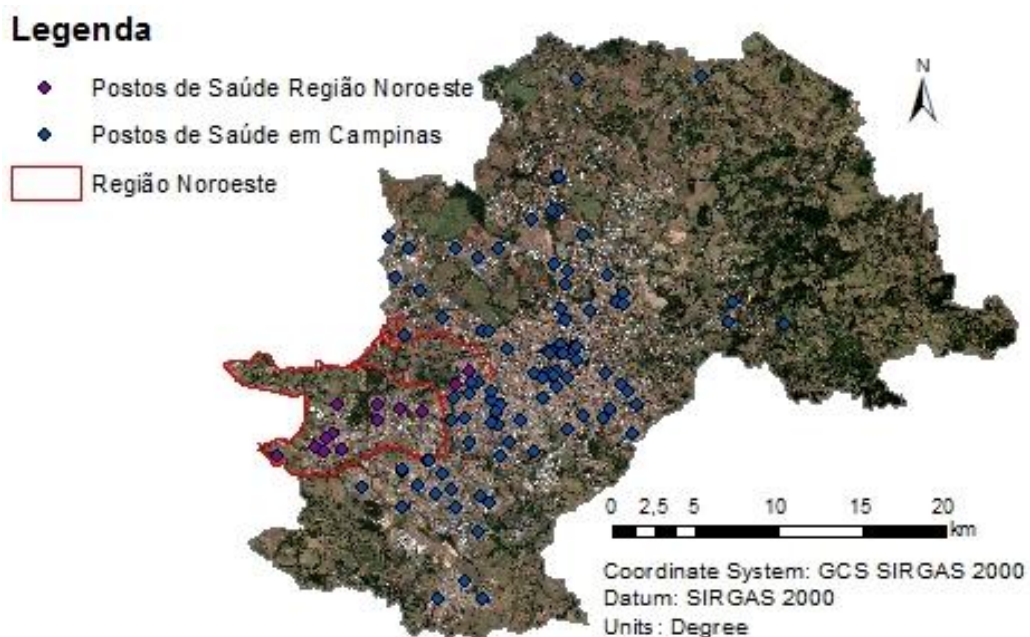
Como pode ser observado na **Figura 19**, os pontos em roxo representam o número de habitantes, sendo que cada ponto representa uma concentração de 500 habitantes, a região noroeste de Campinas segundo a Prefeitura Municipal de Campinas (2019A) estima que na região noroeste de Campinas no ano de 2017 possuía cerca de 145.000 habitantes.

A região noroeste encontra-se com forte expansão econômica, abrigo um complexo de atendimento à saúde, com o Pronto-Socorro do Campo Grande, a Maternidade e o Hospital Universitário Celso Pierro. Outros diferenciais da região Noroeste são as principais rodovias que passam por ela: Rodovia Anhanguera e Bandeirantes, além do Corredor Metropolitano Noroeste, onde estão concentrados cerca de 70% dos usuários de transporte público daquela região. O Corredor Metropolitano auxilia na reorganização do transporte intermunicipal de passageiros na Região Metropolitana de Campinas (RMC) e atende cidades vizinhas como: Hortolândia, Sumaré e Monte Mor (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A).

A região noroeste do município de Campinas dispõe de 67 Unidade Territoriais Básicas(UTB) sendo que a AR 05 conta com 19 UTB e o distrito do Campo Grande conta com 48 UTB (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2020).

A rede de saúde do município e da região noroeste pode ser verificada na **Figura 20** a seguir.

Figura 20 – Mapa com os postos de saúde do município de Campinas



Fonte: Bandas Geoespaciais obtidas do INPE (2020) e Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e trabalhados pelo autor.

O município de Campinas dispõe em sua infraestrutura de Saúde: 84 Centros de Saúde, 5 Prontos Atendimento, 1 Laboratório Municipal, 1 CAISM - Saúde Mulher, 18 Hospitais, 3 Policlínicas e 1 Centro Boldrini. A **Tabela 01** apresenta as unidades de saúde da infraestrutura na região noroeste do município de Campinas.

Tabela 1– Unidades de Saúde da região noroeste de Campinas

Ordem	Unidade de Saúde	CNES
1	Centro de Saúde Doutor Francisco José M. Salles	2023598
2	Centro de Saúde Jardim Lisa	6032362
3	Centro de Saúde Margarida Santos da Silva	2023369
4	Centro de Saúde Campina Grande	6032141
5	Centro de Saúde Vicente Pizani Neto	9725407
6	Centro de Saúde Integração	2022842
7	Centro de Saúde Jardim Rossi	2023067
8	Centro de Saúde Jencabema Fenz (Elizabeth)	3190188
9	Centro de Saúde Maria da Penha Silva Manoel	6865321
10	Centro de Saúde Doutor João Gumercino Guimarães	2022850
11	Centro de Saúde Doutora Veridiana Toledo Nascimento	6032478
12	Pronto Atendimento Doutor Sergio Arouca	
13	Hospital Celso Pierro – PUC	

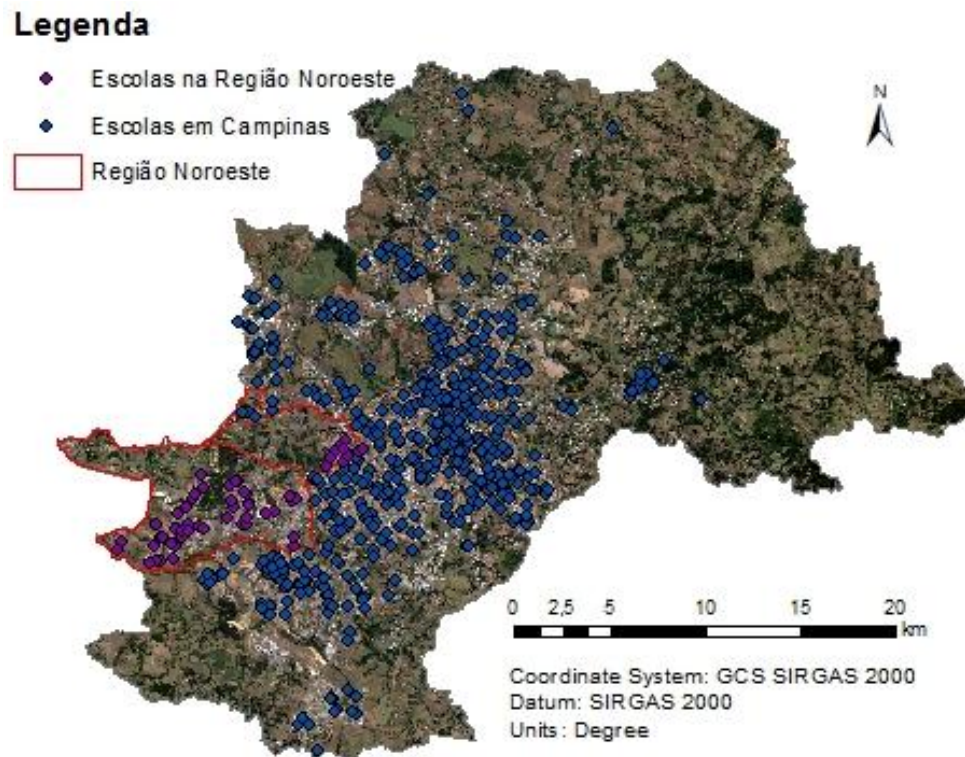
Legenda: CNES –Cadastro Nacional de Estabelecimento de Saúde

Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020).

O Hospital Celso Pierro é um hospital-escola que atende tanto convênios quanto o Sistema Único de Saúde (SUS) e está localizado as margens da Avenida John Boyd Dunlop no bairro Jardim Ipaussurama, que atende principalmente os moradores da região noroeste do município de Campinas, sendo um grande polo gerador de viagens da região e para região.

A região noroeste do município de Campinas conta com 63 instituições de ensino e educação das 605 instituições do município de Campinas como pode ser verificado na **Figura 21**.

Figura 21 – Mapa com as escolas e instituições de ensino da região noroeste e do município de Campinas.

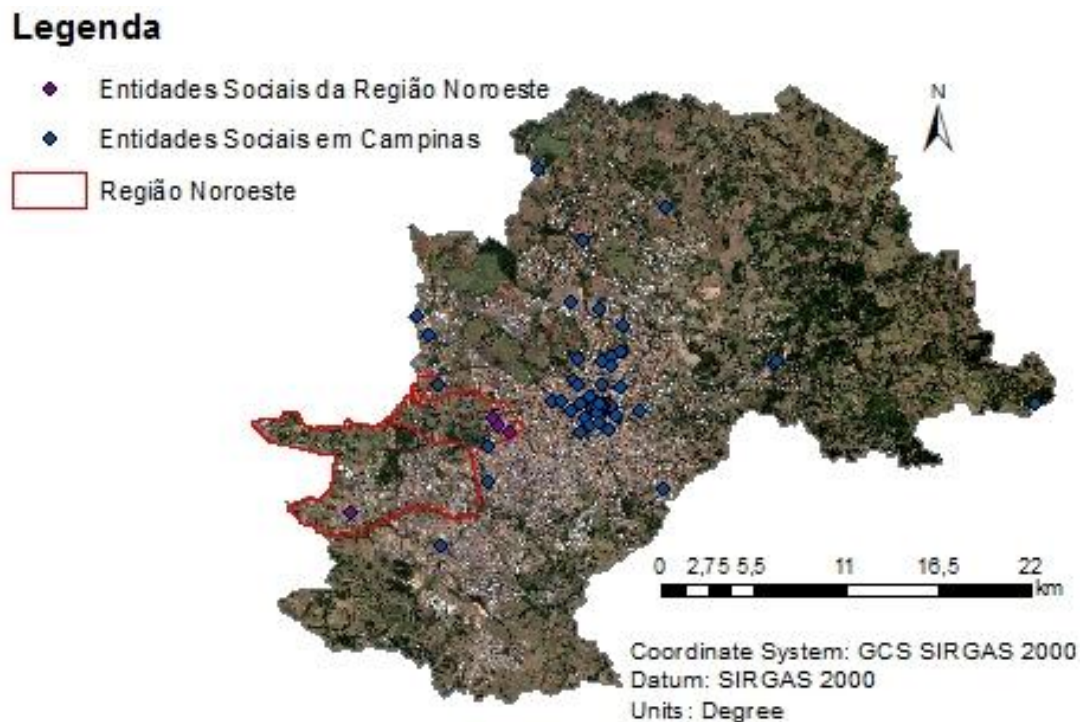


Fonte: Bandas Geoespaciais obtidas do INPE (2020) e Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e trabalhados pelo autor.

Verificou-se que das 605 instituições de ensino e educação do município de Campinas 19 instituições são de nível técnico e 21 instituições de ensino superior. A região noroeste conta com 60 instituições de ensino de educação básica (desde creche as ensino fundamental e médio) e três instituições de nível superior (Pontifícia Universidade Católica de Campinas (Campus II), Faculdade Anhanguera de Campinas (Campus I), e Instituição de Educação de Campinas). As três Instituições de nível superior encontram-se às margens da Avenida John Boy Dunlop. Ao levantar-se a existência de instituições de ensino de nível técnico na região noroeste do município de Campinas não verificou-se nenhuma instalação.

A região noroeste de Campinas é uma região carente de entidades culturais, como pode ser verificado na **Figura 22**. Das 54 entidades sociais mapeadas em Campinas disponíveis a população, apenas 4 delas encontram-se na região noroeste.

Figura 22 – Mapa das entidades culturais da região noroeste e no município de Campinas



Fonte: Bandas Geoespaciais obtidas do INPE (2020) e Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e trabalhados pelo autor.

Dentre as entidades culturais identificadas estão: Casa da Cultura Tainá; Instituto Ibaã; Escola de Samba Rosa de Prata; e Casa da Cultura Itajaí II. Pela ausência de equipamentos culturais e sociais, os jovens desta região acabam ficando em praças e bosques, o que acaba aumentando o índice de vandalismo.

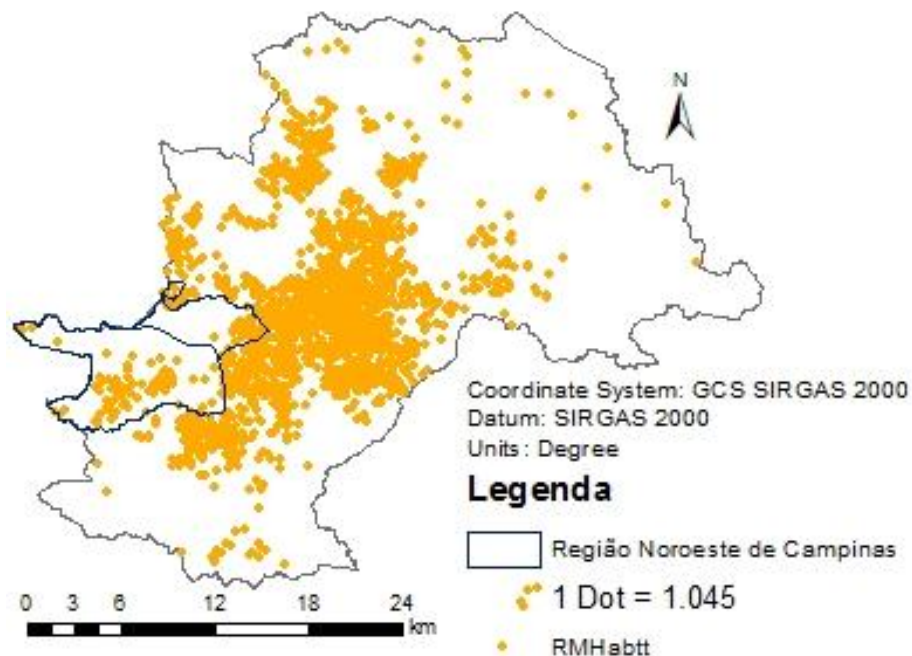
A Violência na região noroeste do município Campinas é marcada principalmente pelos casos de violência do tipo interpessoal, intrafamiliar ou urbana/comunitária, contra as mulheres, crianças e adolescentes, idosos e violência sexual, violência autoprovocada (tentativa de suicídio/suicídio) atendidos pela rede municipal de enfrentamento e prevenção às violências (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A)

O Sistema de Notificação de Violências (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016A) registrou no ano de 2016 um número de notificação de violência na região noroeste do município de Campinas de 243 ocorrências, sendo que deste número 157 ocorrência foram infringidas contra as mulheres.

Ocorreu uma evolução do número de beneficiários do Programa Bolsa Família entre os anos de 2014 a 2016, de 6000 beneficiários passou para 8494

beneficiários em 2016, onde a região Noroeste, que em 2014 era a terceira com maior número de beneficiários, passou a ser a primeira com maior número beneficiários no ano de 2016, dado que mostra que o perfil de renda da população vem mudando, ou seja, há um aumento no número de famílias com renda inferior a R\$170,00 per capita, que estão dentro do perfil do programa e por isso se tornaram beneficiárias (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2016B). A seguir é apresentada a **Figura 23**, onde podemos verificar a renda dos residentes de Campinas.

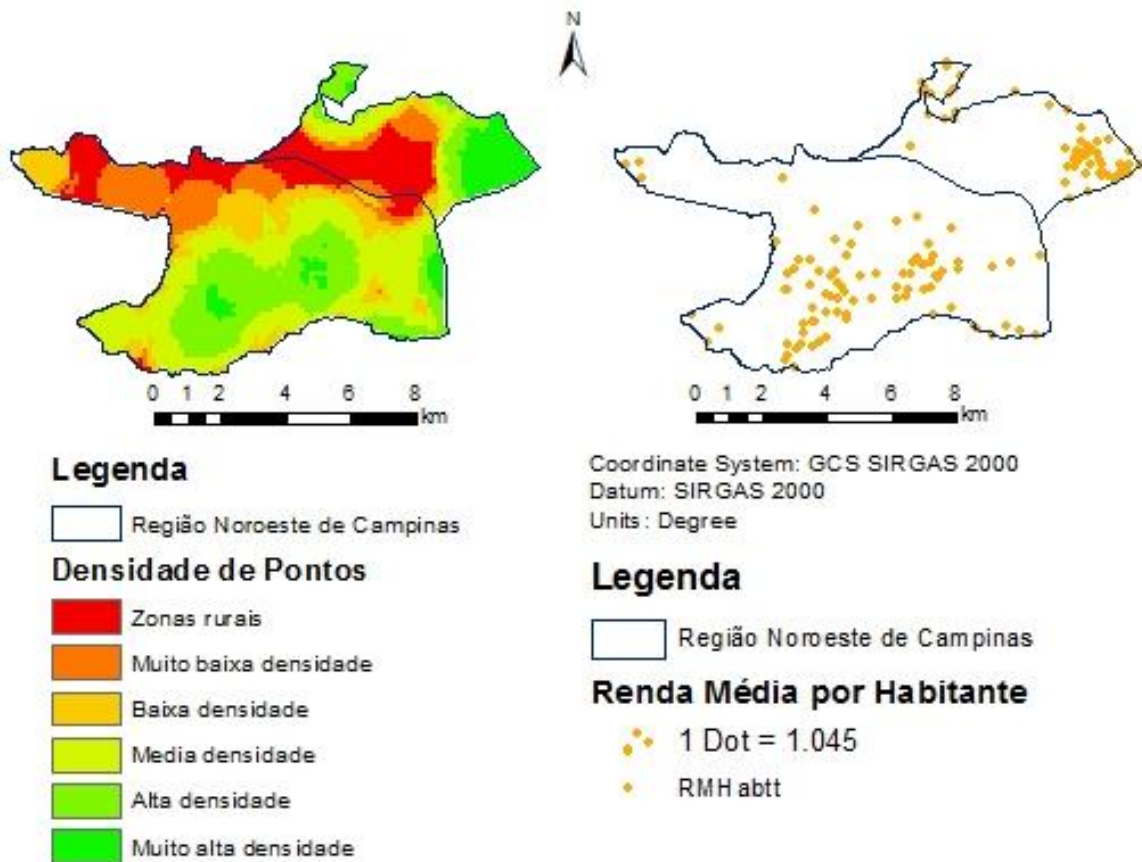
Figura 23 – Mapa da Renda Média por habitante da região noroeste e no município de Campinas



Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) segundo Censo 2010 e trabalhados pelo autor.

A **Figura 23** ilustra em ponto laranja, uma renda média de R\$ 1.045,00 (um mil e quarenta e cinco reais – salário mínimo no ano de 2020) por habitante, onde é possível verificar que a concentração de pontos se encontra principalmente na região central do município de Campinas e para verificar o espriamento da distribuição de renda na região noroeste construiu-se a **Figura 24**.

Figura 24 – Mapas com a apresentação do espriamento de renda da região noroeste



Fonte: Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) segundo Censo 2010 e trabalhados pelo autor.

De acordo com a **Figura 24**, podemos verificar que a distribuição de renda não é uniforme na região noroeste, onde podemos ainda verificar que a principal concentração de renda da região encontra-se próximo a UTB Vila Teixeira, e quando analisamos as zonas periféricas do município a distribuição de renda é ainda menor.

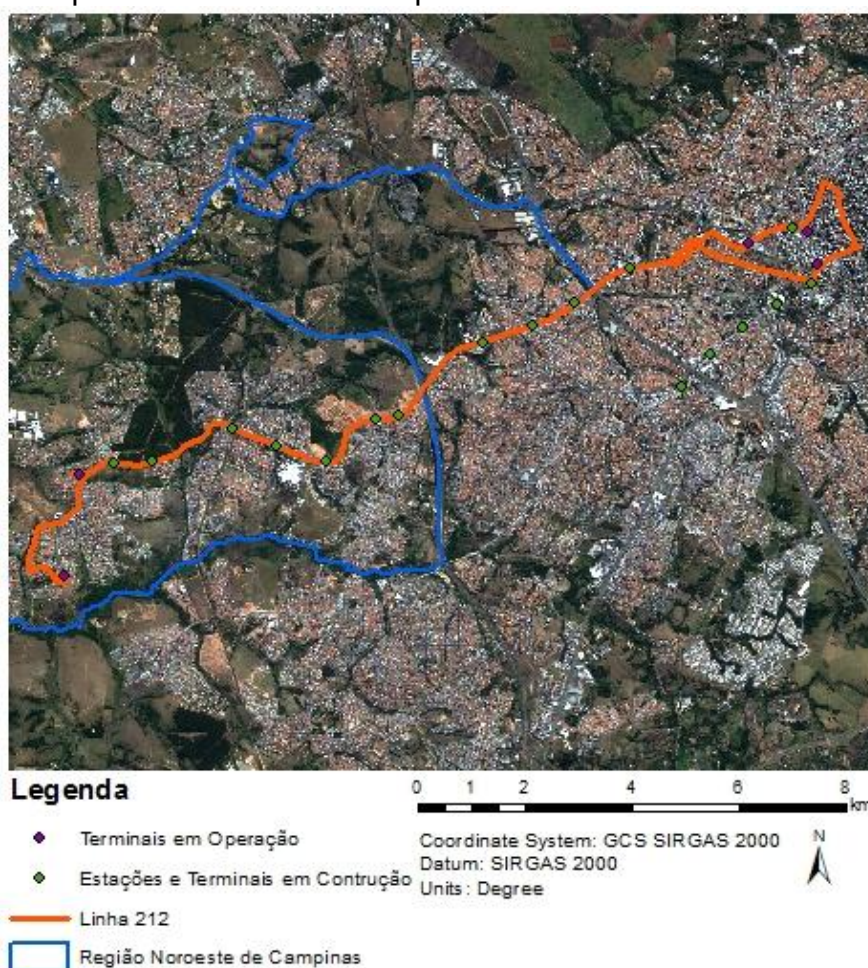
Na região noroeste do município de Campinas a vulnerabilidade não se dá somente por motivo de renda, mas também pela pouca oferta de serviços públicos, onde apresenta-se um índice de pessoas analfabetas ou com baixa escolaridade e também tem uma concentração maior de famílias que dependem dos programas de transferência de renda para garantir sua sobrevivência.

7. TRANSPORTE PÚBLICO DA ÁREA DE ESTUDO

7.1 Caracterização do Transporte coletivo da região noroeste

Com a implantação do Sistema BRT (**Figura 18** – página 72), a região noroeste do município de Campinas terá o Corredor Campo Grande como principal fonte de escoamento para a região Central, sendo formado em sua maior extensão pela Av. John Boyd Dunlop com uma extensão total de 17,9 km, e ainda contendo 3 terminais, 4 estações de transferências, 3 estações típicas e 11 pontos de parada. A EMDEC (2017) estima que no ano de 2020 o número de usuários do transporte público da região noroeste de Campinas seja 131.211 passageiros por dia. A seguir são apresentadas figuras com as principais linhas de ônibus da região noroeste 212, 213 e 214.

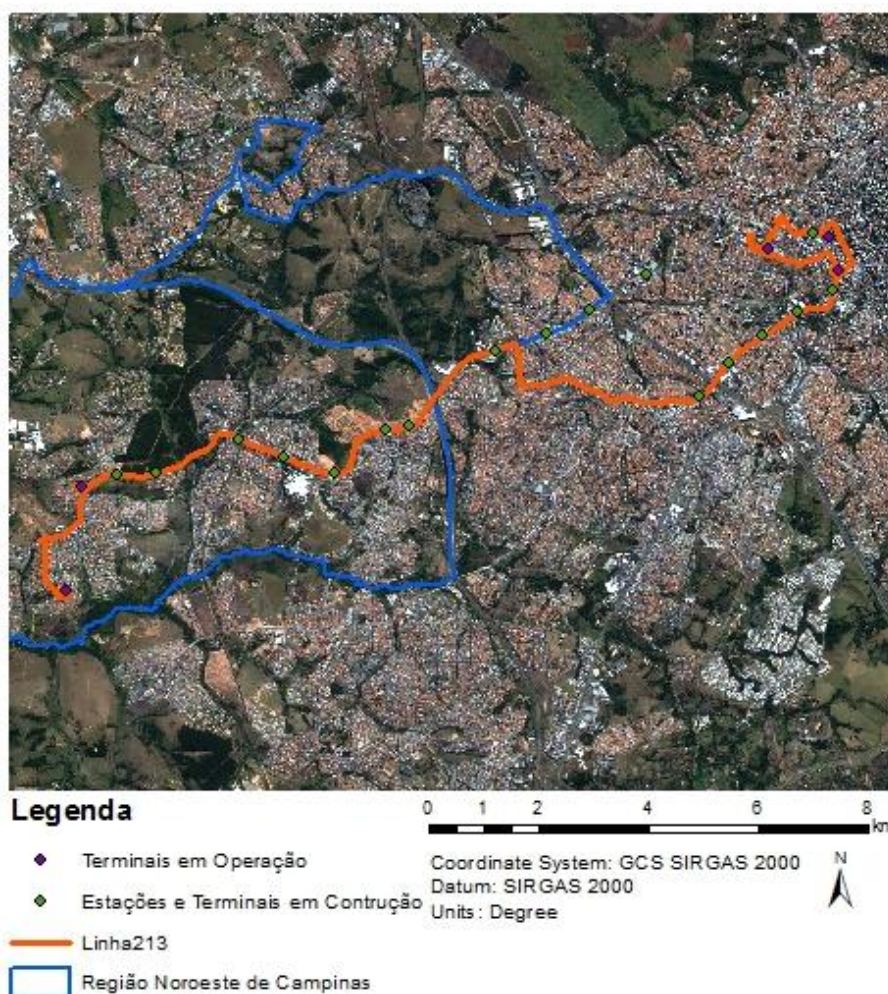
Figura 25 – Mapa com a rota realizada pela linha de ônibus 212.



Fonte: EMDEC (2020); Bandas Geoespaciais obtidas do INPE (2020) e Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e trabalhados pelo autor.

A linha de Ônibus 212 (Terminal Itajaí – Corredor Central) inicia-se seu trajeto no Terminal Itajaí indo na direção do Terminal Campo Grande e, através da Avenida John Boyd Dunlop, escoo para a região central passando pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (Campus II), Faculdade Anhanguera de Campinas (Campus I) e pela IESCAMP (Instituto de Educação Superior de Campinas), adentrando no centro de Campinas e passando pelo Corredor Central, pela Prefeitura Municipal de Campinas, e indo em direção a Rodoviária Municipal de Campinas, para assim voltar em direção à região noroeste do município de Campinas pela Avenida John Boyd Dunlop, passando novamente pelas três instituições de ensino superior, pelo Terminal Campo Grande e posteriormente encerrando a linha no terminal Itajaí. A linha 213 pode ser verificada na **Figura 26** a seguir.

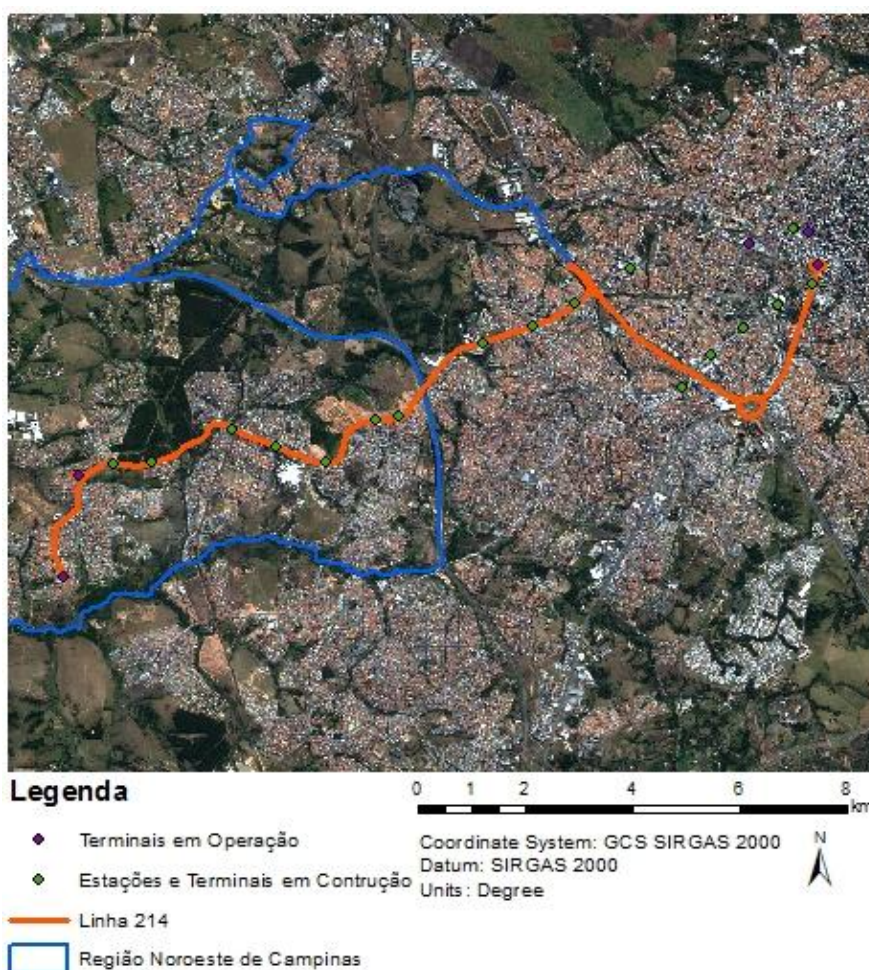
Figura 26 – Mapa com a rota realizada pela linha de ônibus 213.



Fonte: EMDEC (2020); Bandas Geoespaciais obtidas do INPE (2020) e Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e trabalhados pelo autor.

A linha de Ônibus 213 (Terminal Itajaí – Rodoviária de Campinas) inicia o seu trajeto no Terminal Itajaí indo na direção do Terminal Campo Grande e, através da Avenida John Boyd Dunlop, escoa para a Pontifícia Universidade Católica de Campinas (Campus II). Neste ponto a rota diverge da 212, onde o escoamento da linha vai em direção ao balão do laranja, para depois escoar pela Avenida das Amoreiras em direção a região central. Ao chegar no centro do município a rota do ônibus é direcionada para a Rodoviária Municipal de Campinas. Deste ponto, a linha 213 volta em direção a região noroeste do município passando pela Avenida Amoreiras e posteriormente para a Avenida John Boyd Dunlop. Em diante, segue para o Terminal Campo Grande e encerra a linha no terminal Itajaí. O Trajeto da linha 214 é apresentado na **Figura 27** a seguir:

Figura 27 – Mapa com a rota realizada pela linha de ônibus 214.



Fonte: EMDEC (2020); Bandas Geoespaciais obtidas do INPE (2020) e Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e trabalhados pelo autor.

A linha de Ônibus 214 (Terminal Itajaí – Terminal Central) Semi-expressa, é uma linha de ônibus que tem como finalidade o escoamento rápido para o Terminal Central. Seu trajeto possui poucos pontos de parada e tem início no Terminal Itajaí a partir do qual escoa na direção do Terminal Campo Grande e, através da Avenida John Boyd Dunlop, segue para a região central passando pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (Campus II), Faculdade Anhanguera de Campinas (Campus I) e pela IESCAMP (Instituto de Educação Superior de Campinas). Em seguida vai em direção à Rodovia Anhanguera passando pelo Jardim do Trevo, acessando a Avenida Preste Maia indo direto para o Terminal Central de Campinas. A partir do Terminal Central, a Linha 214 volta em direção a região noroeste realizando o mesmo trajeto da ida, voltando pela Avenida Preste Maia, pela Avenida John Boyd Dunlop e passando novamente pelas três instituições de ensino superior, seguindo para o Terminal Campo Grande e posteriormente encerrando a linha no terminal Itajaí.

A seguir é apresentado a **Tabela 2** com todas as linhas identificadas da região noroeste segundo a EMDEC (2020):

Tabela 2 – Linha de ônibus que atende a região noroeste de Campinas

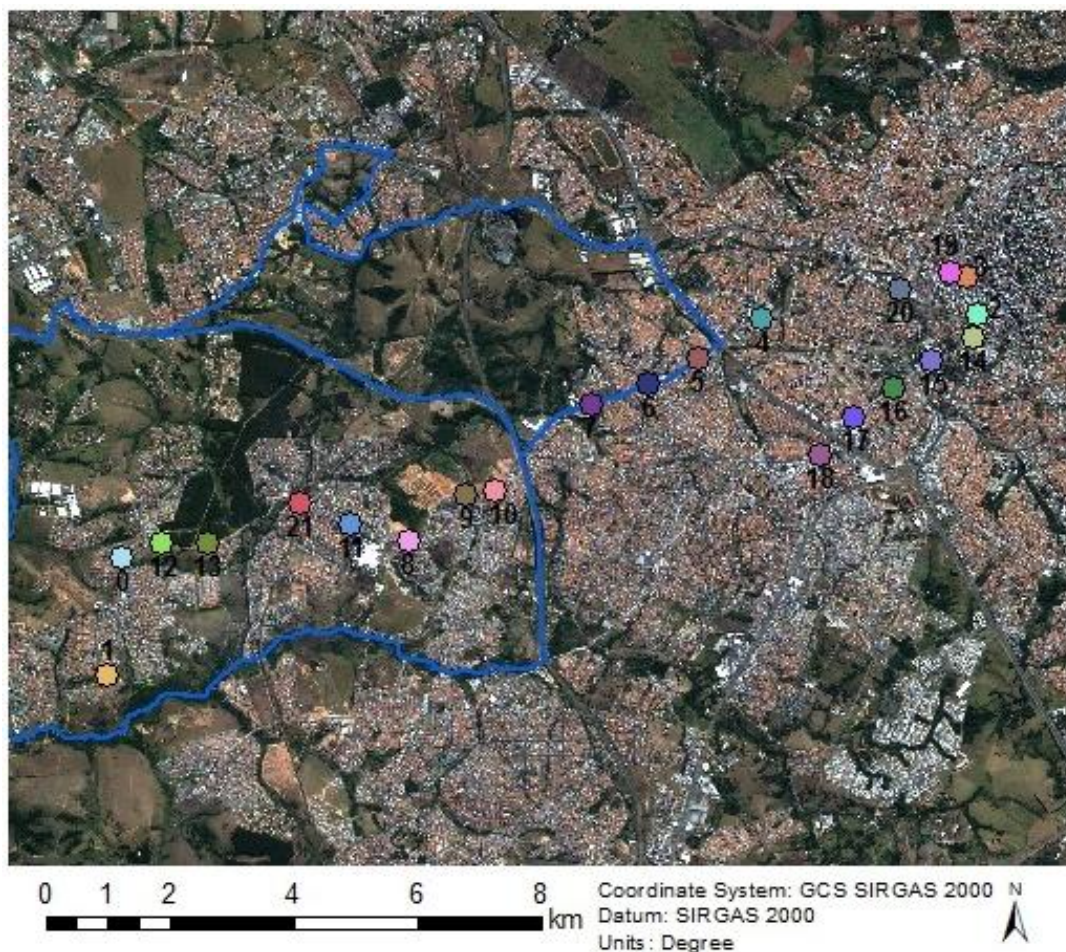
Linha	Origem	Destino
123	Terminal Ouro Verde	Terminal Campo Grande
200	Terminal Campo Grande	Jardim Novo Maracanã
201	Terminal Campo Grande	Jardim Santa Rosa
202	Terminal Campo Grande	Jardim Valença II
203	Terminal Campo Grande	Campina Grande
204	Terminal Campo Grande	Parque da Floresta
205	Terminal Campo Grande	Terminal Ouro Verde
206	Terminal Campo Grande	Santa Clara
207	Terminal Campo Grande	Jardim Novo Mundo
208	Terminal Campo Grande	Jardim Maracanã
209	Terminal Campo Grande	Cruzeiro do Sul
210	Terminal Campo Grande	Terminal Barão Geraldo
211	Terminal Campo Grande	Shopping Iguatemi
212	Terminal Itajaí	Corredor Central
213	Terminal Itajaí	Rodoviária de Campinas
214	Terminal Itajaí	Terminal Central
215	Terminal Campo Grande	Jardim Bassoli
216	Terminal Campo Grande	Residencial Colinas Nascentes
217	Terminal Campo Grande	Residencial São Luiz
220	Terminal Campo Grande	Cambuí

221	Terminal Central	Satélite Iris IV
222	Terminal Central	Jardim Florence
223	Terminal Central	Satélite Iris III
224	Terminal Central	Residencial Sirius
225	Terminal Central	Residencial Sirius II
229	Terminal Central	Jardim Florence II
231	Terminal Central	Satélite Iris I
239	Terminal Ouro Verde	Shopping das Bandeiras


Fonte: EMDEC (2020).

O sistema BRT, em implantação no município de Campinas, contribuirá para o transporte público da região noroeste de Campinas, pelo fato de conceder estações e terminais de transferência para os ônibus. A **Figura 28** apresenta os terminais e estações concebidos que melhorarão o desempenho das principais linhas de ônibus da região noroeste.























Figura 28 – Mapa com os terminais e estações de ônibus contemplados pelo BRT



Legenda

 Região Noroeste de Campinas

Locais

 10 - Estação Bandeirantes	 18 - Estação Shopping Campinas
 9 - Estação Bela Aliança	 4 - Estação Shopping Unimart
 13 - Estação Esperança	 17 - Estação Tenda Atacado
 11 - Estação Florence	 12 - Novo Terminal Campo Grande
 5 - Estação Garcia	 19 - Novo Terminal Mercado
 7 - Estação Hospital Celso Pierro	 20 - Rodoviária de Campinas
 15 - Estação Hospital Mario Gatti	 0 - Terminal Campo Grande
 16 - Estação Hospital da Mulher	 2 - Terminal Central
 14 - Estação João Jorge	 1 - Terminal Itajai
 6 - Estação Londres	 3 - Terminal Mercado
 21 - Estação Rossin	 8 - Terminal Satele Iris

Fonte: Bandas Geoespaciais obtidas do INPE (2020) e Dados geoespaciais obtidas DataGeo (2020) e trabalhados pelo autor.

Vale ressaltar que na Figura 28 as estações e terminais apresentados são de atendimento às linhas 212, 213 e 214. O projeto BRT irá beneficiar as regiões Noroeste e Sul do município (Distrito do Ouro Verde) e, por consequência, beneficiar a população de Campinas.

O Sistema BRT como um todo atenderá cerca de 425 mil usuários do transporte público de Campinas (aproximadamente 40 % da população de Campinas), transportando diariamente 250 mil passageiros por dia (aproximadamente 38 % dos usuários de transporte público coletivo municipal), tendo uma extensão total entre seus três corredores de 36,6 km, 29 paradas típicas, 9 estações de transferência e 5 terminais de ônibus. A construção do sistema BRT ainda vai melhorar a infraestrutura viária de Campinas com a construção de 16 novas pontes e viadutos (EMDEC, 2017).

7.1.1 Validação de dados através de registro fotográficos

A seguir é apresentada a **Figura 29**, na qual pode-se observar o Terminal Itajaí na região noroeste do município Campinas.

Figura 29 – Terminal Itajaí



Fonte: Próprio Autor.

O Terminal Itajaí é um terminal aberto à população onde não se realiza a cobrança de tarifa antes da entrada no terminal. No momento da visita o terminal não apresentava um *display* ou *toten* informativo das condições do transporte público e dos veículos para a população. Já o Terminal Campo Grande apresenta cobrança de tarifa externa onde os usuários realizam o pagamento antes de adentrarem ao terminal. A **Figura 30** apresenta o Terminal Campo Grande.

Figura 30 – Terminal Campo Grande



Fonte: Próprio Autor.

O Terminal Campo Grande apresenta um painel com folhetos de horários de saída de alguns ônibus para a região dos bairros, ainda dispõe de um relógio digital de fácil visualização para a população, entretanto não dispõe de *display* ou *toten* informativo aos usuários.

O Terminal Central, como pode ser visto na **Figura 31**, não apresenta uma cobrança de tarifa externa, entretanto dispõe de um local de informação aos usuários com atendentes e vários relógios digitais, entretanto, não identificou-se *display* ou *toten* informativo para os usuários.

Figura 31 – Terminal Central



Fonte: Próprio autor.

A seguir são apresentadas as **Figura 32** e **Figura 33** que mostram infraestrutura de ônibus disponível à população da região noroeste do município de Campinas, ônibus convencionais, biarticulos e superarticulados; as fotos foram registradas na entrada e saída do Terminal Campo Grande.

Figura 34 – Ônibus Biarticulado



Fonte: Google Imagens (2020C)

Figura 33 – Ônibus Convencional



Fonte: Google Imagens (2020D)

O sistema BRT em implantação na Avenida John Boyd Dunlop apresenta-se como uma melhoria na mobilidade urbana de Campinas. Para visualizar esta benfeitoria é apresentada a **Figura 34** e a **Figura 35**, nas quais podemos ver as obras de construção do Sistema BRT na frente do Shopping Unimart na Avenida John Boyd Dunlop. Estas imagens foram obtidas na data de 04 de abril de 2020, sendo registradas em cima da ponte rotatória construída no BRT. Em seguida são apresentadas as **Figura 36** e **Figura 37** com a evolução das obras na Avenida John Boyd Dunlop.

Figura 34-Construção BRT (04/03/20) **Figura 35**-Construção BRT (04/03/20)



Fonte: Próprio autor.



Fonte: Próprio autor.

Figura 36 – Obra BRT (23/11/20)



Fonte: Próprio autor.

Figura 37 – Obra BRT (23/11/20)



Fonte: Próprio autor.

Como pode ser observada a construção do sistema BRT beneficiará a mobilidade urbana desta região.

7.2 Caracterização do Sistema de Transporte Inteligente de Campinas

O município de Campinas vem realizando a implantação do STI que conta com um conjunto de soluções tecnológicas específicas, cujo objetivo principal é o de proporcionar aos seus usuários o conforto, segurança e a confiabilidade necessária Política de Transporte e Trânsito de Campinas (2006), dentre eles.

- Sistema de Bilhetagem Eletrônica: Todos os veículos do sistema possuem validador eletrônico que permite a adoção da tarifa temporal.

- Sistema de Câmeras: os veículos estão dotados de Circuito Fechado de TV, proporcionando o monitoramento de embarque e desembarque dos passageiros e sua movimentação interna.

- Roteirização de Trajetos: o Sistema de Informação ao Usuário (SIU) conta com a ferramenta chamada “Como Chegar”, através da qual é possível inserir as informações de Origem e Destino e obter não apenas os pontos de parada para embarque e desembarque, mas as linhas a serem utilizadas e os pontos de conexão.

- Monitoramento de Frota: Em 2015 foi inaugurado o Núcleo de Monitoramento de Transporte, que possibilitou o acompanhamento dos veículos que operam as linhas da rede de transporte público do município em tempo real. Foram instalados os módulos AVL's em toda a frota vinculada do município, proporcionando a transmissão de dados de localização via sistema GPS/GPRS.

- Aplicativo de Previsão de Chegada: Aplicativo que oferece aos usuários a informação da previsão de chegada dos veículos nos pontos de parada, itinerário das linhas, relação de linhas que atendem o ponto, previsão de duração da viagem, imagem do local do ponto de parada etc.

- CIMCAMP: Central Integrada de Monitoramento de Campinas composta pelos seguintes sistemas:

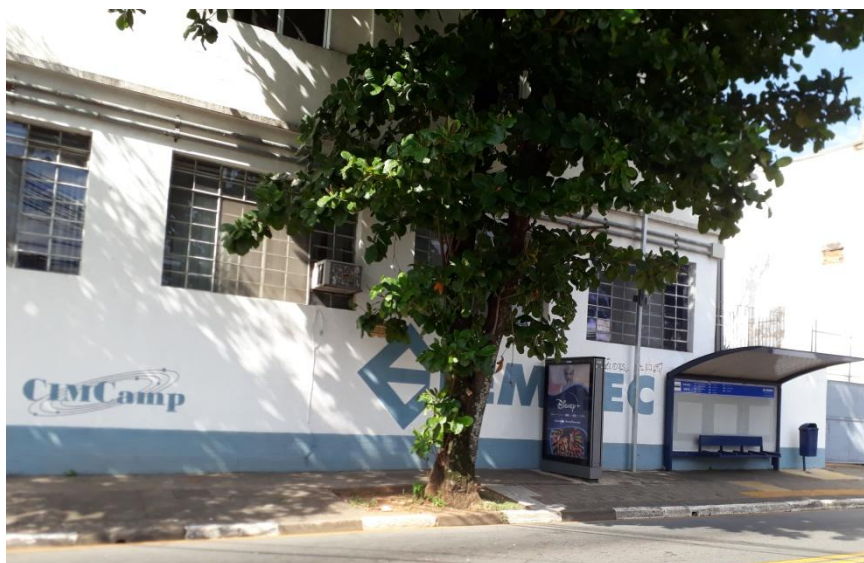
- Sistema Semafórico: reprogramações em tempo real;
- Sistema de Parquímetro: sistema de estacionamentos;

- Sistema de Controle do Transporte Público: acompanhamento do sistema de transporte público e reorganização de horários e itinerários de acordo com a necessidade;
- Sistema de painéis de mensagens variáveis;
- Sistema de LAP - Leitura de placas de veículos.

7.2.1 Validação de dados através de registro fotográficos

A CIMCamp encontra-se instalada na Rua Doutor Salles de Oliveira, número 1028, no mesmo prédio da EMDEC Campinas, como pode ser visto na **Figura 38** a seguir:

Figura 38 – Fachada do Prédio da CIMCamp e EMDEC



Fonte: Próprio autor.

Antes mesmo da implantação do Sistema BRT na Avenida John Boyd Dunlop, a via dispunha de semáforos e radares em pontos de sua extensão. A **Figura 39**, apresenta um semáforo com radar na Avenida John Boyd Dunlop em frente da Escola Estadual Elvira de Pardo Meo Muraro, próximo à Estação Florence.

Figura 39 – Semáforo e Radar



Fonte: Próprio autor.

Dentro dos Terminais Itajaí, Campo Grande e Central, é possível identificar agentes de mobilidade urbana do município de Campinas acompanhando os horários de entrada e saída dos ônibus para itinerários. A **Figura 40** apresenta um veículo da EMDEC e agentes de mobilidade realizando o acompanhamento dos ônibus em operação.

Figura 40 – Agente de mobilidade urbana dentro do Terminal Central



Fonte: Próprio autor.

Os ônibus de transporte público urbano no município de Campinas não dispõem de cobradores, como já mencionado, têm-se terminais que realizam a cobrança externa, entretanto os usuários podem utilizar-se de *Smart Card* ou de aplicativo para a realização do pagamento da tarifa, como pode ser visto na **Figura 41** e na **Figura 42**.

Figura 41- Aplicativo Transurc Smart



Fonte: Google Imagens (2020E)

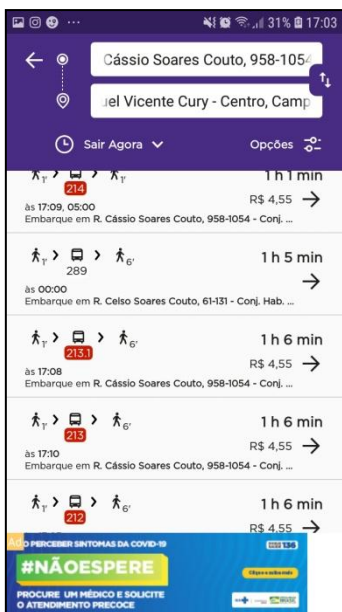
Figura 42- Smart Card de Campinas



Fonte: Google Imagens (2020F)

O sistema de Informação ao usuário identificado no estudo é composto por dois aplicativos que apresentam uma tabela de horários, a previsão de partida de ônibus e a previsão de chegada. A **Figura 43** e a **Figura 44** apresentam os aplicativos supracitados.

Figura 43 – Aplicativo CittaMobi



Fonte: Próprio autor.

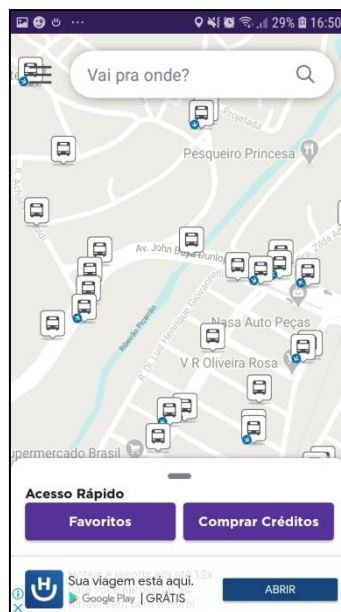
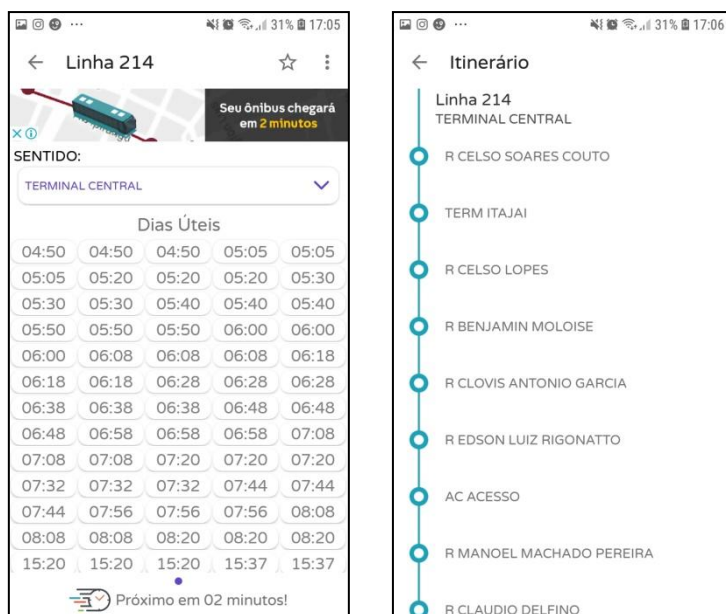


Figura 44 – Aplicativo Hora do Ônibus



Fonte: Próprio autor.

A **Figura 43** apresenta o Aplicativo CittaMobi⁶ que consegue formar rota de acordo com a sua localização de partida e o destino com previsão de chegada e partida. Este aplicativo não é de exclusividade do município. A EMDEC fornece a plataforma do CittaMobi acesso ao banco de dados do núcleo de monitoramento de transporte possibilitando o aplicativo realizar previsões com precisão estimada de 92% (EMDEC, 2017).

No caso da **Figura 44**, pode-se observar que para sair do Terminal Itajaí com destino ao Terminal Central de Campinas tem-se um tempo estimado de 1 hora de traslado. Já a Figura 37 apresenta o Aplicativo Hora do Ônibus que apresenta uma tabela com horários de partidas e itinerários realizados pelos ônibus do transporte público de Campinas.

⁶ CittaMobi: desenvolvido em 2014 pela Citta Tecnologia em Desenvolvimento de Soluções de São Paulo, presente em mais de 200 cidades brasileiras em 13 estados.

8. ANÁLISE DO STI DE CAMPINAS

O levantamento das tecnologias para STI utilizadas internacionalmente e nacionalmente, possibilitou comparar as tecnologias STI da região noroeste do município de Campinas, conforme pode ser visto na **Quadro 5** a seguir:

Quadro 5 – Análise das tecnologias inteligente em STI dos lugares pesquisados.

Local	CCO	APTS	ATMS	SMTR	SIMD	FISC	CPU	BE	BRT
Coréia do Sul	x	x		x	x	x		x	x
Londres (Inglaterra)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sidney (Austrália)	x	x	x	x	x			x	x
Estados Unidos da América	x	x	x	x	x	x		x	x
Barcelona (Espanha)	x	x	x	x	x		x	x	x
Fortaleza (Ceara)	x	x						x	
Rio de Janeiro (RJ)	x	x		x				x	x
Porto alegre (SC)	x	x	x	x		x		x	x
Curitiba (PR)	x	x	x	x		x		x	x
Belo Horizonte (MG)	x	x		x		x		x	
Goiânia (GO)	x	x		x				x	
São Paulo (SP)	x	x	x	x		x		x	x
CAMPINAS	x	x	x	x		x		x	x*
REGIÃO NOROESTE	x	x	x	x*		x		x	x*

Legenda: * em implantação; CCO – Centro de Controle Operacional; APTS – Sistemas Avançados de Transporte Público; ATMS – Sistema Avançados de

Gerenciamento de Tráfego; SMTR – Sistema de Monitoramento em Tempo Real; SIMD – Sistema de Integração de Modais; FISC – Fiscalização eletrônica de Veículos; CPU – Cobrança de Pedágio Urbano; BE – Bilhetagem Eletrônica; BRT – Corredores exclusivos para Ônibus.

O CCO é parte fundamental da operação do STI. Ao levantar as tecnologias inteligentes para transporte público, verificou-se que no âmbito internacional e nacional todos os locais são providos de um CCO que opera em conjunto com diversos sistemas assegurando a eficiência e qualidade dos serviços prestados aos usuários do sistema de transporte público. O município de Campinas utiliza-se da CIMCamp como centro de controle operacional e de integração.

Como os APTS oferecem uma resposta aos problemas de confiabilidade dos sistemas de transporte público, através de um conjunto de tecnologias inteligentes (como: SAO; AVL; ATIS; SPS; entre outros), sua aplicação é necessária. No Brasil ou no exterior o APTS é utilizado de forma a aumentar a mobilidade, conveniência e segurança de seus usuários. O município de Campinas, não distante desta realidade, utiliza-se de tecnologias APTS. A região noroeste do município de Campinas dispõe destas tecnologias implantadas no município e com a construção do Sistema BRT as tecnologias APTS tendem a se tornarem ainda mais eficientes para a gestão e os usuários.

Os ATMS realizam gerenciamento do tráfego através de tecnologias para a redução do congestionamento das vias e garantir segurança. Internacionalmente os ATMS são bem consolidados, sendo uma tecnologia avançada aplicada em sistemas de sinalização, segurança no trânsito e gerenciamento de congestionamento e rotas. Nacionalmente, o ATMS não se encontra consolidado a todas as localizações levantadas, uma vez que, para a operação no transporte público coletivo, é necessário ter-se infraestrutura inteligente (veículos inteligentes, vias inteligentes, iluminação inteligente, semáforos Inteligente, pontos de ônibus inteligente, estações e terminais de ônibus inteligentes). O município de Campinas já dispõe de algumas tecnologias do ATMS e com a construção do BRT as tecnologias deste sistema serão ainda mais aplicadas.

Internacionalmente e Nacionalmente o SMTR é muito empregado uma vez que realiza o monitoramento em tempo real das condições do tráfego e envia

ao CCO as imagens obtidas, permitindo gerenciar as condições do transporte público. O município de Campinas realiza o monitoramento em tempo real em pontos estratégicos. No momento da visita à região noroeste do município de Campinas não foi possível identificar câmeras de monitoramento em tempo real às margens da Avenida John Boyd Dunlop, principalmente pelo fato desta via estar em obras, entretanto espera-se que o sistema BRT em implantação possa trazer consigo esta benfeitoria para a região desta tecnologia.

O SIMD promove a padronização e integração de forma tecnologia da infraestrutura para a operação do sistema de transporte público coletivo, através dos diversos tipos de modais disponíveis a população. Mundialmente temos o atendimento da população aumentado pelos diversos tipos de modais que vêm ganhando espaço. Para a promoção da integração no município de Campinas, recentemente surgiram novos modais para a ampliação da rede de transporte dos cidadãos como o patinete motorizado e bicicletas. Estes modais alternativos em virtude da Pandemia COVID-19 acabaram sofrendo uma pressão e no momento do estudo sua disposição encontra-se limitada. Contudo, ainda não se tem um meio único de pagamento para os diversos modais disponíveis. Vale ressaltar que no momento desse estudo a rede de acesso para os terminais Itajaí e Campo Grande é realizada pela operação de ônibus que saem dos terminais para os bairros da região noroeste, e tanto o terminal Itajaí quanto o terminal Campo Grande não dispõem de bicicletários para os usuários.

A FISC é uma tecnologia que se encontra em plena operação no Brasil e no mundo, e em Campinas a fiscalização é realizada por câmeras de monitoramentos e radares instalados em diversos pontos do município.

A CPU é uma proposta desafiadora tendo em vista que se cobra um pedágio para a circulação de veículos em regiões centrais. No contexto internacional existem locais, principalmente em grande centro urbanos que se utilizam desta tecnologia como Londres (Inglaterra) e Barcelona (Espanha). Nacionalmente não foi possível verificar estados que se utilizam desta tecnologia. Entretanto, a Cidade de São Paulo (São Paulo) dispõe de um rodízio para a diminuição de veículos em circulação no município e na cidade de Campinas, como medida de redução de veículos, cobra-se o uso de estacionamento público a partir da utilização de um *ticket* Zonal Azul, porém esta ação não se categoriza como CPU.

A BE é um marco na otimização da cobrança de tarifa em veículos tanto no contexto Internacional quanto Nacional. Esta tecnologia encontra-se bem consolidada e no município de Campinas a BE foi implantada no ano de 1997 (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2019A).

O sistema BRT ganhou espaço internacional à medida que aperfeiçoou o transporte coletivo através dos seus corredores exclusivos para ônibus e estratégias de otimização de transporte público. No Brasil a cidade de Curitiba (Paraná) ganhou reconhecimento internacional pelo seu pioneirismo nesta questão e cada vez mais temos esta tecnologia sendo implantada em regiões metropolitanas nacionais. No desenvolvimento deste trabalho (2020) encontra-se em construção o sistema BRT de Campinas que tem como finalidade melhorar a eficiência e segurança do transporte urbano coletivo da cidade.

Por fim, uma subcategoria do APTS, pode ser de grande importância para a gestão do transporte público no momento de pandemia Covid-19 enfrentada pelo mundo. A Contagem Automática de Passageiros (CAP) pode auxiliar na gestão e no controle da lotação dos veículos, principalmente como medida para controle sanitário, de forma a fornecer informação tanto para a gestão do transporte público como, aos usuários de forma a evitar superlotação nos ônibus para contenção da propagação da doença.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento urbano associado à ideia de cidades inteligentes é uma realidade em constante evolução para obter informações relevantes sobre os serviços disponibilizados pelas cidades e como estes serviços estão interagindo entre si. O Sistema de Transporte Inteligente (STI) apresenta, não só, a possibilidade de melhorar a segurança e mobilidade dos usuários no transporte público coletivo, como também a de aumentar a produtividade das pessoas e a diminuição dos efeitos nocivos do tempo perdido para deslocamento.

Neste trabalho, estabeleceu-se o STI de acordo com levantamento bibliográfico realizado, como sendo as aplicações de tecnologias inteligentes ao transporte público ou privado para a promoção de soluções, a fim de melhorar a eficiência do sistema, a informação, a comunicação e a segurança dos usuários.

O STI aplicado ao sistema de transporte público busca melhorar alguns indicadores que expressam a qualidade do serviço ofertado ao usuário, entre eles o controle, ordenamento e pontualidade do sistema, fornece aos usuários informações de qualidade com segurança.

Definiu-se ainda, de acordo com a bibliografia, Sistema de Transporte Público Coletivo Inteligente (STPCI) como sendo aplicações de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) aos diversos tipos de modais dispostos pelas cidades para a promoção de um Sistema Inteligente, melhorando a eficiência, beneficiando-se a gestão, o gerenciamento da demanda, a integração entre modais, a segurança e a informação aos usuários.

Para a operação eficiente do STPCI deve-se empregar estratégias de forma que os serviços de transporte público coletivos sejam ricos em informação para os vários atores envolvidos, de forma que a informação é a principal estrutura de um sistema inteligente.

Levantou-se que as principais tecnologias inteligentes aplicadas nos STI com base na TIC's para o transporte público coletivo, de acordo com as Cidades inteligentes nacionais e internacionais são: Centro de Controle Operacional; Sistemas Avançados de Transporte Público; Sistema Avançados de Gerenciamento de Tráfego; Sistema de Monitoramento em Tempo Real; Fiscalização eletrônica de Veículos; Bilhetagem Eletrônica.

A melhoria do transporte público coletivo vai muito além da construção de infraestrutura física, o processo de evolução do sistema de transporte público coletivo para inteligente, necessita de uma gestão inteligente e usuários inteligentes para a consolidação de nova perspectiva quanto ao termo inteligente.

O Sistema BRT é uma tecnologia que melhora o sistema de transporte público urbano e em conjunto com as tecnologias inteligentes do STI, proporcionam uma melhor mobilidade urbana para seus usuários. No ano de desenvolvimento desta dissertação a administração pública de Campinas encontrou-se implantando o Sistema BRT para a região do Distrito do Campo Grande e para o Distrito do Ouro, ainda realizando uma ligação entre estes corredores com a construção do pelo Corredor Perimetral.

A implantação do sistema BRT tende a garantir a maior fluidez na circulação viária e maior eficiência para o transporte público, com consequente redução do consumo de combustível e de emissões de poluentes nos corredores. O Sistema BRT em conjunto com o STI tem o potencial para revolucionar a sistema convencional de transporte público, apresentando-se como a opção mais em benefício do planejamento de viagens por parte dos usuários.

Contudo, diversos os autores (SILVA, 2000; ANTP, 2012; WEISS, 2014; GASPAR et. al, 2016; QUINTERI, 2018; JORDÃO, 2018; REED, 2019) reconhecem o município de Campinas como Cidade Inteligente estando no 10º Lugar de ranking geral nacional de *Smart City* no ano de 2016, dispondo de um STI composto por: Centro de Controle Operacional, Sistemas Avançados de Transporte Público, Sistema Avançados de Gerenciamento de Tráfego, Sistema de Monitoramento em Tempo Real, Fiscalização eletrônica de Veículos e Sistema de Bilhetagem Eletrônica.

De forma geral, ao confrontar as tecnologias inteligentes existentes na região noroeste e no município de Campinas para o STI, conclui-se neste trabalho que a região noroeste vem ganhando atenção da administração pública com a implantação do sistema BRT, onde tem-se as implantações de tecnologias inteligentes nos terminais e estações para o transporte coletivo urbano. A cidade desenvolveu um Sistema de Transporte Público Coletivo Inteligente e vem realizando investimentos a fim de ampliar o atendimento das tecnologias às áreas periféricas do município para se promover como Cidade Inteligente, principalmente pelo documento PECCI (2019).

Entretanto, benfeitorias poderiam ser realizadas implementando o Sistema de Transporte Inteligente da região noroeste do município de Campinas, como por exemplo, a implantação de um Sistema de Prioridade Semafórico e um sistema de Contagem Automática de Passageiros em ônibus poderiam auxiliar no planejamento e na gestão do serviço de transporte da região. O uso de outros modais para a rede de acesso aos terminais poderia ser incentivado com a construção de bicicletário nos terminais. Como as cidades inteligentes baseiam-se na TIC, a procura por tecnologias e Sistema de Comunicação e transmissão de Dados é necessária à medida que o sistema se torna inteligente. A ausência de *display* e *toten* nos terminais em operação é uma necessidade de melhoria no STI de Campinas que poderia ocorrer para a melhoria no SIU. Ressalta-se que a implantação do Sistema BRT na região noroeste, deve promover uma melhoria no SIU com a instalação de postos de informação, *display* e *totens* interativos multisserviços para os usuários do transporte coletivo.

A tecnologia Contagem Automática de Passageiros (CAP) instalada dentro em ônibus por laços magnéticos para contagens de passageiros aparece no momento deste estudo como uma tecnologia que pode auxiliar na gestão e no controle da lotação dos veículos, principalmente como medida para controle sanitário, de forma a fornecer informação tanto para a gestão do transporte público como, aos usuários de forma a evitar superlotação nos ônibus para contenção da propagação da doença.

Contudo, a garantia de um STI no transporte público coletivo urbano, encontra-se além de tecnologias implantadas e da disposição do município, uma vez que a operação parcial do sistema não garante a qualidade desejada no transporte público ou ainda, a ausência e/ou ineficiência de um Sistema de Informação e Transmissão de Dados prejudica o Sistema de Informação ao Usuário dificultando não apenas a operação do sistema pelos gestores como também limitando as informações para os usuários melhor se planejarem para as suas viagens.

10. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES, PROJETO: Avaliação de condições para ampliação da utilização de sistema de cobrança eletrônica nas praças de pedágio de rodovias federais, **Relatório Final de Projeto**, 2017. Disponível em <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/Avaliacao_de_condicoes_para_ampliacao_da_utilizacao_de_sistema_de_cobranca_eletronica_nas_pracas_de_pedagio_de_rodovias_federais.pdf>acesso em mai. 2020.

ALBINO, V.; BERARDI, U.; DANGELICO, R.M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. **J. Urban Technol.** v. 22, p. 3–21, 2015.

ARBEX, R. O., CUNHA, C. B.; Avaliação das mudanças nas velocidades das linhas de ônibus da cidade de São Paulo após a implantação de faixas exclusivas através da análise de dados de GPS. **TRANSPORTES**, v. 24, n. 4, 2016. DOI: 10.14295/transportes.v24i4.1008

ARCE, R. M., ALONSO, C. M., SmartMobility in Smart Cities, **CIT2016 – XII Congresso de Ingeniería del Transporte**, Valencia, 2016, DOI: 10.4995/CIT2016.2016.3485.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE URBANO - ANTP; **Sistemas Inteligentes de Transporte – ITS**, 2012.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE URBANO - ANTP; **Estudo do Impacto Potencial do Transporte por Aplicativo no Transporte Público por Ônibus**, Estudos de Caso: São Paulo e Belo Horizonte, 2019.

BATISTA, C. P., Sistemas Inteligentes De Transporte: Uma Abordagem Voltada Ao Contexto, **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Salvador, BA, Brasil, (2013)

BENEVOLO, C.; DAMERI, R.; D'AURIA, B. Smart Mobility in Smart City. In **Empowering Organizations — Enabling Platforms and Artefacts**, v. 11, 2016.

BENITES, A. J.; **Análise das cidades inteligentes sob a perspectiva da sustentabilidade: o caso do Centro de Operações do Rio de Janeiro**, dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2016.

BITTENCOURT, G. R., **Sistemas Avançados De Transporte Público: Análise Das Tecnologias Empregadas Na Cidade De Porto Alegre**, Trabalho de conclusão apresentado a Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012

BOSCH, *et al.* **“CITY keys Indicators for Smart City Projects and Smart Cities.”** p. 305, 2017. Disponível em: <<http://nws.eurocities.eu/MediaShell/media/CITYkeysD14Indicatorsforsmartcityprojectsandsmartcities.pdf>>, acesso em mai. 2019.

BRANCO, A. M., Reflexões sobre o problema dos transportes, **Rev. dos Transportes Públicos** - ANTP - Ano 33 – 2011.

BRAGA, A. S., **Análise do processo de gestão de sistema de transporte público coletivo de regiões metropolitanas [manuscrito]: estudo dos casos de Recife e Belo Horizonte**, dissertação (mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Manual de BRT - *Bus Rapid Transit*: Guia de planejamento**, p. 898, 2008

BRASIL; **Política Nacional de Mobilidade Urbana**; Lei nº 12.587, de 3 de Janeiro De 2012.

BRASIL, **Lei Nº 13.979, de 6 de Fevereiro de 2020**, Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019, 2020A.

BRASILIA: Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano; **Sistemas Inteligentes de Transporte – ITS**, 53p., 2013.

BRASILIA, **Portaria Nº 356, de 11 de Março de 2020**, Dispõe sobre a regulamentação e operacionalização do disposto na Lei nº 13.979/2020, 2020B.

CASTILHA, E. D. **Avaliação da qualidade do transporte coletivo em Foz do Iguaçu-pr: um desafio de mobilidade urbana**, dissertação de mestrado do programa de pós-graduação em políticas públicas de desenvolvimento, Foz do Iguaçu- PR, 2017

CASTRO, R., O Brasil tem que quebrar o paradigma. **Smart cities**. 2016. Disponível em: <<http://smart-cities.pt/pt/noticia/brasil-tem-de-mudar-paradigma2406>>. Acesso em: abr. 2019.

CEDER, A. **Public transit planning and operation: theory, modeling and practice**. 1st ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2007.

COCCHIA, A.; Smart and digital city: A systematic literature review. **Rev. Smart City**, p. 13-43, DOI <10.1007/978-3-319-06160-3_2.>, 2014.

COSTA, R. M.; **O Papel da Supervisão Ambiental e Proposta de Avaliação de Desempenho em obras Rodoviárias**, São Paulo, 2010. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-08022010-04633/publico/Dissertação_Roberta_Maria_Costa.pdf> acesso em mai. 2020.

CUNHA, M. A., PRZEYBILOVICZ, E., MACAYA, J. F. M., BURGOS, F. **Smart Cities: transformação digital de cidades**. São Paulo, 2016

CUNHA *et al.* **Sistemas de Transporte Inteligentes: Conceitos, Aplicações e Desafios**, 2017. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/317170523_Sistemas_de_Transporte_Inteligentes/citation/download> acesso em ago. 2020.

DAMASCENO, A. V. O.; **CitySpeed: uma ferramenta para coleta e visualização de velocidades veiculares em cidades inteligentes**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2018.

DAVIS, S. C.; BOUNDY, R. G. Transportation Energy Data Book: Edition 38.2, E-Book, Energy and Transportation Science Division, **Oak Ridge National Laboratory**, disponível em < https://tedb.ornl.gov/wp-content/uploads/2020/02/TEDB_Ed_38.pdf > acesso em nov. 2020.

DEWALSKA-OPITEK, A., Smart city concept - The citizens' perspective. **Telematics - Support for Transport**, p. 331-340, 2014, DOI: 10.1007/978-3-662-45317-9_35.

EMDEC, **Elaboração do Plano Viário do Município de Campinas/SP**, Etapa 4, Revisão 3, 2017, disponível em < http://www.emdec.com.br/eficiente/repositorio/1SiteNovo/Plano_Mobilidade_Urbana_2019/21455.pdf> acessado em jan. 2021.

EMDEC, **Sistema de informação ao Usuários**, Como chegar /Consulta Linha, 2020, disponível em < <http://www.emdec.com.br/ABusInf/consultarlinha.asp>> acessado em set. 2020.

EPTV, **Passageiros de ônibus denunciam lotação 10 dias após início da fase verde em Campinas; Emdec nega alta de usuários**, 2020, disponível em <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2020/10/20/passageiros-de-onibus-denunciam-lotacao-10-dias-apos-inicio-da-fase-verde-em-campinas-emdec-nega-alta-de-usuarios.ghtml>> acesso em nov. 2020.

FARIA, R. F. R., Políticas Federais De Transporte Público: A Difusão E Implantação Do Sistema BRT (*Bus Rapid Transit*) Em Cidades Brasileiras, **Revista Caminhos de Geografia**, DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196724>, v. 19, n. 67, 2018.

FARIA, R. R. C.; **O Estatuto da Cidade e o Transporte Público Coletivo como Instrumento Para a Implantação da Mobilidade Urbana Sustentável**. Dissertação (mestrado) – Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, MG, 2010.

FERREIRA, M. L.; **Automação de metodologia para avaliação de passageiros para transportes públicos na mobilidade urbana por meio da tecnologia RFID**, Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015

GASPAR, J. V.; AZEVEDO, I. S. C.; TEIXEIRA, C. S. Análise do ranking connected smart cities, **Revista Ciki**, 2016.

GALON, H. E., **Sistema De Rastreamento E Controle De Recursos De Um Veículo Utilizando Um Smartphone Android**, Pato Branco, 2014. Disponível em <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4068/1/PB_COENC_2014_1_04.pdf> acesso em mai. 2020.

GOOGLE IMAGENS, **Figura retirada da internet**, disponível em <https://www.google.com/search?q=transito+congestionado+avenida+john+boyd+dunlop&sxsrf=ALeKk01Zz-h76QaYQ_DUyo0IPpT1hTfv1A:1607172673949&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwip4Mri8LbtAhXqJrkGHXL1AHAQ_AUoA3oECAUQBQ&biw=1350&bih=640#imgrc=7IZLIDDCf43rOM> acesso nov. 2020, 2020A.

GOOGLE IMAGENS, **Figura retirada da internet**, disponível em <https://www.google.com/search?q=transito+congestionado+avenida+john+boyd+dunlop&sxsrf=ALeKk01Zz-h76QaYQ_DUyo0IPpT1hTfv1A:1607172673949&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwip4Mri8LbtAhXqJrkGHXL1AHAQ_AUoA3oECAUQBQ&biw=1350&bih=640#imgrc=bZKxNjLRKIPFJM> acesso nov. 2020, 2020B.

GOOGLE IMAGENS, **Figura retirada da internet**, disponível em <https://www.google.com/search?q=onibus+transporte+publico+da+regi%C3%A3o+campo+grande+campinas&sxsrf=ALeKk03Rlv7_fhYPspZc1JQXCQ5dbrj89g:1607173923006&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiFkZe29bbtAhUXE7kGHSr_AU4Q_AUoAnoECAUQBA&biw=1350&bih=640#imgrc=qk6lUpNGDTuQYM> acesso nov. 2020, 2020C.

GOOGLE IMAGENS, **Figura retirada da internet**, disponível em <https://www.google.com/search?q=onibus+transporte+publico+da+regi%C3%A3o+campo+grande+campinas&sxsrf=ALeKk03Rlv7_fhYPspZc1JQXCQ5dbrj89g:1607173923006&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiFkZe29bbtAhUXE7kGHSr_AU4Q_AUoAnoECAUQBA&biw=1350&bih=640#imgrc=wIN2UJJGAZ8kCM> acesso nov. 2020, 2020D.

GOOGLE IMAGENS, **Figura retirada da internet**, disponível em <https://www.google.com/search?q=aplicativo+smart+transurc&tbm=isch&ved=2ahUKEwjMydy39bbtAhUhAtQKHVf2CKkQ2-cCegQIABAA&oq=aplicativo+smart+transurc&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECAAQzocCAA6BQgAELEDOggIABCxAxCDAToGCAAQCBAeOgQIABAYOgYIABAKEBhQu9sRWM6vEmCIsRJoAHAAeAWAAdSliAGOZJIBDzAuNi4xLjEuMC4zLjMuNZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scIent=img&ei=JofLX8yeDqGE0AbX7KPICg&bih=640&biw=1350#imgrc=1A0OIZFUnQfXfM> acesso nov. 2020, 2020E.

GOOGLE IMAGENS, **Figura retirada da internet**, disponível em <https://www.google.com/search?q=bilhete+unico+campinas&tbm=isch&ved=2ahUKEwiN-_HI9rbtAhWDL7kGHYIzCmYQ2-cCegQIABAA&oq=bilhete+unico+campinas&gs_lcp=CgNpbWcQAziECCMQJzICCAAYAggAMgIIADICCAAYAggAMgIIADICCAAYAggAMgIIADoICAAQsQMqgwE6BQgAELEDOgQIABBDDUM_FCVjP4wlgpeUJJaABwAHgBgAG8BYgB6CuSAQsyLTMuMS4zLjQuMZgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&scIent=img&ei=VojLX434KIPf5OUPgueosAY&bih=640&biw=1350#imgrc=z7hgTFNACTX0gM> acesso nov. 2020, 2020F.

GUIMARAES, P. B. V., XAVIER, Y. M. A.; *Smart Cities e Direito: Conceitos e Parâmetros de Investigação da Governança Urbana Contemporânea*, **Revista de Direito da Cidade**, v. 8, n. 4, 2016, DOI: 10.12957/rdc.2016.23685.

GREENGARD, S.; “Smart transportation network drive gains,” **Communications of the ACM**, v. 58, n. 1, p.25-27, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, **Censo demográfico 2010**, Brasil, 2017. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=350950>>. Acesso em abr. 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2017). **Estimativa populacional de 2017**. Rio de Janeiro

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2019). **Estimativa populacional de 2019**. Campinas, São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2020). **Frota de veículos**. Campinas, São Paulo.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS AMBIENTAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO – DATAGEO, **Metadados**, 2020. Disponível em <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em mai. 2020

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAIS – INPE (2020), Divisão de geração de imagens, **Catálogo**, disponível em <<http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>> acesso em set. 2020.

JORDÃO, K. C. P.; **Cidades Inteligentes: Uma proposta viabilizadora para transformação das cidades brasileiras**, dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP, 2016.

LAM, D., HEAD, P., Sustainable urban mobility. In: **Energy, Transport, & the Environment**. Springer, London, p. 359-371, 2012.

LEITE, C.; **Inteligência Territorial: Cidades Inteligentes com Urbanidade**. Artigo do Caderno FGV Projetos, 2015.

LERNER, J. **Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano**, Curitiba: NTU, 2009, disponível em <<https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635109537433018893.pdf>> acessado em jan. 2021.

LIM, S.; Intelligent transport systems in Korea, **International Journal of Engineering and Industries**, v. 3, n. 4, 2012, doi: 10.4156/IJEI.vol3.issue4.7.

LOBLER, M. L. *et al.*; Sistema Integrado Municipal: Uma Alternativa para a Melhoria da Mobilidade Urbana, **Encontro de Administração Pública e Governança**, p. 17, Vitória, 2010.

LOMBARDO, A.; **Canaletas Exclusivas de Transporte Coletivo: Impacto Sobre a Mobilidade Urbana de Curitiba**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

MAGALHÃES, M. T. Q., ARAGÃO, J. J. G., YAMASHITA, Y.; Definição de transporte: uma reflexão sobre a natureza do fenômeno e objeto da pesquisa e ensino em transportes, **Transportes**, v. 22, n. 3 (2014), p. 1–11.

MENEGHELLO, M. P. C.; **Inovação em Transporte: Implantação do Sistema BRT em uma Cidade de Médio Porte: O caso de Uberada**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2017.

MINGUELL, F. L.; “Public Transport Governance in Greater Barcelona”, Discussion Paper, **International Transport Forum**, Paris, 2018.

MIRANDA, H. F.; **Mobilidade Urbana Sustentável e o caso de Curitiba**, Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos, 2010.

MIYABUKURO, E, **Sistema de Monitoramento de Transporte Coletivo em Tempo Real Via GPS para Smartphone**, Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em Bacharel em Ciência da Computação, Universidade Regional de Blumenau, 2015.

NASAR, V.; VIEIRA, M. L. H., O compartilhamento de informações no transporte público com as tecnologias RFID e NFC: uma proposta de aplicação, **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2017, DOI: 10.1590/2175-3369.009.002.AO12.

NETO, O. L.; Um novo quadro institucional para os transportes públicos: condição para a melhoria da mobilidade e acessibilidade metropolitana, **Transporte em tempos de reforma: estudos sobre o transporte urbano**, p. 193-216, Natal, 2004.

NTU, Mobilidade Inteligente, Cidades Inteligentes, **Revista NTUrbano**, Ed. 40, 2019. Disponível em <<https://ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub637061368577198274.pdf>>, acesso em nov. 2020.

PINNA, F., MASALA, F., GARAU, C., Urban Policies and Mobility Trends in Italian Smart Cities, **Sustainability**, v. 9, Italy, 2017, DOI:10.3390/su9040494.

PLANMOB - Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, **Ministérios das Cidades**, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Caderno de Subsídios – Planos Diretores**, Secretário Municipal de Desenvolvimento Econômico, Social e Turismo, Campinas-SP, 2006A. Disponível em <<http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/plano-diretor-2006/>>. Acesso em mai. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Política de Transporte e Trânsito de Campinas**, Premissas Consideradas No Plano Diretor De Transporte, Trânsito E

Mobilidade Urbana, Campinas-SP, 2006B. Disponível em < http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/plano-diretor-2006/doc/tr_trapol.pdf>. Acesso em mai. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Plano Local de Gestão: Macrozona 5**, Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Campinas-SP, 2007. Disponível em < <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/seplama/planos-locais-de-gestao/doc/cadmz5.pdf> >. Acesso em nov. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Relatório De Informações Sociais Do Município De Campinas**, Secretaria Municipal De Cidadania, Assistência E Inclusão Social, Campinas-SP, 2016A. Disponível em <https://smcais-vis.campinas.sp.gov.br/sites/smcais-vis.campinas.sp.gov.br/files/arquivos/relatorio_de_informacoes_sociais_campinas_-_2016_0.pdf >. Acesso em mai. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Diagnóstico da Situação Atual da Mobilidade Urbana de Campinas**, Secretaria Municipal de Transporte e Trânsito, Campinas-SP, 2016B. Disponível em <https://planodiretor.campinas.sp.gov.br/timeline/timeline/24_materiais_recebidos_leitura_cidade//diag_situacao_atual_mobilidade_urbana_Campinas.pdf>. Acesso em mai. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Planejamento Estratégico Campinas Cidade Inteligente 2019-2029**, Secretaria Municipal de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Campinas-SP, 2019A. Disponível em < <http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/desenvolvimento-economico/pecc-2019-2029.pdf>>. Acesso em mai. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Plano De Mobilidade Urbana De Campinas**, Secretaria Municipal De Transporte, Campinas-SP, 2019B. Disponível em <http://www.emdec.com.br/eficiente/repositorio/1SiteNovo/Plano_Mobilidade_Urbana_2019/21486.pdf >. Acesso em mai. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, **Decreto Nº 20.782, de 21 de Março de 2020**, Declara situação de calamidade pública, estabelece regime de quarentena ... disponível em <<https://bibliotecajuridica.campinas.sp.gov.br/index/visualizaratualizada/id/135456>> acesso em nov. 2020.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTAVEIS, Melhor mobilidade, menos trafego, **Congestionamento – Campinas, SP**, media aritmética mensal dos congestionamento, disponível em < <HTTPS://2013-2016-indicadores.cidades-sustentaveis.org.br/br/SP/campinas/congestionamento> > acesso em jan. 2021.

QUINTERI, H. S.; MEYER, I. V.; SPECHIT, P. C. **A Cidades e Comunidades Inteligentes**, Programa de Pós-Graduação em Administração e Programa de Pós-Graduação em Economia FEA/PUC-SP, São Paulo, 2018.

REED, T. *Global Traffic Scorecar*, **INRIX Research**, *Intelligence That Moves The World*, 2019. Disponível em < https://static.poder360.com.br/2019/02/INRIX_2018_Global_Traffic_Scorecard_Report__final_.pdf > Acesso em mai. 2020

SADIKU, M. N. O.; SHADARE, A. E.; MUSA, S. M.; *Smart Transportation: A Primer*, **Rev. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**, v. 7, n. 3, 2017

SANTOS, S. R. B.; PASSOS, S. R. L.; **Smart Parking: Uma Aplicação Para Estacionamento em Cidades Inteligentes**, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – Sergipe, 2017

SANTOS, A. S.; **Sistemas inteligentes de transporte: um panorama das tendências e caminhos de pesquisa**, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2015.

SCHEIN, A. L. **Sistema de Informação ao usuário como estratégia de fidelização e atração**. 2003. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

SCHEWEL, L.; KAMMEN, D. M.; “*Smart transportation: synergizing electrified vehicles and mobile information systems*,” **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 52, n. 5, pp. 24-35, 2010.

SHAPIRO, J. M.; *Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital*, **The Review of Economics and Statistics**, 2006, p. 324-335, DOI: <https://doi.org/10.1162/rest.88.2.324>.

SILVA, D. M. **Sistemas Inteligentes no transporte público coletivo por ônibus**. 2000. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

SIMÃO, M. M. B, FIRMINO, R. J.; A construção social de um sistema de mobilidade inteligente: mapeando controvérsias no caso do *Swisspass*, **Caderno Metropolitano de São Paulo**, v. 21, n. 44, 2019, <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2019-4414>.

SOUZA, E. M. F. R., CRUZ, C. B. M., RICHTER, M.; O Uso de Geotecnologias em Sistema de Transporte e Organização Urbana no Brasil, **Revista Mercator**, Universidade Federal do Ceara, 2014, DOI: <https://doi.org/10.4215/rm2014.1301.0011>.

TfL - *TRANSPORT FOR LONDON; Central London congestion charge. Impacts monitoring. Fifth annual report*, Londres, 2007. Disponível em: < <http://content.tfl.gov.uk/central-london-congestion-charging-impacts-monitoring-sixth-annual-report.pdf> >. Acesso em: mai. 2020.

TORRES, H. M. **Eficiência, equidade e aceitabilidade do pedágio urbano**. 2007. 333 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

WEISS, M. C., BERNARDES, R. C., & CONSONI, F. L. **Cidades inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras**, 2014

WEISS, M. C., BERNANDES, R. C., CONSONI, F. L.; **Cidades Inteligentes como Nova Prática para o Gerenciamento dos Serviços e Infraestrutura Urbana: A experiência da cidade de Porto Alegre**, **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2015, DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.007.003.a001>.

WILHEIM, J., **Mobilidade urbana: um desafio paulistano**, **Estudos Avançados**, ed. 27, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Coronavirus disease (COVID-19). Situation Report - 142**. Disponível em <https://www.who.int/docs/default-source/coronavirus/situation-reports/20200610-covid-19-sitrep-142.pdf?sfvrsn=180898cd_6, acesso em nov. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Overview of public health and social measures in the context of COVID-19 (Interim guidance)**. Disponível em <<https://www.who.int/publications/i/item/overview-of-public-health-and-social-measures-in-the-context-of-covid-19> > acesso em nov. 2020.

Apêndice – A

Tratamento de dados

A partir dos dados geoespaciais obtidos na plataforma de pesquisa DataGeo, iniciou-se o tratamentos no software de trabalho ArcGis 10.0, através das ferramentas:

- Projeção de Dados para Sistema de Coordenadas Sirgas 2000: ArcToolbox → Data Management Tools → Projections and Transformation → Project: Input Dataset; Output Dataset; Output Coordinate System (Sirgas 2000) → Ok (processar).
- Recorte de dados para limite municipal de Campinas: ArcToolbox → Analysis Tools → Extrac → Clip: Input Data set; Clip Features; Output Features → Ok (processar).
- Extração de dados através de seleção de valor desejado: ArcToolbox → Analysis Tools → Extrac → Select: Input Dataset; Output Features; Expression (SQL → Query Builder → selectvalor : ok) → Ok (processar).
- Extração de dados através de máscara ou arquivos regionais: ArcToolbox → Spacial Analysis Tools → Extraction → Extraction by mask: Input Raster; Input featura mask data; Output raster → Ok (processar).
- Composição de Bandas para criação de mapas: ArcToolbox → Data Management Tools → Raster → Raster Processing → Composite Bands: Input Band; Output Raster → Ok (processar).
- Criação de arquivo geoespacial para processamento espacial: ArcToolbox → Data Management Tools → Feature Class → Create Feature Class: Feature Class Location; Feature Class Name; Geometry type (Point, Multipoint, Polygon, Polylin) → Ok (processar).
- Conversão de arquivo em Polygon para arquivo Point para processamento espacial: ArcToolbox → Data Management Tools → Feature → Feature to Point: Input Feature; Output Feature Class (Name) → Ok (processar).

Apêndice – B

Análise de dados

A construção e sobreposição de dados para criação de mapas interativos, através do software ArcGis 10.0:

- Carregamento de dados para Mapas interativos: Barra de Ferramentas → Add Data → Select feature → ok (processar).

- Criação de arquivos: Add Data → Select feature, ok (processar). Barra de Ferramentas → Editor → Start editing. Barra de ferramenta → Create Features → Select feature: Construction tools (Point, Multipart, Polygon, Polyline). Barra de Ferramenta → Editor → Save edits. Barra de Ferramenta → Editor → Stop edits.

- Seleção de classe e conteúdos: Add Data → Select feature. Click com botão direito no arquivo na aba (table of Contents) → Properties → Symbology → Categories → Value Field: Select; Color Ramp: Select → Ok (processar).

- Análise de densidade de Ponto: ArcToolbox → Spatial Analyst Tools → Density → Point Density; Input Point Feature; Population field; Output raster (Name) → Ok (processar).

Apêndice – C

Registro fotográfico Infraestrutura de

Mosaico de Fotos realizado pelo autor.

Foto 1 – Estação João Jorge



Foto 2 – Terminal Mercado



Foto 3 – Estação Mercado



Foto 4 – Terminal Rodoviário



Foto 5 – Estação Aurélia



Foto 6 – Estação Garcia



Foto 7 – Estação Londres



Foto 8 – Estação PUC



Foto 9 – Estação Bandeirantes



Foto 10 – Estação Bella Aliança



Foto 11 – Terminal Satélite Iris



Foto 12 – Estação Florence



Foto 13 – Estação Pague Menos



Foto 14 – Estação Nova Esperança



Foto 15 – Novo Terminal C. Grande



Foto 16 – Terminal C. Grande



Foto 17 – Radar T. Campo Grande

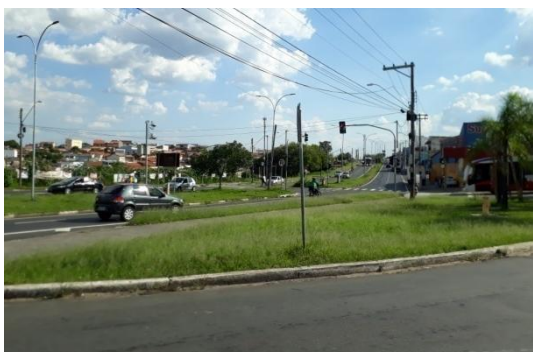


Foto 18 – Radar Próximo Est. Bella

