

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ESTRUTURAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO
INTEGRADA PARA PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE
ESCOLAR NO DISTRITO FEDERAL**

AMANDA MARINHO DOS SANTOS

**ORIENTADORA: ADELAIDA PALLAVICINI FONSECA
MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA CIVIL
BRASÍLIA/ DF: NOVEMBRO/ 2021**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ESTRUTURAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO INTEGRADA PARA
PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE ESCOLAR NO DISTRITO FEDERAL**

AMANDA MARINHO DOS SANTOS

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

APROVADA POR:

**ADELAIDA PALLAVICINI FONSECA, Prof.^a D.Sc.
(ORIENTADORA)**

**REINALDO CRISPINIANO GARCIA, Prof. Dr.
(EXAMINADOR INTERNO)**

**MARCELLO DA COSTA VIEIRA, Dr.
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA/DF, 11 de NOVEMBRO de 2021.

FICHA CATALOGRÁFICA

[Distrito Federal] 2021.

2021, 88p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).
Monografia de Projeto Final – Universidade de Brasília. Faculdade de
Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Transporte Escolar
3. Gestão
I. ENC/FT/UnB

2. Público
4. Sistema de Informação
5. RFID

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DOS SANTOS, Amanda Marinho. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-,
Publicação, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília,
Brasília, DF, 88p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Amanda Marinho dos Santos

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL 2: Estruturação de um Sistema de
Informação Integrada para Planejamento do Transporte Escolar no Distrito Federal

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Amanda Marinho dos Santos

QC 09, Bloco 02, Ed. Copo de Leite, Apartamento 302 – Parque das Flores

72878-362 Valparaíso de Goiás – GO – Brasil.

Dedico esse trabalho a Deus;
a minha mãe, Maria de lourdes; ao meu pai,
Agnaldo e aos meus irmãos Luan e Ynaê.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, da inteligência, da perseverança, da fé e da motivação que me regem na contínua caminhada pelo êxito dos meus sonhos.

A Universidade de Brasília (UnB), a qual possibilitou minha formação como bacharel em Engenharia Civil, oferecendo em sua estrutura condições imprescindíveis para meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

A todos os professores e servidores da UnB que contribuíram e apoiaram-me no decorrer dessa jornada.

A professora Adelaida Pallavicini Fonseca pelo diferencial de sua orientação, não limitado ao desenvolvimento desta Dissertação. À senhora, obrigada pelos conselhos e direcionamentos dispersados comigo ao longo da graduação.

Aos examinadores Dr. Marcello da Costa Vieira e Prof. Dr. Reinaldo Crispiano Garcia pela leitura atenta e aprendizados transferidos para a construção desta Dissertação.

A minha família, pelo amor incondicional, dedicação única e por sempre incentivarem os meus estudos. Não consigo descrever o quanto eles são importantes em minha vida. Indubitavelmente, eles são responsáveis diretos por tudo o que alcancei até o momento.

Aos meus amigos e colegas de graduação, pela convivência e apoio mútuo neste período de estudos.

RESUMO

A gestão do transporte escolar possui considerada relevância para o alcance da educação às diferentes esferas da sociedade, uma vez que representa para alguns alunos o único meio de acesso e permanência no ambiente escolar. Sabe-se que a educação é um direito social e deve ser oferecida preferencialmente em escola próxima da residência do estudante, em ambiente educacional que observe as peculiaridades de sua realidade social. Neste cenário encontram-se os órgãos gestores que precisam agir de modo a oferecer serviços de transporte escolar com segurança, conforto, assiduidade, acessibilidade e tempestividade adequados à necessidade dos alunos da rede pública. No intuito de ampliar as discussões para a busca de melhores serviços, esse estudo apresentou um panorama da situação atual, evidenciando uma série de questionamentos com relação ao mesmo. Neste contexto, verificou-se que gerenciar escolas, no âmbito do transporte escolar, não é uma tarefa fácil. Para que ocorra esse gerenciamento, como também melhoramentos, dados são necessários. Verificou-se também no estudo a inexistência de informações consolidadas e de base de dados compartilhada com dados padronizados para que os diversos agentes tomadores de decisão possam realizar um planejamento eficiente. Destarte, o objetivo deste trabalho é estruturar um sistema de informação integrada que embase o planejamento do transporte escolar no Distrito Federal. O estudo sugere a utilização de um aplicativo de smartphone como também a tecnologia RFID (identificação por radiofrequência) para fazer com que a coleta de dados seja feita de maneira mais eficiente e que os mesmos dados sejam disponibilizados facilmente.

Palavras chaves: gestão, transporte escolar, plano de rotas, sistema de informação, RFID.

ABSTRACT

The management of school transport is considered relevant for the reach of education to different spheres of society, as it representing to some students the only way to access and permanence in the school environment. It is known that education is a social right and should preferably be offered in a school close to the student's residence, in an educational environment observing the peculiarities of their social reality. In this scenario are the management bodies that need to act in order to offer school transport services with safety, comfort, attendance, accessibility, and timeliness adequate to the needs of students in the public network. In order to broaden the discussions searching for better services, this study presented an overview of the current situation, highlighting a series of questions regarding. The issue of school transport managing schools, in the context of school transport, is not an easy task. For this management to occur, as well as improvements, data is needed. It was also observed study the lack of consolidated information and shared database with standardized data so that the different decision-making agents can carry out efficient planning. Thus, the objective of this work is to structure an integrated information system supporting the planning of school transport in the Federal District. The study suggests to apply a smartphone application as well as RFID (radio frequency identification) technology to make data collection more efficient and for the users in general easily available.

Key words: management, school transport, route plan, information system, RFID.

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA..... | 3 |
| 1.1.1 | Transporte Escolar..... | 3 |
| 1.1.2 | Questionamentos acerca do Transporte Escolar Distrital..... | 5 |
| 1.1.3 | Pandemia: COVID-19..... | 6 |
| 1.1.4 | Formulação do Problema..... | 6 |
| 1.2 | OBJETIVOS..... | 6 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral..... | 6 |
| 1.2.2 | Objetivos Específicos..... | 6 |
| 1.3 | JUSTIFICATIVA..... | 7 |
| 1.4 | MÉTODO DE PESQUISA..... | 8 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA | 9 |
| 2.1 | PROJEÇÃO DEMOGRÁFICA PARA O DISTRITO FEDERAL E SEUS IMPACTOS NA EDUCAÇÃO..... | 9 |
| 2.2 | PANORAMA DO TRANSPORTE ESCOLAR..... | 12 |
| 2.3 | DOCUMENTOS LEGAIS..... | 15 |
| 2.4 | SISTEMA DE INFORMAÇÃO..... | 17 |
| 2.5 | PLANEJAMENTO DA REDE..... | 19 |
| 2.6 | RFID..... | 20 |
| 3 | CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA POR TRANSPORTE ESCOLAR NO DISTRITO FEDERAL | 22 |
| 3.1 | PÚBLICO ALVO..... | 22 |
| 3.2 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 23 |
| 3.3 | NÚMERO DE ALUNOS ATENDIDOS POR REGIÃO..... | 29 |
| 3.4 | PANORAMA ANTERIOR DA FROTA..... | 38 |
| 3.5 | SOCIEDADE DE TRANSPORTES COLETIVOS DE BRASÍLIA – TCB... .. | 42 |
| 4 | PROPOSTA DA CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO INTEGRADO PARA O PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE ESCOLAR | 44 |
| 4.1 | ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES DO SISTEMA..... | 44 |
| 4.2 | ETAPA 2: INFORMAÇÃO NECESSÁRIA PARA ELABORAR E OTIMIZAR O PLANO DE ROTAS E OPERAÇÃO..... | 46 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.2.1 | Formulação de Modelo de Roteirização para os Centros de Educação.... | 47 |
| 4.2.1.1 | <i>Hipóteses</i> | 48 |
| 4.2.1.2 | <i>Roteirização</i> | 48 |
| 4.2.1.3 | <i>Levantamento de Dados de Alunos e Escolas</i> | 50 |
| 4.2.1.4 | <i>Operadoras do transporte escolar</i> | 54 |
| 4.3 | ETAPA 3: INFORMAÇÃO NECESSÁRIA PARA ELABORAR O PLANO DE CONTROLE E MANUTENÇÃO DOS VEÍCULOS..... | 54 |
| 4.3.1 | Motorista..... | 55 |
| 4.3.2 | Monitores..... | 56 |
| 4.4 | ETAPA 4: CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS E VALIDAÇÃO..... | 57 |
| 4.4.1 | Criação do Banco de Dados..... | 57 |
| 4.4.2 | Validação dos Dados..... | 59 |
| 4.4.3 | Dados relacionados à localização geográfica..... | 60 |
| 4.4.3.1 | <i>Visualização dos dados em um Sistema de Informação Geográfica</i> | 60 |
| 4.4.3.2 | <i>Determinação da Amostra</i> | 61 |
| 4.4.3.3 | <i>Determinação do Sistema Viário</i> | 61 |
| 4.4.4 | Dados das operadoras do TE | 62 |
| 4.4.5 | RFID e outras tecnologias para melhorar a coleta de dados..... | 63 |
| 4.4.5.1 | <i>Pais e alunos</i> | 63 |
| 4.4.5.2 | <i>Escola</i> | 64 |
| 4.4.5.3 | <i>Tomadores de Decisão</i> | 64 |
| 4.5 | ETAPA 5: ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO..... | 65 |
| 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 67 |
| 5.1 | CONCLUSÕES..... | 67 |
| 5.2 | LIMITAÇÕES..... | 70 |
| 5.3 | RECOMENDAÇÕES..... | 70 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 71 |

LISTA DE ABREVIATURAS

- CE – Centro de Ensino
- CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal
- CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito
- CRE – Coordenação Regional de Ensino
- CTB – Código de Trânsito Brasileiro
- CTRANS – Coordenação de Transportes
- DETRAN/DF – Departamento de Trânsito do Distrito Federal
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira
- LAPPIS – Laboratório Avançado de Pesquisa, Produção e Inovação em Software da Universidade de Brasília
- LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação
- PLE – Passe Livre Estudantil
- RA – Região Administrativa
- RE – Regional de Ensino
- RFID – Identificação por Radiofrequência (Radio Frequency Identification)
- SEE – Secretaria de Estado de Educação
- SEEDF – Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal
- SEMOB – Secretaria de Transporte e Mobilidade
- SIG – Sistema de Informações Geográficas
- SIL – Sistema de Informação Logística
- SIT – Sistem de Informação Integrada
- STCE – Serviço de Transporte Escolar
- STE-DF – Sistema de Transporte Escolhar do Distrito Federal
- STPC/DF – Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal

TCB – Empresa Pública Transportes Coletivos de Brasília

TCDF – Tribunal de Contas do Distrito Federal

TE – Transporte Escolar

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 3.1: Número Total de Estudantes por Região Administrativa em 2019..... | 31 |
| Gráfico 3.2: Número de Estudantes do Matutino por Região Administrativa..... | 32 |
| Gráfico 3.3: Número de Estudantes do Vespertino por Região Administrativa..... | 32 |
| Gráfico 3.4: Número de Estudantes do Noturno por Região Administrativa..... | 33 |
| Gráfico 3.5: Número de Estudantes do Ensino Integral por Região Administrativa..... | 33 |
| Gráfico 3.6: Número de Estudantes da Educação Infantil por Região Administrativa.... | 34 |
| Gráfico 3.7: Número de Estudantes do Ensino Fundamental por Região Administrativa..... | 35 |
| Gráfico 3.8: Número de Estudantes do Ensino Médio por Região Administrativa..... | 36 |
| Gráfico 3.9: Número de Estudantes da Educação Especial por Região Administrativ.... | 37 |
| Gráfico 3.10: Número de Estudantes da EJA por Região Administrativa..... | 37 |
| Gráfico 4.1: Participação dos Sistemas Operacionais Android e iOS no Brasil em 2021..... | 51 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 2.1: Projeção Populacional 2030 e desafios para a área da educação..... | 10 |
| Quadro 3.1: Espelho do Transporte Escolar no Distrito Federal em 2019..... | 30 |
| Quadro 3.2: Análise de Atendimento da Frota Existente..... | 40 |
| Quadro 3.3: Lotação da Frota Contratada (Início de 2020)..... | 41 |
| Quadro 3.4: Lotação da Frota Própria (Início de 2020)..... | 41 |
| Quadro 4.1: Principais Dados a serem Coletados..... | 50 |
| Quadro 4.2: Ferramentas utilizadas para localização do logradouro do aluno e da escola..... | 50 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 3.1: Distâncias percorridas pela frota de Transporte Escolar do Distrito Federal... | 23 |
| Figura 3.2: Divisão Política do Distrito Federal..... | 25 |
| Figura 3.3: População do Distrito Federal por Região Administrativa..... | 26 |
| Figura 3.4: Distribuição das escolas no Distrito Federal..... | 27 |
| Figura 3.5: Malha viária do Distrito Federal..... | 28 |
| Figura 4.1: Esboço do processo de tomada de decisão dos 4 agentes..... | 46 |
| Figura 4.2: Esboço de um Cenário C_y ou Plano de Rotas, composta de 5 rotas do transporte escolar, onde o nó 1 é o CE e os seguintes nós são a localização residencial dos alunos.... | 49 |
| Figura 4.3: Principais motivos alegados por quem não está conectado à Internet no DF.... | 52 |
| Figura 4.4: Visão Geral do Fluxo de Informações entre os Principais Agentes do SIT..... | 57 |
| Figura 4.5: Visão geral do Sistema de Informação Integrada..... | 58 |
| Figura 4.6: Visão expandida do Sistema de Informação..... | 59 |

1 INTRODUÇÃO

A educação é um direito social de cidadania previsto na Declaração Universal dos Direitos da Criança, adotada pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas de 1959, e na Constituição Federal do Brasil. O Estado e as famílias são os guardiões desse direito, de acordo com Costa *et al.*, (2014). A educação deve ser oferecida preferencialmente em escola próxima da residência do estudante, em ambiente educacional que observe as peculiaridades de sua realidade social. Mas nem sempre isso ocorre e surge a necessidade de transportar as crianças para escola de outra localidade, como forma de assegurar seu acesso à educação.

Assim, reconhecendo a relevância da questão para a qualidade da aprendizagem dos estudantes, o transporte escolar foi escolhido como tema deste estudo. O trabalho de Costa *et al.*, (2014) aponta que a oferta de escolas nas proximidades da residência do estudante possibilita o acompanhamento por parte dos pais, o envolvimento da comunidade e a inserção da escola na realidade da população. Permite também que as crianças cheguem mais dispostas à aula, uma vez que são poupadas das longas viagens em veículos de transporte escolar.

Entretanto, conforme apresentado no trabalho de Costa *et al.*, (2014) muitas vezes não tem sido dada a prioridade adequada ao transporte público no Brasil e conseqüentemente ao transporte escolar urbano e rural, o que transparece nas insatisfações de grande parte da população que anseia por melhoria da mobilidade urbana, tarifas acessíveis e confiabilidade no transporte público e escolar no que se refere a tempo de deslocamentos, regularidade dos serviços, conforto, segurança dentro e fora dos veículos, além de outros atributos relacionados à qualidade.

Essas necessidades da população têm ampliado cada vez mais as discussões sobre a necessidade de uma gestão eficiente do transporte público, assim como do transporte escolar, no sentido de que a mesma deva ter uma visão holística das dimensões do transporte, de seus impactos e sua essencialidade para o desenvolvimento econômico, além de medidas gerenciais que, se estrategicamente praticadas, conduzem à melhoria dos serviços para a população.

Como pano de fundo, proclama nossa Constituição Federal de 1988 que a educação é um direito de todos e dever do Estado, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa humana,

seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. Como não poderia deixar de ser, o Art. 206, I, da CF/88, estabelece que, dentre outros, o ensino será ministrado com base no princípio da igualdade de condições para o acesso e permanência na escola.

Neste contexto, o Art. 208, VII, da CF/88, determinou ao Estado que a educação de crianças e adolescentes deverá ser efetivada mediante a garantia de programas públicos de transporte escolar. Destarte, nos termos da CF/88, o transporte escolar prestado pelo Poder Público constitui-se em garantia de alunos carentes para acesso e permanência na escola.

Além disso, a Lei Federal nº 9.394/96, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, chancela a determinação constitucional do transporte escolar prestado pelo Poder Público, como garantia de acesso e permanência do aluno na escola. Em seu Art. 10, VII, estabelece que os estados incumbir-se-ão de assumir o transporte escolar dos alunos da rede estadual. Já no Art. 11, VI, ordena aos municípios assumir o transporte escolar dos alunos da rede municipal. O que não afasta a responsabilidade solidária de todos os Entes da Federação frente ao particular insculpida no Art. 208, VII, da CF/88.

Em seu Art. 224, a Lei Orgânica do Distrito Federal também ratifica o compromisso do Poder Público em assegurar atendimento ao educando, em todas as etapas da educação básica, por meio de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde.

Particularmente a Secretaria de Educação do DF é responsável pela prestação do transporte escolar a todos os estudantes da rede pública de educação que assim o demandam, garantindo a gratuidade e a segurança das crianças e adolescentes que fazem uso do mesmo. É uma responsabilidade redobrada porque significa que cada criança viajando sozinha dentro de um ônibus escolar tem que chegar a seus pontos de origem e destino certo com segurança e no horário certo.

Costa *et al.*, (2014), em seu estudo, transparece um grande entrave que se estabelece ao se realizar um planejamento do transporte escolar eficiente presente na coleta de dados, muitas vezes ocorrendo de maneira esparsa e não consolidada, inviabiliza a padronização eficiente e a possibilidade de projeção de oferta e demanda que seram abordados ao longo do presente estudo.

Para que ocorra um gerenciamento eficaz, como também melhoramentos, dados são necessários. Neste panorama, faz-se menção neste trabalho acerca de sistema de informação e plano de rotas, pois se partirmos da premissa que com qualidade, concentração de dados compartilhados em base única, atualizados e utilizando-se de tecnologias disponíveis existentes, proporciona-se um serviço eficiente e que agregue valor ao usuário final e a todos que estão envolvidos nesse processo.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal se constitui em umas das maiores Pastas da Administração Distrital, e diante das diversas pautas em que se insere não consegue atender de maneira tão eficiente a demanda por transporte escolar de maneira isolada, por este motivo utiliza-se juntamente com a Secretaria de Mobilidade, de empresas terceirizadas e desde 2020 da empresa pública Transportes Coletivos de Brasília – TCB para atender os estudantes de maneira adequada.

Na busca de entender melhor como ocorre o planejamento por trás de toda esse importante instrumento de inclusão social, procurou-se na literatura artigos, notícias, livros, contatos com as Secretarias e empresas envolvidas, além de indagações a pessoas ligadas ao tema e que pudessem auxiliar na formulação do problema dessa pesquisa.

1.1.1 Transporte Escolar

A revisão bibliográfica sobre o transporte escolar no Distrito Federal, somada à exploração de informações nos portais de educação da Secretaria de Educação do DF, permite obter uma visão da situação e evolução do transporte escolar na região. Vale salientar que muitas ações se têm desenvolvido para consolidar esse sistema no Distrito Federal, no entanto, elas pecam pela falta de um órgão central responsável pelo gerenciamento, planejamento, controle e fiscalização do transporte escolar com poder de decisão para atuar sobre as operadoras que detém a operação do TE e trabalhar de forma conjunta e integrada com a SEEDF e outros órgãos de apoio do transporte público como Semob, Detran, etc.

O trabalho de Costa *et al.*, (2014), apresentado no seguinte capítulo aponta para uma série de falhas e irregularidades do transporte escolar, sendo uma delas a falta de um sistema integrado de informação entre os diferentes sistemas de informação da Secretaria, de forma

que consolidem e unifiquem dados. Essa unificação é importante para atualizar informações com relação à demanda.

Tal como focaram Rodrigues e Gutierrez (2020) no seu estudo, a demanda por esse serviço depende de vários fatores, dentre os principais pode-se citar os seguintes: número de alunos que o solicitam; idade e grau escolar dos alunos; local de residência deles; número de escolas públicas existentes e em funcionamento e, série que oferecem. Com esses dados precisa-se alocar geograficamente as residências dos alunos conforme sua idade e nível de educação requerida e localização das escolas que irão prestar esse nível escolar, com o objetivo de planejar o sistema de transporte escolar que otimize o plano de rotas ao mínimo custo com o melhor nível de serviço.

O problema é bastante complexo, dado que as políticas públicas em educação não garantem escolas que ofereçam todas as séries ou níveis escolares em todas as regiões administrativas, nem que todas as escolas existentes vão conseguir funcionar no ano seguinte, por falta de verbas em manutenção. Essa incerteza e falta de escolas em uma região obriga a SEEDF a mobilizar alunos de uma região a outra com o propósito de oferecer e garantir a educação gratuita a esses alunos, que é um direito assegurado por Lei.

Tanto Rodrigues e Gutierrez (2020) como Costa *et al.*, (2014), apontam que isso cria uma mobilidade muito grande de alunos entre regiões que não é previsível saber com antecedência para que o órgão gestor responsável pelo transporte escolar possa organizar-se e fazer o planejamento do transporte. Essa informação somente se conhece quando as matrículas são efetivadas e preenchidas as vagas por escola. Esse problema seria fácil de resolver se essa informação de deslocamento fosse centralizada, no entanto, quem resolve esses problemas de matrículas e deslocamento dos alunos é cada regional da SEE.

Diante dessa situação, os problemas são resolvidos de forma paliativa e imediatista para atender a demanda requerida. Analisando assim as informações obtidas informalmente percebe-se que existe uma incompatibilidade do tamanho do veículo com o número de alunos transportados por veículo. A frota de veículos são ônibus e a SEEDF não trabalha com outra tecnologia de veículo de menor dimensão para atender demandas menores de alunos.

Quanto à análise da oferta de transporte, não se sabe se a atual frota com seu respectivo plano

de rotas consegue atender a demanda por transporte escolar e quantos alunos deixam de ser atendidos por ano. É uma incógnita que terá que ser pesquisada no processo de elaboração desse estudo. Pelo exposto anteriormente, observa-se que existe uma inadequação do tamanho do veículo com relação a demanda.

1.1.2 Questionamentos acerca do Transporte Escolar Distrital

A SEEDF conta com uma frota de 829 ônibus escolares, sendo 119 ônibus próprios e 710 ônibus escolares contratados (e-sic SEEDF, 2019). Como a própria SEEDF não consegue atender de maneira tão eficiente a demanda por transporte escolar de maneira isolada, passou essa função às empresas que já tem contrato com elas, realizando outro contrato por separado para operar essa frota de veículos. Não se conhece como é o plano de manutenção e operação dos veículos e quem tem a responsabilidade, especialmente quando existe quebra de veículos ou um ônibus está em fim de vida útil.

Outro problema é como se dá a coleta de dados e informações para que se possa elaborar uma base de dados uniforme que embase o plano de operação de toda a frota de veículos, próprios e contratados, e como se dá esse controle, principalmente relacionados aos custos de operação e verificação do atendimento prestado. No processo investigativo que se realizou obteve-se conhecimento da falta de atualização dos dados das planilhas orçamentárias das frotas, que correspondem a componentes e insumos muitas vezes não existentes no mercado atual.

A partir de 2020, com o Decreto nº 40.385, de 13 janeiro de 2020, do Distrito Federal, transferiu-se à Sociedade de Transporte coletivo de Brasília - TCB a gestão e a operação do Serviço de Transporte Escolar - STCE do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal - STPC/DF, além de prever as respectivas providências.

Dessa forma, foi celebrado Convênio de Cooperação Técnica com a TCB devendo observar os seguintes aspectos: constituição de equipe de transição a ser composta entre as partes para desenvolver as ações e estabelecer cronograma de trabalho contemplado; introdução de tecnologias e de ferramentas que visem a melhoria da segurança no transporte dos alunos e do controle e gestão administrativa da prestação dos serviços além de apresentar anualmente às entidades envolvidas a avaliação técnica de todos os aspectos operacionais no âmbito da execução do Convênio. Esse instrumento tem prazo de 36 meses, podendo ser prorrogado

até 60 meses.

1.1.3 Pandemia: COVID-19

Somada a necessidade de um planejamento mais eficiente e unificado entram também a aplicação de uma política sanitária restritiva devido ao atual momento em que vivenciamos, onde a rotina de sanitização e cuidado devido a transmissibilidade advinda da Covid-19, infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global.

Diante dessa realidade nova, com restrições sanitárias e crise em diversos setores devido ao recolhimento das pessoas em casa como medida de segurança, as escolas também foram fechadas e logo depois adaptadas ao ensino remoto, tendo impacto conseqüentemente no transporte escolar desde março de 2020.

Em atenção as orientações das autoridades a capacidade no interior dos ônibus terá que ser reduzida à metade da capacidade para garantir o distanciamento mínimo entre os assentos, o uso de máscaras, lavar as mãos com frequência, espaços físicos higienizados mais vezes, tapetes higienizantes e medição de temperatura ao adentrar nos veículos são alguns dos cuidados a serem tomados diariamente e em cada um dos turnos.

1.1.4 Formulação do Problema

Além das dificuldades encontradas, o transporte escolar é um assunto sensível por envolver crianças e as preocupações dos pais. Diante desses impasses, pergunta-se: Como estruturar um sistema de informação integrada para auxiliar no planejamento do transporte escolar no Distrito Federal, de modo a possibilitar acesso a informação confiável e unificada ?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Estruturar um Sistema de Informação Integrada para Planejamento do Transporte Escolar no Distrito Federal.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais dados que são utilizados em trabalhos orientados para a

melhoria do transporte escolar.

- Sugerir um método novo, mais eficiente e acessível, para apurar dados de localização geográfica, no âmbito escolar;
- Explorar a literatura acerca da tecnologia RFID;
- Propor uma validação inicial para os referidos dados e;
- Analisar a utilização de RFID, conjuntamente com outras tecnologias, no âmbito do transporte escolar.

1.3 JUSTIFICATIVA

Verificou-se que há uma dificuldade no gerenciamento das escolas, referente ao transporte escolar, seja por motivo do número reduzido de colaboradores ou pela ausência de uma orientação apropriada neste setor para a criação de mecanismos de planejamento, fiscalização e controle principalmente na ferramenta básica para o desenvolvimento pretendido, que é a fonte da informação, os dados.

A maneira como os dados são coletados pode ser visualizada na auditoria operacional elaborada por Costa *et al.*, (2014), em que foi feita análise de documentos produzidos por diversos órgãos do GDF em virtude de solicitações da auditoria, entre eles a Subsecretaria de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação Educacional e a Coordenação de Transportes, ambas da SEDF, o Departamento de Trânsito do Distrito Federal – Detran-DF e a Transporte Urbano do Distrito Federal – DFTrans; sendo possível constatar a insuficiência de informações de cunho gerencial, dados conflitantes sobre o número de alunos transportados e de viagens realizadas e divergências entre as quilometragens dos percursos contratados e as efetivamente percorridas e informadas nas ordens de serviço executadas, por exemplo.

Percebe-se que a gestão do transporte escolar apresenta deficiências graves na definição dos beneficiários, nos procedimentos e autorizações prévias às empresas contratadas, na fiscalização e no monitoramento do serviço prestado. Nota-se que a criação de uma base de dados consolidada auxiliaria na otimização e melhoramento de todos esses impasses em alguma medida tendo em vista a possibilidade de poder acertar as arestas tendo por fundamento dados confiáveis e unificados, tanto para o tomador de decisão quanto para quem fiscaliza.

Para que se possa avançar, é essencial analisar preliminarmente a situação do transporte escolar. Com isso, detectou-se a necessidade de uma organização dos dados já existentes. Além disso, em relação às moradias dos alunos (dado basilar para qualquer análise de roteamento de transporte escolar), o uso de logradouros mostrou-se extremamente ineficiente no âmbito rural ou em áreas mais afastadas, por exemplo. Também se verificou na literatura que vários estudos que visavam o melhoramento do transporte escolar sofreram limitações devido à ausência de dados ou das coletas dos mesmos.

É evidente a necessidade de organizar melhor todos os dados, para que sejam mais facilmente acessíveis. Além disso, os dados também necessitam de serem coletados com frequência, para que constantes melhorias sejam efetuadas.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia de trabalho consistiu nos seguintes passos:

- Levantamento bibliográfico inicial;
- Revisão de literatura e elaboração do quadro teórico da pesquisa;
- Levantamento de dados;
- Estruturação do Sistema de Informação;
- Redação do relatório final;
- Revisão do trabalho;

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo concentrou-se em trabalhos realizados em educação no Distrito Federal e no transporte escolar, seja urbano e rural, assim como em diversos documentos pertinentes ao tema. Nessa revisão, vale ressaltar o trabalho de conclusão de curso de engenharia civil de Rodrigues e Gutierrez (2020) sobre análise do transporte escolar no Distrito Federal onde exploraram os diversos problemas que apresenta esse tipo de transporte na região, apresentando várias controvérsias com relação a oferta de transporte nas regiões administrativas. Também é feita uma sucinta apresentação sobre a tecnologia RFID, mostrando seus principais componentes e os diferentes tipos de etiqueta (um de seus componentes), contextualizando seu uso.

2.1 PROJEÇÃO DEMOGRÁFICA PARA O DISTRITO FEDERAL E SEUS IMPACTOS NA EDUCAÇÃO

Dentre os trabalhos que abordam esse assunto, o de Aguiar e Russo (2013) é o que analisa com maior profundidade o problema da educação no Distrito Federal, assim este item é um resumo do que o autor expõe no seu trabalho.

Segundo os autores, os índices criados para acompanhar as metas de qualidade do ensino, diferenciadas e progressivas, variam conforme as instituições. É complexo analisar e afirmar as causas que levam os alunos de determinada escola a ter desempenhos classificados como melhores ou piores, uma vez que, além da particularidade de cada estudante, diversas são as condicionantes sociais que envolvem o aluno, bem como a qualidade de ensino oferecida e a estrutura da escola onde é ofertada a educação.

O conjunto de fatores considerados basilares em uma avaliação educacional passa pela análise de diversos dados relacionados à localidade, condições físicas das escolas, infraestrutura básica e alimentar, recursos didáticos e tecnológicos, planejamento pedagógico adequado, capacitação do corpo docente, tempo dedicado ao estudo, acesso à internet, oferta de laboratório, biblioteca, áreas de esporte e recreação, transporte escolar e outros.

As desigualdades são marcantes entre regiões e entre escolas públicas e privadas no Distrito Federal, Aguiar e Russo (2013) apontam essa realidade como uma grave interferência na garantia de um padrão mínimo de qualidade. Sabe-se que várias escolas, sobretudo públicas, dependendo do local, não possuem nem os requisitos mínimos de infraestrutura e segurança

dignos de uma instituição de ensino qualificada. Promover a educação requer a garantia de um ambiente com condições para que a aprendizagem possa ocorrer.

Diante desse cenário, os autores apresentam uma projeção demográfica do Distrito Federal para 2030 e a relacionam com os impactos na área de educação (Quadro 2.1). Analisando cada nível de ensino, observa-se que em relação à Educação Infantil, o INEP/MEC aponta que no DF em 2012, apenas 32,6% (76.462) das crianças de zero a cinco anos (243.781) frequentavam unidades escolares, destacando-se o ensino privado como responsável por 60,1% das matrículas nesta etapa escolar. No DF, as creches públicas eram apenas 29 unidades, enquanto o setor privado totalizava 356 creches. No caso da Pré-Escola, que abrangia em 2012, 626 unidades escolares, 38,3% eram públicas distritais e 61,7% privadas.

Quadro 2.1: Projeção populacional 2030 e desafios para a área da educação

| VARIÁVEL | POPULAÇÃO NA FAIXA ETÁRIA | | | MATRÍCULAS | | | PROFESSORES | | |
|--|---------------------------|-----------|-----------|------------|--------------------------|----------|-------------|--------------------------|----------|
| | 2012 | 2030 | VARIAÇÃO | 2012 | 2030 - 100% de cobertura | VARIAÇÃO | 2012 | 2030 - 100% de cobertura | VARIAÇÃO |
| População Total | 2.727.000 | 3.773.000 | 1.046.000 | - | - | - | - | - | - |
| Educação infantil (0 a 5 anos) | 243.781 | 258.369 | 14.588 | 79.462 | 258.369 | 178.907 | 4.247 | 13.809 | 9.562 |
| Ensino fundamental (6 a 14 anos) | 381.128 | 389.001 | 7.873 | 409.586 | 389.001 | -20.585 | 17.441 | 16.567 | -874 |
| Tempo integral | - | - | - | 14.268 | 389.001 | 374.733 | | | |
| Ensino médio (15 a 17 anos) | 145.693 | 138.717 | -6.976 | 111.774 | 138.717 | 26.943 | 4.921 | 6.108 | 1.187 |
| Ensino profissionalizante | - | - | - | 14.600 | 138.717 | 124.117 | 832 | 7.904 | 7.072 |
| Ensino superior (18 a 24 anos) – cobertura | - | - | - | 53,70% | 75,00% | | | | |
| Ensino superior (18 a 24 anos) | 356.027 | 360.249 | 4.222 | 191.057 | 270.187 | 79.130 | 9.382 | 13.270 | 3.888 |

Fonte: AGUIAR E RUSSO, 2013.

A projeção feita para 2030 pressupõe que todas as crianças de zero a cinco anos (estimadas em 258.369) passem a frequentar um ambiente de ensino, significando a necessidade de 178.907 novas matrículas. O aumento no número de professores na educação infantil deverá ser incrementado em 9.562. No Ensino Fundamental, os dados referentes às matrículas efetivadas, neste nível de ensino, superam a quantidade de crianças de 6 a 14 anos domiciliadas no DF, sinalizando que os estabelecimentos de ensino do DF comportam um contingente expressivo de alunos residentes em municípios da periferia metropolitana de Brasília. Assim como há um número significativo de crianças estudando fora da série recomendada.

Considerando que em 2030 estejam abarcadas pela rede escolar do Ensino Fundamental somente crianças de 6 a 14 anos domiciliados no DF, estima-se que o número de matrículas totalize 389.000, um quantitativo inferior ao encontrado em 2012, o que reduz a expectativa de profissionais de ensino na ordem de 874 professores. Contudo, considerando a expansão do ensino em tempo integral essa expectativa pode sofrer alterações, uma vez que no ensino de tempo integral demanda um maior número de profissionais ou a extensão da carga horária de trabalho dos mesmos.

Com referência ao Ensino Fundamental, em tempo integral, eles computaram em 2012 apenas 14.268 matrículas no DF (3,7 % das crianças na faixa de 6 a 14 anos), sendo 83,3% em estabelecimentos da rede pública distrital e 16,7% da rede privada de escolas. A expectativa para 2030 é que 70% das crianças na faixa de 6 a 14 anos esteja na escola integral, o que significa a necessidade de 258.032 novas matrículas. É fato que tal nível de atendimento implicaria numa forte ampliação do número de salas de aula bem como e, principalmente, investimentos em recursos humanos para ampliação do quadro de profissionais, além de uma gestão e planejamento de transporte escolar para uma melhor eficiência para o percurso residência-escola.

No segmento populacional de 15 a 17 anos, vinculado ao Ensino Médio, o quadro em 2012 era de que 76,7% (111.774) dos jovens nesta faixa (145.693) estavam matriculados. Em 2030 haverá uma pequena redução do contingente de jovens nesta faixa etária (138.717), mas como se projeta que 100% dos jovens na faixa de 15 a 17 anos cursarão o Ensino Médio, significa que será necessário a criação de 26.943 novas matrículas. Neste caso, estima-se que será necessário a contratação de 1.187 novos professores.

Quanto à Educação Profissional, havia no DF em 2012, 14,6 mil matrículas, sendo que as instituições públicas federais respondiam por 19,6% deste contingente, 24,6% pela rede pública distrital, e a rede privada foi responsável por 55,8% do total. A projeção, para 2030 estima que 50% dos jovens na faixa de 15 a 17 anos (138.717) estarão na Educação Profissional, o que requer 69.358 novas matrículas e a contratação de 3.120 professores.

Para o Nível Superior, considerando pessoas entre 18 a 24 anos, estima-se um pequeno aumento nesta faixa etária, de 356.027 para 360.249 jovens. Em 2012, 53,7% deste segmento populacional ocupava vagas em estabelecimentos do ensino superior. Considerou-se que o percentual crescerá para 75% em 2030, significando a necessidade de 79.130 novas matrículas e a contratação de 3.888 professores, tal como verifica-se no Quadro 2.1.

2.2 PANORAMA DO TRANSPORTE ESCOLAR

O transporte escolar no Distrito Federal atende estudantes residentes em áreas urbanas e rurais, bem como as necessidades de condução associadas à educação integral (por exemplo, de uma escola classe para uma escola parque, ou ainda no âmbito do projeto Cidade Candanga).

Em relatório de auditoria operacional para avaliar o transporte escolar colocado à disposição dos alunos da rede pública de ensino do Distrito Federal, no exercício de 2014 (Processo - TCDF nº 1306/2015), Costa *et al.*, (2014), foi realizada uma análise acerca do assunto. O trabalho de auditoria concentrou-se no serviço de transporte escolar prestado no decorrer de 2014 e norteou-se por três perguntas:

- O caráter suplementar do transporte escolar é favorecido pela distribuição de escolas e pela oferta de vagas escolares na rede pública do DF?
- A SEEDF gerencia adequadamente a prestação dos serviços de transporte escolar?
- O serviço de transporte escolar oferecido pela SEEDF atende a requisitos de qualidade previstos em lei, demais normativos e dispositivos contratuais?

Os resultados da avaliação de controle interno do programa de transporte escolar apontaram, entre outras, as seguintes fragilidades:

- fiscalização do transporte escolar insuficiente, o que compromete a consistência das informações sobre a qualidade do serviço e sobre quais serviços foram efetivamente executados;
- dados conflitantes sobre o número de alunos transportados e de viagens realizadas;
- divergências entre as quilometragens dos percursos contratados e as efetivamente percorridas e informadas nas ordens de serviço executadas;
- política inadequada de segregação de funções, no que tange ao controle de serviços terceirizados e pagamentos;
- inexistência de monitoramento e de critérios preestabelecidos para avaliação do desempenho e da qualidade dos serviços oferecidos;
- procedimentos insuficientes de revisão e de controle no atesto de serviços terceirizados;
- insuficiência de informações de cunho gerencial;
- fragilidades na gestão de vagas de matrículas em escolas por localidade.

A auditoria constatou que em 2014 um excessivo número de alunos foram transportados, somando transporte escolar locado e Passe Livre Estudantil, 112,9 mil alunos, ou seja, 24% do total de 470,8 mil matrículas. Esse problema compromete a aprendizagem dos estudantes transportados devido aos longos tempos de viagem casa-escola, segundo a opinião de 40,4% dos diretores entrevistados; dificuldades de acompanhamento da vida escolar por parte dos pais, na opinião de 71,9% dos diretores entrevistados; elevados e crescentes dispêndios para efetuar o deslocamento de alunos.

A depender da CRE, as fichas de controle de frequência dos alunos que utilizam o transporte escolar são elaboradas com ou sem os nomes dos estudantes beneficiários. Quando emitida sem os nomes, o preenchimento é feito pela escola ou pela própria empresa prestadora do serviço. Em muitos casos, as listas são enviadas pelas CREs somente no final do mês, apenas para fins de atesto dos serviços prestados, ficando o mês corrente sem controle dos alunos transportados e, conseqüentemente, sem controle dos itinerários e serviços efetivamente realizados pelas empresas durante o período.

Do total de 160 ônibus inspecionados in loco pela equipe de auditoria, 77 não tinham a lista atualizada do mês. Em algumas escolas, os monitores não conferem os alunos no momento de embarque nos ônibus, levando inclusive ao esquecimento de estudantes. Constatou-se também repetição de nome de estudantes em listas de frequência distintas. A quase totalidade das escolas reconhece não fazer o controle diário dos alunos que utilizam o transporte escolar. Parte dessas escolas, por falta de recursos, realiza o confronto com as relações de alunos elaboradas pelas empresas apenas mensalmente e, ainda assim, por amostragem da frequência escolar.

Sem a definição precisa dos beneficiários do transporte escolar antes do início da prestação do serviço e sem data definida para entrega das fichas de controle aos monitores, fica comprometido o acompanhamento do serviço durante toda a execução do contrato, quer seja pela constante desatualização das fichas, pela falta de uso desse controle pelos monitores ou mesmo pela ausência dessas listas nos ônibus. Além disso, um dos requisitos para utilização do programa de transporte escolar é a inexistência de linha regular de transporte coletivo entre a casa do estudante e a escola, conforme o art. 3º do Decreto distrital nº 23.819/03. Ou seja, ou o estudante recebe o Passe Livre Estudantil, ou é beneficiário do transporte escolar contratado, observada a primazia do primeiro.

Todavia, na definição dos alunos que têm acesso ao transporte escolar, a equipe de auditoria não detectou, em nenhuma das três instâncias envolvidas (CTRANS, CREs e escolas), a existência de procedimentos aptos a evitar a concessão concomitante dos dois benefícios. A exceção fica por conta da CRE Plano Piloto/Cruzeiro, que declarou fazer consulta à DFTrans com vistas a verificar se o aluno a ser incluído no programa de transporte escolar recebe o PLE. Confrontados os dados sobre os alunos beneficiários do programa de transporte escolar, obtidos junto à SEEDF, com a lista dos alunos usuários do Passe Livre Estudantil, fornecida pela DFTrans, evidenciou-se a existência de 9.196 registros coincidentes em ambas as bases; destes, 2.401 registros de alunos que utilizam os dois benefícios para ir de casa à mesma escola, o que caracteriza a duplicidade.

A equipe de auditoria requisitou à CTRANS as planilhas de percursos por CRE, com indicação dos veículos utilizados em cada um desses itinerários. Posteriormente, solicitou ao Detran-DF a realização de consulta acerca da situação cadastral dos 566 veículos indicados. Procedida a análise das duas bases de dados, constatou-se que as empresas contratadas iniciam o transporte de alunos sem que a SEEDF cumpra e faça cumprir os requisitos do termo de referência da contratação – especificamente no que se refere a estado de conservação, idade da frota, equipamentos de segurança, autorização de tráfego emitida pelo Detran-DF e demais itens obrigatórios.

Em novembro de 2014, segundo o Detran, 65% dos ônibus das empresas contratadas não tinham autorização de tráfego, efetuando o transporte escolar ilegalmente, em desacordo com as disposições contratuais e normas do CTB. Do total de 566 veículos informados pela SEDF nas planilhas de itinerários:

- Apenas 201 possuíam vistoria em dia, com autorização de tráfego no período (35%);
- Apenas 221 foram vistoriados pelo Detran-DF em 2014 (39%); e destes, 20 estavam com vistorias vencidas;
- 89 fizeram vistoria somente entre 2012 e 2013;
- 148 sequer possuíam registro no Detran;
- 11 possuíam placas que não constam na base nacional de veículos;
- 12 não obedeciam ao limite estabelecido no contrato quanto ao ano de fabricação;
- 40 placas informadas pela SEDF não correspondiam a ônibus no cadastro do Detran-DF (há casos de motos, carros etc.);

- 3 ônibus informados estavam com ocorrência de roubo/furto no cadastro do Detran-DF

Entre as causas desses achados, a equipe de auditoria apontou:

- a indefinição acerca dos papéis e responsabilidades dos atores envolvidos na gestão e controle do serviço de transporte escolar;
- omissão da Secretaria de Educação em cumprir e fazer cumprir as cláusulas contratuais do serviço de transporte escolar, em desacordo com os Princípios da Eficiência e da Legalidade, com a Lei nº 8.666/93, com as cláusulas contratuais e com o Código de Trânsito Brasileiro;
- falta de consulta aos dados sobre os beneficiários do Passe Livre Estudantil junto à DFTrans, para fins de concessão do transporte escolar;
- falta de monitoramento da segurança e qualidade dos serviços de transporte escolar oferecidos pelas contratadas; não aplicação de penalidades às empresas contratadas por irregularidades constatadas.

Por fim, buscando corrigir os problemas apontados, o TCDF, por meio da Decisão nº 34440/2015, fez diversas determinações aos órgãos envolvidos na prestação dos serviços de transporte escolar na rede pública de ensino com vistas ao melhor atendimento do aluno em unidades de ensino próximas à residência, proporcionando o menor deslocamento possível casa-escola; redução do número de alunos transportados; redução das despesas com o transporte de alunos; melhoria das condições de aprendizagem dos estudantes; melhoria da qualidade e segurança do serviço de transporte escolar, mediante utilização de ônibus mais seguros, que atendam aos requisitos mínimos exigidos pelo Código de Trânsito Brasileiro e aos termos de referência da contratação entre outros benefícios.

2.3 DOCUMENTOS LEGAIS

O desenvolvimento de um país somente é alcançado se ele conseguir dispor de um ordenamento jurídico que atue como norteador e assegurador dos princípios fundamentais a serem cultivados na sociedade, bem como dos direitos e deveres individuais dos cidadãos.

A Constituição Federal assevera que a educação há de ser efetivada mediante uma série de prestações do Poder Público, incluindo a garantia de atendimento ao educando também pela oferta de transporte quando necessário (art. 208, inciso VII), sendo o transporte uma despesa de manutenção e desenvolvimento do ensino. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional impõe ainda que os estados se responsabilizam em assumir o transporte escolar dos alunos da rede estadual e os municípios em assumir o transporte escolar dos alunos da rede

municipal (arts. 10 e 11).

Krusser *et al.*, (2017) também reforçam que a Constituição Federal de 1988 coloca a educação como premissa básica para o desenvolvimento da sociedade, e dá ênfase ao aspecto da universalidade do acesso e permanência na escola. E cita certos dispositivos:

- Art. 205 – A educação, direito de todos e dever do estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.
- Art.206 – O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios: I – Igualdade de condições para acesso e permanência na escola

A Lei Orgânica do Distrito Federal também consagra e corrobora os princípios da Carta Magna e seus preceitos anteriormente citados:

- Art. 3º São objetivos prioritários do Distrito Federal:
 - VI - Dar prioridade ao atendimento das demandas da sociedade nas áreas de educação, saúde, trabalho, transporte, segurança pública, moradia, saneamento básico, lazer e assistência social;
- Art. 15. Compete privativamente ao Distrito Federal:
 - VI - Organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial;
- Art. 224. O Poder Público deve assegurar atendimento ao educando, em todas as etapas da educação básica, por meio de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde.

A Lei de Diretrizes e Bases – LDB (Lei 9.394/96) consagra os mesmos princípios da Constituição Federal, como por exemplo: a Igualdade de Condições e Acesso (Art. 3º I), o Programa de Transporte (Art. 4º, VIII); o Regime de Colaboração entre União, Estados e Municípios (Art. 8º e outros).

Outro ponto relevante é acerca do Decreto nº 40.385, de 13 janeiro de 2020, do Distrito Federal, que transfere à Sociedade de Transporte coletivo de Brasília - TCB a gestão e a operação do Serviço de Transporte Escolar - STCE do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal - STPC/DF, e dá outras providências.

Dessa forma, foi celebrado Convênio de Cooperação Técnica com a TCB devendo observar os seguintes aspectos: constituição de equipe de transição a ser composta entre as partes para desenvolver as ações e estabelecer cronograma de trabalho contemplado; introdução de tecnologias e de ferramentas que visem a melhoria da segurança no transporte dos alunos e do controle e gestão administrativa da prestação dos serviços além de apresentar anualmente às entidades envolvidas a avaliação técnica de todos os aspectos operacionais no âmbito da execução do Convênio. Esse instrumento tem prazo de 36 meses, podendo ser prorrogado até 60 meses.

Neste contexto a recém criada Resolução nº 18, de 22 de outubro de 2021, estabelece diretrizes e orientações para o apoio técnico e financeiro na execução, no monitoramento e na fiscalização da gestão de veículos de transporte escolar, pelas redes públicas de educação básica dos Municípios, Estados e do Distrito Federal, no âmbito do Programa Nacional de Apoio ao Transporte do Escolar - PNATE, criando um mecanismo mais eficiente para que a gestão do transporte escolar ocorra de modo mais eficaz e que seja garantido esse direito a todos os estudantes que necessitam do serviço.

2.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Segundo Ballou (2006), um sistema de informações logísticas deve ser descrito em termos de funcionalidade e operação interna.

Em seu estudo, Ballou (2006), expõe que o propósito maior da coleta, manutenção e processamento de dados no âmbito de uma empresa é sua utilização no processo decisório, que vai de medidas estratégicas a operacionais, com isso facilitando as operações componentes do seu negócio, o aumento cada vez maior do espaço de memória, computação rápida, intensificação do acesso à informação ao longo da organização a partir de sistemas de informação empresariais e as plataformas cada vez mais aperfeiçoadas para transmitir informação, acabaram criando a oportunidade para que as empresas compartilhem informações de maneira conveniente e cada vez menos dispendiosa ao longo de toda a cadeia de suprimentos.

Operações logísticas sempre mais eficientes tornam-se possíveis a partir dos ganhos que a informação atualizada e abrangente consegue espalhar pela empresa, e também a partir dos benefícios do compartilhamento das informações apropriadas com os outros integrantes da cadeia de suprimentos. Isto foi o que levou as empresas a pensar na informação com propósitos logísticos como um sistema de informação logística. Um sistema de informação

logística (SIL). O SIL precisa ser abrangente e ter a capacidade suficiente para permitir a comunicação não apenas entre as áreas funcionais da empresa (marketing, produção, finanças, logística, etc.) mas também entre os membros do canal de suprimentos (vendedores e clientes).

Ele aponta que, no âmbito do SIL, os principais subsistemas são: 1) sistema de gerenciamento de pedidos (SGP); 2) sistema de gerenciamento de armazéns (SGA); 3) sistema de gerenciamento de transportes (SGT). Cada um deles contém informação para objetivos transacionais mas também ferramentas de suporte de decisões muito úteis no planejamento de atividades específicas. A informação flui entre eles, bem como entre o SIL e os outros sistemas de informação da empresa, a fim de criar um sistema integrado. Os sistemas de informação são conhecidos na forma de pacotes de software de computador.

Nesse contexto, o sistema de gerenciamento de transportes (SGT) cuida do transporte da e para a empresa, sendo parte integral do SIL. Da mesma forma que no SGA, ele compartilha a informação com outros componentes do SIL, principalmente aquelas relacionadas a conteúdo dos pedidos, peso e cubagem dos itens, quantidades, data de entrega prometida e programas de embarque dos fornecedores. Sua função é dar assistência ao planejamento e controle da atividade de transportes da empresa. Isto envolve: 1) seleção de modais; 2) consolidação de fretes; 3) roteirização e programação dos embarques; 4) processamento de reclamações; 5) rastreamento de embarques; 6) faturamento e auditoria dos fretes. Nem todos os SGTs contêm a pluralidade de elementos listados anteriormente. Cada uma dessas atividades será discutida em função das exigências de informação e respectiva contribuição para a tomada de decisões do SGT.

Ballou (2006) aponta que, transformar dados em informação, apresentá-los de uma maneira útil para o processo de decisão e fazer a interface da informação com os métodos de assessoria a este processo são elementos centrais do sistema de informação. O gerenciamento do banco de dados envolve a seleção dos dados a serem armazenados ou recuperados, a escolha dos métodos de análise a serem incluídos, e a escolha dos procedimentos para o processamento de dados básicos a serem implementados. É nesse sentido que aplicação desse conhecimento, com a estruturação de um sistema de informação integrado pode auxiliar na melhoria e otimização do planejamento do transporte escolar.

2.5 PLANEJAMENTO DA REDE

Ballou (2006), diz que seja qual for o processo utilizado pelo profissional ou gerente de logística/cadeia de suprimentos para configurar a rede de instalações e definir o fluxo de produtos através dela, precisará de dados, ferramentas computacionais e um processo de análise capaz de conduzir a um projeto eficiente de rede.

O problema da configuração da rede trata da especificação da estrutura ao longo da qual os produtos fluem desde os pontos de origem até os centros de demanda. Isso requer a determinação das instalações a serem usadas, se é que alguma o será; quantas serão as instalações necessárias; onde localizá-las; os produtos e clientes a elas atribuídos; os serviços de transporte utilizados entre elas; os fluxos de produtos a partir da fonte, entre instalações e na distribuição aos clientes; e os níveis de estoques mantidos nas instalações.

Em seu estudo, apresenta que o problema do projeto de rede tem aspectos tanto de espaço quanto de tempo. O aspecto espacial trata da localização de instalações - entre elas escolas, moradias dos alunos e garagem - num plano geográfico. Número, tamanho e localização de instalações são determinados pela comparação dos seguintes itens em relação às exigências em matéria de serviço ao cliente no plano geográfico: custos de produção/compra; custos de transporte de estoques; custos da instalação (custos de estocagem, de manuseio e custos fixos); e custos de transporte.

O problema temporal, ou de tempo, no planejamento de rede envolve a manutenção da disponibilidade de produtos em proporções suficientes para suprir as metas do serviço ao cliente. A disponibilidade do produto pode ser concretizada por intermédio do tempo de resposta pedido/produção ou pela manutenção de um estoque próximo do cliente. O tempo da aquisição do produto pelo cliente é, aqui, a consideração mais importante. Equilibrar os custos de capital, custos de processamento de pedidos e custos de transporte com o cumprimento das metas de serviço aos clientes determina a maneira pela qual o produto flui ao longo da rede. Decisões baseadas no tempo também afetam a localização das instalações.

Além disso, Ballou (2006) observa que os dados são fatos sem um propósito específico. Uma vez reunidos, precisam ser organizados, resumidos, agrupados, agregados ou então ordenados de forma a dar suporte ao processo de planejamento da rede. Quando isso é feito, os dados se transformam em informação para o processo decisório. Em relação ao problema do projeto da rede, pretendemos examinar os elementos fundamentais da informação, e como

são gerados.

Além disso, faz pouco sentido planejar a rede com base em dados de demanda passada ou atual quando não estiver prevista a implementação imediata dos resultados do planejamento. Por isso mesmo, procura-se um ano no futuro para fins de projeto. Métodos de projeção de médio a longo prazo podem ser úteis neste ponto. Como alternativa, muitas empresas produzem uma previsão de cinco anos para propósitos genéricos de planejamento. Isso pode se traduzir em informações também para o planejamento de rede.

O problema do projeto de rede está colocado no alto da hierarquia do planejamento. Ele difere de outros problemas de planejamento logístico tanto na frequência com que o planejamento é repetido como no grau de agregação da informação usada no processo de planejamento.

Esses conceitos nos auxiliaram em grande medida, a partir de um sistema de informação bem estruturado e com base comum, a dispor de uma rede mais acessível, completa e planejada para otimizar o atendimento ao estudante.

2.6 RFID

A tecnologia da internet das coisas integra sensores, telecomunicações, redes e sistemas de informação de computador em um só. Usando identificação por radiofrequência, posicionamento global por satélite, sistema de informações geográficas e tecnologia de rede, ele pode realizar monitoramento abrangente em tempo real da segurança elétrica mecânica do ônibus escolar, segurança ao dirigir, segurança do motorista e segurança do aluno.

Segundo Jornal RFID (2014), a tecnologia de identificação por radiofrequência, ou RFID, representa um termo genérico que explica tecnologias que usam o reflexo das ondas de rádio para identificar objetos. Dos vários métodos de identificação existentes, o mais comum é aquele que armazena um código que identifica o objeto, apresentando seu cadastro e outras informações que se deseja controlar. Em um microchip ligado a uma antena (denominado “transponder” RFID ou “Tag” RFID). O chip transmite a informação codificada de identificação para um leitor, que converte as ondas de rádio refletidas em informações digitais que podem ser interpretadas por computadores.

Sendo uma tecnologia que surgiu da evolução do radar, o RFID vem atender a necessidade de se identificar objetos em movimento, como uma evolução do código de barras em formato magnético, em que se tem acesso a todos os dados cadastrais do objeto monitorado e sua posição em determinado ambiente controlado.

O sistema RFID é composto por três equipamentos: etiqueta RFID, leitor RFID (composto por uma antena, um transceptor e um decodificador) e controlador (middleware), que faz o processamento e armazenamento de dados.

Segundo Romão et al (2012), de uma forma técnica, RFID corresponde à sigla de Radio Frequency IDentification, sendo uma tecnologia que se baseia no funcionamento de uma etiqueta (Tag) que é basicamente um indutor que, ao ser exposto a um campo magnético gerado (antena), que induz uma corrente elétrica e gera um sinal de resposta ao sinal emitido pela antena. Desta forma temos a grande vantagem de se identificar itens em movimento, permitindo consultar e alimentar informações diversas automaticamente.

A etiqueta RFID é um transponder extremamente pequeno e fino que pode ser instalada ou aderida em um produto, pessoa ou animal. De uma forma bem simplificada, a etiqueta é basicamente constituída por uma antena, que tem a finalidade de receber e transmitir sinal, e por um chip, que armazena a identificação (ID) da etiqueta e também outras informações. Assim, esse conjunto faz com que a etiqueta possa receber e/ou enviar uma resposta a um sinal de rádio.

A identificação por radiofrequência é usada principalmente no sistema de gerenciamento de segurança de ônibus escolar em outros países, por exemplo. Na gestão da segurança do ônibus escolar, o sistema de informações geográficas pode descrever a pista de condução do veículo em forma gráfica, exibir as condições do tráfego nas estradas, localizar pontos de acidentes, enviar resgate de emergência e fornecer planos de comando de tráfego.

A preparação de equipamentos RFID e a implementação de tecnologia são uma importante ferramenta para realizar a gestão do transporte escolar.

3 CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA POR TRANSPORTE ESCOLAR NO DISTRITO FEDERAL

Neste capítulo faz-se um aprofundamento no estudo da demanda por transporte escolar feita por Rodrigues e Gutierrez (2020) abordando inicialmente uma caracterização da educação no Distrito Federal quanto ao número e tipos de estabelecimentos de ensino, modalidades etc. com o intuito de entender as necessidades de transporte desse distrito. Inicialmente apresenta-se o contexto da portaria que regulamenta a oferta de transporte escolar, logo se faz uma caracterização das unidades de ensino pelas diferentes modalidades.

3.1 PÚBLICO ALVO

A Portaria nº 225, de 22 de maio de 2017 regulamenta a oferta de transporte escolar aos estudantes regularmente matriculados na Rede Pública de Ensino do Distrito Federal, nas modalidades de ensino Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Ensino Especial e Educação de Jovens e Adultos, obedecendo aos seguintes critérios:

- I - Estudante na faixa de 4 a 17, e estudante matriculado na modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA);
- II - Estudante que resida a partir de 02 (dois) quilômetros da Unidade Escolar na qual estiverem matriculados dentro dos limites do Distrito Federal,
- III - Não haja transporte público coletivo urbano ou rural; IV - Não seja beneficiário do Passe Livre Estudantil;
- V - Estudante deve possuir Cadastro de Pessoa Física (CPF) próprio.

A solicitação do serviço pode ser feita na própria escola de origem do estudante, que encaminha a documentação para a Coordenação Regional de Ensino/UNIAE para que sejam adotadas as providências cabíveis.

Segundo a SEEDF, em 2019 foram percorridos 154.000 quilômetros diariamente, o que representa aproximadamente 3,3 milhões de quilômetros por mês, tal como mostra-se na Figura 3.1. Conta com uma frota de 844 ônibus escolares, sendo 134 da frota própria e 710 ônibus escolares contratados. Essa frota realiza 1.583 itinerários, tem 844 monitores e 844 motoristas. A SEEDF (site 2021) também mostra que foram atendidos mensalmente 54.679 estudantes do ensino regular, além de 1.271 estudantes do ensino integral e 1.861 estudantes do ensino especial, em total são 57.811 alunos transportados mensalmente pelo sistema de transporte escolar do DF.



Figura 3.1: Distâncias percorridas pela frota de Transporte Escolar do Distrito Federal
 Fonte: Site da SEEDF (2021)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com o Atlas do Distrito Federal (2020), o DF está localizado entre os paralelos 15°30' e 16°03' de latitude sul e os meridianos 47°18' e 48°17' de longitude oeste, na Região Centro-Oeste do Brasil. O DF apresenta uma extensão de 5.779 km², correspondendo a aproximadamente 0,06% do território nacional.

O DF tem como limites naturais o Rio Preto, a leste, e o Rio Descoberto, a oeste. Ao Norte e ao Sul, é limitado por linhas retas que definem o quadrilátero correspondente à sua área. Compartilha divisas com os seguintes municípios: Planaltina, Formosa, Cristalina, Cidade Ocidental, Valparaíso de Goiás, Novo Gama, Santo Antônio do Descoberto, Águas Lindas de Goiás e Padre Bernardo, pertencentes ao estado de Goiás, e Cabeceira Grande, município do estado de Minas Gerais.

O DF é a menor unidade da Federação, criada para abrigar a capital do País, e a única que não possui municípios. É um ente da estrutura político-administrativa do Brasil, sendo caracterizado como um ente especial, que acumula competências legislativas reservadas aos estados e municípios. Sua localização, no centro da Nação, foi um importante fator de integração do território nacional.

O Distrito Federal atualmente está dividido em 33 regiões administrativas, Figura 3.2, onde cada uma delas tem desconcentração administrativa e coordenação dos serviços públicos de natureza local por intermédio de uma administração regional. Cada região administrativa compreende o conjunto das áreas urbanas, suburbanas e rurais.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), estima que a população do Distrito Federal seja de 3.094.325 habitantes. Atualmente, Brasília é a terceira cidade mais populosa do Brasil. Na Figura 3.3 pode-se observar o número de habitantes do Distrito Federal por Região Administrativa estimada com base nos dados da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílio – PDAD (Codeplan, 2018).

O Distrito Federal ocupa a 73ª posição entre os maiores valores da dimensão Educação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), dentre os 5.665 municípios brasileiros. Das unidades da Federação, o DF possui a menor taxa de analfabetismo e o percentual de habitantes com ensino superior é acima da média nacional.

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) do Distrito Federal também é acima da média nacional e, para os anos iniciais do ensino fundamental, o DF já ultrapassou a meta proposta para o Brasil, até 2022, de 6.0, que corresponde a um sistema educacional de qualidade, comparável aos países desenvolvidos.

Em relação à educação básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio) predominam as matrículas na rede pública. Baseada nessa estrutura funcional administrativa, cada região administrativa tem sua própria secretaria de educação responsável por coordenar as atividades educativas da sua região, no entanto, subordinadas à Secretaria de Educação do Distrito Federal – SEEDF. Assim, as políticas de educação são estabelecidas e aplicadas em todo o DF. Na Figura 3.4 pode-se observar a distribuição das unidades escolares no DF e na Figura 3.5, a infraestrutura viária do Distrito Federal e a forma que a malha foi estabelecida.

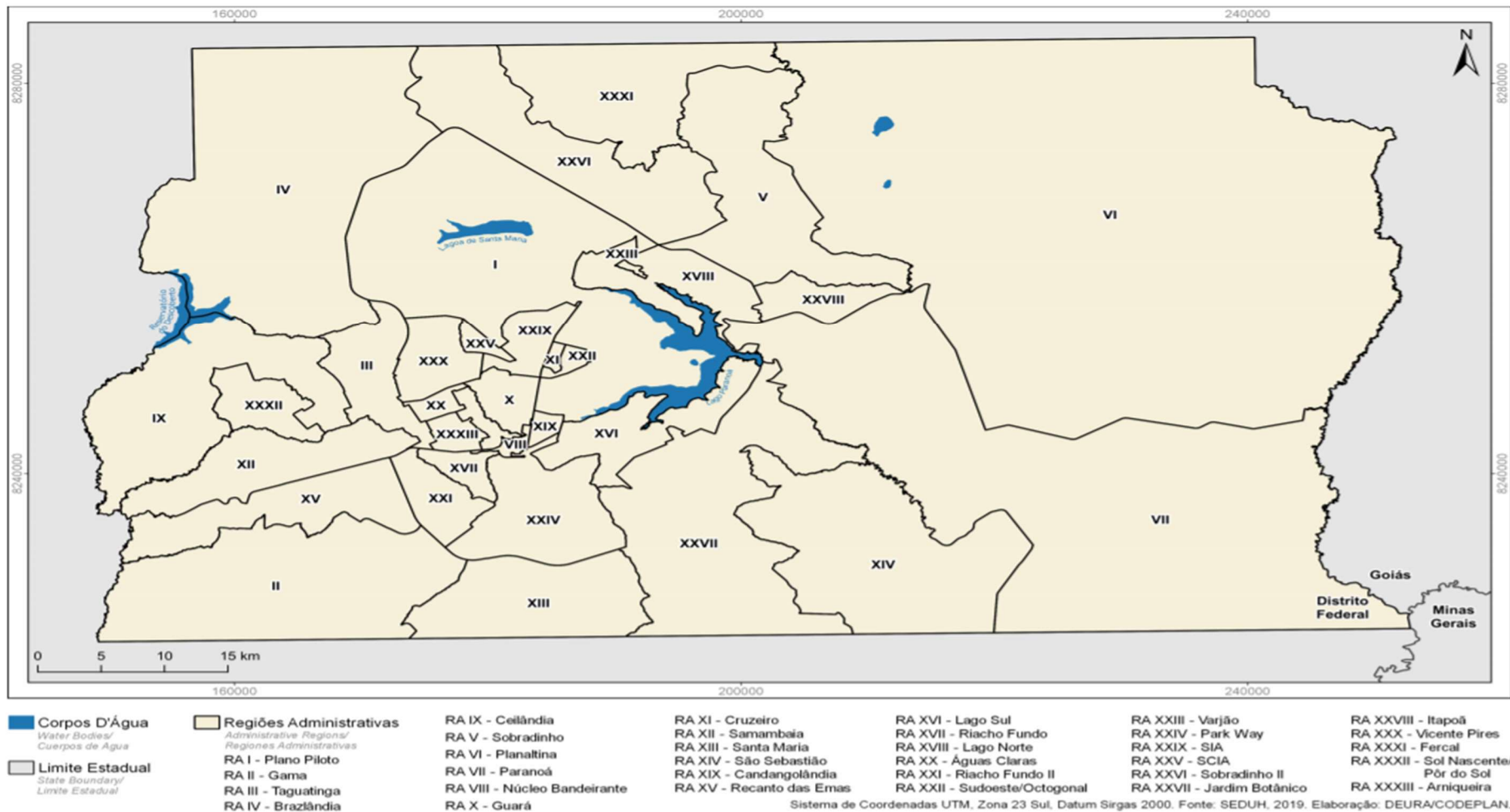
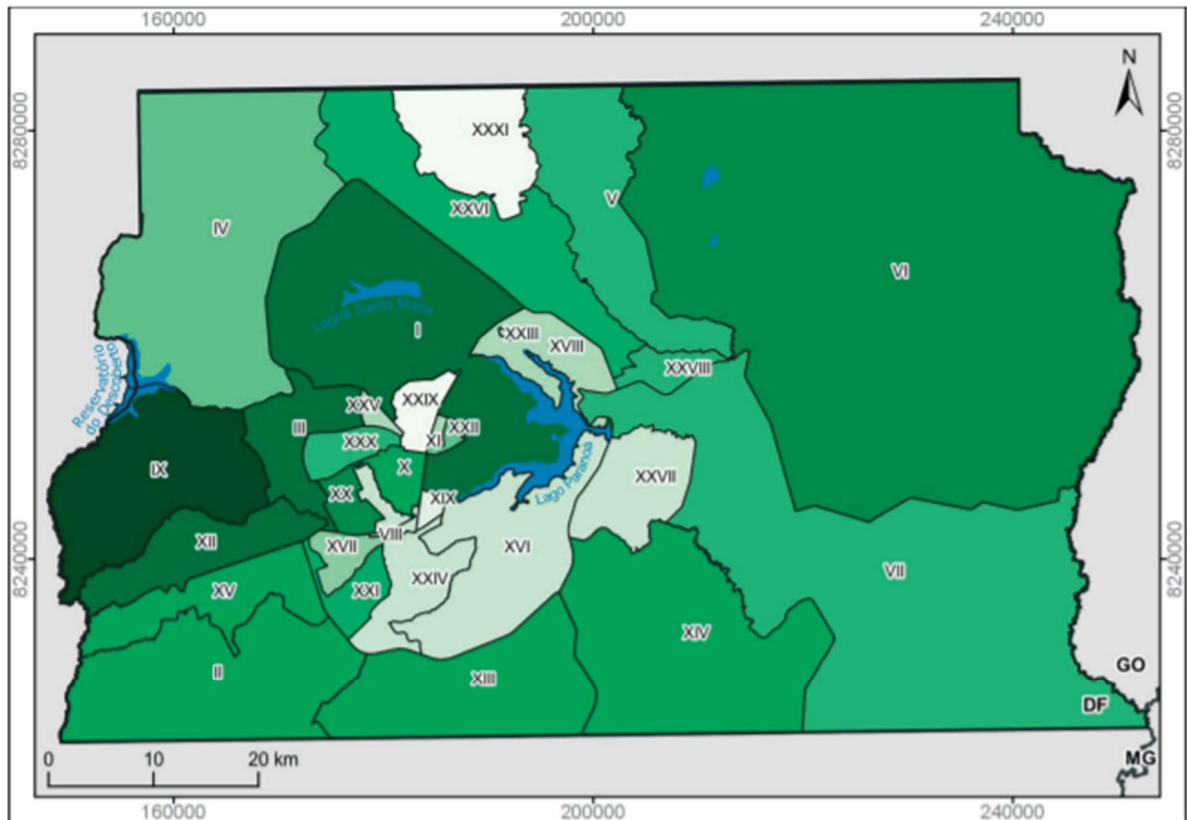


Figura 3.2: Divisão Política do Distrito Federal

Fonte: Atlas do Distrito Federal (2020)



■ **Corpos D'Água**
Water Bodies/ Cuerpos de Agua
 Limite do Distrito Federal
Federal District Boudary/ Limite del Distrito Federal
 Limite Estadual
State Boundary/ Limite Estadual

Número de Habitantes por Região Administrativa
Population Number by Administrative Region/ Número de Habitantes por Región Administrativa

| | | | |
|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1.500 - 10.000 | 30.001 - 40.000 | 60.001 - 80.000 | 150.001 - 200.000 |
| 10.001 - 20.000 | 40.001 - 50.000 | 80.001 - 100.000 | 200.001 - 250.000 |
| 20.001 - 30.000 | 50.001 - 60.000 | 100.001 - 150.000 | 250.001 - 450.000 |

Regiões Administrativas *Administrative Regions/ Regiones Administrativas*

| | | | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| I - Plano Piloto | IX - Ceilândia | XVII - Riacho Fundo | XXV - SCIA |
| II - Gama | X - Guará | XVIII - Lago Norte | XXVI - Sobradinho II |
| III - Taguatinga | XI - Cruzeiro | XIX - Candangolândia | XXVII - Jardim Botânico |
| IV - Brazlândia | XII - Samambaia | XX - Águas Claras | XXVIII - Itapoã |
| V - Sobradinho | XIII - Santa Maria | XXI - Riacho Fundo II | XXIX - SIA |
| VI - Planaltina | XIV - São Sebastião | XXII - Sudoeste/Octogonal | XXX - Vicente Pires |
| VII - Paranoá | XV - Recanto das Emas | XXIII - Varjão | XXXI - Fercal |
| VIII - Núcleo Bandeirante | XVI - Lago Sul | XXIV - Park Way | |

Sistema de Coordenadas UTM, Zona 23 Sul, Datum Sirgas 2000. Fonte: CODEPLAN, 2018. Elaboração: DEURA/CODEPLAN.

Figura 3.3: População do Distrito Federal por Região Administrativa
 Fonte: Atlas do Distrito Federal (2020)

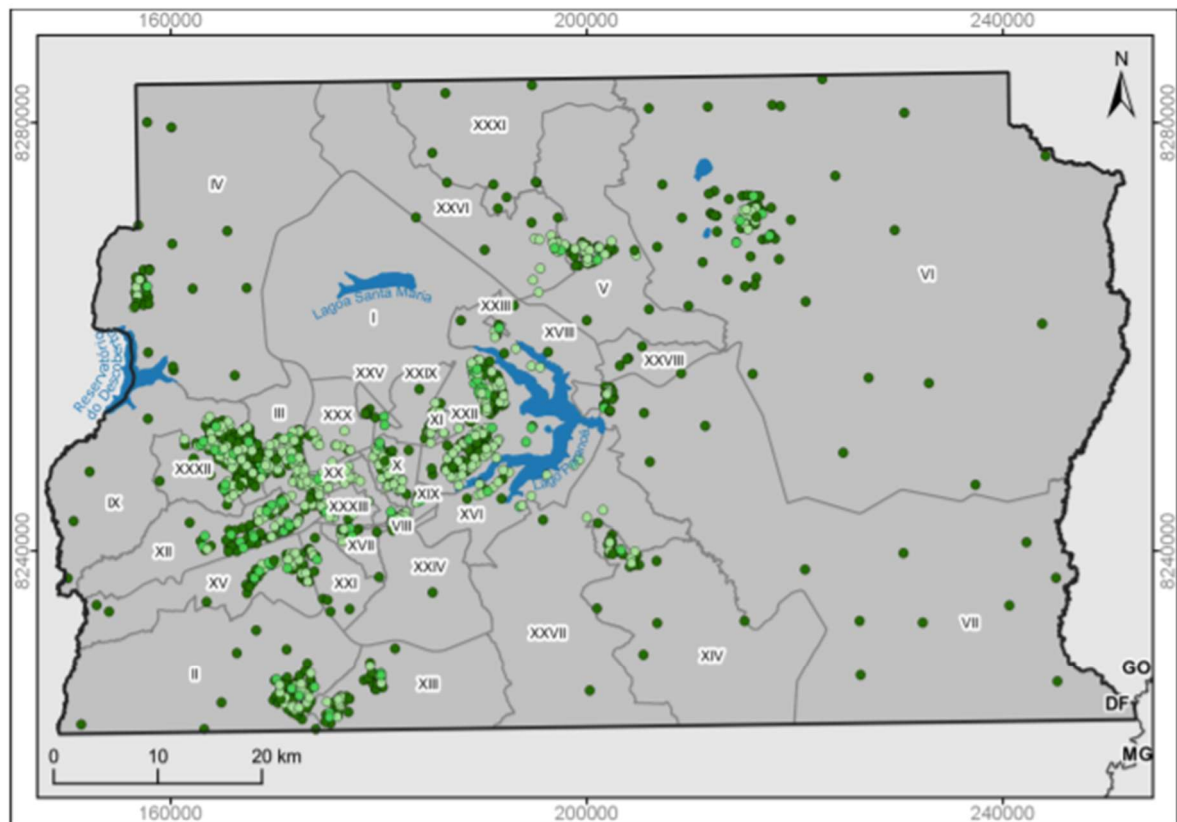


Figura 3.4: Distribuição das escolas no Distrito Federal

Fonte: Atlas do Distrito Federal (2020)

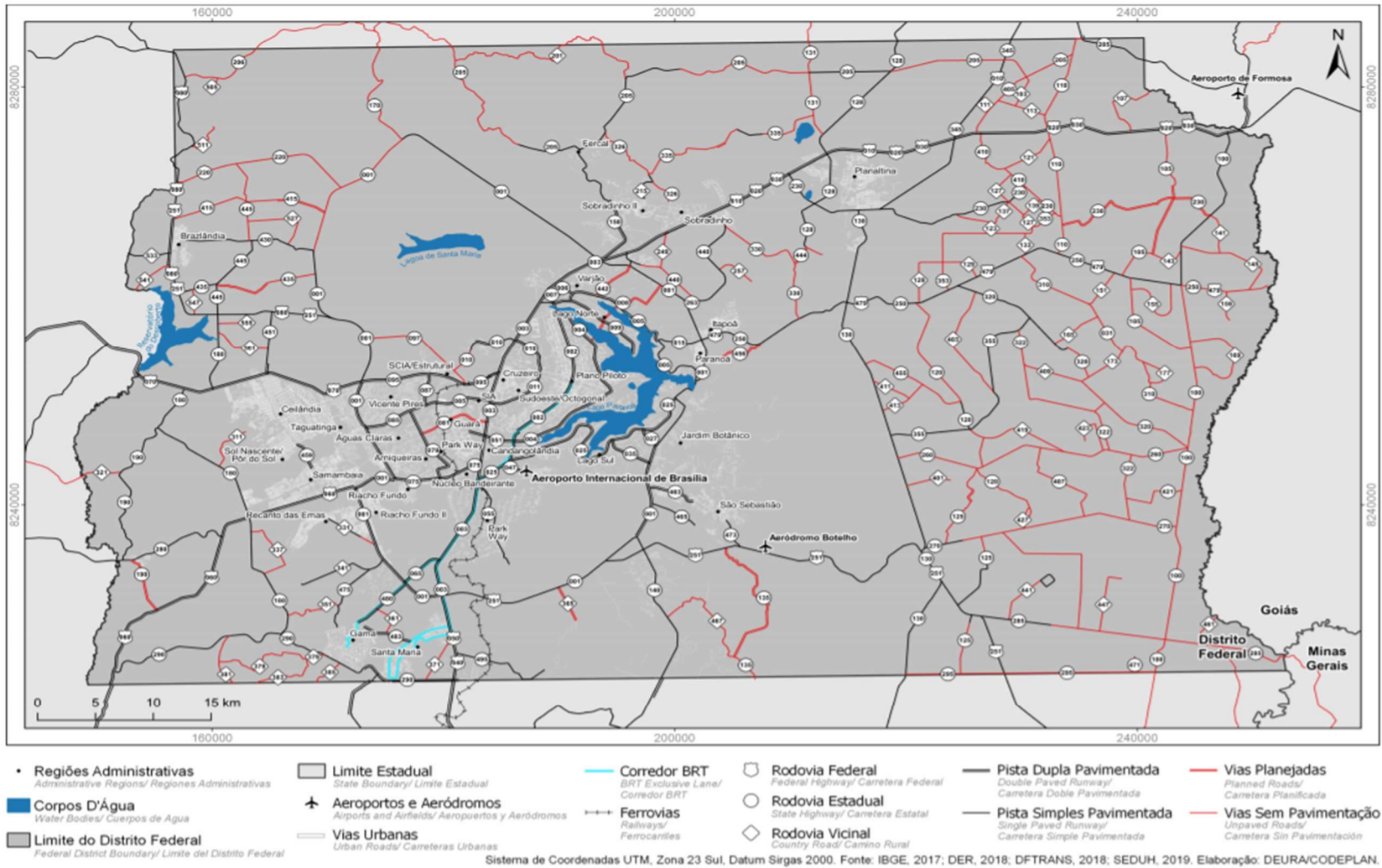


Figura 3.5: Malha viária do Distrito Federal

Fonte: Atlas do Distrito Federal (2020)

O Relatório da Codeplan, PDAD (2018), levou em consideração que os dados agregados podem não refletir especificidades existentes nas Regiões Administrativas do DF, optando-se por apresentar também os resultados por agrupamento de RAs. A Pesquisa de Emprego e Desemprego (PED)³ do Distrito Federal realiza a divulgação dos seus resultados por quatro grupos de RAs, classificadas segundo padrões de rendimento médio, com o intuito de explorar as heterogeneidades regionais existentes na Capital Federal. Tal agrupamento permite, como será visto ao longo do relatório, identificar situações contrastantes dentro do DF, todas elas fortemente associadas ao nível de rendimento. Os grupos de RAs são assim definidos e caracterizados:

- **Grupo 1 (alta renda):** Plano Piloto, Jardim Botânico, Lago Norte, Lago Sul, Park Way e Sudoeste/Octogonal. Em 2018, a população desse grupo era de 384.913 pessoas, com renda domiciliar média de R\$ 15.635;
- **Grupo 2 (média-alta renda):** Águas Claras, Candangolândia, Cruzeiro, Gama, Guará, Núcleo Bandeirante, Sobradinho, Sobradinho II, Taguatinga e Vicente Pires. Em 2018, a população desse grupo era de 916.651 pessoas, com renda domiciliar média de R\$ 7.321;
- **Grupo 3 (média-baixa renda):** Brazlândia, Ceilândia, Planaltina, Riacho Fundo, Riacho Fundo II, SIA, Samambaia, Santa Maria e São Sebastião. Em 2018, a população desse grupo era de 1.269.601 pessoas, com renda domiciliar média de R\$ 3.123;
- **Grupo 4 (baixa renda):** Fercal, Itapoã, Paranoá, Recanto das Emas, SCIA–Estrutural e Varjão. Em 2018, a população desse grupo era de 310.689 pessoas, com renda domiciliar média de R\$ 2.476;

Para o Distrito Federal, a estimativa da população, em 2018, foi de 2.881.854 habitantes distribuída em 883.509 domicílios.

3.3 NÚMERO DE ALUNOS ATENDIDOS POR REGIÃO

De acordo com dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, no ano de 2019, o atendimento se dava com 829 ônibus escolares sendo atendidos 57.972 alunos. O quantitativo de alunos e veículos estão distribuídos nos turnos matutino, vespertino e noturno, os quais percorreram mais de 1.582 itinerários. A SEEDF divide as áreas atendidas pelo transporte escolar em 15 regiões, denominadas de A-O. Nos Gráficos 3.1 até 3.10 pode-se apreciar a distribuição de estudantes por região administrativa e pelos diversos turnos.

Quadro 3.1: Espelho do Transporte Escolar no Distrito Federal em 2019

| ESPELHO DO TRANSPORTE ESCOLAR - ANO/2019 | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|---------------|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|
| FROTA LOCADA + FROTA PRÓPRIA | | | | | | | | | |
| REGIÃO | MÉDIA TOTAL DE ALUNOS TRANSPORTADOS | KM TOTAL | TOTAL DE ESCOLAS | Quantidade de ônibus | TOTAL DE ITINERÁRIOS | CUSTO POR ALUNO | VALOR TOTAL NF | VALOR TOTAL GLOSA | VALOR TOTAL DO CONTRATO |
| REGIÃO A - PLANO PILOTO/CRUZEIRO | 7.886 | 954.090 | 45 | 90 | 105 | R\$ 1.701,74 | R\$ 13.428.070,07 | R\$ 8.890,26 | R\$ 13.419.179,81 |
| REGIÃO B - PARANOÁ | 4.057 | 1.256.410 | 53 | 49 | 105 | R\$ 2.075,13 | R\$ 8.420.458,40 | R\$ 890,30 | R\$ 8.419.568,10 |
| REGIÃO C - SÃO SEBASTIÃO | 5.572 | 989.269 | 35 | 73 | 138 | R\$ 2.101,61 | R\$ 11.709.588,83 | R\$ 0,55 | R\$ 11.709.588,28 |
| REGIÃO D - GUARÁ | 6.170 | 714.698 | 39 | 92 | 120 | R\$ 2.261,46 | R\$ 13.953.392,22 | R\$ - | R\$ 13.953.392,22 |
| REGIÃO E - PLANALTINA | 4.154 | 1.602.455 | 43 | 93 | 164 | R\$ 4.188,33 | R\$ 17.397.951,98 | R\$ 1.153,46 | R\$ 17.396.798,52 |
| REGIÃO F - SOBRADINHO | 3.831 | 993.159 | 62 | 74 | 156 | R\$ 2.626,63 | R\$ 10.068.772,51 | R\$ 5.946,26 | R\$ 10.062.826,25 |
| REGIÃO G - CEILÂNDIA | 3.965 | 666.295 | 65 | 55 | 119 | R\$ 1.882,59 | R\$ 7.596.964,19 | R\$ 132.950,56 | R\$ 7.464.013,63 |
| REGIÃO H - TAGUATINGA | 2.612 | 744.515 | 42 | 47 | 113 | R\$ 3.160,41 | R\$ 8.256.615,75 | R\$ 647,92 | R\$ 8.255.967,83 |
| REGIÃO I - BRAZLÂNDIA | 4.654 | 1.031.524 | 79 | 57 | 218 | R\$ 1.776,08 | R\$ 8.268.189,11 | R\$ 2.648,61 | R\$ 8.265.540,50 |
| REGIÃO J - N. BANDEIRANTE | 5.724 | 1.274.060 | 27 | 74 | 132 | R\$ 1.994,56 | R\$ 11.420.150,05 | R\$ 2.400,54 | R\$ 11.417.749,51 |
| REGIÃO K - RECANTO DAS EMAS | 2.387 | 363.282 | 23 | 23 | 50 | R\$ 1.900,52 | R\$ 4.537.605,77 | R\$ 212,33 | R\$ 4.537.393,44 |
| REGIÃO L - GAMA | 2.578 | 577.298 | 26 | 36 | 74 | R\$ 1.539,47 | R\$ 3.971.047,01 | R\$ 2.662,12 | R\$ 3.968.384,89 |
| REGIÃO M - SANTA MARIA | 417 | 139.899 | 24 | 10 | 20 | R\$ 2.614,41 | R\$ 1.137.760,80 | R\$ 48.751,20 | R\$ 1.089.009,60 |
| REGIÃO N - SAMAMBAIA | 661 | 274.186 | 17 | 12 | 26 | R\$ 3.951,56 | R\$ 2.616.252,15 | R\$ 3.790,80 | R\$ 2.612.461,35 |
| REGIÃO O - ITAPOÁ | 3.304 | 387.360 | 21 | 44 | 42 | R\$ 1.158,30 | R\$ 3.828.750,92 | R\$ 1.635,14 | R\$ 3.827.115,78 |
| TOTAL ANO/2019 | | | | | | | | | |
| QUANTIDADE DE REGIÕES | ALUNOS | KM - ANO/2019 | ESCOLAS | Quantidade de ônibus | ITINERÁRIOS | CUSTO MÉDIO POR ALUNO | VALOR TOTAL NF | VALOR TOTAL GLOSA | CUSTO TOTAL DOS CONTRATOS |
| 15 | 57.972 | 11.968.499 | 601 | 829 | 1.582 | R\$ 2.180,36 | R\$ 126.611.569,76 | R\$ 212.580,05 | R\$ 126.398.989,71 |

Fonte: (e-sic SEEDF, 2021)

Neste contexto, diante do valor que é utilizado para custear anualmente o Transporte Escolar, ultrapassando 126 milhões de reais em 2019, por exemplo, a possibilidade de que os gestores, ao realizarem economias no TE, possam justificar inclusive a construção de novos centros de ensino, de acordo com a demanda, e que dilui-se ao longo do tempo, é evidente. Dessa forma, gerando desenvolvimento, qualidade e diminuição de gastos públicos.

A Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal divide as áreas atendidas pelo transporte escolar em 15 regiões, denominadas de A-O. Vale ressaltar que nos dados apresentados no site da SEEDF tinha-se dados que não se mostravam congruentes com a evolução de alunos ao longo do ano em determinadas regiões administrativas, nesse caso foi necessário dispensar esses dados, por falta de justificativa, portanto, essas regiões não são mostradas nos gráficos deste capítulo.

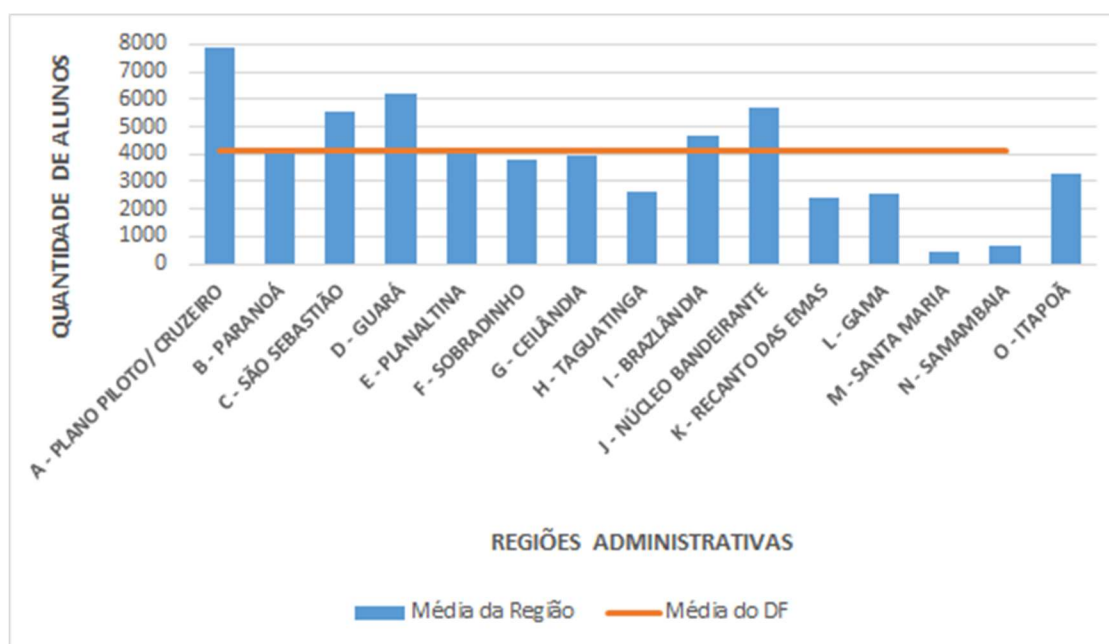


Gráfico 3.1: Número Total de Estudantes por Região Administrativa em 2019

Fonte: Autoria Própria

Cabe esclarecer que em março de 2020 o atendimento do Programa de Oferta Suplementar do Transporte Escolar foi interrompido devido a suspensão das aulas como medida de saúde pública em combate a pandemia do novo coronavírus, retornando suas atividades em agosto de 2021.

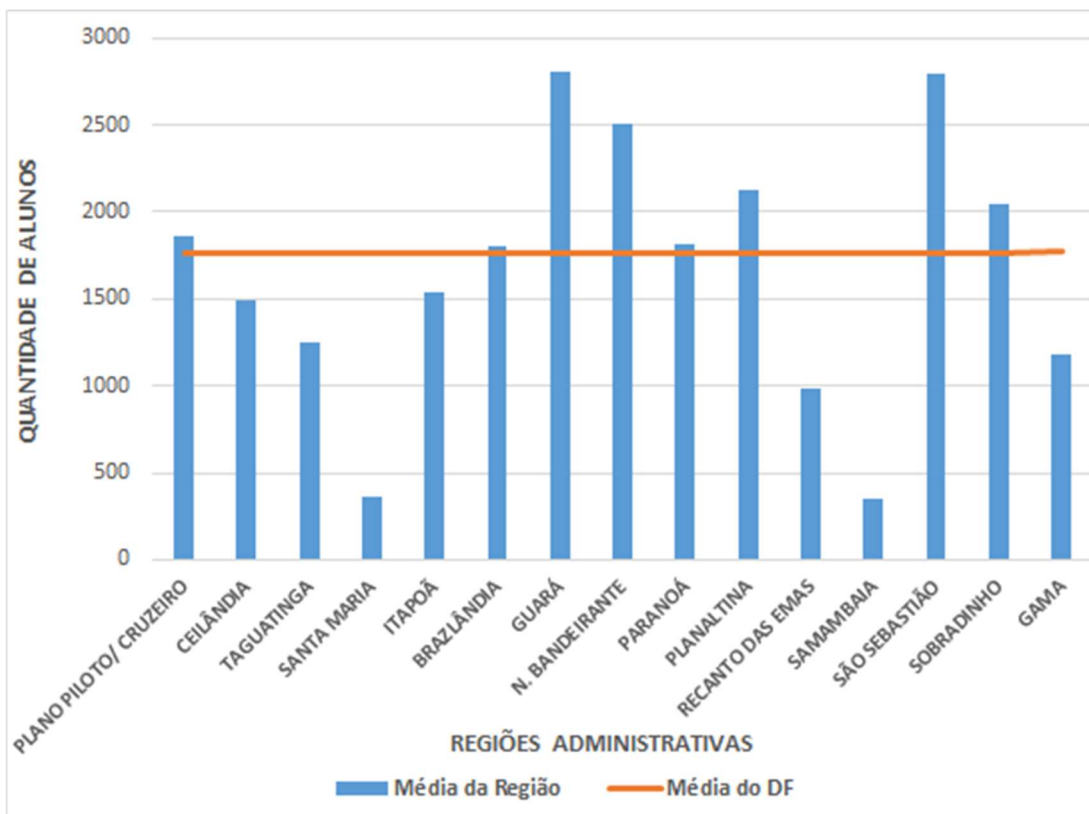


Gráfico 3.2: Número de Estudantes do Matutino por Região Administrativa

Fonte: Autoria Própria

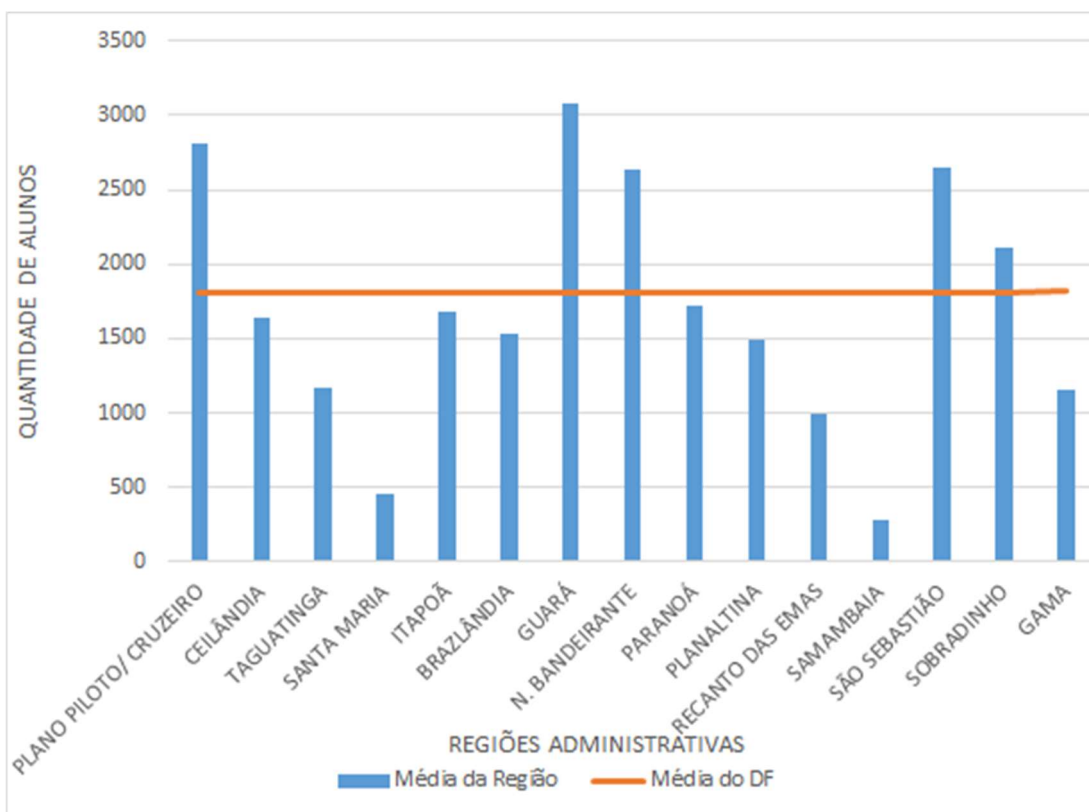


Gráfico 3.3: Número de Estudantes do Vespertino por Região Administrativa

Fonte: Autoria Própria

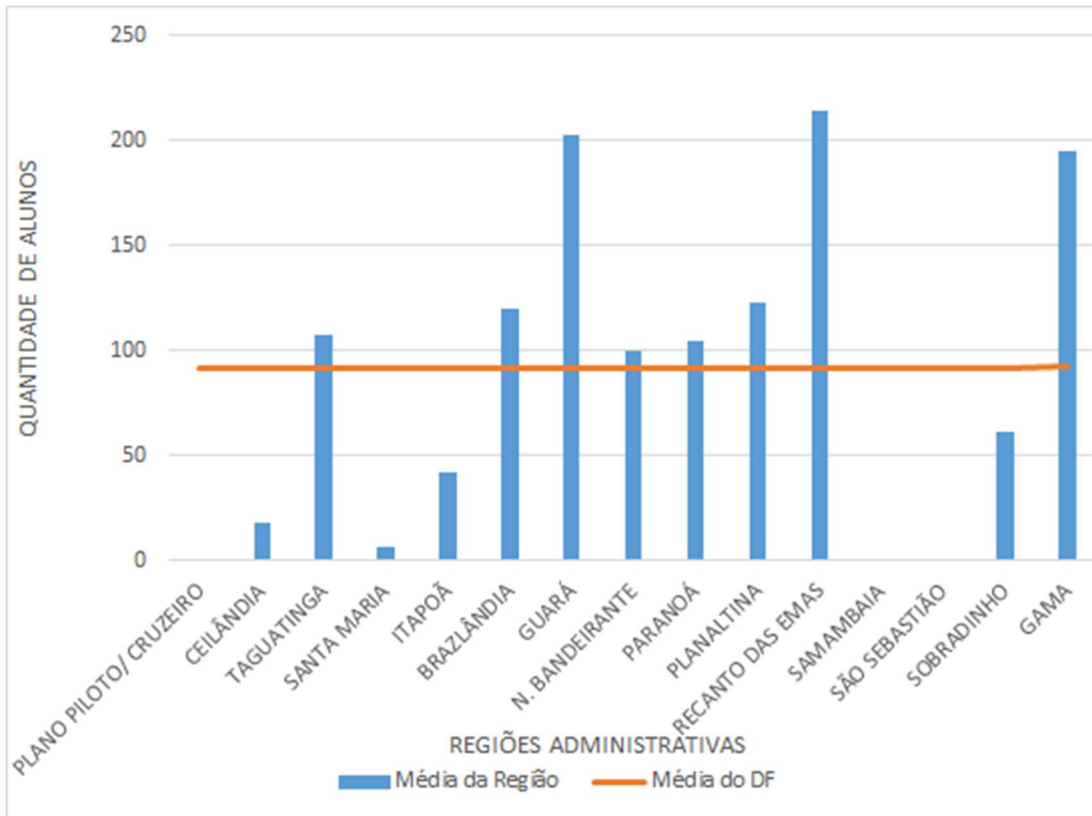


Gráfico 3.4: Número de Estudantes do Noturno por Região Administrativa
 Fonte: Autoria Própria

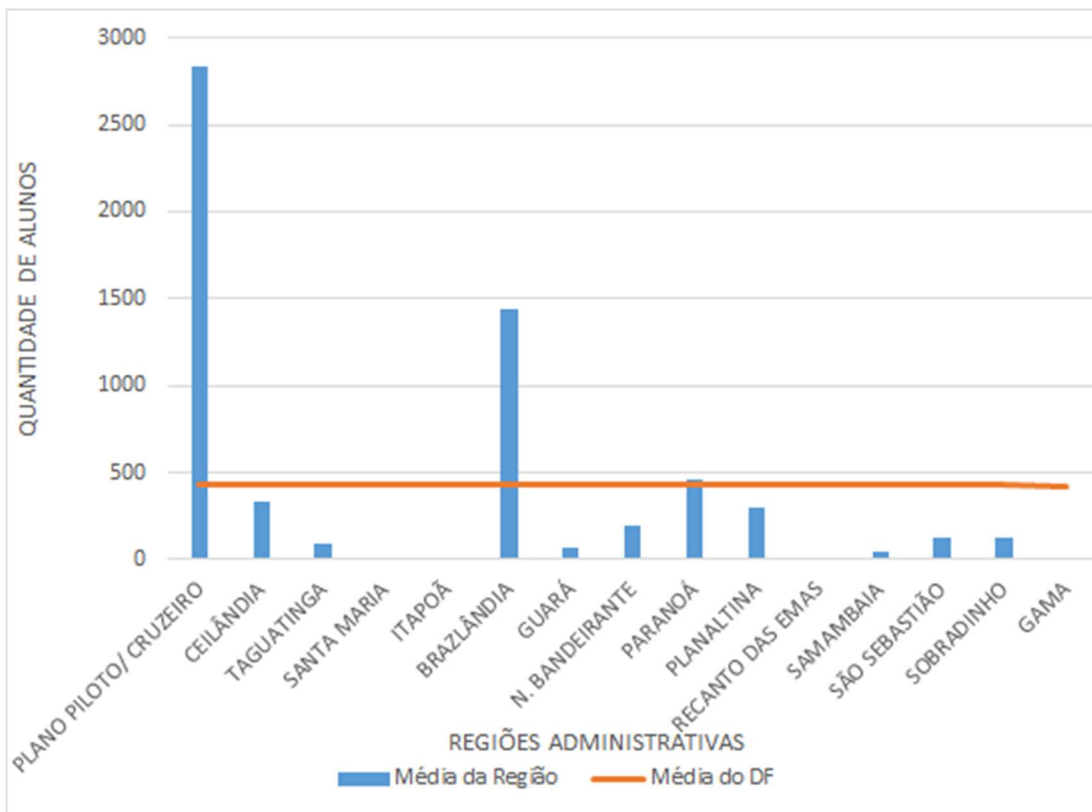


Gráfico 3.5: Número de Estudantes do Ensino Integral por Região Administrativa
 Fonte: Autoria Própria

A educação infantil é a primeira etapa da educação básica. Ela atende crianças de zero a cinco anos de idade, que estão tendo os primeiros contatos com a escola, e por isso mesmo integra ensino e cuidado, funcionando como um complemento da educação familiar. No Distrito Federal, como pode-se observar no Gráfico 3.6, as regiões com maior número de alunos atendidos pelo transporte escolar nessa modalidade de ensino são: Plano Piloto, Itapoã e Núcleo Bandeirante.

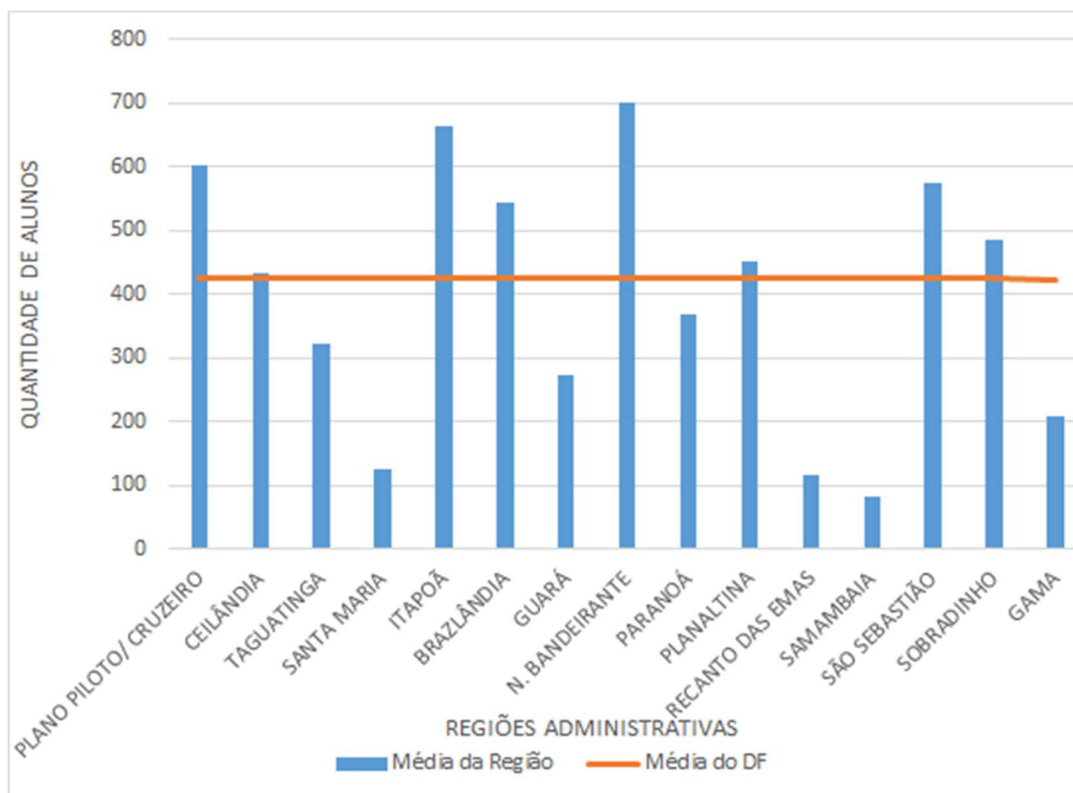


Gráfico 3.6: Número de Estudantes da Educação Infantil por Região Administrativa

Fonte: Autoria Própria

O Ensino Fundamental é o ciclo mais longo da Educação Básica. Esta etapa de escolarização compreende a fase do 1º ao 9º ano e atende crianças dos seis aos 14 anos de idade. O objetivo principal dessa etapa escolar é a formação básica do cidadão, com foco principalmente no desenvolvimento intelectual e social do aluno. Examinando-se a Figura 3.7, nota-se que Plano Piloto e Guará possuem um número de estudantes atendidos pelo transporte escolar muito superior aos das demais regiões.

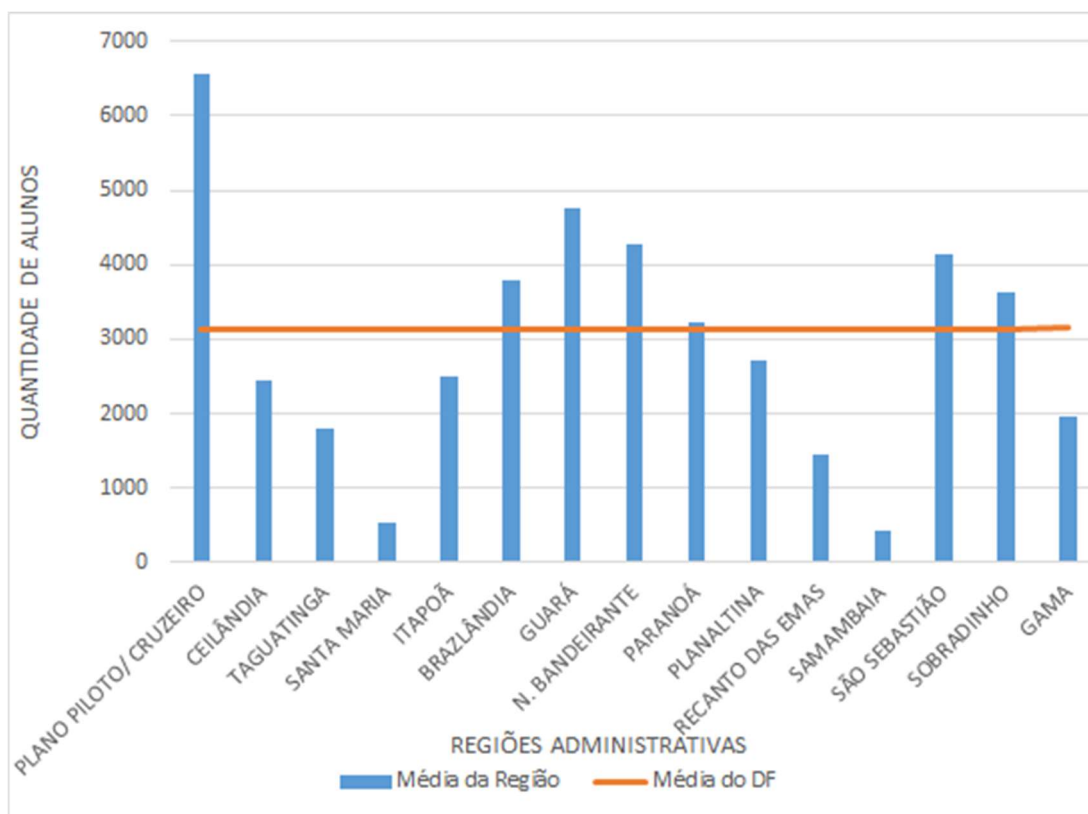


Gráfico 3.7: Número de Estudantes do Ensino Fundamental por Região Administrativa

Fonte: Autoria Própria

O ensino médio é a última etapa da educação básica brasileira. Com duração total de três anos, ele tem como principal objetivo aprimorar os conhecimentos obtidos pelos estudantes no ensino fundamental, tendo foco na preparação para o mercado de trabalho e o ensino superior.

Nessa etapa as regiões mais atendidas pelo transporte escolar são Guará e São Sebastião, enquanto o Plano Piloto apresenta uma queda significativa se comparado aos números da educação infantil e do ensino fundamental. Os quantitativos de todas as regiões podem ser vistos no Gráfico 3.8.

A Educação Especial é o ramo da educação voltado para o atendimento e educação de pessoas com alguma deficiência. Preferencialmente em instituições de ensino regulares ou ambientes especializados (como por exemplo, escolas para surdos, escolas para cegos ou escolas que atendem a pessoas com deficiência intelectual). Como pode ser observado no Gráfico 3.9, Ceilândia, Taguatinga e Planaltina representam a maior parte da demanda do transporte escolar para esta modalidade.

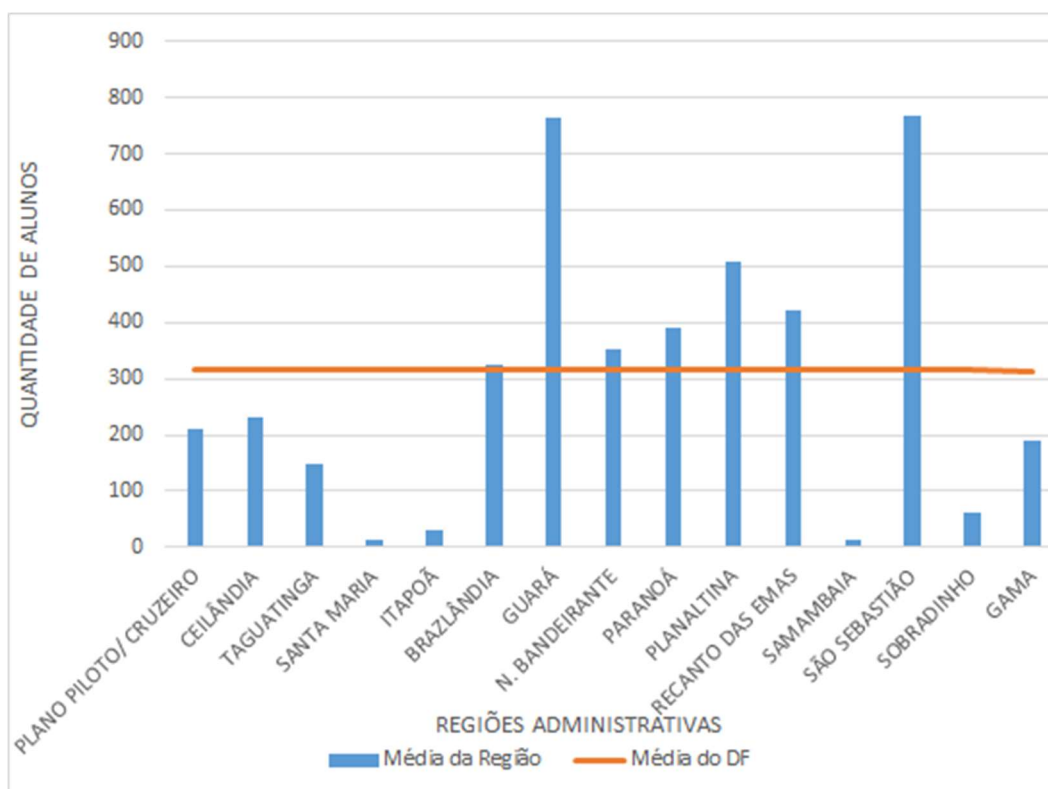


Gráfico 3.8: Número de Estudantes do Ensino Médio por Região Administrativa

Fonte: Autoria Própria

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade de ensino criada pelo Governo Federal que perpassa todos os níveis da Educação Básica do país, destinada aos jovens, adultos e idosos que não tiveram acesso à educação na escola convencional na idade apropriada. Permite que o aluno retome os estudos e os conclua em menos tempo e, dessa forma, possibilitando sua qualificação para conseguir melhores oportunidades no mercado de trabalho. O Gráfico 3.10 mostra como está distribuída a demanda nessa modalidade.

Cabe esclarecer que em março de 2020 o atendimento do Programa de Oferta Suplementar do Transporte Escolar foi interrompido devido a suspensão das aulas como medida de saúde pública em combate a pandemia do novo coronavírus, retornando suas atividades em agosto de 2021.

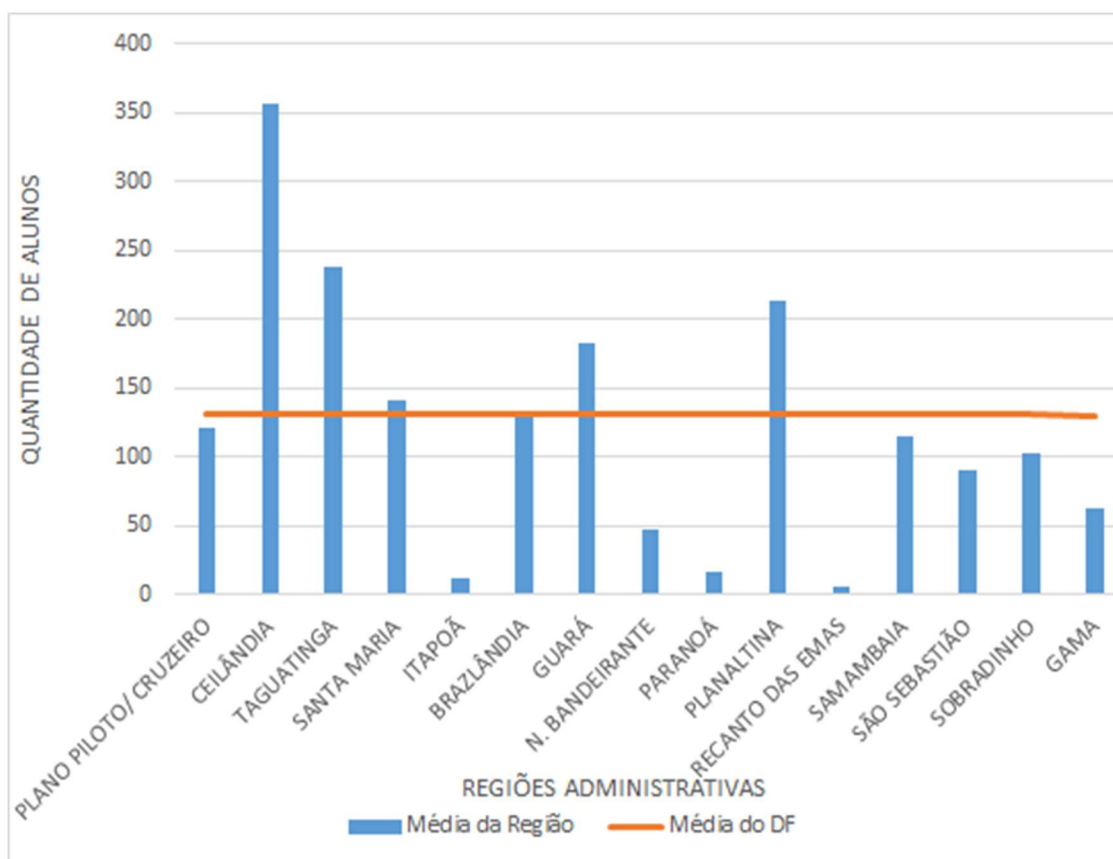


Gráfico 3.9: Número de Estudantes da Educação Especial por Região Administrativa

Fonte: Autoria Própria

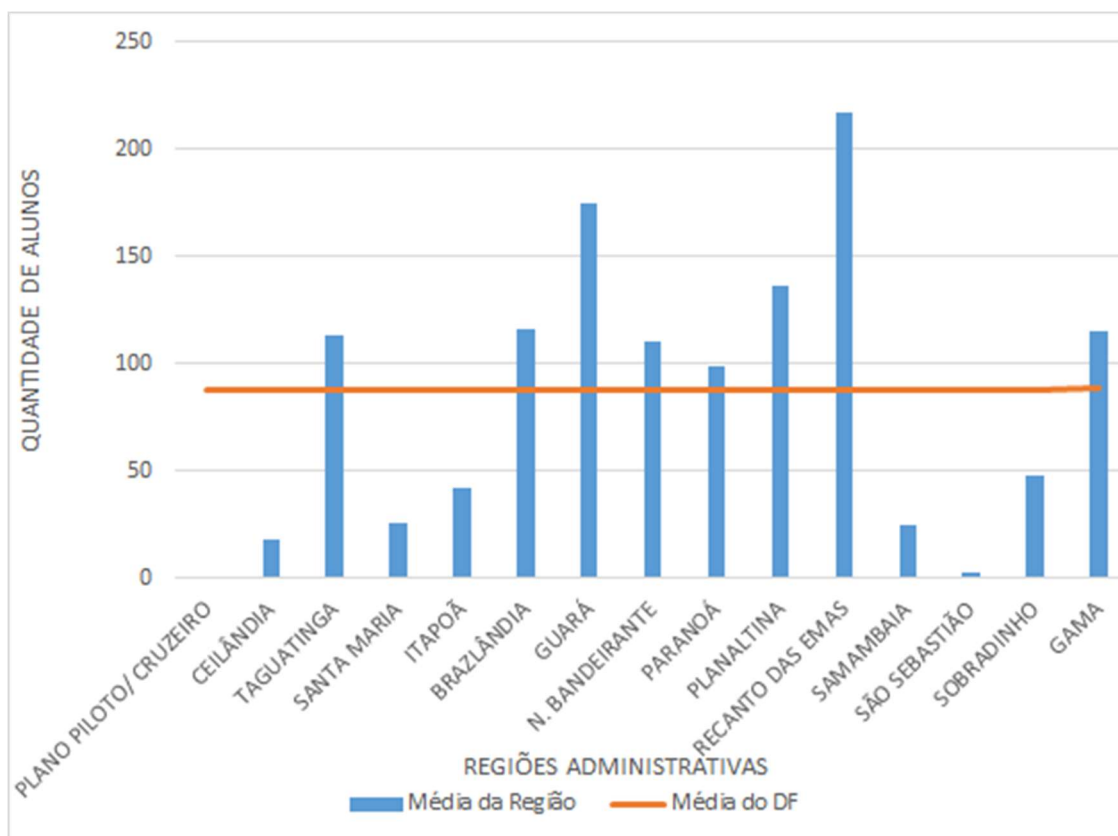


Gráfico 3.10: Número de Estudantes da EJA por Região Administrativa

Fonte: Autoria Própria

3.4 PANORAMA ANTERIOR DA FROTA

As 14 Regionais de ensino (englobam 16 RA's) são contempladas com o transporte escolar gratuito fornecido pela Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEE - DF). De acordo com a SEEDF, existem 20 contratos vigentes atualmente sendo: 15 contratos para o ensino regular e os outros 5 contratos para o ensino especial e educação integral. Os recursos destinados para o transporte escolar no ano de 2019 foram de R\$126.398.989,71.

Como observamos, no relatório de auditoria operacional para avaliar o transporte escolar colocado à disposição dos alunos da rede pública de ensino do Distrito Federal, no exercício de 2014 (Processo - TCDF nº 1306/2015), Costa *et al.* (2014), foram realizadas diversas entrevistas com gestores, incluindo representantes de todas as 14 Regionais de Ensino, análise de documentos produzidos por diversos órgãos do GDF, entre eles a Subsecretaria de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação Educacional e a Coordenação de Transportes, ambas da SEDF, o Departamento de Trânsito do Distrito Federal - Detran/DF e o Transporte Urbano do Distrito Federal - DFTrans, além de visitas *in loco* a 57 escolas distribuídas por todas as CREs. Algumas das fontes de dados utilizadas pela auditoria foram o Censo Escolar, o Sistema Integral de Gestão Governamental - SIGGO e o cadastro de usuários do Passe Livre Estudantil, sendo identificadas diversas fragilidades.

Entre fiscalização insuficiente, dados conflitantes, divergências entre as quilometragens e escassez de informações de cunho gerencial, notamos a clara necessidade da unificação dos dados de modo sistematizado e acessível para que problemas antigos não voltem a permear o planejamento, controle e fiscalização do transporte escolar no Distrito Federal.

As falhas apontadas na gestão do programa de transporte escolar têm como efeito: colocar em risco a segurança e o conforto dos alunos transportados; impossibilitar a conferência do cumprimento dos itinerários, levando ao pagamento de despesas atestadas sem a certeza e confiabilidade do efetivo cumprimento de itinerários e de quilômetros rodados; possibilitar pagamento de despesas relativas a serviços prestados com veículos que não têm autorização de tráfego e com qualidade muito abaixo da esperada.

No trabalho de Rodrigues e Gutierrez (2020), foi feita uma análise da demanda atual que é atendida pelo transporte escolar e a demanda potencial de estudantes que precisam de transporte, com o intuito de conhecer qual é a percentagem de alunos que atualmente está sendo transportada e qual seria a frota necessária. Nota-se que o Distrito Federal possui uma

frota pequena tendo em vista a demanda crescente por vagas no transporte escolar como a perspectiva vista nos estudos de Aguiar e Russo (2013) e agravadas tendo em vista a necessidade da adoção de medidas de restrição sanitária com distanciamento social devido a Pandemia COVID-19.

No Quadro 3.2, podemos observar que algumas Regiões Administrativas não tem dados sobre a oferta de transporte, no entanto se encontram na lista de regiões atendidas pelo transporte escolar no Distrito Federal, segundo a SEEDF. O total de veículos que atendiam no início de 2020, antes da Pandemia, era de 755 , vimos anteriormente que a frota de 2019 era de 829, portanto percebe-se um déficit de 74 veículos, não se sabe os motivos dessa diminuição.

Neste contexto, percebe-se que procurar alinhar as moradias destes estudantes aos centros de ensino respectivos é elemento basilar para que se possa reduzir a demanda por transporte em raio menor, pois devido a proximidade os estudantes podem se locomover de maneira mais fácil e rápida, além de priorizar o atendimento às áreas mais distantes.

Fator que agrava o problema é a inserção dos protocolos sanitários exigidos pelas autoridades no contexto da Pandemia, o que duplicaria a quantidade de ônibus necessários para contemplar toda a demanda existente.

Quadro 3.2: Análise de Atendimento da Frota Existente

| RA | | Número de Alunos | Número de Escolas | Número de Veículos | Capacidade da Frota | Média de Alunos Transportados | Taxa de Lotação % | % de Alunos Atendidos |
|--------------|----------------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------|
| RA-I | Plano Piloto + Cruzeiro | 37.202 | 111 | 27 | 1.509,0 | 1.225,8 | 81,2 | 3,3% |
| RA-II | Gama | 31.463 | 52 | 31 | 1.246,0 | 1.030,6 | 82,7 | 3,3% |
| RA-III | Taguatinga (Frota Própria) | 39.220 | 62 | 34 | 796,0 | 405,5 | 50,9 | 1,0% |
| | Brazlândia | | | 43 | 2.153,0 | 1.421,1 | 66,0 | |
| | Brazlândia (Frota Própria) | | | 17 | 840,0 | 416,0 | 49,5 | |
| RA-IV | Brazlândia Total | 17.544 | 35 | 60 | 2.993,0 | 1.837,1 | 61,4 | 10,5% |
| RA-V | Sobradinho | 17.453 | 30 | 71 | 2.993,0 | 1.965,7 | 65,7 | 11,3% |
| RA-VI | Planaltina | 42.220 | 72 | | - | - | - | 0,0% |
| | Paranoá | | | 45 | 1.962,0 | 1.376,5 | 70,2 | |
| | Paranoá (Frota Própria) | | | 1 | 56,0 | 7,5 | 13,4 | |
| RA-VII | Paranoá Total | 20.725 | 31 | 46 | 2.018,0 | 1.384,0 | 68,6 | 6,7% |
| | Núcleo Bandeirante | | | 71 | 2.984,0 | 1.986,2 | 66,6 | |
| | NB (Frota Própria) | | | 2 | 120,0 | 72,5 | 60,4 | |
| RA-VIII | NB Total | 4.934 | 9 | 73 | 3.104,0 | 2.058,7 | 66,3 | 41,7% |
| RA-IX | Ceilândia | 83.001 | 108 | 143 | 5.879,0 | 4.657,8 | 79,2 | 5,6% |
| | Guará | | | 86 | 3.696,0 | 2.706,7 | 73,2 | |
| | Guará (Frota Própria) | | | 9 | 246,0 | 76,0 | 30,9 | |
| RA-X | Guará Total | 14.217 | 25 | 95 | 3.942,0 | 2.782,7 | 70,6 | 19,6% |
| RA-XII | Samambaia | 40.546 | 65 | 10 | 379,0 | 291,5 | 76,9 | 0,7% |
| RA-XIII | Santa Maria | 26.130 | 36 | | - | - | - | 0,0% |
| | São Sebastião | | | 72 | 2.750,0 | 3.155,0 | 114,7 | |
| | São Sebastião (F. própria) | | | 25 | 1.054,0 | 424,0 | 40,2 | |
| RA-XIV | São Sebastião Total | 23.573 | 27 | 97 | 3.804,0 | 3.579,0 | 94,1 | 15,2% |
| RA-XV | Recanto das Emas | 25.630 | 34 | 24 | 938,0 | 904,9 | 96,5 | 3,5% |
| RA-XXVIII | Itapoã | 3.716 | 3 | 44 | 1.899,0 | 1.401,0 | 73,8 | 37,7% |
| TOTAL | | 427.574 | 700 | 755 | 31.500 | 23.524 | 74,7 | 5,5% |

Fonte: Autoria Própria (Dados do início de 2020)

Quadro 3.3: Lotação da Frota Contratada (Início de 2020)

| Frota Contratada | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|------------|--------|
| RA | | Número de Veículos | Lotação | | | | | | | |
| | | | 0% | 1 - 20% | 21 - 40% | 41 - 60% | 61 - 80% | 81 - 100% | 101 - 120% | > 121% |
| RA-I | Plano Piloto | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-II | Gama | 31 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 15 | 3 | 0 |
| RA-III | Taguatinga | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-IV | Brazlândia | 43 | 0 | 1 | 1 | 6 | 11 | 16 | 7 | 1 |
| RA-V | Sobradinho | 71 | 7 | 3 | 9 | 7 | 17 | 11 | 11 | 6 |
| RA-VI | Planaltina | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-VII | Paranoá | 45 | 0 | 0 | 1 | 15 | 15 | 8 | 3 | 3 |
| RA-VIII | Núcleo Bandeirante | 71 | 0 | 4 | 11 | 12 | 19 | 17 | 7 | 1 |
| RA-IX | Ceilândia | 143 | 0 | 3 | 14 | 24 | 42 | 27 | 21 | 12 |
| RA-X | Guará | 86 | 4 | 0 | 4 | 13 | 24 | 16 | 20 | 5 |
| RA-XI | Cruzeiro | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-XII | Samambaia | 10 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| RA-XIII | Santa Maria | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-XIV | São Sebastião | 72 | 0 | 0 | 1 | 3 | 11 | 21 | 24 | 12 |
| RA-XV | Recanto das Emas | 24 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 9 | 8 | 1 |
| RA-XXVIII | Itapoã | 44 | 5 | 1 | 0 | 4 | 6 | 22 | 6 | 0 |
| TOTAL | | 640 | 16 | 12 | 42 | 94 | 159 | 165 | 110 | 42 |

Fonte: Adaptado, Rodrigues e Gutierrez (2020)

Quadro 3.4: Lotação da Frota Própria (Início de 2020)

| Frota Própria | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------|--------------------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|------------|--------|
| RA | | Número de Veículos | Lotação | | | | | | | |
| | | | 0% | 1 - 20% | 21 - 40% | 41 - 60% | 61 - 80% | 81 - 100% | 101 - 120% | > 121% |
| RA-I | Plano Piloto | 27 | 0 | 0 | 2 | 0 | 8 | 17 | 0 | 0 |
| RA-II | Gama | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-III | Taguatinga | 34 | 3 | 4 | 13 | 8 | 2 | 4 | 0 | 0 |
| RA-IV | Brazlândia | 17 | 1 | 2 | 3 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 |
| RA-V | Sobradinho | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-VI | Planaltina | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-VII | Paranoá | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RA-VIII | Núcleo Bandeirante | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| RA-IX | Ceilândia | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-X | Guará | 9 | 0 | 2 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| RA-XI | Cruzeiro | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-XII | Samambaia | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-XIII | Santa Maria | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-XIV | São Sebastião | 25 | 1 | 4 | 11 | 4 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| RA-XV | Recanto das Emas | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RA-XXVIII | Itapoã | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TOTAL | | 115 | 5 | 13 | 31 | 23 | 19 | 23 | 1 | 0 |

Fonte: Adaptado, Rodrigues e Gutierrez (2020)

É notório que existe um problema de desbalanceamento da frota existente e que impacta na qualidade da prestação do serviço e na sustentabilidade do mesmo, como pode-se observar nos Quadros 3.3 e 3.4. Corrigir esse descompasso é possível através de um planejamento eficiente e da utilização de dados acessíveis e confiáveis para a construção deste. Como não existe um equilíbrio na distribuição de passageiros por rotas ou centros de ensino o desempenho do atendimento cai, questão que precisa ser apreciada com vistas a otimizar a frota de veículos dedicada ao transporte escolar. Além disso, lotações superiores a 50 % já não podem ser toleradas em atenção aos protocolos de segurança implantados enquanto durar a Pandemia.

3.5 SOCIEDADE DE TRANSPORTES COLETIVOS DE BRASÍLIA - TCB

A transferência da gestão e operação do transporte escolar do Distrito Federal para a Sociedade de Transportes Coletivos de Brasília LTDA. (TCB), ocorreu por força da publicação da Lei nº 6.434 de 20/12/2019 que alterou o art. 5º, § 3º e acrescentou o art. 68 à Lei nº 4.011 de 12/09/2007, ora regulamentada pelo Decreto nº 40.385 de 13/01/2020.

Desde então, esta Empresa passou a gerir a frota locada do transporte escolar, realizando os processos licitatórios e a contratação que hoje abrangem o atendimento das Regiões Administrativas de Brazlândia, Ceilândia, Gama, Guará/Estrutural, Paranoá, Planaltina, Plano Piloto/Cruzeiro, Recanto das Emas, Samambaia, Santa Maria, Sobradinho e Taguatinga.

A frota licitada foi de 590 veículos, para atendimento de toda a Educação Básica, incluindo as modalidades da Educação de Jovens e Adultos e a Educação Especial, tratando-se, pois, de um programa que abrange a suplementação da educação quando o aluno não tem acesso à escola próxima de casa, cuja TCB tem o papel de operar os veículos, permitindo ao aluno a garantia de um direito constitucional.

A Empresa passou por uma profunda reestruturação em outubro deste ano e devido a Pandemia do COVID 19 não foi possível a realização de uma visita presencial à Empresa. Diante vários questionamentos feitos por telefone aos responsáveis do gerenciamento do TE, eles enviaram a seguinte Nota Informativa:

“A Sociedade de Transportes Coletivos de Brasília (TCB) assumiu a gestão compartilhada do Serviço de Transporte Complementar Escolar (STPCE) em janeiro de 2020, com a incumbência da gestão e operação do serviço. A empresa realizou licitações

por lotes, para atender os alunos da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal, com renovação da frota e tecnologia embarcada.

A empresa licitou 24 lotes com contratos vigentes pelo prazo de 30 meses, trazendo regularidade contratual e gerando economia de aproximadamente R\$15.000.000,00 para os cofres públicos. Os contratos contemplam as micro e pequenas empresas com a cota reservada, conforme as exigências do Tribunal de Contas do Distrito Federal, órgão controlador, que fiscalizou e aprovou todos os processos em andamento.

Com o retorno das aulas presenciais organizado de forma escalonada, a previsão da TCB é transportar 42.000 alunos a 688 escolas públicas.

Após cadastrar aproximadamente 1.600 itinerários, o Centro de Controle Operacional (CCO), setor responsável pelo atendimento integral do transporte escolar, em tempo real, das 06h às 23h, poderá disponibilizar às Regionais de Ensinos e diretores das escolas o itinerário do ônibus, de forma on-line. Os ônibus serão monitorados através de GPS (Sistema de Posicionamento Global), trazendo segurança tanto para os estudantes que utilizarão o serviço, quanto ao pagamento das notas fiscais emitidas pelas empresas, que serão aferidas por quilômetros.

Dentre as melhorias ofertadas, os profissionais do transporte escolar, motoristas e monitores, foram valorizados com aumento de salário, estabelecendo regularidade no piso salarial da categoria.

Destarte, as empresas contratadas terão que seguir os protocolos estabelecidos, considerando a pandemia do novo coronavírus. Os alunos deverão permanecer de máscaras durante todo o percurso, a aferição da temperatura será realizada no embarque e a higienização das mãos.”

A ideia desse estudo é justamente contribuir com a estruturação de um sistema de informação integrada visando uma gestão eficiente e eficaz, dentro de uma realidade nova que se vivencia e poder garantir o direito ao transporte escolar de qualidade.

4 PROPOSTA DA CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO INTEGRADO PARA O PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE ESCOLAR

A Secretaria de Educação do Distrito Federal não mantém uma base de dados integrada que facilite a troca de informações entre as regionais de ensino, suas respectivas escolas, o órgão gestor do Sistema de Transporte Escolar (STE-DF), os operadores do STE-DF, os agentes fiscalizadores (DETRAN e SEMOB), os pais de família e alunos. Na análise realizada no estudo observou-se que os dados destoam entre bancos de dados dentro da mesma Secretaria, entre banco de dados de regionais de ensino diferentes, entre os operadores do STE-DF e o órgão gestor. Problema que dificulta a análise adequada.

Diante dessa situação é proposta a criação de um Sistema de Informação Integrado que permita o uso das mesmas informações pelos diversos agentes que participam na gestão do sistema do transporte escolar de maneira unificada. Este sistema compreenderia inicialmente dados e informações importantes para o planejamento, operação, controle e manutenção do sistema de transporte escolar.

Ou seja, a proposta inicial traçada nessa pesquisa é montar uma base de dados para realizar e otimizar os planos de rotas em função da frota existente no DF, de forma que atenda a maioria da população estudantil. Posteriormente, esse sistema poderia ser ampliado para atingir outros objetivos e metas dentro do contexto do sistema de educação do DF.

A metodologia proposta para a criação do SIT está dividida em cinco etapas: a) identificação dos agentes do sistema; b) informação necessária para elaborar e otimizar a roteirização do transporte escolar; c) informação necessária para o controle e manutenção da frota veicular do transporte escolar; d) criação do banco de dados e validação e; e) estruturação do sistema de informação para a manutenção contínua e sistemática do banco de dados.

4.1 ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES DO SISTEMA

Os principais agentes que participam na tomada de decisões do sistema de transporte escolar são: a Secretaria de Estado de Educação do DF (SEEDF); as Regionais de Ensino (RE's DF); os Centros de Ensino (CE's); e a empresa pública denominada Transporte Coletivo de Brasília (TCB). Esses 4 agentes precisam coordenar e integrar ações para atender a demanda por transporte escolar do DF sem discriminação de localização geográfica. Ou seja, o transporte escolar deve abarcar a maior área geográfica possível para permitir acesso à escola

aos alunos da periferia e áreas rurais, principalmente nos horários vespertinos e noturnos. Reconhece-se que a baixa densidade populacional das áreas rurais e das periferias não contribuem na otimização dos planos de rotas, nem da frota veicular já que os custos operacionais do transporte aumentam, porque o veículo tem que percorrer longas distâncias só para transportar poucos alunos. Questão que pode ser solucionada pensando em alternativas de modo de transporte, como veículos de menor capacidade e na metodologia de roteirização.

No entanto, estes alunos têm tanto direito ao TE como os alunos mais próximos às escolas, é um direito garantido por Lei. Muitos estudos têm mostrado que a educação é uma alavanca para o desenvolvimento socioeconômico de uma região. Conclusão similar se faz com relação ao transporte. A falta de um bom sistema de transporte ou ausência dele em uma região, restringe seu desenvolvimento socioeconômico.

Como já foi citado no contexto desse trabalho, existe um desequilíbrio entre a demanda e oferta por vagas nas escolas, sendo a demanda por matrículas maior que as vagas ofertadas. Além disso, nem todas as Regiões Administrativas têm escolas de ensino médio e profissionalizantes, esse problema faz que exista uma mobilidade de alunos de uma regional para outra, que está em função do TE e do transporte público coletivo existente na RA. Estimar esses dados é um grande desafio, já que as próprias regionais não têm esses registros discriminados. Assim, não pode se afirmar, se esse é um dos motivos pelo qual muitos jovens não continuam seus estudos, ou alimentam as estatísticas de evasão escolar.

A única forma de identificar esses problemas é tendo uma boa base de dados das RE's pertencente a cada RA e um bom sistema de informação que permita esse fluxo de dados entre os agentes, para realizar o planejamento do transporte escolar e o planejamento estratégico do sistema educacional de cada RE e da SEEDF. Assim, é importante ressaltar que essa parceria é essencial para o sucesso do sistema de informação proposto e a consolidação da base de dados.

O planejamento de qualquer sistema sempre precisa responder às seguintes indagações sobre o quê, quando e como, e em que nível de decisão se desenvolve cada fase do processo de planejamento. Em função disso, elaborou-se um esboço do processo de decisão estratégica, tática e operacional dos quatro agentes que participam da tomada de decisão do planejamento do transporte escolar. Esse esboço mostra-se na Figura 4.1 e os respectivos agentes são mostrados como componentes funcionais do sistema de informação integrado.

Isso significa que como instituição pública, cada um desses agentes tem os três níveis de decisão nas áreas funcionais que compõem sua estrutura organizacional. Usando esse mesmo conceito, cada agente passaria a ser parte desse Sistema de Informação Integrado trabalhando nos três níveis de decisão, tendo como objetivo único, a integração de bases de dados para o planejamento, operação, controle e manutenção do sistema de transporte escolar.

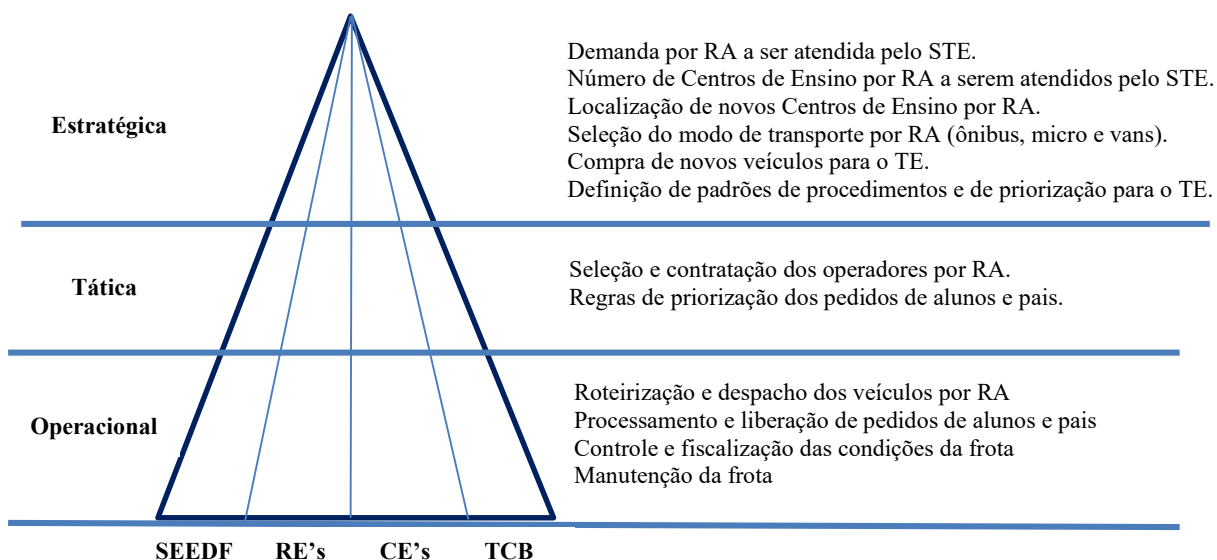


Figura 4.1: Esboço do processo de tomada de decisão dos 4 agentes

Fonte: Autoria Própria

4.2 ETAPA 2: INFORMAÇÃO NECESSÁRIA PARA ELABORAR E OTIMIZAR O PLANO DE ROTAS E OPERAÇÃO

Do estudo da literatura de modelos de roteirização extraiu-se quais eram os dados e informações necessárias para realizar e otimizar um plano de rotas. No entanto, é importante ressaltar que os modelos estudados são focados para a distribuição de bens e mercadorias. Para a distribuição de pessoas desde suas residências até um local de destino em comum, a literatura é escassa, principalmente quando se refere ao transporte escolar.

Sabe-se da boa experiência de empresas particulares que prestam esse serviço a escolas privadas e de operadoras de transporte contratadas pelas SEE de outros Estados que trabalham em parceria com as RE's e CE's. Infelizmente, essas experiências não estão registradas, nem publicadas em documentos técnicos e científicos. De forma informal obteve-se que o tempo máximo tolerável que uma criança ou adolescente suporta estar dentro de um veículo para ir à escola sem estressa-se é de duas horas. Tempo medido a partir do primeiro aluno que é recolhido na sua residência somado aos tempos de percursos entre as residências dos outros alunos, mais o tempo de espera para o seguinte aluno subir no veículo

mais o tempo de percurso do último aluno recolhido até chegar à escola.

4.2.1 Formulação do Modelo de Roteirização para os Centros de Educação

Da situação colocada acima, tem-se uma restrição de tempo total de percurso da rota à escola que deve ser menor ou igual a 2 horas.

Tempo Total da rota usando o veículo $v \leq 2$ horas

$$T_r^v = \sum_{i=1}^n (t_i^p + t_{ij}^t), \quad j = 2, 3, \dots, m \quad (4.1)$$

Onde:

T_r^v = Tempo total de percurso da rota r , realizada com o veículo v , contabilizada a partir do primeiro aluno que é recolhido na sua residência até chegar à escola;

t_i^p = Tempo de parada no aluno i ;

t_{ij}^t = Tempo do trajeto entre o aluno i e o aluno j ;

n = Número de alunos;

$m = n+1$ = Sendo m igual ao número de alunos mais o destino, que é a escola. É o último trajeto que o veículo faz até chegar à escola depois que recolhe o último aluno da rota.

Essa equação (4.1) tem que cumprir com a restrição de tempo, ou seja, tem que ser menor ou igual a 2 horas. Cumprida essa condição, tem-se a primeira rota usando o veículo tipo v , e passa-se a formar a seguinte rota.

No entanto, tem-se outra restrição que é da capacidade do veículo e que deve ser cumprida, nesse caso, a restrição é o número de assentos do veículo. Respeitando as normas sanitárias atuais com relação ao COVID-19, não será permitido que os alunos viajem de pé e muitos menos que um aluno carregue no colo outro aluno.

Número de alunos nessa rota \leq Capacidade do veículo sentado

$$n \leq C \quad (4.2)$$

As duas restrições deverão ser atendidas na formação de uma rota. Agora se a restrição de tempo é atendida com menos alunos com relação à capacidade do veículo, deverá ser testado outro cenário com um veículo de menor capacidade.

4.2.1.1 Hipóteses

Denomina-se i o índice associado a cada aluno pertencente ao universo de alunos U do Centro Escolar – CE. No processo de roteirização um subconjunto de alunos G_r é agrupado para formar uma rota, r , com o veículo tipo v . Podem existir R subconjuntos formados pelos n alunos do universo U . Cada conjunto de subconjuntos G_r constitui um cenário C_y . Assim sendo,

$$\bigcup_r^R G_r = U$$

e

$$G_r \cap G_k = 0$$

(4.3)

De acordo com a relação (4.3) pode-se inferir as seguintes hipóteses:

- ✚ “Um aluno que pertence a um subconjunto não pode estar contido em outro subconjunto dentro do mesmo cenário”.
- ✚ “Um aluno não pode ser atendido por dois veículos diferentes”.
- ✚ “Todos os alunos do universo U devem ser atendidos, ou sejam devem estar alocados em um grupo G_r ”.
- ✚ “O número total de alunos atendidos em cada rota r não deve exceder a capacidade de lotação do veículo v ”.
- ✚ “O tempo percorrido de cada rota r deve ser menor ou igual a um limite pré-fixado”.

4.2.1.2 Roteirização

Para realizar a roteirização dos n alunos alocados no CE, pode-se utilizar o algoritmo de Clark e Wright, conhecido como algoritmo de economias, um dos mais simples que existem na literatura. Ele se baseia no conceito de ganho que pode ser obtido ao se ligar dois nós de forma sucessiva num roteiro. Para aplicar o algoritmo de Clark e Wright precisa-se montar a matriz de distância entre todos os nós da rede (residência dos alunos) e o CE. Nessa matriz, o nó “1” é o CE, e os seguintes nós são as localizações residenciais dos alunos, pode acontecer que em um nó pode morar mais de um aluno, ou seja, ser um condomínio ou residência conjunta etc. Nesse caso, tem-se que contabilizar o número de alunos que são levantados em um nó para ir testando a hipótese de restrição da capacidade do veículo.

A partir da Matriz de Distância calcula-se a Matriz de Economias, que representam os ganhos para todos os pares de nós. E em base dessa matriz inicia-se o procedimento de Clark e Wright (Corrales P, 2001). Esse algoritmo determina os roteiros de uma frota homogênea do tipo v , como se mostra na Figura 4.2.

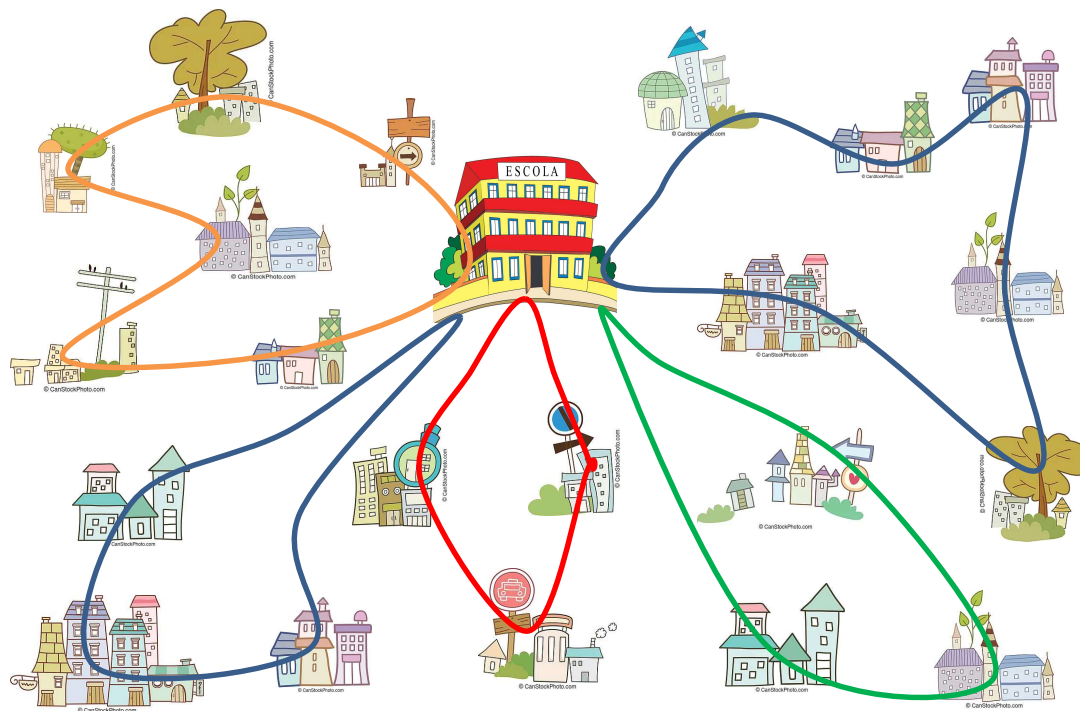


Figura 4.2: Esboço de um Cenário C_y ou Plano de Rotas, composta de 5 rotas do transporte escolar, onde o nó 1 é o CE e os seguintes nós são a localização residencial dos alunos

Fonte: Autoria Própria

Pode-se então concluir que os dados básicos para elaborar um roteiro estão em função: da localização geográfica dos estudantes; da escola; do ponto de despacho dos veículos; e do tempo limite pré-estabelecido do roteiro. Também, precisa-se conhecer o tipo de veículo, seus custos variáveis e fixos, capacidade de passageiros sentados e quantidade de veículos. Com relação à quantidade de veículos pode-se trabalhar com duas alternativas, frota existente e frota a ser adquirida. Caso a frota não seja homogênea, ter-se-á que se fazer uso de outras heurísticas de roteirização para viabilizar um bom cenário. Esse tema não é objeto dessa pesquisa, no entanto, para aplicar essas outras heurísticas são necessários os mesmos dados elencados acima e mostrados no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Principais dados a serem coletados

| Principais dados a serem coletados em problemas de transporte escolar | | |
|---|--|---------------------------------------|
| Aluno | Escola | Frota |
| Identificação | Nome | Quantidade de veículos |
| Endereço | Endereço | Capacidade de cada veículo |
| Série | Capacidade de alunos por série e turno | Características técnicas dos veículos |
| Escola em que estuda | | Custos fixos e variáveis |
| Turno | | |

Fonte: Autoria Própria

4.2.1.3 Levantamento de Dados de Alunos e Escolas

Mesmo em uma situação ideal, onde todos os dados são disponibilizados corretamente, ainda há problemas no caso de localidades rurais ou mais afastadas. Os logradouros das RA's com escolas rurais, como Brazlândia, Planaltina e Paranoá, não estão totalmente cadastrados nos principais mapas online. Por exemplo, tem-se o caso da Escola-Classe Rajadinha na Região Administrativa de Planaltina. Essa escola tem como logradouro DF-250-DF-06, Brasília/DF 73300-000, de acordo com o site da SEEDF, e oferece ensino integral, ensino fundamental e anos iniciais. Quando utilizado esse logradouro nos seguintes serviços de mapas online: Google Maps, Bing Maps, Here e Apple Maps (todos eles com dados não-livres) e OpenStreetMap (dados abertos), os resultados obtidos mostram-se no Quadro 4.2.

Quadro 4.2: Ferramentas utilizadas para localização do logradouro do aluno e da escola

| Busca por Logradouro em Serviços de Mapas Online | |
|--|---|
| Serviço de Mapa Online | Resultado Encontrado |
| Google Maps | Encontrou a escola através do logradouro, mas aponta para um local 4km distante. Se digitado somente a rua, ela não é encontrada; |
| Bing Maps | Identifica a rua, mas não mostra o local exato da escola; |
| Here | Identifica a rua, mas não mostra o local exato da escola; |
| Apple Maps | Não identifica a rua. Quando forçada uma visualização do local de forma manual, identifica-se que a referida rua não está nomeada neste mapa; |
| OpenStreetMap | Identifica a rua, mas não mostra o local exato da escola; |

Fonte: Autoria Própria

Como pode-se observar, mesmo utilizando o endereço de uma escola que abarca três modalidades de ensino na zona rural de Planaltina, os maiores serviços de mapas online não conseguiram fornecer um resultado minimamente satisfatório. Caso similar ocorre quando

se trata dos endereços de alunos. No banco de dados dos gestores das escolas ou CE's, os endereços são frequentemente preenchidos de forma incorreta, incompleta ou até mesmo as localidades de moradia dos alunos não tem um endereço exato, principalmente no tocante à zona rural.

A melhor forma de se obter com precisão os dados dos locais de moradia dos estudantes e de localização das escolas é utilizando coordenadas geográficas. Então, o método sugerido para a coleta de dados de ambas as variáveis é utilizar um aplicativo de *smartphone*. O aplicativo deve contemplar pelo menos os sistemas operacionais Android e iOS, pois eles são os sistemas mais populares no mundo. No Brasil, em setembro/2021, os dois detinham uma participação de 99,7% no mercado de dispositivos móveis (Stat Counter Global Stats, 2021), conforme pode-se observar no Gráfico 4.1.

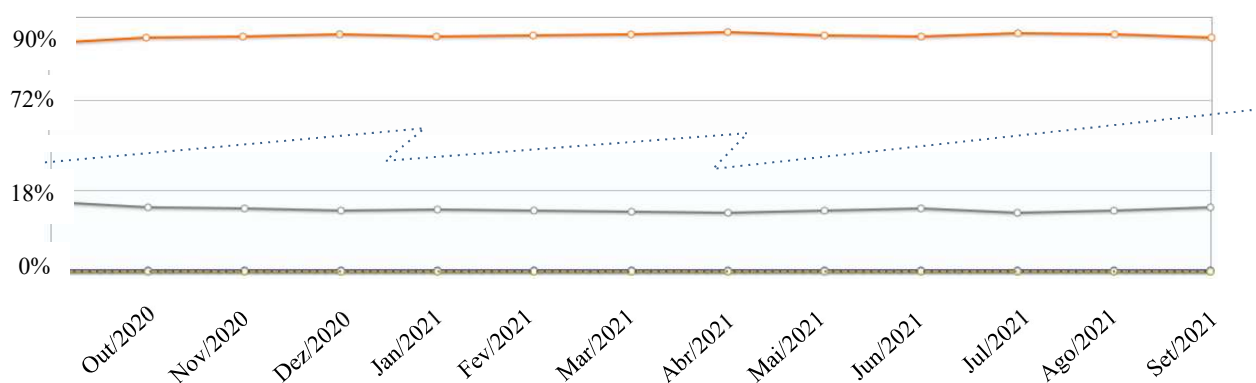


Gráfico 4.1: Participação dos sistemas operacionais Android e iOS no Brasil em 2021

Fonte: Adaptado StatCounter, (2021)

Nesse contexto, segundo levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o percentual de moradores do Distrito Federal com acesso à *internet* passou de **71%** para **92%**, entre 2011 e 2019, o que equivale a 2,45 milhões de pessoas. Durante esse período, a capital se manteve com o maior índice de conectados do país. O estudo faz parte da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) e considera o contato com a rede entre pessoas com mais de 10 anos. De acordo com o levantamento, os estudantes são os mais conectados, 96,4% daqueles com mais de 10 anos; em 2011, esse percentual era de 92,1%. Já entre os não-estudantes, a *web* está presente na rotina deles em 90,8%. As taxas são as maiores do país nos dois grupos.

No entanto, as estatísticas ainda mostram que parte da população não tem acesso à *Internet* em suas residências. Em 2019, havia 57 mil famílias sem *internet* na capital – 5,6%, um dos principais motivos alegados por essas famílias foram por causa do "alto custo do serviço" –

36,7%, tal como se mostra na Figura 4.3. Vale ressaltar, que o grupo *offline* tem uma renda média mensal de **RS986**, e quem possui acesso à rede tem uma remuneração quase três vezes maior, **RS2.631** em média.

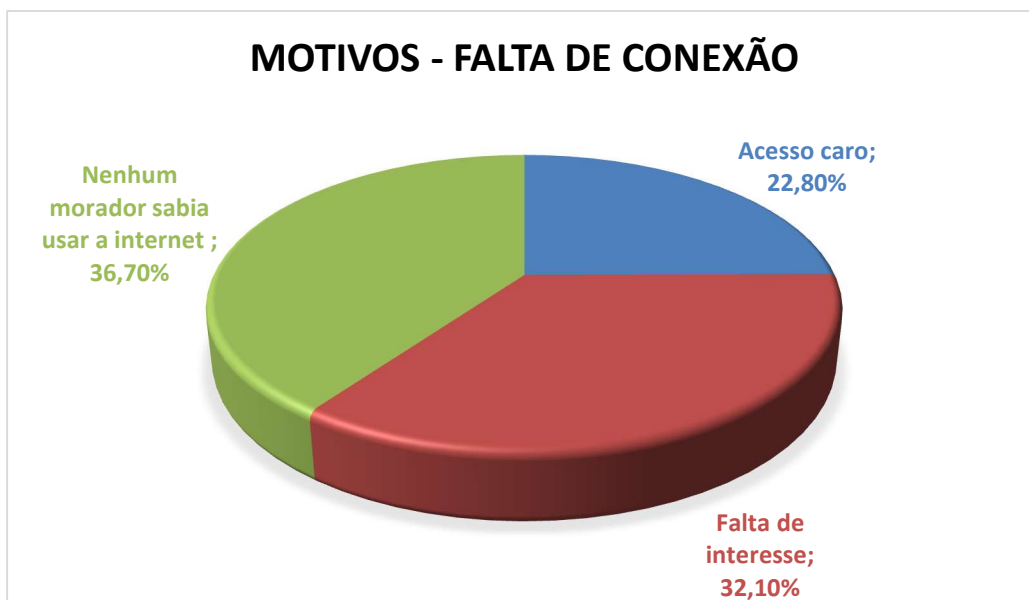


Figura 4.3: Principais motivos alegados por quem não está conectado à Internet no DF
Fonte: Autoria Própria

Ações afirmativas distritais como o programa Escola em Casa DF, que é a sala de aula virtual da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal, elaborado pela própria Secretaria para fazer a transição exigida pela pandemia e poder retomar os hábitos de estudos de forma segura e acessível, permitindo a continuidade da aprendizagem, interrompidos pelo surgimento da pandemia do COVID-19, são ações que estão ajudando a promover a inserção da população de baixa renda das escolas públicas ao mundo digital.

A Secretaria investiu R\$ 17,6 mil na parceria com o Laboratório Avançado de Pesquisa, Produção e Inovação em Software (LAPPIS) da Universidade de Brasília (UnB). A plataforma é utilizada por meio do “Google Sala de Aula”, de acesso exclusivo para professores e estudantes dessa Secretaria, para fins pedagógicos. Nesse espaço, professores podem se comunicar com estudantes realizando videoconferências, troca de mensagens, acesso a materiais didáticos, aplicação de avaliações, formação de grupos de trabalho, entre outras atividades. Desse modo, o único pré-requisito para o acesso é ter um chip ativo. Quem já está conectado ao Google Sala de Aula também pode baixar o aplicativo do programa e ter acesso ilimitado ao conteúdo do Escola em Casa DF.

Tendência mundial, o aplicativo do Escola em Casa DF é um software *open source*.

Beneficia os estudantes, mas pode ultrapassar limites e fronteiras, ajudando também alunos e escolas de outras regiões, porque seu código-fonte pode ser adaptado como interface também para outras plataformas, além de não possuir custo de licença. Todo o código-fonte do aplicativo está disponível para que qualquer pessoa ou instituição possa acessar e colaborar com mais informações e inovações. O que, conseqüentemente, também continuará acessível, de forma gratuita, para aqueles que buscam uma solução para o ensino.

Vale destacar que o celular é o principal meio para acessar a rede na capital: 99,6% entre os conectados. Em menor grau com relação àquele, o DF também se destaca no uso de outros tipos de aparelhos, como computadores e *tablets*, conforme o Gráfico 4.2. A existência de uma política de governo voltada para o estudante que não possua um *smartphone*, providenciando uma quantidade mínima de celulares disponíveis para essa tarefa, que podem ser disponibilizados pela própria escola ou pelos demais agentes interessados nos dados, constitui-se em uma medida eficiente para a coleta. Uma vantagem desta metodologia é que um *smartphone* Android básico, custando menos de R\$ 300,00, consegue realizar essa tarefa, pois dispõe de GPS e acesso à *Internet*.

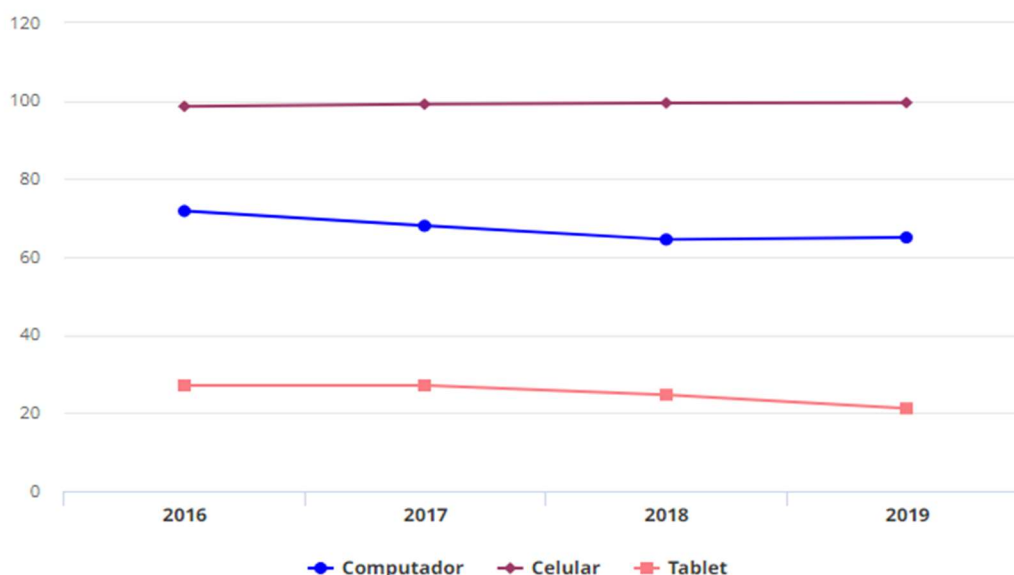


Gráfico 4.2: Meios utilizados para acessar a Internet no DF

Fonte: IBGE (2019)

Sugere-se então que se faça uso dessa plataforma para levantar os dados dos alunos e das escolas para uso no planejamento, operação, controle e manutenção do transporte escolar. Dessa forma, todos os procedimentos que exijam *Internet* sejam então realizados nas escolas para associar o celular à conta do aluno: *download* do aplicativo e primeiro acesso do aluno. Depois disso, o aluno não irá mais precisar de *Internet* para a coleta de dados, estando no local da sua residência, ele acessará o aplicativo, após o sinal de GPS se estabilizar, o

estudante deverá confirmar sua localização geográfica no aplicativo. Ao retornar à escola e com o acesso à *Internet*, o aplicativo vai adicionar os dados de localização geográfica do aluno ao seu registro no Banco de Dados da Escola. O registro de cada aluno deve conter: identificação (nome e número de matrícula), série e turno em que estuda; nome da escola; nome dos pais e celulares ou telefones para contato, além da localização geográfica.

O mesmo procedimento de utilização de *smartphone* deve ser feito para identificar as coordenadas geográficas da escola ou do CE. O próprio coordenador da escola pode ficar responsável pela coleta de dados referentes a: nome da escola, capacidade de alunos por série e turno, localização geográfica e outros dados relevantes para o sistema proposto. Ele também ficaria responsável pelo banco de dados dos alunos. É uma forma de manter os dados de uma escola sob a responsabilidade de uma única pessoa.

4.2.1.4 Operadoras do transporte escolar

A TCB, órgão gestor escolhido para assumir a gestão do transporte escolar no DF, constituindo-se como atividade essencial, deve manter um banco de dados com o cadastro atualizado de todos os veículos que formam a frota própria da SEE e dos veículos contratados por operadoras. O banco de dados deve conter registro das operadoras como: localização geográfica das garagens de onde os veículos são despachados, plano de controle e manutenção dos veículos, registro dos veículos e dos motoristas e seu plano de escalonamento.

O registro de veículos deve conter: especificações e características de cada veículo como, ano de fabricação, ano de compra, tipo de veículo, capacidade de passageiros sentados, custos unitários de operação operando em vias asfaltadas, em vias de terra, em vias esburacadas, custos fixos e variáveis, frequência de falhas e problemas mecânicos, quilometragem rodada, número de revisões etc.

4.3 ETAPA 3: INFORMAÇÃO NECESSÁRIA PARA ELABORAR O PLANO DE CONTROLE E MANUTENÇÃO DOS VEÍCULOS

A frota escolar deve receber uma atenção especial pois é responsável pelo serviço de transporte de crianças e adolescentes, consideradas pessoas vulneráveis. Essa frota deve ser controlada quanto ao serviço que presta e quanto à manutenção que recebe. Questão que somente vai ser conseguida através de um acompanhamento sistemático e contínuo de seu

desempenho em vários quesitos.

Para alcançar esse objetivo é necessário que os órgãos públicos envolvidos na gestão dele tenham fácil acesso aos dados referentes à frota que está circulando em uma determinada região, aos dados dos motoristas responsáveis pela condução desses veículos, a que operadora pertence, às rotas estabelecidas daquele veículo, e se está em condições de andar circulando etc.

Essa última condição está relacionada ao plano de manutenção do veículo, que deve apresentar um plano de manutenção preventiva e corretiva correspondentes à quilometragem percorrida. Todas essas informações devem estar disponíveis no Sistema de Informação Integrado proposto para os órgãos fiscalizadores como o DETRAN, e para a população em geral, principalmente para pais e alunos, alvo principal do serviço prestado.

Como uma grande parte dos veículos escolares é terceirizado faz-se necessária a fiscalização da frota, para conferir se o serviço prestado cumpre com as condições exigidas pela legislação e se está de acordo com o contrato de locação. A Secretaria de Educação do DF expõe algumas características dos profissionais envolvidos diretamente no transporte escolar, quais sejam, motorista e monitor.

4.3.1 Motorista

Necessária a contratação de 1 (um) motorista por veículo para a condução dos veículos oficiais da frota da SEEDF a serem utilizados no transporte de alunos dos alunos da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal. Os profissionais motoristas devem se enquadrar nos requisitos estabelecidos pelo Código de Trânsito Brasileiro em seus art. 138 e 329, dentre os quais os a seguir discriminados:

- ✚ Possuir Carteira Nacional de Habilitação – Categoria “D ou E”;
- ✚ Ter idade superior a 21 (vinte e um anos);
- ✚ Não ter cometido nenhuma infração grave ou gravíssima, ou ser reincidente em infrações médias durante os 12 (doze) últimos meses da data do contrato;
- ✚ Apresentar resultado de exame toxicológico, na contratação e na renovação da Carteira Nacional de Habilitação, art. 148-A da lei 9.503/1997 - CTB;
- ✚ Não ter antecedentes criminais conforme art 329 da Lei 9.503/1997 – CTB, possuir curso especializado de condutor de transporte escolar, nos termos da regulamentação do Conselho de Trânsito – CONTRAN, conforme inciso V do art.

138 da Lei 9.503/1997 - CTB, atualmente previsto na Resolução nº 168, de 14 de dezembro de 2004;

- ✚ Apresentar certidão negativa do registro de distribuição criminal, relativa aos crimes de homicídio, roubo e corrupção de menores, renovável a cada 5 (cinco) anos – art. 329 da Lei 9.503/1997 - CTB;

- ✚ Apresentar-se uniformizado, portando crachá de identificação, trajando calças compridas, camisa com manga e calçado fechado, sendo necessário conter o logotipo da empresa no vestuário;

- ✚ Portar, durante a condução do veículo, a Carteira Nacional de Habilitação - CNH com os registros dos cursos obrigatórios de Condutores de Transporte Escolar, conforme determinação nº 285/2008 do CONTRAN, conferida pelo órgão fiscalizador de trânsito competente; e

- ✚ Cumprir as demais exigências previstas em regulamentos próprios para o transporte de escolar (art. 139 da Lei 9.503/1997 - CTB), bem como de quaisquer exigências que venham a ser estabelecidas na legislação durante a vigência do contrato.

4.3.2 Monitores

Necessária a contratação de 1 (um) monitor por veículo, atendendo aos seguintes requisitos:

- ✚ Ter idade superior a 18 (dezoito anos);

- ✚ Ter ou estar cursando o Ensino Médio;

- ✚ Ter cursos de primeiros socorros, carga horária mínima de 12 (doze) horas;

- ✚ Ter curso de monitor de transporte escolar;

- ✚ Apresentar-se uniformizado, portando crachá de identificação, trajando calças compridas, camisa com manga e calçado fechado, sendo necessário conter o logotipo da empresa no vestuário;

- ✚ Permanecer devidamente identificado, durante a execução dos serviços;

- ✚ Ter sempre em mãos agenda, caderno ou qualquer bloco de anotações para qualquer Apoio de situações adversas ocorridas durante a prestação dos serviços;

- ✚ Aparência pessoal adequada, demonstrar educação, demonstrar capacidade de autoavaliação; e

- ✚ Apresentar certidão negativa do registro de distribuição criminal relativa aos crimes de homicídio, roubo e corrupção de menores, renovável a cada 5 (cinco) anos.

4.4 ETAPA 4: CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS E VALIDAÇÃO

A proposta do Sistema de Informação Integrada (SIT) é juntar os bancos de dados dos 4 principais agentes de forma a unificar informações básicas para realizar o planejamento do transporte escolar, evitando o desencontro de informações, tal como se mostra na Figura 4.4. Como foi exposto anteriormente as Escolas ou Centro de Educação seriam os responsáveis por levar o registro dos alunos e da própria instituição, mantendo os dados sempre atualizados com o apoio dos alunos e pais de família para o registro da localização geográfica.

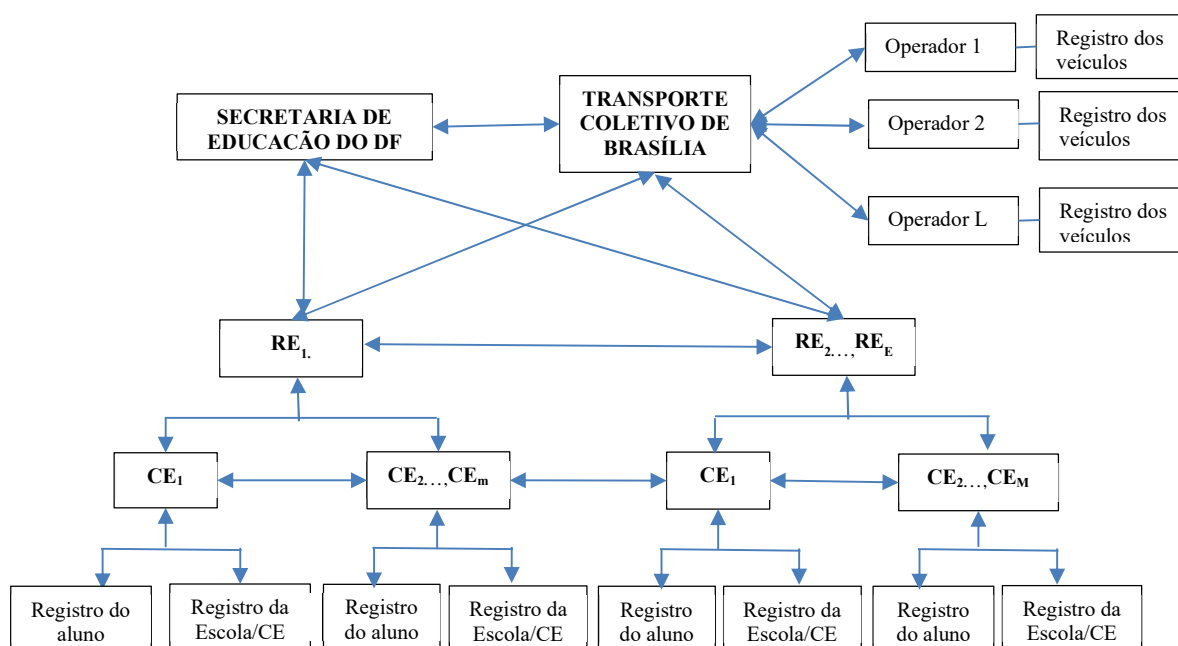


Figura 4.4: Visão Geral de Informações entre os Principais Agentes do SIT

Fonte: Autoria Própria

4.4.1 Criação do Banco de Dados

Os bancos de dados das Regionais de Educação seriam alimentados e atualizados automaticamente pelos bancos de dados das escolas e centros escolares que estão sob sua coordenação. Estes por sua vez alimentariam o banco de dados da SEE-DF e da TCB. A TCB seria a responsável por ter em um único banco de dados o arquivo dos operadores do transporte escolar; registro da capacidade e características de cada veículo da frota, registro dos motoristas e monitores e outras informações adicionais. Dados que seriam compartilhados com a SEE-DF.

A TCB seria a responsável por fazer o planejamento do transporte escolar conforme políticas da SEE-DF. Uma vez concluído os planos de rotas para todas as escolas e centros de

educação, estes seriam apresentados à SEE-DF, RE's e CE's para que cada agente faça suas respectivas observações e definições de políticas no seu nível de decisão. Essa troca de informações é relevante porque as escolas estão praticamente no nível operacional e são as que mais podem dar contribuições com relação aos planos de rotas, já que conhecem melhor a sua zona de influência, o perfil dos alunos e as preocupações dos pais.

As RE's desde seu nível de média gerência sabem que escolas são mais prioritárias e quais precisam de mais atenção. Da mesma forma, a SEE-DF desde seu nível de alta gerência sabe qual é a melhor estratégia a ser tomada para todo o Distrito Federal. Assim sendo, é importante essa troca de informações entre os diversos agentes para gerir políticas mais apropriadas e adequadas à realidade do DF tendo como base informações mais acuradas e confiáveis sobre a demanda por transporte escolar e poder dar um retorno mais assertivo à população.

A rigor, o SIT precisa ser abrangente e ter a capacidade de permitir a comunicação e interatividade entre os próprios agentes e os usuários do sistema. O banco de dados deve ser unificado e integrado de forma que os dados sirvam para a própria instituição que o gera, para a instituição quem os compartilha, para a instituição que realiza o planejamento e para todos os envolvidos que estão esperando uma retroalimentação do sistema, como mostra-se na Figura 4.5.



Figura 4.5: Visão geral do Sistema de Informação Integrada

Fonte: Adaptado de Ballou, 1997, pág. 134

No entanto, nem todas as informações podem ser expostas publicamente, nem todos os agentes poderão mexer em todos os dados do banco de dados. Este deverá ter diversos níveis de acesso, identificando os agentes que poderão acessar esses níveis, pois todo banco de dados deve ter um sistema de segurança de dados, assim como um sistema de validação dele.

Na Figura 4.6 apresenta-se uma visão expandida do SIT, mostrando os elementos essenciais de um sistema de informação. A primeira atividade é a aquisição de dados que serve como suporte do processo de tomada de decisões. O gerenciamento do banco de dados envolve a seleção dos dados a serem armazenados ou recuperados, a escolha dos métodos de análise a serem incluídos, e a escolha dos procedimentos para o processamento de dados básicos a serem implementados.

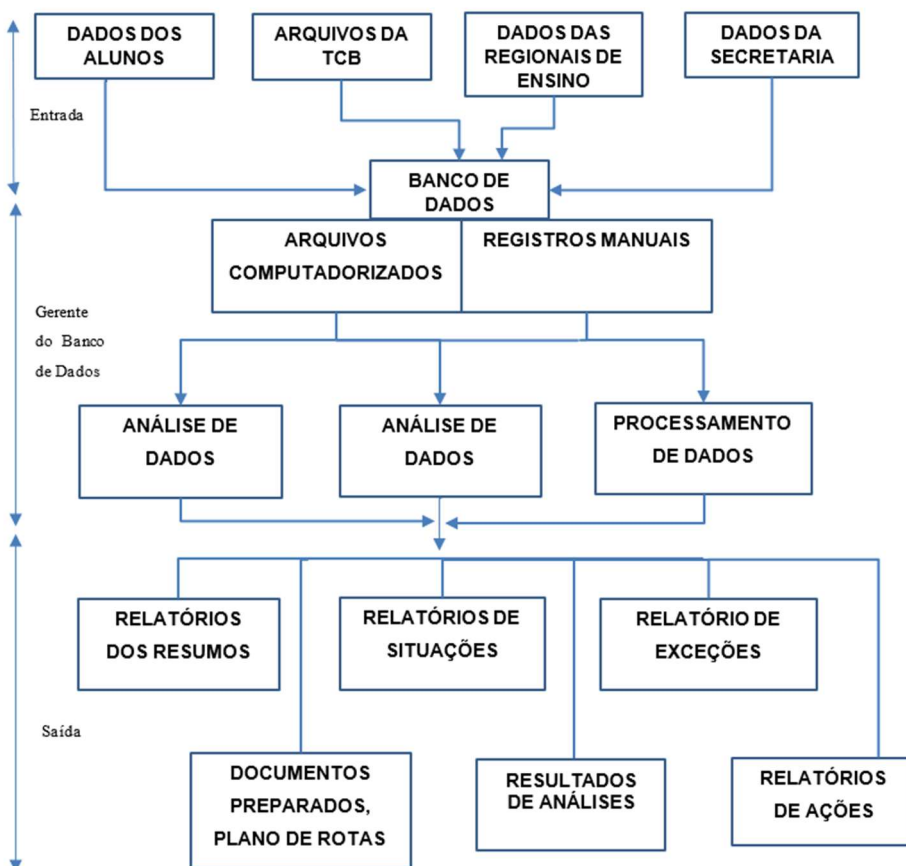


Figura 4.6: Visão expandida do Sistema de Informação

Fonte: Adaptado de Ballou, 1997, pág. 138

4.4.2 Validação dos Dados

Todo dado coletado por meio de diversos instrumentos de pesquisa deve ser sempre validado para evitar erros no processamento de dados, cálculos, simulações de cenários, planilhas de resultados e outros relatórios que devem gerar o Sistema de Informação Integrado. Assim sendo, nesse estudo é proposto que exista uma validação de todos os dados que vão entrar no banco de dados do SIT, assim como da possibilidade de utilização de outros instrumentos na coleta desses dados, com o objetivo de aprimorar os produtos ou saídas do SIT.

Na medida que os responsáveis por gerar os dados primários e secundários adquiram

consciência da importância que a coleta e validação dos dados de entrada tem para a tomada de decisão nos diferentes níveis gerenciais, o SIT vai ir ficando mais robusto e ganhando confiabilidade e interatividade entre todos os agentes e usuários, e os produtos (planos de rotas, indicadores de desempenhos, planos de manutenção dos veículos etc.) vão sair mais aprimorados.

Sabe-se que o desafio é grande em virtude da atual situação que vive o sistema de educação do Distrito Federal, onde os recursos são escassos, e a oferta de escolas e de transporte escolar é baixa comparada a demanda. Para implementação do SIT será necessário fazer um planejamento estratégico junto à SEE-DF para inicialmente escolher um CE ou Escola para elaborar um projeto piloto que permita estruturar toda a base inicial do SIT. Isso compreende a coleta de dados e a validação deles, e a simulação do plano de roteirização. Baseado nessa experiência o projeto deverá ser expandido aos outros CE's, até abranger todo o DF.

4.4.3 Dados relacionados à localização geográfica

Ainda que a tecnologia sugerida seja fundamental para a automatização e para a alta agilidade da coleta de dados, erros podem ocorrer na calibração dos dispositivos de coleta, por uma série de fatores inerentes à região onde esses dados estão sendo levantados, por exemplo, acesso difícil em algumas áreas às residências, principalmente as localizadas na zona rural ou mais afastadas. Em virtude desses fatores, a metodologia científica exige que seja feita uma amostragem dos dados coletados para a sua validação. A metodologia proposta para validação desses dados está dividida em 4 fases e é descrita a seguir.

4.4.3.1 Visualização dos dados em um Sistema de Informação Geográfica

Os dados de localização dos alunos devem ser exportados para um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Poderia sugerir-se a utilização de um serviço de fácil utilização e gratuito, como o Google Maps. Contudo, a utilização de um SIG robusto não só fornece uma maior confiabilidade, como também faz com que um diagnóstico mais preciso do problema seja feito por meio de uma análise mais eficiente dos dados de localização obtidos. Então, nesse panorama, sugere-se a utilização do QGIS, que é um SIG totalmente gratuito e aberto, além de ter integrações com *plug-ins* e outros pacotes livres, fazendo com que seja um SIG versátil da mesma forma.

4.4.3.2 Determinação da Amostra

Após a exportação dos dados ao SIG, se faz necessário fazer uma amostragem desses dados. Uma boa amostragem permite a generalização de resultados dentro de limites aceitáveis de dúvidas e minimiza os custos de execução da pesquisa. O tamanho da amostragem deve ser definido por quem está realizando esse trabalho e em função dos recursos que tem disponíveis. Sugere-se, no entanto, que inicialmente o tamanho da amostra seja de 1% a 5%, dependendo da quantidade de alunos em estudo. Uma amostra pequena pode não representar bem a população e uma amostra grande pode incorrer em custos elevados. A amostra deve ser aleatória.

Com a seleção aleatória do número de estudantes segundo o tamanho da amostra, estes devem ser visitados nas suas residências para registrar in loco as coordenadas geográficas e constatar se realmente estas foram bem levantadas e tem correspondência visual com as projetadas nos mapas geográficos.

4.4.3.3 Determinação do Sistema Viário

Com a verificação dos dados de localização dos alunos, parte-se do suposto que o restante dos dados dos alunos estão corretos, assim como a localização da escola. Com essas localizações procura-se identificar o sistema de rede viária que interliga todas as moradias dos estudantes à escola. O problema principal nessa etapa é a dificuldade de plotar o sistema viário da região quando este compreende áreas rurais ou áreas muito afastadas do centro urbano que o Google Maps ou outro SIG gratuito não permite sua visualização.

Nesse caso, estradas vicinais e de terra não aparecem. Essa informação terá que ser preenchida usando outros recursos para registrar essa estrada no banco de dados. O cálculo da distância deverá ser feito usando o tacógrafo de um ônibus ou usando medidas euclidianas. Tudo vai depender do analista que fará o plano de roteirização da Escola sob estudo. Sabe-se que a maioria dos algoritmos de roteirização se baseiam em uma matriz de distância, que consiste no mínimo caminho entre todos os nós (localização geográfica dos alunos) e entre estes e o nó destino, que é a escola, tal como está representado na Figura 4.2.

Caso o sistema viário existente na região seja visualizado no Google Maps, a matriz de distância pode ser calculada por meio deste recurso. Logo depois, usar um software livre para fazer a roteirização e o resultado, exportá-lo para um SIG para visualizar as rotas e

verificar a viabilidade dos percursos gerados conforme as restrições reais de vias existentes, testando as restrições de tempo de percurso e de lotação do veículo. O importante é gerar tantos cenários de planos de rotas quanto for possível até chegar a um cenário viável que apresente os melhores parâmetros de desempenho.

Caso só uma parte do sistema viário existente seja visualizado no Google Maps, ter-se-á que se trabalhar de forma híbrida, uma parte da matriz de distância terá que ser calculada por meio de distâncias euclidianas e o resto por meio do Google Maps. A visualização das rotas geradas pelo algoritmo de roteirização também será de forma híbrida. Uma parte poderá ser visualizada no SIG e o resto em um mapa geográfico.

4.4.4 Dados das operadoras do TE

Os dados das operadoras do TE devem ser registrados em uma planilha eletrônica. Nessa planilha deve ser especificada a localização geográfica da operadora e da sua garagem, número de veículos, em que RA está operando atualmente, registro de cada veículo discriminado por fabricante, modelo, tipo, capacidade, tipo de energia (elétrico, diesel etc.), estado de conservação, idade, milhas percorridas, número de revisões segundo quilometragem, plano de manutenção preventiva e corretiva, dentre outros aspectos relevantes.

Além desses dados as operadoras do TE deverão apresentar uma planilha eletrônica com os dados dos motoristas em serviço com informações referentes a nome completo, idade, sexo, grau de escolaridade, anos de experiência, atuações por acidentes e por outras causas, validade da carteira de motorista e data de vencimento e outros dados pertinentes e relevantes para a operação, controle e fiscalização do transporte escolar. Esses dados são importantes porque deles podem criar-se diversas correlações. Por exemplo, em Relatório realizado pela Polícia Rodoviária Federal em parceria com a Câmara dos Deputados, constatou-se que a maioria dos acidentes de carro ocorre com motoristas na faixa dos 25 a 39 anos (Relatório da Câmara dos Deputados, 2019).

Essas planilhas eletrônicas devem ser checadas para saber se estão bem formatadas e se são condizentes com a realidade das operadoras. É recomendável fazer visitas sistemáticas as operadoras do TE para conferir esses dados. Também pode-se utilizar os estudantes e pais de famílias para confirmar os horários, comportamentos dos motoristas, estado de manutenção dos veículos e denunciar irregularidades. Outra fonte importante de

retroalimentação pode ser o DETRAN.

4.4.5 RFID e outras tecnologias para melhorar a coleta de dados

A solução proposta de utilização de um aplicativo para a coleta de dados de localização geográfica é importante para sanar os problemas decorrentes de falta de dados fidedignos da localização de estudantes, escolas e operadoras. Como já discorrido anteriormente, sem a localização exata das residências dos alunos e das escolas, qualquer trabalho de viabilização do transporte escolar se torna deficitário, ou até mesmo incapaz de ser realizado.

Contudo, há outros tipos de dados que também são importantes para o transporte escolar, porém não são contemplados com a metodologia anteriormente proposta de coleta de dados utilizando *smartphones*. Para coletar esses dados de uma forma automatizada, reduzindo essa chance de erros nos dados, fazendo com que eles sejam mais confiáveis, e que proporcionem maior facilidade em usá-los, sugere-se então a utilização do RFID, alinhado com outras tecnologias. Há principalmente 3 atores envolvidos que seriam diretamente beneficiados com esse sistema, quando se trata de transporte escolar público: pais/alunos; escola e; tomadores de decisão.

4.4.5.1 Pais e alunos

A utilização do RFID no transporte escolar faz que este seja mais seguro. De acordo com o Departamento de Segurança Pública da Carolina do Norte (2013), entre os anos 1989 e 1999, os ônibus escolares foram 87 vezes mais seguros que veículos privados quando comparado ao número de fatalidades de crianças de 5 a 18 anos, durante os horários normais de transporte escolar. Contudo, há ainda casos de fatalidades quando se esquece uma criança, por exemplo, dentro do transporte escolar (SHAABAN et al., 2013).

A proposta do sistema RFID é trabalhar em conjunto com GPS e *Internet*, utilizando uma versão aprimorada do aplicativo de *smartphone* sugerido anteriormente. Dessa forma, os alunos e pais saberiam exatamente que veículo e que motorista é o responsável por essa rota, a que horas passaria pelo ponto de embarque/desembarque do aluno, se há atraso, além de ver em tempo real a localização do veículo.

A primeira vantagem imediata de se utilizar essa tecnologia é o aumento da segurança do

aluno. O transporte escolar se torna ainda mais seguro, e os pais têm a certeza de que os filhos foram à escola, já que, algumas das principais queixas dos pais de família é que não sabem se a criança está realmente na escola. Também, caso o motorista percorra uma rota diferente da originalmente planejada, os pais seriam notificados sobre isso. Os pais também poderiam receber em tempo real notificações importantes, como paradas não planejadas ou velocidade acima do permitido.

Estendendo ainda mais as funcionalidades de toda a tecnologia envolvida, os pais por exemplo poderiam avisar imediatamente aos diretores de que seu filho não irá à escola naquele dia, ou autorizar, em um dia particular, que ele pode descer em uma parada diferente. A escola e o motorista estariam cientes dessas mudanças rotineiras, mas teria que haver um registro diário dessas mudanças e acordos para evitar futuros problemas e complicações.

4.4.5.2 Escola

Com esse sistema em funcionamento, a escola obteria um maior controle sobre os alunos. Em conjunto com a tecnologia de GPS funcionando dentro das escolas, haveria uma maior agilidade na dinâmica das aulas, pois o professor não terá mais necessidade de checar a presença dos alunos. Ou seja, haveria um registro da frequência dos alunos em sala de aula como na entrada da escola. Implementação que pode ser ampliada para os casos em que alunos são buscados por outras pessoas, a escola somente liberaria o aluno para pessoas previamente cadastradas. Toda saída do aluno seria controlada, seja via transporte escolar ou pessoalmente, assim, a informação sobre determinado aluno seria facilmente acessada acerca do modo de saída do estudante. Isso aumentaria ainda mais a segurança das escolas tal como acontece hoje em dia nas escolas particulares.

4.4.5.3 Tomadores de Decisão

Um dos maiores problemas que as secretarias de educação enfrentam no início de cada ano letivo está relacionado à questão financeira. Ainda é muito difícil calcular precisamente o custo do transporte escolar por aluno. Obter de forma satisfatória e confiável os dados relacionados à frota é uma tarefa complexa. Com um sistema de RFID integrado diretamente aos veículos responsáveis pelo transporte escolar, a fiabilidade dos dados se tornaria muito maior. Além disso, permitiria levar um maior controle e fiscalização do TE.

Inicialmente, todos os dados referentes ao veículo em questão teriam de ser cadastrados, como a capacidade e características técnicas, por exemplo. Depois se instalaria fisicamente o conjunto de tecnologias no veículo, e com essas informações iniciais no banco de dados, a chance de ocorrer fraudes é diminuída (por exemplo, não ocorreriam casos em que o município contrata um ônibus e, com a falta de fiscalização, o contratado passa a utilizar uma caminhonete).

Os seguintes dados poderiam ser obtidos de forma automática: quilometragem rodada; tempo da rota; total de dias trabalhado por ano e; quantidade de alunos transportados etc. Além disso, pelo fato de se necessitar um cadastramento prévio tanto da frota como dos condutores, outros dados também estariam facilmente acessíveis, tais como: características do veículo (tipo, modelo, idade, tipo de combustível, conservação, capacidade, idade); quantidade de veículos disponíveis e; quantidade de motoristas; dados do motorista (dados pessoais e categoria da habilitação).

Percebe-se que a utilização destas tecnologias não só proporciona uma coleta de dados automatizada, como também uma melhor organização dos dados já existentes, decisões no âmbito do transporte escolar se tornam mais acertadas, e as possibilidades de criar e testar outras rotas. Por exemplo, mesmo que determinada rota seja a menor em termos de distância percorrida, uma rota distinta pode incorrer em menores gastos, devido à qualidade superior da via. Com o auxílio de técnicas de otimização ou até mesmo aprendizado de máquinas, rotas podem ser automaticamente sugeridas.

4.5 ETAPA 5: ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO

O propósito maior da coleta, manutenção e processamento de dados no âmbito do transporte escolar do Distrito Federal é sua utilização no processo decisório, que vai de medidas estratégicas às operacionais, facilitando o compartilhamento de informações de maneira conveniente e cada vez menos dispendiosa ao longo de todo o processo decisório que envolve o transporte escolar e os programas de educação. Aumentar a eficiência do transporte escolar é a meta desejada por todo gestor escolar, já que o tempo que os alunos passam em trânsito tem reflexos no rendimento escolar e nos custos integrais do transporte. Reduzir os custos do transporte e melhorar os serviços ao estudante, descobrir os melhores roteiros para os veículos ao longo de uma rede de rodovias a fim de minimizar os tempos e as distâncias constituem problemas muito frequentes de tomada de decisão.

O principal objetivo dessa pesquisa foi propor a estruturação de um sistema de informação integrado que sirva para o planejamento do transporte escolar, no entanto, esse sistema de informação pode alcançar objetivos mais pretenciosos que o proposto nesse trabalho. Como é o de integrar os bancos de dados dos diversos agentes envolvidos no transporte escolar e no sistema educativo do Distrito Federal, fazendo fluir dados e informações acuradas e reais que permitam obter um diagnóstico fidedigno do comportamento e desempenho de cada CE.

Atualmente existem muitas informações desconstruídas e faltas de dados fidedignos que não permitem elaborar indicadores de desempenho da educação no DF; analisar o nível de oferta dos CE's e a qualidade física das instalações; acompanhar se o número de alunos matriculados no início do ano é o mesmo no final do ano; ver se existe correlação entre as estatísticas de abandono e desempenho escolar com a falta de oferta do TE; analisar se existe um bom balanceamento do TE na RA's e se ele atende realmente aos alunos de baixa renda ou regiões com falta de transporte público coletivo; dentre outras questões.

Diante dessa situação fica difícil fazer o diagnóstico do transporte escolar para uma determinada escola ou CE de uma regional. O acesso à informação é dificultado pela própria burocracia instalada nas próprias instituições, principalmente quando se trata do TE. As únicas informações disponíveis são aquelas que a SEE-DF dispõe no seu site. As quais são dados de alunos matriculados por série, por turno, por tipo de escola dentre outros; mais nada que ajude a fazer um bom diagnóstico ou traçar um panorama do transporte escolar ou da educação no DF, ou fazer previsões em conjunto com os dados de CODEPLAN.

A proposta dessa pesquisa é que a SEE-DF crie um Núcleo que seja responsável por criar e manter esse Banco de Dados Único e estruturar o Sistema Integrado de Informação permitindo o acesso aos diversos agentes nos níveis de decisão necessário, e permitindo o acesso a usuários como pais, alunos, e público em geral e, pesquisadores.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo, são feitas as considerações finais, apresentando as conclusões obtidas ao longo deste trabalho, como também as limitações enfrentadas e recomendações para futuros trabalhos.

5.1 CONCLUSÕES

Sabe-se que a educação é um direito social de cidadania previsto na Declaração Universal dos Direitos da Criança, adotada pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas de 1959, e na Constituição Federal do Brasil. A educação deve ser oferecida preferencialmente em escola próxima da residência do estudante, em ambiente educacional que observe as peculiaridades de sua realidade social. Mas nem sempre isso ocorre e surge a necessidade de transportar as crianças para escola de outra localidade, como forma de assegurar seu acesso à educação.

Inicialmente, a fim de favorecer o entendimento acerca do sistema no qual o transporte coletivo urbano é ofertado, este trabalho apresentou uma interpretação sistemática da literatura, realizada através de bases de dados e fundamentados em artigos acerca dos diversos temas que se comunicam neste estudo. Teoricamente, foi possível encontrar contribuições relacionadas com a gestão do transporte público, gestão estratégica, gestão estratégica do transporte público, mobilidade urbana, gestão em transporte escolar urbano e gestão em transporte escolar rural, RFID, entre outros na literatura acadêmica.

Além disso, foi feita uma análise do panorama em que vivenciamos hoje acerca transporte escolar distrital com enfoque em suas modalidades de ensino, número de alunos matriculados, oferta de vagas nas escolas e no transporte escolar, taxas de lotação, além dos problemas e lacunas que levaram a proposição que aqui se faz para a estruturação de um sistema de informação que possa ser utilizado para construir uma nova realidade para os estudantes brasilienses.

Percebe-se que existe uma incompatibilidade do tamanho do veículo com o número de alunos transportados por veículo. A frota de veículos são ônibus e a SEEDF não trabalha com outra tecnologia de veículo de menor dimensão para atender demandas menores de alunos.

É notório que existe um problema de desbalanceamento da frota existente e que impacta na qualidade da prestação do serviço e na sustentabilidade do mesmo. Corrigir esse descompasso é possível através de um planejamento eficiente e da utilização de dados acessíveis e confiáveis para a construção deste. Como não existe um equilíbrio na distribuição de passageiros por rotas ou centros de ensino o desempenho do atendimento cai, questão que precisa ser apreciada com vistas a otimizar a frota de veículos dedicada ao transporte escolar. Vale destacar que lotações superiores a 50% já não podem ser toleradas em atenção aos protocolos de segurança implantados enquanto durar a Pandemia.

Ademais, a Secretaria de Educação do Distrito Federal não mantém uma base de dados integrada que facilite a troca de informações entre as regionais de ensino, suas respectivas escolas, o órgão gestor do Sistema de Transporte Escolar (STE-DF), os operadores do STE-DF, os agentes fiscalizadores (DETRAN e SEMOB), os pais de família e alunos. Na análise realizada no estudo observou-se que os dados destoam entre bancos de dados dentro da mesma Secretaria, entre banco de dados de regionais de ensino diferentes, entre os operadores do STE-DF e o órgão gestor. Problema que dificulta a análise adequada.

Diante dessa situação é proposta a criação de um Sistema de Informação Integrado que permita o uso das mesmas informações pelos diversos agentes que participam na gestão do sistema do transporte escolar de maneira unificada. Este sistema compreenderia inicialmente dados e informações importantes para o planejamento, operação, controle e manutenção do sistema de transporte escolar.

Ou seja, a proposta inicial traçada nessa pesquisa é montar uma base de dados para realizar e otimizar os planos de rotas em função da frota existente no DF, de forma que atenda a maioria da população estudantil. Posteriormente, esse sistema poderia ser ampliado para atingir outros objetivos e metas dentro do contexto do sistema de educação do DF.

A metodologia proposta para a criação do SIT está dividida em cinco etapas:

a) identificação dos agentes do sistema, onde foi feita uma caracterização dos atores responsáveis pelo planejamento do transporte escolar distrital em níveis estratégico, tático e operacional, o delinhamento de suas funções, além do esclarecimento da necessidade de sinergia entre eles para que possa realizar um planejamento eficiente, principalmente devido a falta de equilíbrio existente entre a oferta e a demanda.

b) informação necessária para elaborar e otimizar a roteirização do transporte escolar, sendo abordada de maneira clara os fatores fundamentais para que se possa construir uma base de dados adequada e que transmita a informação de maneira eficaz para a elaboração do plano de rotas otimizado. Aqui apresentou-se a formulação do modelo de roteirização para os centros de educação, equação 4.1. sendo elencadas as suas restrições e hipóteses aplicáveis ao caso em estudo.

c) informação necessária para o controle e manutenção da frota veicular do transporte escolar, sendo desenhado todo o caminho que devemos percorrer em busca de qualidade e prestação tempestiva e contínua em que os planos de manutenção preventiva e corretiva correspondentes à quilometragem percorrida estejam disponíveis no SIT proposto para os órgãos fiscalizadores, para a população em geral, pais e principalmente alunos.

d) criação do banco de dados e validação, que seriam alimentados e atualizados automaticamente por todos os envolvidos com condicionantes referentes à segurança de dados sem deixar de lado a transparência e eficiência inerentes a prestação do serviço público cada uma em seu respectivo nível de gerenciamento e;

e) estruturação do sistema de informação para a manutenção contínua e sistemática do banco de dados, constituindo-se em ferramenta basilar no processo decisório, facilitando o compartilhamento de informações integradas, confiáveis e disponíveis.

Através da estruturação do Sistema de Informação Integrada pode-se embasar melhor a tomada de decisão e produzir informação consistente, possibilitando uma fiscalização mais efetiva do transporte escolar, melhoria da qualidade do serviço e conhecimento acerca de quais serviços foram efetivamente executados. Além disso as disparidades encontradas sobre o número de alunos transportados, viagens realizadas e quilometragens dos percursos contratados podem ser verificadas através das ordens de serviço digitais produzidas por meio deste Sistema, por exemplo.

Neste contexto, o alinhamento com todos os agentes envolvidos evita a ocorrência de desvios ocasionados por políticas inadequadas de segregação de funções e de contratação de colaboradores, abarca as fragilidades na gestão de vagas de matrículas por localidade, além de oferecer informações de cunho gerencial muito mais confiáveis. Ademais, a fixação de critérios preestabelecidos para avaliação de desempenho e qualidade dos serviços oferecidos se torna possível através de um monitoramento mais efetivo e uniforme,

perpassando por todos os níveis de decisão.

Em resumo, o presente trabalho teve como objetivo geral a criação de um sistema de informação integrado e de um banco de dados único, propondo uma metodologia de coleta de dados de localização geográfica das moradias dos alunos, utilizando um aplicativo de *smartphone* que viesse contribuir com os atuais problemas de falta de informação adequada. O estudo também examina os dados necessários para o planejamento do TE, assinalando as possíveis fontes de onde eles podem ser levantados e coletados. E ainda propõe um melhoramento da base de dados com a possibilidade da utilização da tecnologia RFID na gestão do TE. Abordagem ainda não encontrada na literatura em âmbito nacional, no que se refere ao transporte escolar.

Durante as pesquisas para a realização do presente estudo não foram encontrados relatos na literatura que tratasse acerca do melhoramento do transporte escolar. Existem trabalhos que tratam das infraestruturas das escolas, do transporte escolar, e da nucleação de alunos no transporte escolar, que acarretam menores custos com o transporte, porém não apresentam nenhum método que ajudem a serem melhorados ou melhor executados.

5.2 LIMITAÇÕES

O principal limitante deste trabalho foi não ter sido feita uma aplicação prática de tudo o que foi proposto aqui. Ainda que haja a experiência de outros projetos realizados juntamente com a Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal e com algumas regiões administrativas, um problema recorrente a impossibilidade de visitas devido as restrições sanitárias advindas da Pandemia COVID-19. A visita técnica ao Centro de Operações da TCB foi agendada, no entanto devido às condições sanitárias vigentes e protocolos de segurança foi substituída pela Nota Informativa exposta neste estudo.

A interrupção do atendimento no início de 2020 e o retorno em agosto de 2021, além da reestruturação da TCB em outubro do mesmo ano, acabaram por diluir a comunicação que estava sendo firmada com os responsáveis.

É importante salientar que o transporte escolar não é uma atividade como outra qualquer em um sistema educacional. Na realidade, ela é um meio de imperativa relevância para que a aprendizagem dos alunos ocorra de forma melhorada.

5.3 RECOMENDAÇÕES

Sabe-se que a implantação do RFID não é uma tarefa tão facilmente executada, por isso sugere-se que os interessados utilizem primeiramente a solução de coleta de dados geográficos pelo smartphone, validando em seguida os dados obtidos. Após feito algumas otimizações iniciais com esses dados, partira-se então para um melhoramento mais avançado, utilizando a solução descrita de RFID em conjunto com outras tecnologias.

Sugere-se para trabalhos futuros que, após posto em prática a metodologia descrita neste trabalho, os dados coletados sejam utilizados para a criação de um sistema de gestão de transporte escolar. Também podem ser feitos estudos sobre todos os custos envolvidos no transporte escolar público.

Fato interessante é que a tecnologia 5G está chegando ao Brasil. A partir disso, diversas outras possibilidades, em um curto espaço de tempo, trarão um custo muito menor no fator tecnologia, conexão mais rápida, estável, potente e que pode viabilizar o projeto aqui apresentado. No setor de transportes, logística e mobilidade urbana, o 5G proporcionará uma grande evolução tecnológica. As cadeias logísticas ganharão velocidade, maior segurança e melhor performance em suas operações.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. & RUSSO, O. **Brasília 2030 - Algumas considerações sobre a Educação Básica no Distrito Federal**. Artigo. Distrito Federal: SEEDF, CODEPLAN, 2013.

ARANTES, Thiago Gervásio Figueira.; FERREIRA, William Rodrigues. **Considerações iniciais sobre o objeto de estudo e as diversas interfaces da geografia dos transportes**. Universidade Federal de Uberlândia. 2008. p. 4.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial**, tradução Raul Rubenich. - 5. ed. - Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRUTON, M. J. **Introdução ao Planejamento dos Transportes**. São Paulo: USP, 1979.

CALDAS, E. D. L. & MOUETTE, D. **Transporte Público Escolar: de uma iniciativa local a uma política nacional**. Artigo. São Paulo: RGPP. USP, 2015.

CAMPOS, V. B. G. **Planejamento de Transportes: Conceitos e Modelos de Análise**. UFRJ. Rio de Janeiro. 2007.

CODEPLAN. **ATLAS DO DISTRITO FEDERAL**. Publicação TD - n. 22 (2018) - Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, n. 22, fevereiro, 29,7 cm. Periodicidade irregular. ISSN 2446-7502. Brasília, 2018.

CORRALES P., Gloria Maria. **Contribuição ao Estudo da Distribuição Física de Produtos em Áreas Urbanas: Integração de Modelos Matemáticos de Roteamento com Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**. Dissertação de Mestrado, Publicação T.DM-10ª/01, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2001.

COSTA, A.P. & ABREU, F.B. & LÁZARO, J.D. & SOUZA, J.H. & BORBA, H.S. & SOUZA, M.M.S. & REIS, M.A.G. **Transporte Escolar da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal**. Relatório. Distrito Federal: TCDF, 2014.

JORNAL RFID. Perguntas Frequentes. **O que é RFID?** Disponível em: <http://brasil.rfidjournal.com/perguntas-frequentes>, acesso em 19 de setembro de 2021.

KRUSSE, E.A.N. & BOER, A.V. & CACERES, H.U.L & LISSNER, J.B. & CHAVES, T.D. & FERRARI, E.K. **Transporte Escolar - Importância e Dificuldades CONGREGA:**

- Congresso do Centro Universitário da Região da Campanha, 2017, Rio Grande do Sul, RS.
- LEÓN, L. P. **Brasil tem 152 milhões de pessoas com acesso à internet**. Artigo. Agência Brasil. 2021.
- MAGALHÃES, M.T.Q.; YAMASHITA, Y. **Modelo Integrado para o Planejamento de Transportes** (2015). Anais do XXIX ANPET- Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte. Ouro Preto.
- MANHEIM, M. **Fundamentals of Transportation Systems Analysis: Basic Concepts**. The MIT Press. MIT, 1977.
- MELLO, J. C. **Planejamento dos Transportes**. São Paulo: Ed. Mcgraw-Hill do Brasil, 1975.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Mobilidade e Política Urbana: Subsídios para uma Gestão Integrada**. Rio de Janeiro, IBAM, 2005.
- MINTZBERG, H. **A new look at the chief executive's job**. Organizational Dynamics, 1973. p. 21-30.
- ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G (1990). **Modelling Transport**. 4 th Ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2011.
- RODRIGUES, V. A. & GUTIERRES, V.N. **Análise Sistêmica do Transporte Escolar no DF**. Trabalho de Conclusão de Curso. UNB, Brasília, 2020.
- ROMÃO, M. N. P. V.; E. R. Angélico; A. C. P. Ferraz. SINIAV: **O uso da Tecnologia RFID na Gestão do Trânsito e a sua Implantação no Estado de São Paulo**. Anais do III FatecLog - Congresso de Logística, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Guaratinguetá, SP, 2012.
- SANTOS, J.P.S. **Transporte Escolar Rural no Distrito Federal - Uma Análise Sistêmica**. Trabalho de Conclusão de Curso. UNB, Brasília. 2013.
- SEABRA, L. O. **Fundamentos para a construção de um índice para gestão estratégica da mobilidade urbana sustentável**. Tese de Doutorado. UnB, 2013, Brasília.
- SOUSA, G. P. D. **REQUISITOS PARA A PRÁTICA DA GESTÃO ESTRATÉGICA**

DO TRANSPORTE PÚBLICO: UM ESTUDO DA DFTRANS. Dissertação de Mestrado em Gestão Pública. Brasília. 2015.

TACO, P.W.G. **Planejamento de Transportes.** Brasília: Universidade de Brasília – UnB, 2019. Notas de Aula.

ZAGONEL, M. V.; MACHADO, C. C.; MÔNEGO, C. **Tecnologia RFID: Um Estudo de Caso Para Controle de Acesso em Escolas.** Revista de Engenharia, Computação e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 31–38, 2017.

