



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**A APLICABILIDADE DOS SIG NA GESTÃO DO SISTEMA DE
TRANSPORTE PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL**

Allan Canuto de Melo

Brasília – 2017

Allan Canuto de Melo

**A Aplicabilidade dos SIG na Gestão do Sistema de Transporte Público do
Distrito Federal**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia do Instituto de Ciências Humanas da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: Dr. Renato Fontes Guimarães

Dr. Renato Fontes Guimarães

Universidade de Brasília

Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes

Universidade de Brasília

Dr. Osmar Abílio de Carvalho Junior.

Universidade de Brasília

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais Francisco e Maria do Socorro por terem me apoiado e respeitado todas as minhas decisões e investido na minha educação.

Agradeço a todos os meus mestres tanto do meio acadêmico, quanto os dos meus ambientes de trabalho que me ensinaram todo o conhecimento geográfico que tenho e colaboraram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial agradeço ao Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães que apesar de todas as dificuldades enfrentadas, sempre me orientou com paciência e atenção, agradeço ao Prof. Dr. Rogério Uagoda por ter aberto as portas do meu conhecimento em Geoprocessamento. Agradeço ao Roberto Borges por ter me dado a oportunidade de atuar na área de Geoprocessamento, me ensinado muito sobre a área e ter me dado suporte na produção dessa monografia e agradeço ao Renato Attiê por me dar o ponta pé inicial no meu conhecimento de banco de dados que foi essencial para a produção desse trabalho.

Agradeço a minha parceira Ana Beatriz Rodrigues por ter me dado apoio e incentivo para a produção desse trabalho.

E obrigado a todos meus colegas de trabalho que me ajudam sempre que necessário, em especial agradeço aos meus colegas do núcleo de geoprocessamento do DFTRANS Jéssica Moraes, Mariana Santos e André Luiz Leite.

Resumo

A precária condição atual do transporte público do Distrito Federal é um retrato de como a sua gestão encontra-se ineficaz, com o intuito de auxiliar essa administração, o presente trabalho apresenta a confecção de um sistema que exemplifica como os SIG podem ajudar no gerenciamento do transporte público do Distrito Federal, tomando como base um atual problema enfrentado pelo órgão gestor, o cadastro de linhas que ligam o estudante no caminho casa-escola no passe livre estudantil. Utilizando de funções espaciais em consultas SQL foi possível verificar quais linhas fazem o trajeto casa-escola tanto em viagens diretas quanto viagens integradas.

Palavras Chaves: Transporte Público, SIG, PostgreSQL, PostGIS.

Abstract

The precarious current condition of public transportation in the Distrito Federal is a picture of how ineffective its management is. With the purpose of supporting this administration, the present work presents the construction of a system that exemplifies how GIS can help in the management of public transportation in the Distrito Federal, based on a current problem faced by the institution responsible for the management, the registration of lines that connect the student in the way home-school in the free student pass. Using spatial functions in SQL queries was possible to verify which lines make the home-school route in direct trips as integrated trips.

Keywords: Public Transportation, GIS, PostgreSQL, PostGIS

Sumário

1.	Introdução.....	8
2.	Referências Bibliográficas	11
2.1.	Importância do Transporte Público	11
2.2.	Sistema de Informação Geográfica	12
2.2.1.	Potencialidade do SIG na área de transporte	12
2.3.	Sistema de Transporte Público do Distrito Federal	14
3.	Área de Estudo.....	17
4.	Metodologia	19
4.1.	Sistema de identificação automática de todas as linhas úteis para o trajeto casa-escola para cadastro no passe livre estudantil	19
4.2.	Dados utilizados	19
4.3.	Descrição conceitual dos processos.....	20
5.	Análise dos resultados	28
6.	Conclusão.....	33
7.	Referências bibliográficas.....	35

1.Introdução

A mobilidade urbana é um fator crucial para o desenvolvimento de uma grande cidade. Oliveira (2003) destaca o poder do investimento no transporte público ao ressaltar que a sua rede de circulação afeta as dimensões físicas da cidade, pois as pessoas e instituições procuram localidade de fácil acesso para economizar os custos com o transporte, tanto no quesito financeiro quanto no tempo de viagem.

Conterno (2013) destaca que a reestruturação da mobilidade urbana é um processo complexo e envolve muitas variáveis, tais como aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais. Para a autora o transporte público é um elemento estruturante das cidades e está diretamente associado às dinâmicas do espaço.

Apesar da sua importância encontramos mobilidade urbana de forma deficitária no Brasil, onde a falta de planejamento e investimento no transporte público reflete-se na má qualidade dos serviços prestados à população na maioria das cidades brasileiras. Descaso herdado da década de 1950 na qual “o modelo de transporte privilegiou a mobilidade da população por meio de transporte individual” (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2008). Segundo Neto (2012) a fundação de Brasília junto com a implantação da indústria automobilística no Brasil é a síntese do projeto de modernidade brasileiro instaurado no governo do presidente Juscelino Kubitschek. Para o autor, foram estimuladas representações de que a cidade foi planejada para o domínio do automóvel.

Segundo Carvalho (2008), o projeto de mobilidade urbana planejado para do Distrito Federal mostrou-se insustentável, tanto do ponto de vista da qualidade ambiental urbana, quanto do ponto de vista social, já que a aquisição de um automóvel não é viável a toda população, reforçando assim a desigualdade entre as classes. Gomide (2003) destaca que uma política de transporte urbano voltada para a inclusão social deve focar na qualidade e na eficiência do transporte coletivo. Portanto é fundamental a modernização do

atual modelo de regulação e gestão do transporte público coletivo nas cidades brasileiras.

Neste contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) pode auxiliar na compreensão das dinâmicas do espaço e na modernização do atual modelo e na gestão do transporte, pois as Tecnologias de geoprocessamento são instrumentos apropriados para o gerenciamento e disponibilização de informações espaciais. A possibilidade da visualização do dado espacial em formato digital assegura uma manipulação mais prática e atrativa, o que possibilita uma apresentação do conhecimento geográfico de várias novas formas, o que pode acarretar em uma redução nos custos dos processos de reforma, pois as informações geradas a partir de um SIG podem ser atualizadas, editadas, impressas e duplicadas de maneira mais rápida e fácil do que as informações geradas a partir de métodos tradicionais. (GIOTTO & SALBEGO, 2004).

Utilizando os SIG de forma adequada, o serviço prestado pelo órgão gestor do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal (STPC/DF) poderia dar informações mais precisas ao usuário como a disponibilidade de mapas na internet, mapas esquemáticos das linhas nos pontos de ônibus e terminais e informações de rotas em sites especializados como o Google Maps/Transit. Podendo também informar de forma mais fidedigna os horários e as estimativas de tempo das viagens.

Podemos ver no estudo realizado por Leite (2012) a adequação da utilização dos SIG na gestão do transporte público, em que é desenvolvido um modelo que permite a localização automática de novos pontos para a implantação de paradas de ônibus, levando em consideração os declives, densidade populacional, localização de serviços e distância da rede viária. Outro exemplo de SIG na gestão do transporte público vemos no estudo de Pinter (2007) onde é desenvolvido um sistema verifica a demanda e a viabilidade de implantação de uma nova linha rodoviária interestadual de transporte de passageiros.

Além de melhorar o serviço prestado ao usuário, o uso adequado dos SIG também ajudaria no fornecimento de informações para a tomada de decisões e planejamento da expansão e da melhoria do STPC/DF. Através dos SIG pode-se também realizar o monitoramento em tempo real da frota, o que ajudaria na fiscalização da qualidade do serviço prestado pelas empresas de ônibus do STPC/DF e ainda diminuir o tempo de serviço na produção de informações espaciais.

Com o intuito de exemplificar como os SIG podem ajudar na resolução de empecilhos encontrados na gestão atual sistema de transporte público do Distrito Federal, esse trabalho tem como objetivo principal apresentar um solução para as definições de controle e demanda de oferta na gestão do Passe Livre Estudantil a que compete a entidade gestora do Transporte Público do Distrito Federal, através de sistema de consulta SQL elaborada em ferramentas SIG que identifica todas as linhas que atendam o trajeto casa-escola utilizando apenas o CEP do estudante e o CEP da Instituição de Ensino. Para isso será realizada uma análise do sistema de transporte do Distrito Federal e será produzido um banco de dados geográficos com dados coletados nos órgãos responsáveis por sua produção.

2. Referências Bibliográficas

2.1. Importância do Transporte Público

Vista com uma forma de organização do espaço pelo homem, a cidade para Corrêa (1996) é uma “expressão concreta de processos sociais, na forma de ambiente físico construído sobre o espaço geográfico”, que por sua vez reflete as características da sociedade. Essas características estão diretamente ligadas ao sistema econômico, que necessita da produção e circulação do capital para manter-se saudável e são dessas necessidades que surgem as atividades oferecidas pela cidade.

Para a realização das atividades oferecidas pela cidade o indivíduo precisa se locomover em um ambiente físico, ao fazer isso ele utiliza um determinado tempo. Esse processo forma uma rede (Sistema de circulação) de origens e destinos distribuídos no espaço físico da cidade, na qual é necessário o consumo de tempo para se deslocar de um ponto para outro. A manutenção dessa rede é feita pelo cotidiano das pessoas, onde cada uma utiliza recursos técnicos e pessoais para otimizar a utilização da rede.

Para Dear e Scott (1981) a circulação se faz importante, pois em cada cidade se materializa um sistema espacial complexo, formado por uma composição correlativa de áreas funcionais, tanto do setor público quanto privado. Essas áreas funcionais podem ser denominadas de espaço de produção, no qual ocorre o processo de acumulação e o espaço de reprodução, no qual ocorre a recuperação da força de trabalho. Intermediando ambos os espaços está um terceiro espaço, a necessidade de circulação.

Vasconcellos (1998) defende que a estrutura física, a disposição das construções e áreas de uso público, as horas de operação das atividades e a oferta de meio de transporte, são fatores que influenciam na utilização dos recursos fornecidos pela cidade. A apresentação falha de algum desses fatores pode causar transtorno em todas as atividades ligadas a ela. Desse ponto

podemos ver que a regulamentação, a operação e o controle do sistema de circulação se fazem necessárias para manter o controle da produção e reprodução do capital pela cidade, sendo fundamental que a infra-estrutura seja apropriada para que todo o sistema de circulação possa fluir a contento.

Neste contexto, o transporte público coletivo é fundamental para o funcionamento da cidade, pois a sua operação pode ser trabalhada de maneira estratégica e assim utilizar da melhor forma possível o sistema de circulação da cidade e até incorporar novas áreas as zonas de interesse do indivíduo.

2.2. Sistema de Informação Geográfica

Assim como é apresentado por Câmara e Davis (2001), o geoprocessamento é o método que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de dados geográficos e conseqüentemente transformando em informações. As ferramentas computacionais para o Geoprocessamento são chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e permitem a realização de consultas complexas utilizando como base dados georreferenciados. Esse processo torna possível a automatização da produção de documentos cartográficos.

Os SIG, ou *Geographic Information System* (GIS), baseia-se em uma tecnologia de armazenamento de dados combinados com a sua localização em um sistema geodésico de referência. Através dos SIG podemos gerar informações que nos permitem obter soluções rápidas e precisas, ajudando assim a gestão e o planejamento. Podemos complementar dizendo que sempre que a localização aparece dentre as questões e problemas a serem resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG como ferramenta para gestão do território (CÂMARA e DAVIS, 2001).

2.2.1. Potencialidade do SIG na área de transporte

Os SIG possuem uma alta potencialidade quando o relacionamos as políticas de organização e gestão do espaço urbano e o mesmo se aplica quando tratamos de políticas voltadas para a mobilidade. Através da produção

e tratamento de dados fidedignos a realidade de fluxos, demandas e demais objetos e ações que compõem o sistema de transporte, podemos gerar modelos que exponham diferentes cenários para análise e assim tomar decisões que melhor se aplique ao cenário real. Um dos primeiros projetos que vinculou os resultados de análises de mapas, de forma a facilitar a sua compreensão, foi justamente um trabalho na área de transportes, desenvolvido em Detroit - USA em 1955. Neste projeto foi desenvolvido uma saída gráfica para o programa de computador, a qual os fluxos resultantes das análises eram representados por linhas de diferentes espessuras (SILVA, 1998).

Segundo Kagan et al. (1992), os Sistemas de Informação Geográfica funcionam muito bem quando o relacionamos com informações tipicamente utilizadas na alimentação dos modelos de transporte, pois com o auxílio dos SIGs podemos manusear, atualizar, alterar, ou acrescentar outras informações, ou trabalhar com parte dos dados, em função do problema em questão. Desta forma, foi desenvolvido o SIG-T ou GIS-T (Geographical Information Systems in Transportation) com funcionalidades específicas para análises de transportes e redes, que são utilizadas tanto na gestão e planejamento dos transportes públicos quanto para a logística empresarial.

Assim como expõe Leite (2012), as aplicações de um SIG-T permitem gerir um sistema de transporte de forma mais eficiente, o que pode provocar não só uma diminuição no tempo dos deslocamentos como os seus custos.

Atualmente, existem várias empresas que desenvolvem pacotes comerciais especializados nos Transportes, utilizando aplicações de SIG-T. Os *softwares* comerciais mais conhecidos são o TransCAD da corporação Cliper e PTV Vision VISUM da companhia PTV AG. Estes produtos incluem várias operações de análise para os transportes, como por exemplo: o cálculo do caminho mais curto, o traçado de rotas que reduzam os custos levando-se em conta as restrições de trânsito nas estradas, para veículos com condicionantes de peso e altura. Estas aplicações têm um papel muito relevante ao nível da logística e conseqüentemente ao nível do planejamento do transporte, de modo a minimizar custos como tempo e distância (LEITE, 2012).

Além dos *softwares* comerciais há *softwares* livres que podem ser aplicados em modelos de transporte. Salvo as aplicações mais comuns do QGIS de edição, simbologia, visualização, mapeamento, sobreposição, área vizinha, consulta e georreferenciação de endereços, O QGIS associado a um banco de dados PostGIS, extensão de suporte de dados espaciais do PostgreSQL sistema de banco de dados de código aberto, pode-se produzir aplicações específicas para o tema de transporte.

As ferramentas SIG e SIG-T encontradas hoje não só podem ser usadas pelo mercado privado para produzir caminhos mais adequados para agilizar a entrega de produtos, como também podem ser utilizadas para a gestão dos transportes públicos pelo estado ou empresas operadoras de transporte coletivo. Com ferramentas criadas para aplicação específicas ao transporte ou com a elaboração de queries SQL com funções SIG pode-se:

- Consultar o caminho mais curto;
- Elaborar algoritmos de cálculo de rotas que minimizem os custos e providenciem uma boa qualidade na rota;
- Determinar áreas de influência baseadas no tempo da operação;
- Aperfeiçoar rotas de distribuição;
- Calcular rotas para determinados veículos definindo tempo de paragem, horas de início e fim da rota;
- Identificar locais que necessitam de pontos de ônibus;
- Criar itinerários que melhor se adéquem a um sistema integrado;

2.3. Sistema de Transporte Público do Distrito Federal

Segundo o relatório da auditoria operacional no sistema de transporte público do Distrito Federal, realizado no ano de 2009, o Serviço de Transporte Público do DF constitui o serviço de transporte de pessoas, por modos coletivos, destinados ao atendimento das necessidades gerais de

deslocamento dos cidadãos, mediante pagamento de tarifa individual, fixada previamente pelo poder executivo, sujeito a regulação, delegação, fiscalização e controle do poder concernente. O serviço Convencional, predominante no contexto do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal (STPC/DF), caracteriza-se pelo atendimento contínuo e permanente das necessidades básicas de transporte. É responsável pela maioria da demanda de transporte coletivo rodoviário. Deve operar obedecendo a itinerários e horários pré-fixados pelo órgão gestor. O período de operação é de 18 horas, em dias úteis, sábados, domingos e feriados. Possui horários noturnos de caráter eminente social. (TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL, 2009)

A Secretaria de Estado de Mobilidade (SEMOB) é a unidade institucional reguladora do Sistema de Transporte. O Transporte Urbano do Distrito Federal (DFTRANS) e a Companhia do Metropolitano do Distrito Federal (Metrô-DF) são unidades gestoras do serviço de transporte público no DF, as quais têm como competências: a gestão operacional, a avaliação de desempenho, a caracterização da demanda e da oferta de serviços, a elaboração dos estudos de custo e dos níveis tarifários, o controle e a fiscalização dos serviços públicos e privados de transporte de passageiros, a gestão do Fundo de Transportes e a operação de terminais e pontos de parada e, se for o caso a aplicação de penalidades. Ambas são vinculadas à Secretaria de Estado de Mobilidade (SEMOB). Além das responsabilidades anteriormente citadas o DFTRANS é responsável pelo controle do Passe Livre Estudantil, o que lhe compete o cadastro dos beneficiários assim como estabelece a Lei 4.494 de 2010. Contudo o Tribunal de Contas do Distrito Federal alega que apesar dos esforços, os gestores do sistema de transporte não têm conseguido cumprir sua missão institucional.

O STPC/DF está organizado em dois serviços: o Básico, que contém linhas dos modos rodoviário, metroviário e BRT que funcionam de forma integrada e que tem como intuito atender às principais necessidades de deslocamento da população residente no perímetro urbano do Distrito Federal; e o Complementar, que compreende linhas do modo rodoviário com

características diferenciadas, que atenderão outros segmentos da população. O serviço complementar, hoje é constituído pelo Transporte Rural.

O serviço básico de transporte público conta com 2895 veículos divididos em 885 linhas gerenciadas pelo DFTRANS (DFTRANS 2017) e 32 trens divididos em duas linhas, gerenciadas pela Companhia Metropolitana de Brasília (Metrô - DF 2017). Já o serviço complementar rural conta com 92 veículos divididos em 85 linhas (DFTRANS 2017).

A concepção urbanística da Capital Federal foi desenhada para a utilização do transporte individual. Para Lúcio Costa o automóvel deveria ser a principal ferramenta de circulação, sob essa perspectiva a cidade foi projetada para o privilégio do veículo particular, mesmo que esse viesse em detrimento de outros modos de locomoção (NETO, 2012). James Holston (1993) chama a atenção para a ausência da palavra “rua” do planejamento de Brasília, para ele as ruas dão lugar as vias expressas e alamedas residenciais, desencorajando a circulação de pedestres e incentivando a circulação dos automóveis. Além do problema encontrado na própria estrutura da cidade, que dificulta um planejamento do sistema do transporte público, o crescimento populacional desordenado desde a mudança da capital do país para o Distrito Federal, por conta da constante oferta de melhoria de vida, conduziu o governo do Distrito Federal a sempre trabalhar com soluções e medidas emergenciais, o que se tornou um hábito quando se trata de políticas para o transporte urbano da região. Percebe-se na descontinuidade das políticas administrativa um grande antagonista para o progresso do planejamento, operação, manutenção e controle do sistema do transporte público. (VOIGT; UELZE; SHOEPS, 1980)

3.Área de Estudo

A área de estudo do referente trabalho é o Distrito Federal (DF) localizado entre os paralelos de 15°30' e 16°03' de latitude sul e os meridianos de 47°25' e 48°12' de longitude WGr, na Região Centro-Oeste, ocupando o centro do Brasil e o centro-leste do Estado de Goiás (CODEPLAN, 2016). Tem a área equivalendo a 0,06% da superfície do País, apresentando como limites naturais o rio Descoberto a oeste e o rio Preto a leste. Ao norte e sul, o Distrito Federal é limitado por linhas retas. Limita-se ao norte com os municípios de Planaltina, Padre Bernardo e Formosa, ao sul com Santo Antônio do Descoberto, Novo Gama, Valparaíso de Goiás e Cristalina, todos do Estado de Goiás, a leste com o município de Cabeceira Grande, pertencente ao Estado de Minas Gerais e Formosa pertencente ao Estado de Goiás e a oeste com os municípios de Santo Antônio do Descoberto e Padre Bernardo também do Estado de Goiás.

De acordo com o censo demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, o Distrito Federal possui uma população de 2.570.160 habitantes em uma área de 5.779.999 KM².

Segundo o DFTRANS o STPC/DF tem em média 1.320.979 acessos por dia, sendo que 382.453 dos acessos são feitos com o Passe Livre Estudantil (PLE) e estão cadastrados no Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBA) 312.220 estudantes que se enquadram nas especificações do Artigo 1º da LEI 4.462 de 2010 que institui a gratuidade nas linhas do serviço básico de transporte público coletivo que fazem o trajeto casa-escola ao estudantes do ensino superior, médio, fundamental e técnico com carga igual ou superior a 200 horas-aula devidamente matriculados.

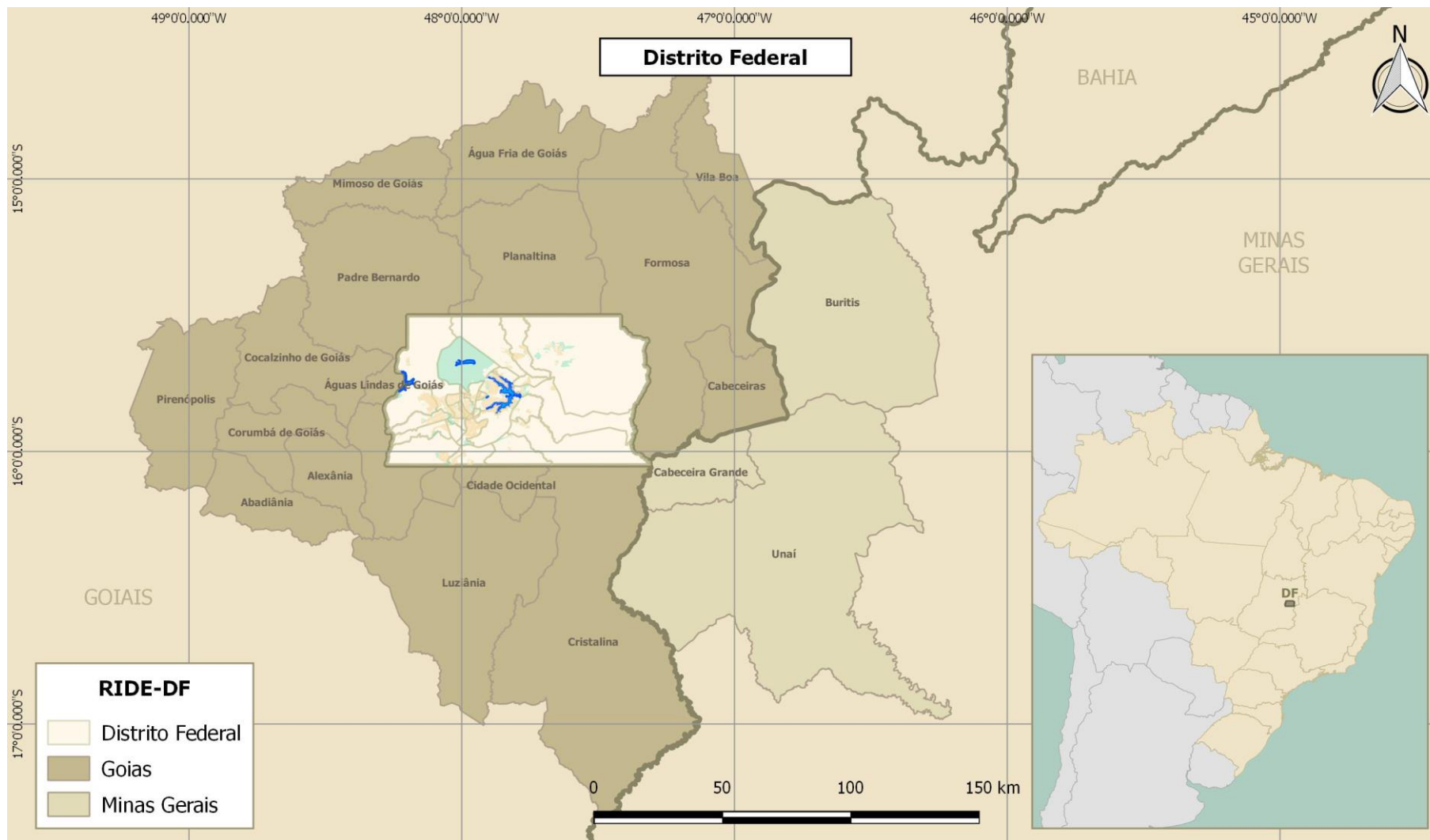


Figura 1 – Área de estudo - Distrito Federal

4. Metodologia

4.1. Sistema de identificação automática de todas as linhas úteis para o trajeto casa-escola para cadastro no passe livre estudantil

A proposta do TCDF realizada na Auditoria Operacional no Sistema de Transporte Público do Distrito Federal realizado no ano de 2009 recomenda à Secretaria de Transportes que regulamente o número de linhas que o estudante pode utilizar com o uso do passe livre estudantil e a demanda de diferentes linhas que o ligam ao trajeto casa-escola escola-casa. Neste contexto, foi desenvolvido um sistema que tem como objetivo localizar todas as linhas que o estudante pode utilizar no trajeto casa-escola escola-casa, incluindo as linhas viáveis em um sistema integrado utilizando a informação do Código e Endereçamento Postal (CEP) do estudante e da instituição de ensino registrado no cadastro do Passe Livre Estudantil (PLE).

4.2. Dados utilizados

Na tabela 1 pode-se observar quais dados foram utilizados na produção do banco de dados, suas definições e suas respectivas fontes.

Dados Utilizados	Definição	Fonte
Linhas	Itinerário das linhas de ônibus do STPC-DF	DFTTrans
Lotes	Área dos lotes registrados do Distrito Federal	SEDHAB
Rede Viária	Rede de vias e estradas do Distrito Federal	Terracap
Rede Viária de Ônibus	Rede de vias utilizadas pelo transporte público com os dados de quantidade de linhas e viagens por trecho	DFTTrans

Conjuntos	Área dos conjuntos registrados do Distrito Federal	SEDHAB
Quadras	Área das quadras registradas do Distrito Federal	SEDHAB
Regiões Administrativas	Limite territorial sugerido pela SEDHAB das Regiões Administrativas do Distrito Federal	SEDHAB
Parques	Área dos parques registrados do Distrito Federal	SEDHAB
Lagos	Área dos Lagos do Distrito Federal	SEDHAB
Municípios	Limite territorial dos municípios brasileiros	IBGE
Estados	Limite territorial dos estados brasileiros	Laboratório de Pesquisas em Geografia Física da UEL
América do Sul	Limite territorial dos países da América do Sul	Laboratório de Pesquisas em Geografia Física da UEL

Tabela 1 – Dados Utilizados

4.3. Descrição conceitual dos processos

O presente modelo teve como plataforma o sistema de banco de dados PostgreSQL na versão 9.5, extensão PostGIS na versão 2.2 e representado no Software QGIS na versão 2.4 Chugiak.

O primeiro passo para a produção do sistema foi a criação do banco de dados em PostgreSQL, que segundo Neto (2003) é um SGBDR, de alta performance, fácil administração e acesso, por ser um programa produzido em Código Aberto (*Open Source*). Para a criação do banco de dados foi utilizado o pgAdmin III que trata de um aplicativo com interface gráfica para Windows, que utiliza comunicação com Servidor PostgreSQL. A interface e as ferramentas de fácil manuseio do pgAdmin III permitem que o usuário crie um banco de dados sem a necessidade de ter alto conhecimento em linguagem SQL. Desta forma, foi criado o banco de dados “dbdf”, com a extensão PostGIS e o esquema “base”, onde foram armazenados os dados que servirão como base para a produção de mapas e o esquema “sistema”, onde foram armazenados os dados de lotes e linhas de ônibus que servirão para a produção do sistema. A

criação do banco de dados se faz necessária para a organização dos dados adquiridos para a produção do sistema. A representação gráfica do banco de dados produzido é mostrada na figura 2.

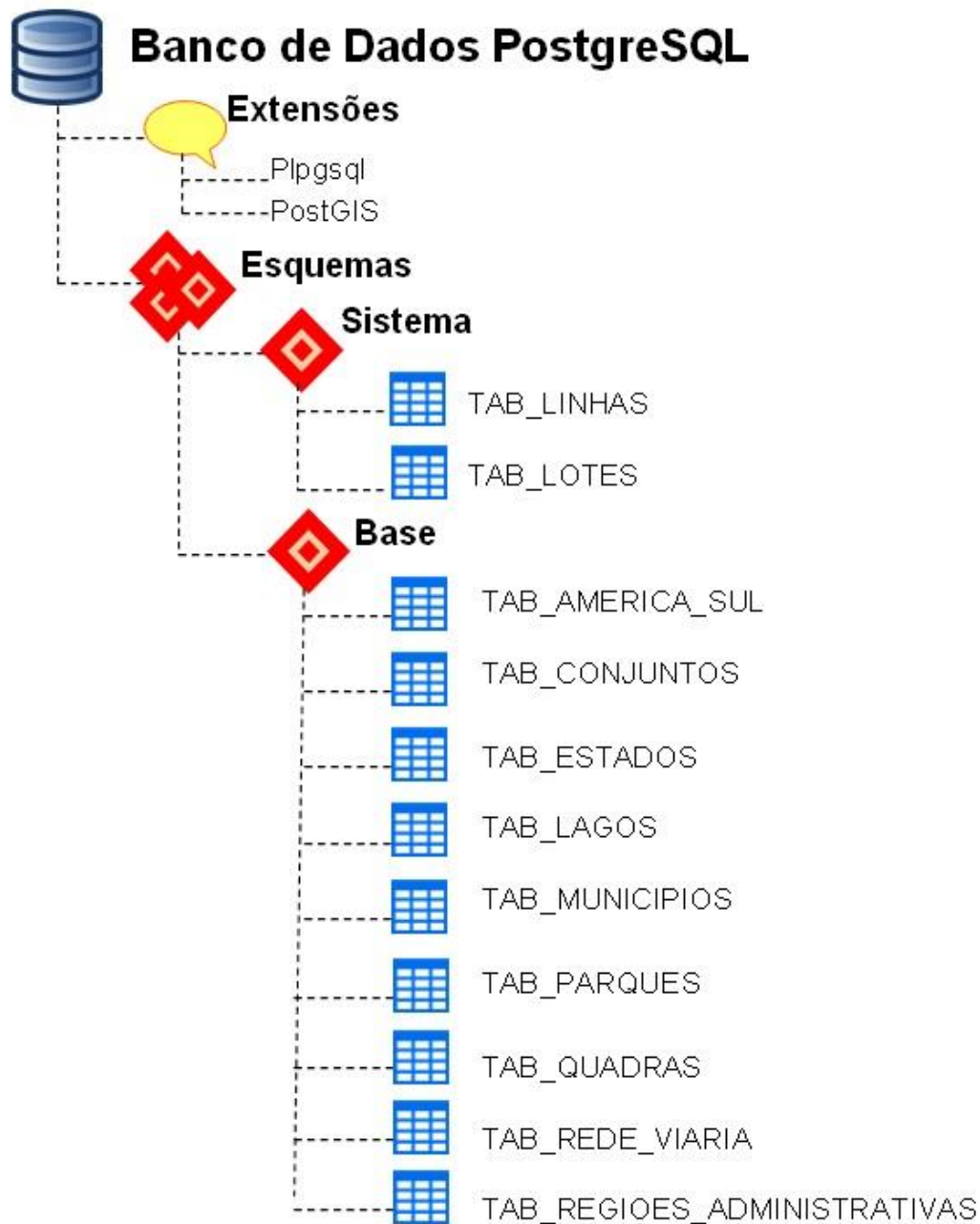


Figura 2 – Esquema do Banco de Dados Produzido

Após a criação do banco de dados passou-se a utilizar o QGIS. A ferramenta, gerenciador de banco de dados possibilita a importação de camadas vetoriais para o banco geoespacial. Esse processo é essencial, pois é

através de consulta em SQL que se pretende obter o resultado proposto para o sistema.

Com o banco de dados alimentado inicia-se a produção da querie SQL na ferramenta Janela SQL do gerenciador de banco de dados.

A camada de lotes da SEDHAB que possui 497790 polígonos representando os lotes registrados do Distrito Federal, foi utilizada para representar o endereço da casa e da escola e é a partir dela que associamos a informação de CEP e o número da casa fornecido pelo estudante. Para verificar todas as linhas que fazem o trajeto casa-escola e escola-casa a consulta deve retornar todas as linhas que passam em uma distância de até 500 metros da casa e da escola assim como recomenda a United Nation Human Settlements Programme (2011). Para realizar a consulta no raio de 500 metros da feição desejada foi necessário utilizar a função espacial *ST_Buffer* do PostGIS, que de acordo com Obe e Hsu (2011) essa função pode expandir radialmente qualquer geometria. A figura 3 mostra o alcance da consulta.

Com o alcance da consulta determinado, o buffer gerado deverá selecionar todas as linhas que o intersectam. A consulta é feita na camada de linhas de ônibus oferecida pelo DFTrans que possui o total de 1.537 feições na qual cada feição representa um sentido das linhas que integram o Sistema de Transporte Público do Distrito Federal, que se dividem em “Ida”, “Volta” e “Circular” (figura 4).

Para a consulta retornar as linhas que passavam dentro do buffer da casa e da escola foi utilizado a função espacial *ST_Intersects*, que retorna as geometrias de uma camada que compartilha qualquer ponto com outra geometria, desse processo resultam todas as linhas que intersectam com o buffer do lote da casa e do lote da escola.

A partir dos mapas de calor, gerados da camada de rede de vias de ônibus oferecida pelo DFTrans nas figuras 5 e 6, vemos que a demanda de linhas por trecho não é proporcional a demanda de viagens por trecho, com isso podemos ver que mesmo havendo linha não há um atendimento contínuo de todas as áreas. Tomando essa informação como base levaremos em

consideração que a partir de 10 linhas diretas não haverá a necessidade de o aluno fazer integração para chegar à instituição de ensino. Com o retorno de menos de 10 linhas no sistema, outra consulta será efetuada utilizando o mesmo buffer de 500 metros da consulta anterior, contudo essa consulta retorna todas as linhas que intersectam com cada um dos buffers, cada e escola, e se intersectam em algum momento com o trecho das linhas do outro buffer, o que retorna todas as linhas possíveis para integração utilizando um baldeamento.

Para verificar a aplicabilidade do sistema foram utilizados dois exemplos, onde o primeiro exemplo demonstra um aluno que reside no conjunto “B” da quadra QNO 1 da Ceilândia e estuda no Campus I da Universidade Católica de Brasília, e o segundo exemplo demonstra um aluno que reside no conjunto “E” da quadra QNP 20 da Ceilândia e estuda no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília.

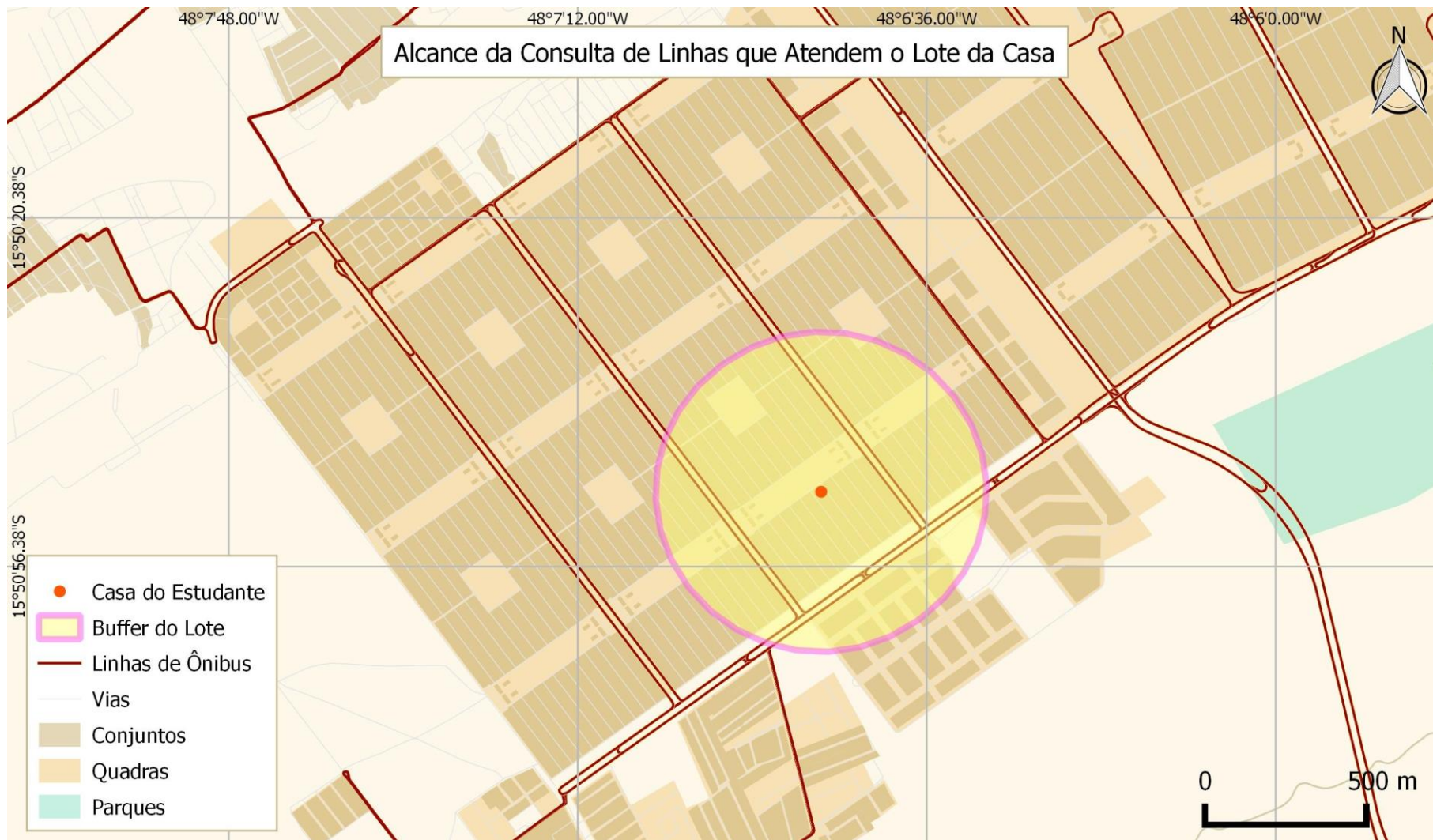


Figura 3 – Alcance da Consulta de Linhas que Atendem o Lote da Casa

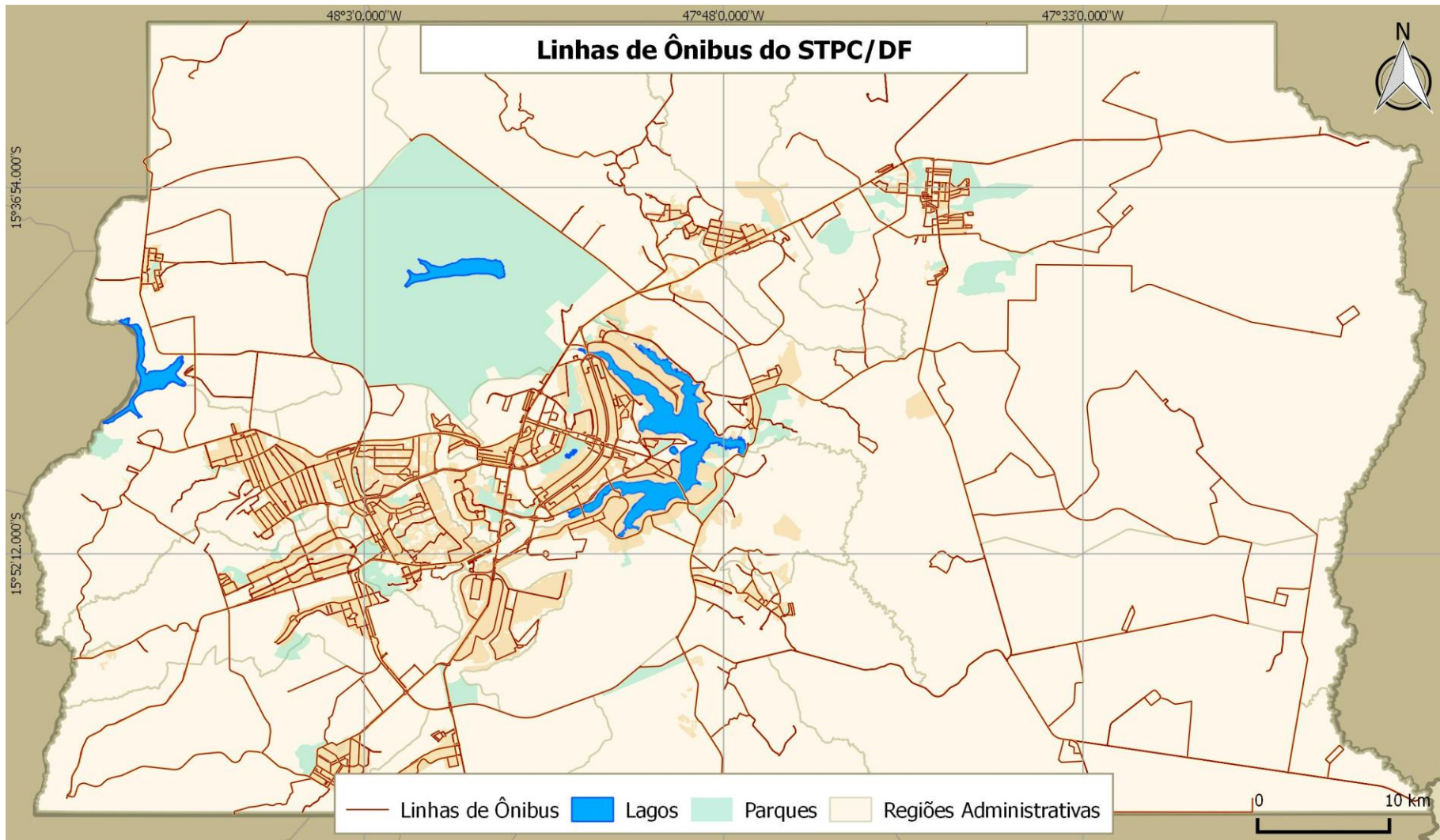


Figura 4 – Linhas de Ônibus do STPC/DF

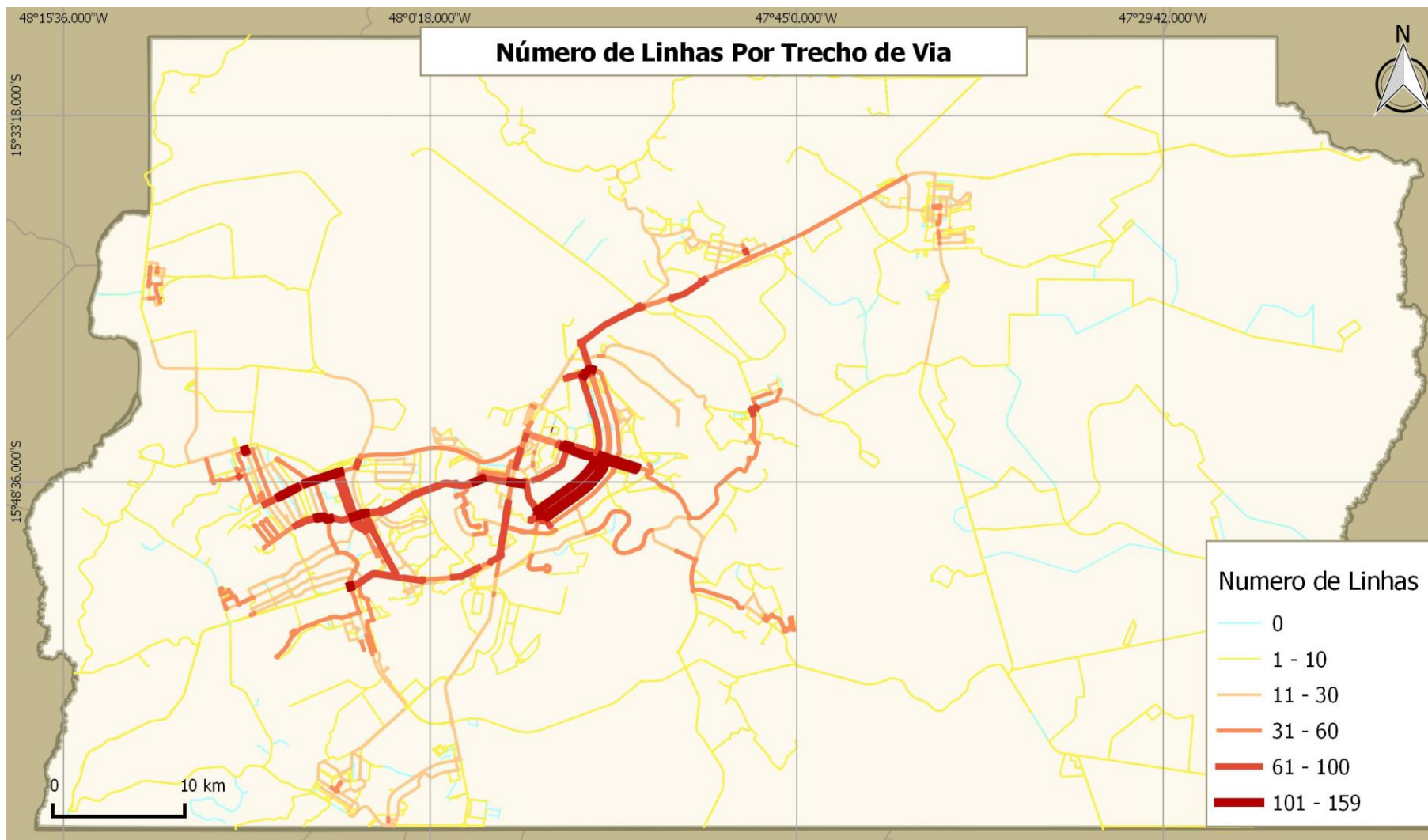


Figura 5 – Número de Linhas Por Trecho de Via

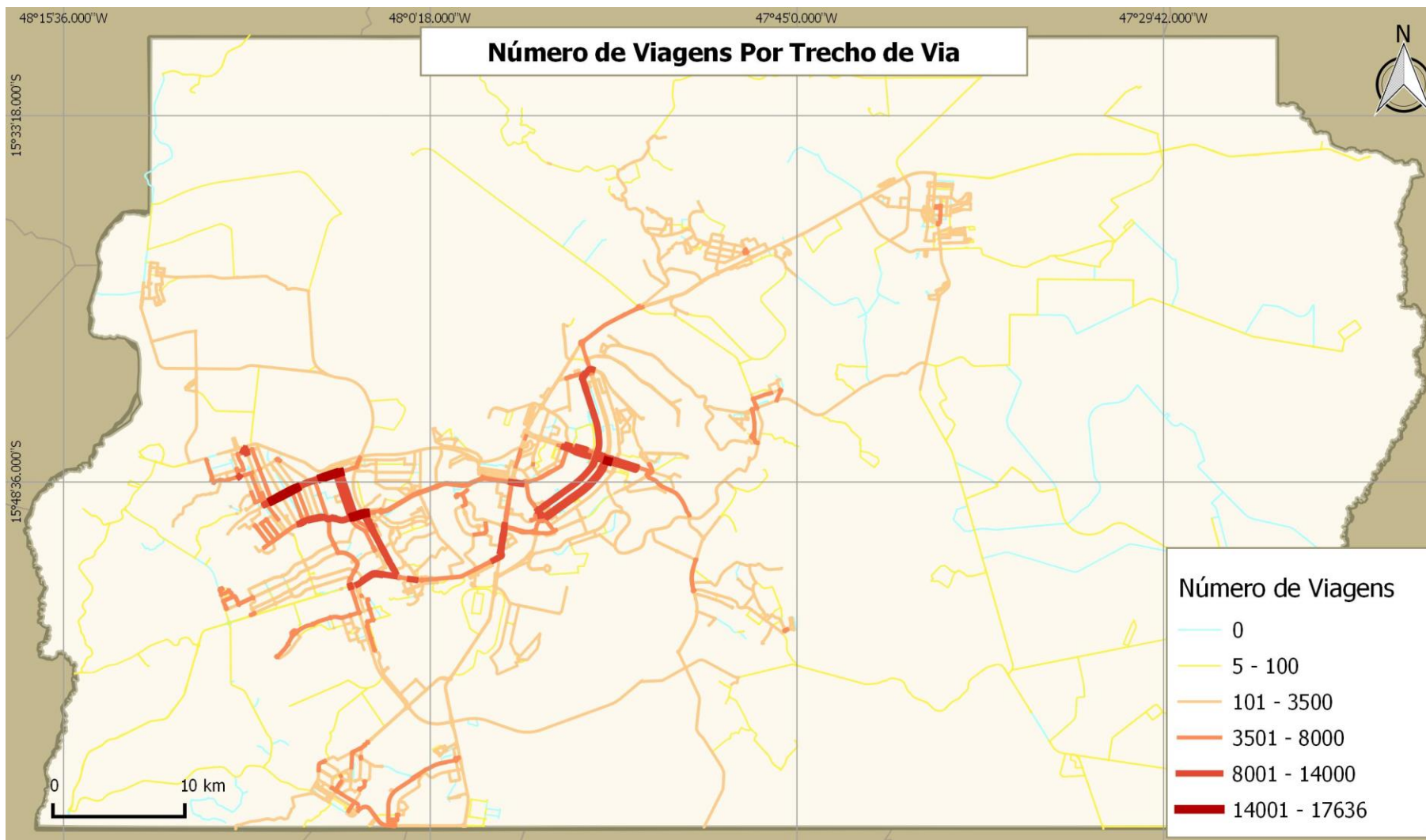


Figura 6 – Número de Viagens Por Trecho de Vias

5. Análise dos resultados

De acordo com a camada de linhas de ônibus do Distrito Federal fornecida pelo DFTRANS o STPC/DF conta com 885 linhas, na quais se dividem em trajeto de ida e volta ou circular. Ao fazer a consulta do primeiro exemplo, 13 diferentes linhas são retornadas (Figura 7) e assim como estabelecido na metodologia essa quantidade é considerada suficiente para o estudante ir para a escola sem a necessidade de fazer baldeamento.

Entretanto o segundo exemplo retornou apenas uma linha que intersecta com os dois buffers (Figura 8), levando em consideração a baixa frequência de viagens das linhas do Distrito Federal vemos a necessidade do aluno precisar utilizar mais de uma linha para chegar ao local de destino, para isso foi realizado uma segunda consulta que retornou 106 diferentes linhas, sendo que 50 linhas passam no buffer na casa e intersectam com as linhas que passam no buffer da escola e 56 passam no buffer da escola e intersectam com as linhas que passam no buffer da casa. Somando com a consulta anterior vemos que o aluno pode utilizar 107 linhas para realizar a viagem à instituição de ensino e para a volta à sua casa (Figura 9).

Percebemos que há uma relevante diminuição em relação ao número de linhas disponíveis em todo o STPC/DF e as linhas úteis para o estudante fazer o trajeto casa-escola, escola-casa, no primeiro exemplo utilizado percebemos que apenas 1,46% das linhas existentes podem ser utilizadas, já no segundo exemplo temos um aumento nesse número por conta da necessidade de integração, porém mesmo com esse adicional 12,09% continua sendo um número expressivo relacionado ao total de número de linhas do STPC/DF.

Além da definição das linhas disponíveis para o uso do PLE conseguimos observar com esse estudo que há 27839 lotes ocupados registrados no Distrito Federal que não são retornam nenhuma linha (Figura 10), o que nos mostra a necessidade da criação de novas linhas que atendam as áreas desabastecidas.

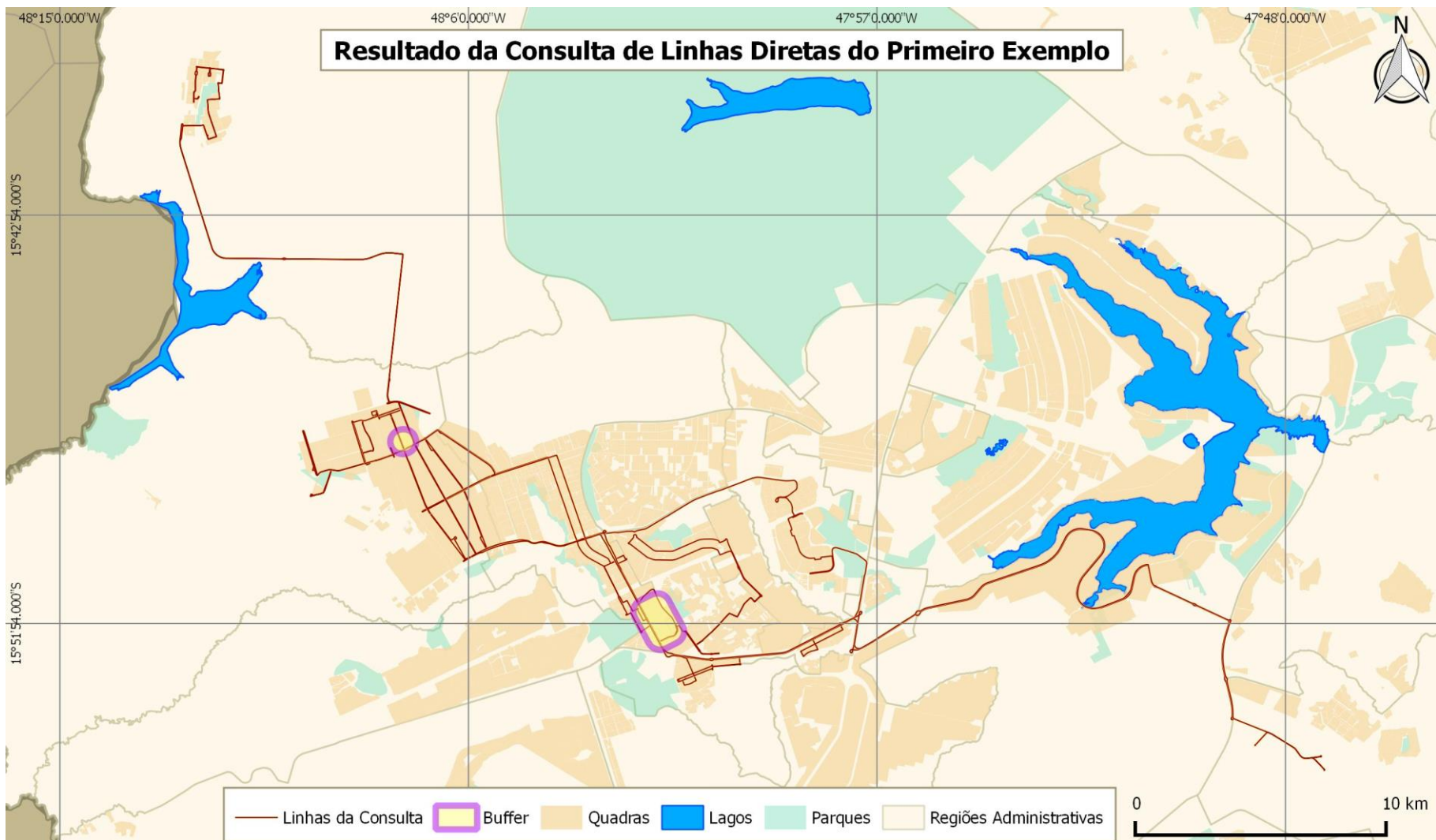


Figura 7 – Resultado da Consulta de Linhas Diretas do 1º Exemplo

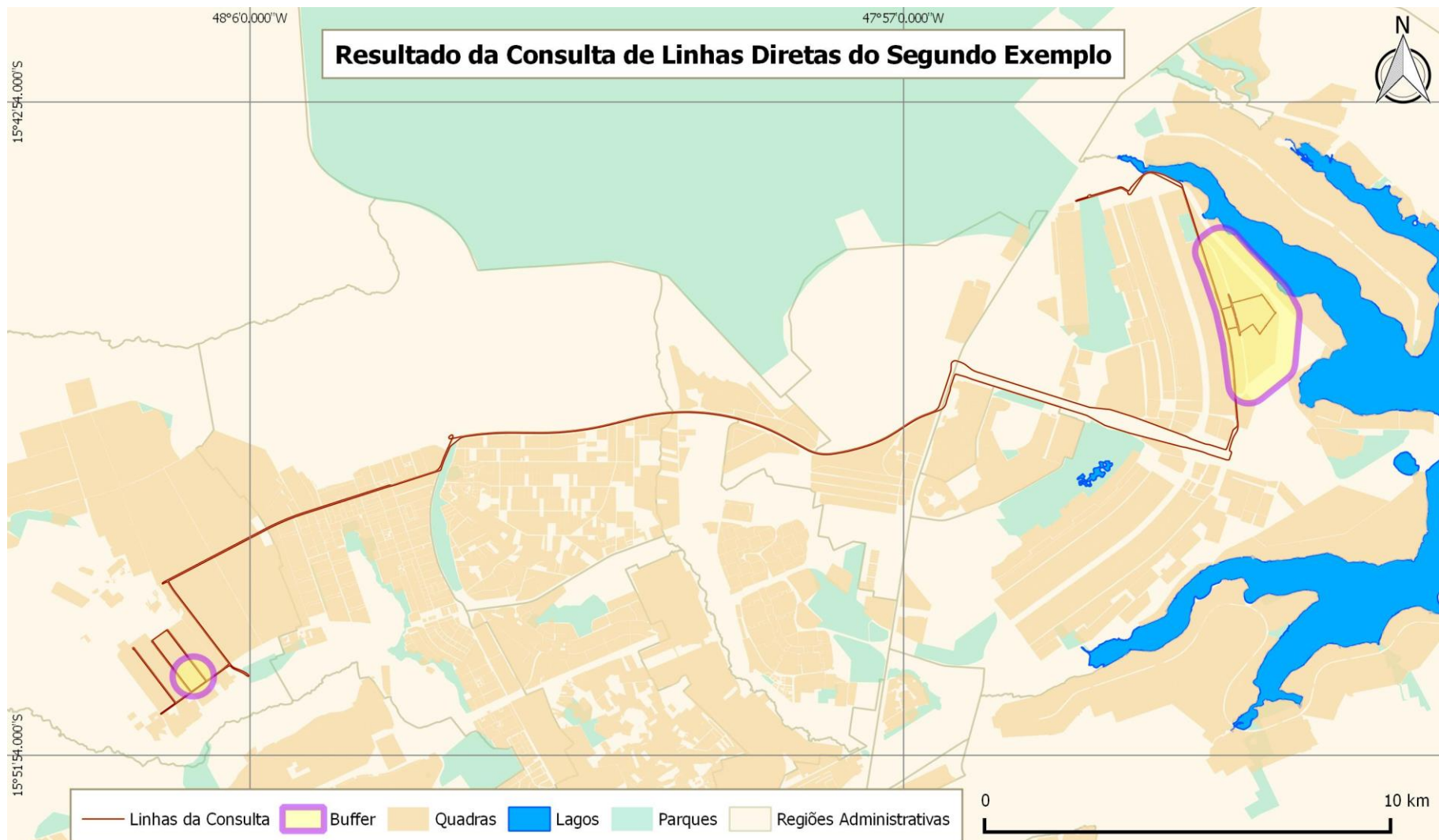


Figura 8 – Resultado da Consulta de Linhas Diretas do 2º Exemplo

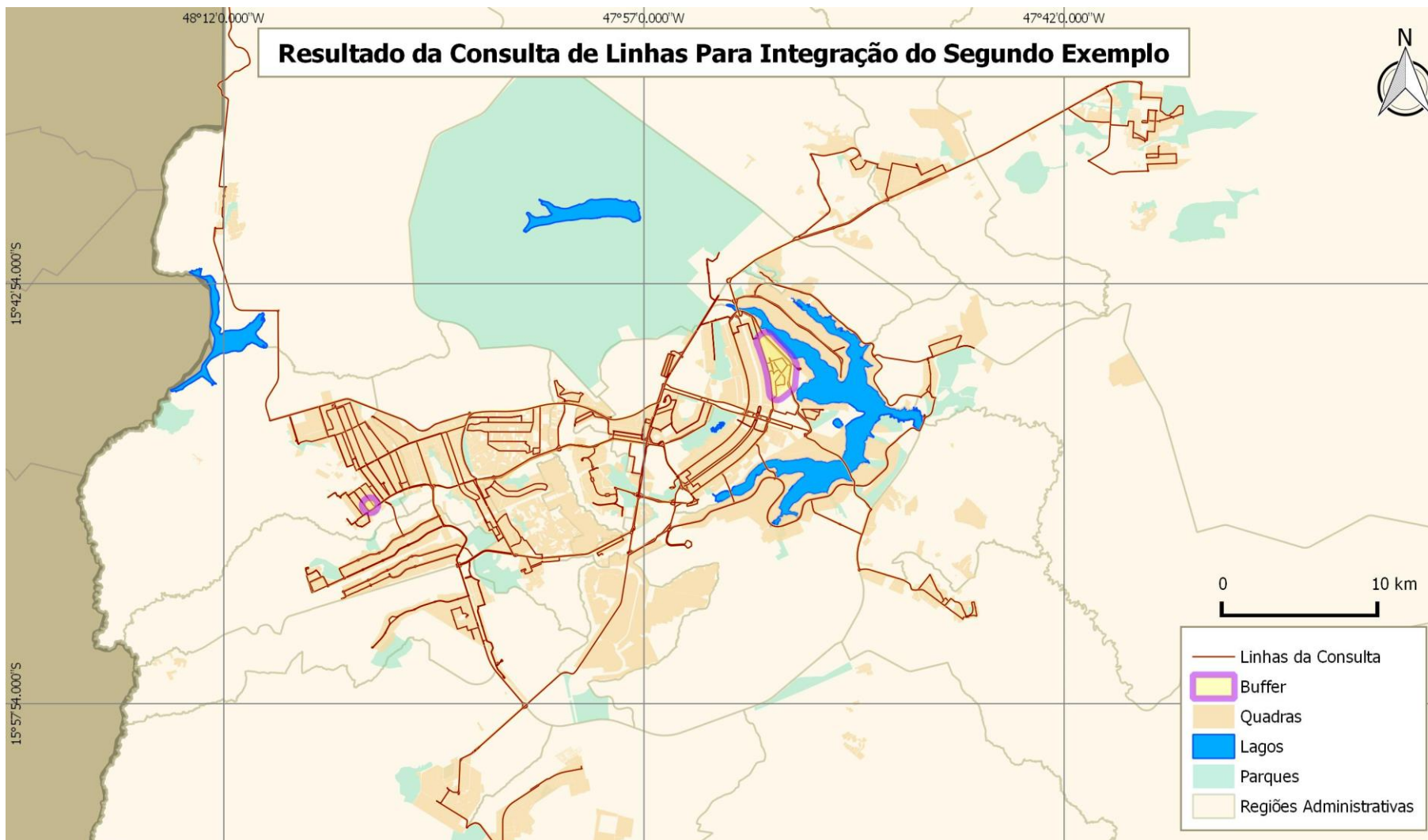


Figura 9 – Resultado da Consulta de Linhas para Integração do 2º Exemplo

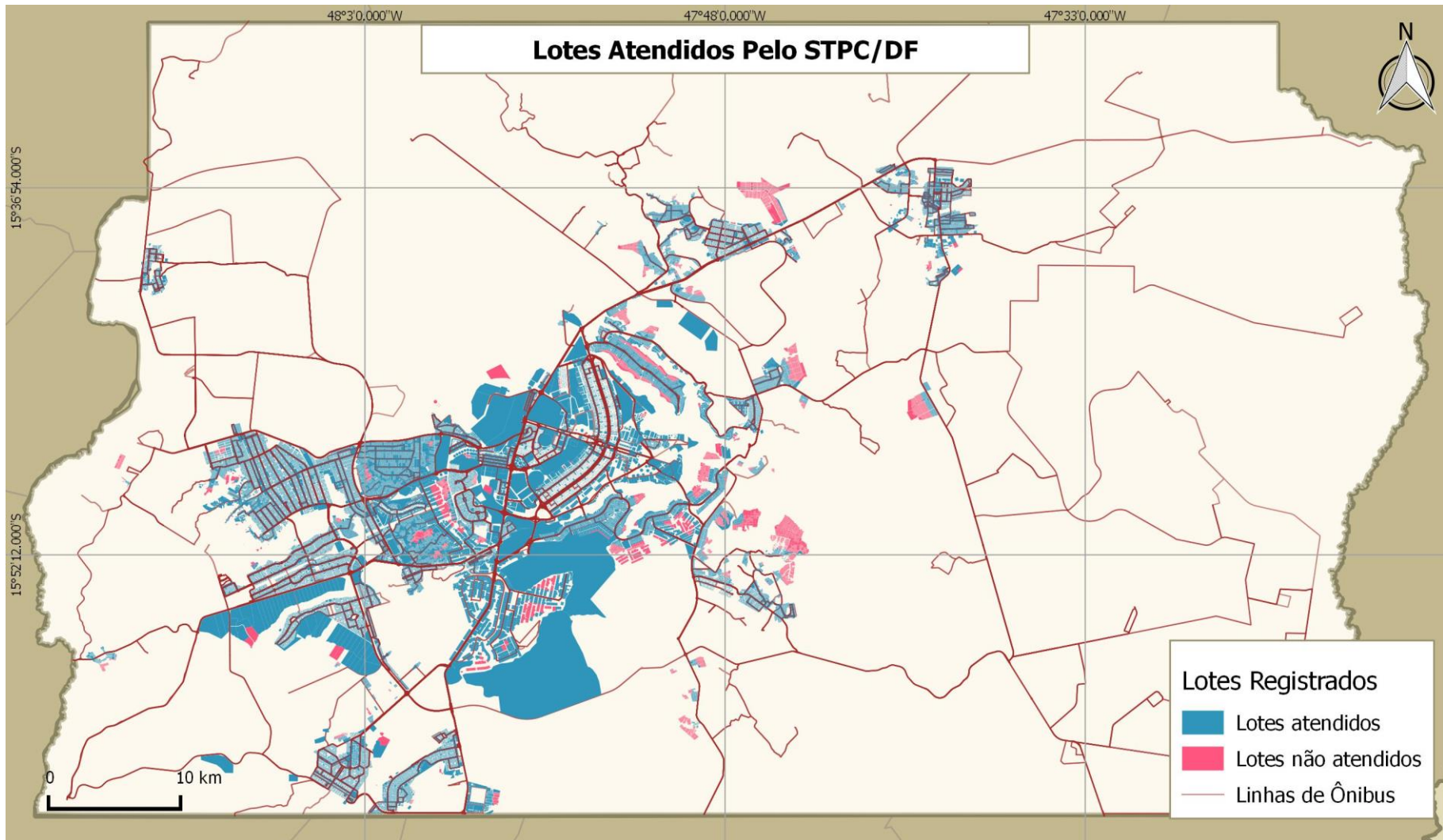


Figura 10 – Lotes Atendidos Pelo STPC/DF

6. Conclusão

Um sistema de transporte público saudável é essencial para o bom funcionamento da cidade e a precarização desse serviço não só afeta diretamente a qualidade de vida dos cidadãos como também a afeta de forma indireta o desenvolvimento econômico. Inúmeros desafios estão presentes no que se trata a gestão do transporte público de uma cidade, contudo com o auxílio dos SIG no gerenciamento do transporte público é possível diminuir custos a nível econômico com soluções simples.

A partir de um banco de dados espacial podem ser gerados variados outros sistemas que podem auxiliar na gestão do transporte público, a possibilidade de processar as variadas relações espaciais dos dados de transporte através de consultas SQL associado à outra linguagem de programação como Java, Python ou até mesmo HTML pode gerar programas que utilize geoprocessamento para apresentar respostas específicas em uma interface amigável.

Contudo para que haja eficiência e resultados precisos, é necessário que os dados sejam fidedignos. O trabalho com a manutenção dos dados espaciais de um sistema de transporte exige um cuidado essencial para o um bom funcionamento dos SIG e assim dos resultados apresentados. A dinâmica de constante mudança na cidade conseqüentemente afeta os fluxos de circulação e os dados utilizados devem acompanhar essa mudança. Para isso é fundamental uma equipe especializada para a produção de um dado conciso e útil para uma representação fiel da situação da cidade.

O resultado da consulta apresentado nesse sistema mostra o quanto o uso dos SIG pode ser eficiente, o sistema elaborado em cima de uma demanda específica da unidade gestora de transporte do Distrito Federal mostra que os SIG podem ser empregados em diferentes demandas no que se trata de gestão de transporte, mesmo no segundo exemplo que vemos um caminho extenso entre casa e escola o sistema conseguiu filtrar o acesso para quase 10% das linhas do STPC/DF, o que evitaria o uso indevido do Passe Livre

Estudantil e assim os gastos de dinheiro público com possíveis fraudes. O resultado se mostrou bastante eficaz, contudo o sistema ainda pode ser aprimorado com o uso da informação dos horários dos ônibus por ponto de parada com a grade horária do estudante, mas infelizmente com os dados disponíveis não é possível coletar essa informação. Além disso poderíamos aprimorar mais o resultado da consulta com integração utilizando apenas as linhas que fizessem rotas mais próximo possível da rota mais curta, para isso poderíamos utilizar o pgRouting, uma outra extensão do PostgreSQL que permite calcular a rota mais curta a partir de uma rede de vias, porém não possuo a expertise necessária para operar essa ferramenta.

Também vemos que apesar da consulta ter sido elaborada para verificar quais linhas são úteis no trajeto casa-escola para o estudante, conseguimos a partir dele, verificar que há lotes registrados que estão com mais de 500 metros de distância de um trajeto de linha de ônibus, o que indica que nem todos os cidadãos do Distrito Federal têm acesso conveniente ao sistema de transporte público segundo a proposta das Nações Unidas.

7.Referências bibliográficas

CÂMARA, Gilberto. DAVIS, Clodoveu. Introdução a Ciência da Geoinformação. 2001.

CARVALHO, Diego L. Mobilidade Urbana e Cidadania no Distrito Federal: Um Estudo do Programa Brasília Integrada. 2008. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Brasília. Brasília. 2008.

CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Anuário Estatístico 2016. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/areas-tematicas/anuario-estatistico-do-df.html>>. Acesso em 15 de abr. 2017

CONTERNO, Rayana C. O Transporte Público Coletivo a Partir do Conceito de Mobilidade Urbana Sustentável: Um Estudo de Caso na Cidade de Pato Branco/PR. 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná. 2013.

CORRÊA, Roberto L. Trajetórias Geográficas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DEAR, Michael J.; SCOTT, Allen J. *Urbanization and urban planning in capitalist societies*, Methuen, EUA. 1981.

DFTRANS. Transportes Urbanos do Distrito Federal. 2013. Disponível em: <<http://www.dftrans.df.gov.br/>>. Acesso em 7 de mai. 2017.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 4.462, de 13 de janeiro de 2010. Dispõe sobre o Passe Livre Estudantil nas modalidades de transporte público coletivo. **Lex:** Disponível em <<http://www.tc.df.gov.br/>>. Acesso em 7 de mai. 2017.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 4.494, de 30 de julho de 2010. Altera a Lei nº 4.462, de 13 de 2010, que dispõe sobre o Passe Livre Estudantil nas modalidades de transporte público coletivo. **Lex:** Disponível em <<http://www.tc.df.gov.br/>>. Acesso em 7 de mai. 2017.

DISTRITO FEDERAL. Tribunal de Contas. Auditoria Operacional no Sistema de Transporte Público do Distrito Federal. Distrito Federal, 2009.

GIOTTO, E.; SALBEGO, A. G. Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico e espacialização da infra-estrutura viária rural. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC), 2004, Florianópolis.

GOMIDE. Transporte Urbano e Inclusão Social - Elementos Para Políticas Publicas.

HOLSTON, James. A cidade modernista: uma crítica de Brasília e sua utopia. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Anuário Estatístico do Brasil. Volume 74. 2014.

Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 de abr. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico de 2010.

Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 de abr. 2017.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. *Almanaque Brasil Socioambiental: uma nova perspectiva para entender a situação do Brasil e a nossa contribuição pra a crise planetária*. São Paulo: ISA, 2008.

KAGAN, H.: ROSSETO, C.F.: CUSTÓDIO, P.S.: MARTINS, W.C.: (1992) Uso de Sistemas de Informações Geográficas no Planejamento de Transportes. In.

LEITE, Maria I. S. *Aplicabilidade dos SIG na gestão dos transportes públicos* Caso de uso: Município de Almeida. 2012. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.

METRÔ-DF. Companhia Metropolitana de Brasília. 2016. Disponível em: <http://www.metro.df.gov.br/>. Acesso em 7 de mai. 2017.

NETO, Álvaro P. *PostgreSQL: técnicas avançadas: versões open source: soluções para desenvolvedores e administradores de bando de dados*. São Paulo: Érica, 2003.

NETO, Osvaldo A. R. *Mobilidade urbana e cultura do automóvel na singularidade da metrópole modernista brasileira*. 2012. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Departamento de Sociologia, Universidade de Brasília, Distrito Federal.

OBE, Regina O. HSU, Leo S. *PostGIS in action*. Connecticut – USA: Manning Publications. 2011.

OLIVEIRA, Jairo G. R. *A Importância do Sistema de Transporte Coletivo Para o Desenvolvimento do Município de Campo Grande – MS*. 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local) – Universidade Católica Dom Bosco. Mato Grosso do Sul. 2013

PINTER, André D. Um Sistema Georreferenciado Para Análise de Viabilidade de Linhas de Transporte Rodoviário de Passageiros. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2007.

SILVA, Antônio N. R. Sistemas de Informações Geográficas para planejamento de Transportes. 1998.

UNITED NATION HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. *Proportion of population that has convenient access to public transport, by sex, age and persons with disabilities.* Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-11-02-01.pdf>. Acesso em 07 de mai. 2017.

VASCONCELLOS, Eduardo A. de (1998). Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas. FAPESP, São Paulo.

VOIGT, Fritz; UELZE, Reginald; SCHOEPS, Wolfgang. Transportes: Brasil e Alemanha. In: SIMPÓSIO TEUTO-BRASILEIRO DE TRANSPORTES, 1., 1980, São Paulo. Anais... São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1980.