



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ANA JÉSSICA FREIRE MONTEIRO

**ELABORAÇÃO DA MATRIZ ORIGEM DESTINO DO TRANSPORTE PÚBLICO
COLETIVO POR ÔNIBUS DA CIDADE DE PALMAS-TO COM A UTILIZAÇÃO
DOS DADOS DOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE**

Palmas -TO
2021

ANA JÉSSICA FREIRE MONTEIRO

**ELABORAÇÃO DA MATRIZ ORIGEM DESTINO DO TRANSPORTE PÚBLICO
COLETIVO POR ÔNIBUS DA CIDADE DE PALMAS -TO COM A UTILIZAÇÃO
DOS DADOS DOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE**

Artigo apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Tocantins como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a LÍlian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Coorientador: Eng. Civil Msc. Frederico Coli Mendes

Palmas -TO
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- M775e Monteiro, Ana Jéssica Freire .
Elaboração da Matriz Origem Destino do Transporte Público Coletivo por
Ônibus da Cidade de Palmas – TO com a Utilização dos Dados dos Sistemas
Inteligentes de Transporte. / Ana Jéssica Freire Monteiro. – Palmas, TO, 2021.
41 f.
- Artigo de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2021.
Orientadora : Lílian dos Santos Fontes Pereira Bracarense
Coorientador: Frederico Coli Mendes
1. Matriz O/D. 2. Bilhetagem eletrônica. 3. GPS. 4. Transporte coletivo. I.
Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

ANA JÉSSICA FREIRE MONTEIRO

**ELABORAÇÃO DA MATRIZ ORIGEM DESTINO DO
TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO POR ÔNIBUS DA CIDADE
DE PALMAS-TO COM A UTILIZAÇÃO DOS DADOS DOS SISTEMAS
INTELIGENTES DE TRANSPORTE**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Orientadora: Prof.^a Dr.^a Lílian dos Santos
Fontes Pereira Bracarense
Coorientador: Eng. Civil Msc. Frederico Coli Mendes

Data de aprovação: 27 / 05 / 2021

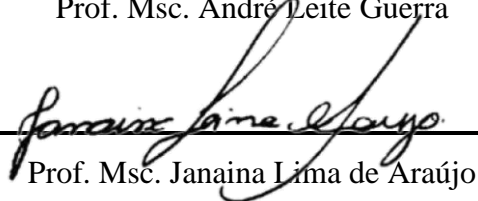
Banca Examinadora



Prof. Dra. Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense



Prof. Msc. André Leite Guerra



Prof. Msc. Janaina Lima de Araújo

Palmas, 2021

*À minha mãe, Domingas, e a todas as
mulheres que, assim como ela, enfrentam um
transporte público de má qualidade para dar
uma vida melhor aos seus filhos.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita bondade e misericórdia, por permitir que essa conquista seja possível e por me acompanhar em todos os momentos.

A minha mãe por sempre ter me incentivado e por não ter medido esforços para que essa conquista fosse possível. A minha irmã e aos meus irmãos por terem me ajudado e incentivado durante todos esses anos.

As amigas, Alyce, Jaquellyne e Bruna, por serem confidentes, conselheiras e as melhores amigas que eu poderia ter. A Keullen, companheira de engenharia, entramos juntas e saímos juntas, sempre incentivando uma outra com a frase “O melhor está por vir” e devo admitir que agora o melhor chegou. A Hindya Lessa, por ser a amiga para ter conversas sérias, discussões sobre a vida e a sociedade . Certamente, tive muitos aprendizados durante nossas conversas. Ao Leidson, por sempre me socorrer quando o computador insistia em dar problemas e por todo o incentivo e confiança ao longo desses anos.

Aos amigos feitos durante o curso, amigos que me fizeram sorrir e tornar os dias mais leves, principalmente, o meu maior achado no curso, Octávio Henrique, por ser o melhor companheiro de estudos, de trabalhos e ter se tornado o amigo que levarei para a vida. E a Bárbara, que em breve será uma arquiteta incrível, por ser uma ótima amiga, conselheira e parceira de projetos.

Ao professor Salmo Sidel, por ser um exemplo de profissional e de ser humano, por se importar e lutar pelo melhor dos alunos. Por sempre ter uma palavra de incentivo e conselhos que me ajudaram ao longo do curso.

A professora Ana Beatriz Velasques, por ter acreditado na minha capacidade antes mesmo que eu acreditasse. Com ela aprendi valores profissionais que sempre me acompanharão.

Aos meus orientadores Lílian Bracarense e Frederico Mendes, meus maiores exemplos profissionais, por terem me orientado neste trabalho, sem eles este trabalho não teria sido possível, e por todo o conhecimento compartilhado ao longo dos anos. E, novamente, a Frederico Mendes, por ser uma pessoa incrível e inspiradora no qual tenho a honra de chamar de amigo, que transmite bondade, conhecimento e que deixa uma marca especial por onde passa.

RESUMO

Para o entendimento do comportamento das viagens dos usuários do transporte público coletivo é elaborada a Matrizes Origem/Destino (O/D), a partir de dados coletados, tradicionalmente, de maneira manual e em campo, como em pesquisas domiciliares. Essas pesquisas são comumente demoradas e onerosas, geralmente realizada a cada 10 anos. Porém, nos últimos anos, pesquisadores vêm utilizando os dados gerados nas tecnologias presentes no sistema de transporte para a elaboração de Matrizes O/D, uma forma mais eficiente, precisa e com menores custos, que permite a identificação dos pontos de embarque e desembarque dos usuários. Dentre as tecnologias utilizadas estão o Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE) e o Sistema de Monitoramento por Ônibus (SMO). Diante dessas vantagens e por Palmas, local de estudo, possuir em seus ônibus as tecnologias do SBE, para a validação de pagamento e registro temporal das viagens realizadas por cada passageiro, e de SMO para os registros espaciais por meio do rastreamento dos veículos, este trabalho utiliza metodologia semelhante a apresentada no Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do BRT Palmas (EVTEA – BRT Palmas), para a elaboração da Matriz O/D. Avança-se, no entanto, ao utilizar a programação em python para uma das etapas mais importantes do trabalho que é a vinculação dos dados do SBE e SMO, possibilitando a definição da localização dos embarques e desembarques dos passageiros. A metodologia aplicada permitiu a inferência para 63% dos registros de cartão eletrônico, que serviram de base para inferência dos demais deslocamentos. Os resultados foram comparados com os do EVTEA BRT Palmas, que haviam passando por validação com base em dados coletados em campo, apresentando resultados satisfatórios e que representaram o fluxo de passageiros do transporte público da cidade.

Palavras chave: Matriz O/D. Bilhetagem eletrônica. Transporte coletivo

ABSTRACT

To understand the travel behavior of users of public transport, the Origin-Destination Matrix (O/D) are elaborated, based on data collected, traditionally, manually and in the field, as in household surveys. These surveys are commonly time-consuming and costly, usually carried out every 10 years. However, in recent years, researchers have been using the data generated in the technologies present in the transport system for the elaboration of O/D Matrix, a more efficient, precise and less costly way, which allows the identification of the points of embarkation and disembarkation of the users. Among the technologies used are the Automated Fare Collection (AFC) and the Bus Monitoring System (SMB). Given these advantages and because Palmas, the place of study, have AFC technologies on their buses, for validating payment and time recording of trips made by each passenger, and SMB for spatial records through vehicle tracking, this work uses a methodology similar to that presented in the Technical, Economic and Environmental Feasibility Study of BRT Palmas (EVTEA - BRT Palmas), for the elaboration of the O/D Matrix. However, advances are made when using python programming for one of the most important stages of the work, which is the linking of AFC and SMB data, making it possible to define the location of passengers' embarkations and disembarkations. The applied methodology allowed the inference for 63% of the electronic card registrations, which served as a basis for inference of the other displacements. The results were compared with those of EVTEA BRT Palmas, which had been validated based on data collected in the field, showing satisfactory results and which represented the flow of passengers on the city's public transport.

Keywords: OD Matrix. Automatic Fare Collection. Public transportation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Monitoramento por GPS feito a intervalos regulares	19
Figura 2 - Representação do movimento do bilhete com 2 eventos primários	23
Figura 3 - Representação do movimento do bilhete com 3 eventos primários	24
Figura 4 - Fluxograma para determinação da Matriz Inicial.....	25
Figura 5 - Fluxograma para determinação da Matriz Final.....	26
Figura 6 - Localização dos registros dos cartões eletrônicos	29
Figura 7 - Linhas de desejo entre as Macrozonas de Palmas	34

LISTA QUADROS

Quadro 1 - Vinculação dos dados do SBE e SMO.....	28
Quadro 2 - Fluxo diário de viagens entre as macrozonas	31
Quadro 3 - Participação relativa dos fluxos entre as macrozonas.....	32
Quadro 4 – Diferença percentual entre os resultados.....	33

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)	14
2.2 Sistema de bilhetagem eletrônica (SBE) e Sistema de Monitoramento por ônibus (SMO)	15
2.3 Planejamento do transporte público de Palmas – TO	17
2.4 Sistema de Bilhetagem Eletrônica e Sistema de Monitoramento por Ônibus de Palmas	18
3 METODOLOGIA	20
3.1 Tratamento inicial e vinculação dos dados do SBE e do SMO	20
3.1.1 Tratamento dos dados.....	20
3.1.2 Vinculação dos dados do SBE e do SMO	21
3.2 Obtenção da matriz inicial	22
3.3 Obtenção e Espacialização da matriz final	26
4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	27
4.1 Tratamento dos dados	27
4.2 Obtenção da matriz inicial e final	30
4.3 Resultados e Discussões	31
5 CONCLUSÃO	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
APÊNDICE A – CÓDIGO DE VINCULAÇÃO DOS DADOS DO SBE E SMO	38
APÊNDICE B – RECORTE DOS RESULTADO DAS ANÁLISES DOS CENÁRIOS .	41

1. INTRODUÇÃO

A demanda de passageiros do Transporte Público Coletivo – TPC, precisa ser categorizada e qualificada a fim de se estabelecer os padrões de viagem, o comportamento dos fluxos e as possibilidades de atendimento operacional, bem como pela infraestrutura viária disponível. Essas informações podem ser obtidas pela formulação de Matrizes Origem - Destino (O/D), instrumento essencial na compreensão da demanda dentro do ambiente urbano ao se planejar o transporte.

A Matriz O/D apresenta o número de viagens geradas em cada zona da área de estudo, ou seja, apresenta os desejos de deslocamentos dos usuários do sistema que se deslocam de uma zona (origem) para uma zona (destino) num determinado período de tempo. A distribuição de usuários entre as zonas é representada em uma tabela. Essas zonas, onde são realizados os deslocamentos, são chamadas de zonas de tráfego, caracterizadas como regiões homogêneas em relação ao uso do solo e/ou composição da população, que permitam a análise em uma escala menor e mais detalhada da área de estudo. ORTÚZAR e WILLUMSEN (2011)

Diante disso, uma Matriz O/D tem como objetivo demonstrar os padrões de viagens dos deslocamentos realizados entre pontos de uma cidade ou região. Sua formulação é feita, tradicionalmente, a partir de dados coletados manualmente e em campo, como em pesquisas domiciliares, comumente demoradas e onerosas. Porém, com a utilização de tecnologias de coleta de dados implantados no sistema de transporte coletivo, que fazem parte dos Sistemas Inteligentes de Transporte – ITS, alguns pesquisadores vêm buscando métodos de utilizar esses dados a favor do planejamento do transporte.

O Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE) e o Sistema de Monitoramento por Ônibus (SMO) fazem parte destas tecnologias. Conforme Baroni (2017), tais sistemas permitem realizar o rastreamento das viagens feitas pelos usuários e a identificar os pontos de embarque e desembarque, informações usadas para determinação das Matrizes O/D, uma forma mais eficiente, precisa, e com menores custos para a obtenção da matriz.

Os dados dos ITS já foram utilizados por diversos pesquisadores para a análise dos padrões e comportamento dos usuários do transporte. Citam-se Zhao et al. (2007), que inferiram matrizes OD de viagem de passageiros ferroviários da cidade de Chicago, a partir do sistema de bilhetagem e pelo sistema automático de localização de veículos; Barry et al. (2002), que usaram dados do MetroCard de Nova York para estimar a OD para o metrô, e mais tarde, expandiu a metodologia incluindo os dados de ônibus; Farzim (2008), que utilizou

a localização dos pontos de ônibus e os dados da bilhetagem para obter a matriz OD de São Paulo; e Munizaga et al (2012), que estimaram a Matriz OD, utilizando os dados da Bilhetagem Eletrônica e de GPS de 1 semana, em diferentes períodos de tempo, do transporte coletivo por ônibus de Santiago, no Chile.

Em Palmas, foi obtida uma matriz O/D por meio do uso dos dados do SBE e do SMO na fase de Montagem e Calibração da Rede, durante a elaboração do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do BRT (EVTEA BRT Palmas), em 2018, para a implantação do Bus Rapid Transit – BRT, como forma de priorização do transporte coletivo de passageiros (PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS – PMP, 2018).

A matriz obtida apresentou a identificação satisfatória dos pares de origem e destino para 66% do total de embarques, com posterior inferência dos demais pares, e foi validada em modelagem posterior, por meio da comparação com resultados de pesquisas de frequência e ocupação visual. A comparação se deu por correlação entre os valores observados e simulados, para os quais se obteve um coeficiente de determinação (R^2) de 0,9189. O resultado obtido no estudo permitiu assegurar que a metodologia aplicada e a base de dados utilizada para a modelagem da demanda do TPC da capital foram confiáveis e representou os deslocamentos dos usuários do transporte. No entanto, para a execução dos trabalhos, foram adotados softwares privados e de complexa utilização.

Diante do potencial que os dados dos ITS têm na caracterização da demanda e no planejamento dos sistemas de transporte, além da importância de uma Matriz O/D para o planejamento do TPC por ônibus e da necessidade de priorizá-lo, em virtude da sua relevância no desenvolvimento urbano, ambiental e econômico da região em que está inserido, este trabalho tem como objetivo: desenvolver um algoritmo que permita a vinculação dos dados do SBE e SMO em software livre, e a partir disso elaborar uma Matriz O/D, utilizando softwares acessíveis e que permitam a sua reprodução de maneira contínua para que auxilie na compreensão da demanda de passageiros de transporte público na cidade de Palmas-TO.

O trabalho está dividido da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica sobre os ITS, buscando um melhor entendimento dos aspectos básicos relacionados ao uso deste tipo de dados; apresenta pesquisas e os resultados obtidos por autores que utilizaram esses dados para a obtenção da Matriz OD e as características do local de estudo deste trabalho. No capítulo 3 é apresentada a metodologia utilizada para a elaboração da Matriz OD utilizando os dados do SBE e do SMO no âmbito deste estudo; e no capítulo 4 são apresentados os resultados e uma discussão sobre os mesmos, bem como sugestões de pesquisas que complementem e apliquem a metodologia utilizada neste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS)

Os Sistemas Inteligentes de Transporte são responsáveis por adicionar facilidades e funcionalidades aos atores dos transportes (veículos, motoristas, passageiros, operadores e gestores). Dada a diversidade de atores e do ambiente que os une, os equipamentos de ITS podem ser divididos em duas grandes áreas: Sistemas Avançados de Gerenciamento da Viagem (Advanced Travel Management Systems – ATMS) e Sistemas Avançados de Informações da Viagem (Advanced Travel Information Systems – ATIS), (WILLIAMS, 2008).

Eles são divididos de acordo com as informações que fornecem aos atores. Enquanto os sistemas e os equipamentos ATMS são responsáveis por coletar e processar dados que oferecem subsídios para o gerenciamento da infraestrutura, para a engenharia de tráfego e para o planejamento, os equipamentos e os sistemas de ATIS se voltam para a interpretação de ações táticas geradas pelos ATMS e pelos operadores, com a finalidade de fornecer instruções úteis para os usuários dos transportes (BARONI 2017).

Os equipamentos de coleta de dados dos sistemas ATMS são divididos em Coleta Automatizada de Dados (*Automatic Data Collection – ADC*), Localização Automática de Veículos (*Automatic Vehicle Location – AVL*), e os equipamentos de tarifação automática (*Automatic Fare Collection – AFC*). Estes, por sua vez, podem estar embarcados dentro do veículo ou em postos fixos de coleta (BARONI 2017).

Os dados gerados pelos equipamentos e sistemas dos ATMS estão sendo utilizados por diversos autores, que são apresentados no item 2.1 deste capítulo, como alternativa aos métodos tradicionais para a obtenção de Matriz OD do transporte público. E apesar de não terem sido concebidos com a proposta inicial de serem “instrumentos de coleta de dados”, os dados gerados por esses sistemas, principalmente a bilhetagem eletrônica, fornecem informações relevantes nos diferentes níveis de planejamento de transportes: operacional, tático e estratégico (PELLETIER et al. 2011; ARBEX e CUNHA 2017).

Estes autores comentam que, no nível operacional, é possível avaliar os indicadores do serviço, como velocidade, quilometragem percorrida pelo veículo e tempo de viagem. No nível tático, é possível obter informações da demanda para diferentes dias da semana, linhas e ofertas de viagens, podendo obter também a seção mais carregada. No nível estratégico, é

feito o planejamento de longo prazo, em que se analisa a movimentação dos passageiros por meio do histórico do cartão utilizado como pagamento da tarifa.

É no nível tático e no estratégico que a utilização dos dados da bilhetagem eletrônica para a estimação da Matriz O/D se faz essencial, desde que esses dados brutos sejam processados pois, conforme Zhao (2004), esses dados podem ser obtidos muitas vezes de forma descontínua e fragmentada, precisando de um processo de tratamento. Ainda assim, determinar a Matriz O/D baseada nesses sistemas apresenta muitas e visíveis vantagens sobre os métodos tradicionais. Cui (2006) lista algumas dessas vantagens, como:

- a) O custo é reduzido, já que os equipamentos foram obtidos para outras finalidades e geram dados similares a pesquisas O/D realizadas pelos métodos tradicionais;
- b) Os equipamentos produzem uma amostra maior de dados;
- c) A coleta de dados é automatizada, o que permite maior rapidez e frequência na elaboração da matriz; e
- d) Este método pode ser combinado com um método de entrevistas mais efetivo e estudos mais detalhados.

Diante dessas vantagens e por Palmas possuir em seus ônibus as tecnologias do SBE, para a validação de pagamento e registro temporal de todas as viagens realizadas por cada passageiro, e de SMO para os registros espaciais por meio do rastreamento dos veículos mencionadas, será possível a utilização os dados por elas produzidas para a determinação da Matriz O/D.

2.2 Sistema de bilhetagem eletrônica (SBE) e Sistema de Monitoramento por ônibus (SMO)

O sistema de bilhetagem eletrônica (SBE) é uma das principais tecnologias dos Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), que fornece dados mais precisos sobre a quantidade de passageiros por linha e por faixa horária, proporcionando o conhecimento da demanda, inclusive as sazonalidades horárias, diárias, semanais e mensais. E com o uso do SMO é possível registrar através de um equipamento embarcado munido de GPS (AVL – *Automated Vehicle Location*), tecnologia mais utilizada para a identificação de localização e navegação, as informações espaciais de cada veículo do sistema em tempo real e determinar o horário previsto de chegada nos seus pontos, aumentando assim, a eficiência de sua roteirização.

A integração dos dados do sistema SBE, que inclui características de cada transação do usuário que utiliza cartão eletrônico para pagamento da tarifa, com os dados do sistema SMO, que inclui a localização de veículos que viajam ao longo de uma rede, oferece ao planejamento de transportes uma solução para a obtenção de viagem do passageiro ao inferir o seu local de desembarque (WANG *et al.*, 2011).

Interessante destacar que a implantação do SBE no transporte público coletivo aconteceu com o intuito de melhorar a gestão de arrecadação da cobrança de tarifa através do uso de cartões inteligentes, com a compra, venda e utilização de passagens (NTU, 2013). Sua implantação também permite aos usuários melhorias como as integrações temporais tarifárias realizadas por meio do uso desses cartões (PELLETIER *et al.*, 2011).

Ao utilizar esse sistema, as empresas de transporte público contam com subsídio para o efetivo controle das gestões e operações dos serviços por meio de dados mais precisos que fornecem a quantidade de passageiros por linha e por faixa horária, proporcionando o conhecimento pleno da demanda, inclusive as sazonalidades horárias, diárias, semanais e mensais. De posse desses dados as empresas conseguem programar itinerários que atendam melhor a demanda e ao mesmo tempo organizar as alocações da frota e da mão-de-obra de forma racional e produtiva (ANTP, 2012; LÜBECK 2011).

Por outro lado, com o uso do SMO é possível registrar através de um equipamento embarcado munido de GPS (AVL – *Automated Vehicle Location*), tecnologia mais utilizada para a identificação de localização e navegação, as informações espaciais de cada veículo do sistema em tempo real e determinar o horário previsto de chegada nos seus pontos, aumentando assim, a eficiência de sua roteirização.

A junção dos dados gerados pelo SBE e pelo SMO, a partir de seu devido processamento, possibilita a inferência das origens e destinos dos usuários do ônibus de forma complementar. Segundo Guerra (2011), a origem do usuário é determinada em decorrência da posição geográfica do veículo no instante em que ele efetuou a validação do seu cartão. Quanto ao destino, Zhao (2004) enfatiza que devem ser realizadas algumas suposições:

- a) O passageiro inicia sua próxima viagem na estação de destino (ou na mais próxima) da viagem anterior;
- b) O passageiro termina a sua última viagem do dia no local em que ele iniciou sua primeira viagem do dia.

A metodologia para inferência de destinos proposta por Zhao (2004) foi utilizada por diversas pesquisadoras e pesquisadores que utilizaram dados de ADC para a elaboração de

Matrizes O/D em diferentes países para diferentes modos de transportes. Cada trabalho, como os feitos por Farzim (2008), Munizaga *et al.* (2011), Guerra (2011), apresentam variação metodológica, dimensão da área analisada e complexidade das inferências do local de desembarque dos passageiros, pois cada cidade para onde foi elaborada a matriz apresentava tecnologias diferentes em seus sistemas de TPC.

A elaboração da matriz pode ser feita quando há no sistema de TPC pelo menos uma das tecnologias ADC, como o SBE que, aliado à tecnologia GIS, permite que seja realizada a inferência dos destinos, conforme feito por Guerra (2011) em Alagoas. Esta possibilidade também é garantida quando há as tecnologias do SBE e de localização automática dos veículos, como utilizados por Farzim (2008), em São Paulo, e Munizaga *et al.* (2011), em Santiago no Chile.

Os estudos realizados por esses e outros pesquisadores necessitaram de estágio complexo de processamento do banco de dados, independentemente dos sistemas de ADC utilizados, o que não interferiu para a obtenção da Matriz O/D. As pesquisas apresentaram elevadas taxas de sucesso, como nos trabalhos de Cui (2006), Farzim (2008), Munizaga *et al.* (2011), que estimaram as origens e destinos para 60% (viagens de ônibus), 76,7%, e 80% respectivamente. Mesmo apresentando diferentes tamanhos de amostra e envolvendo algumas dificuldades, como a validação da matriz.

Em 2009, Barry *et al.* (2009), utilizaram dados de bilhetagem para a estimativa de carregamentos no sistema metroferroviário de grande porte da cidade de Nova Iorque, que por sua vez também utiliza as seguintes hipóteses na determinação dos destinos: que a maioria dos usuários começa sua próxima viagem no destino da viagem anterior ou próximo e que a maioria dos usuários termina sua última viagem do dia no local de início da primeira viagem do dia ou próximo, assim como proposto por ao Zhao (2004).

A fim de estimar a demanda e a forma como ela se desloca, utilizando os ITS e as metodologias semelhantes as desenvolvidas pelos autores mencionados, é apresentado nos próximos itens o sistema de transporte público do local de estudo e as tecnologias presentes no sistema.

2.3 Planejamento do transporte público de Palmas – TO

A cidade de Palmas possui população estimada de 299.127 habitantes em 2019 e uma extensão territorial que compreende 2.218,942 km², segundo dados do IBGE (2019). Sua economia é baseada em atividades do setor público, que coexistem com atividades tais como

comércio, construção civil, entre outros (ICES/PALMAS, 2015). Sua configuração urbana é dispersa e com segregação socioespacial por meio da formação de periferias distantes da área central da cidade, conformando uma cidade espraiada (OLIVEIRA e BESSA, 2015). Essa forma de ocupação gera problemas para a oferta de serviços públicos, incluindo o transporte público coletivo.

Palmas conta com os serviços de transporte coletivo por ônibus desde a sua implantação e em 2002, com o aumento populacional da cidade, a demanda por transporte também aumentou, fazendo-se necessário propor uma configuração integrada de linhas e itinerários de ônibus que atendesse a demanda de passageiros naquele momento. Para tanto, foi realizado o Plano de Racionalização do Transporte Coletivo de Palmas, uma parceria da Prefeitura de Palmas com a Universidade de Brasília (PMP, 2002).

No estudo, foi realizada uma pesquisa O/D que permitiu conhecer as linhas de desejo e o perfil de carregamento das linhas de ônibus em circulação, possibilitando a adequação da alocação de frota e das programações e horários de atendimento dos ônibus. Embora seja uma importante ferramenta de tomada de decisão, ela não foi atualizada ou utilizada para definir os investimentos e planejamento de transportes da capital nos anos seguintes.

Atualmente, o TPC de Palmas é baseado no sistema tronco – alimentador, que consiste em linhas centrais e alimentadoras. Esse sistema utiliza 78 linhas de ônibus, distribuídas em linhas alimentadoras, que passam nos pontos de ônibus com destino as 6 estações, distribuídas ao longo da cidade no eixo Norte/Sul, para a integração dos usuários as linhas troncais (MARQUES, 2016).

O serviço do TPC apresenta custo operacional elevado, causando o alto valor tarifário para a sua utilização devido, sobretudo, as grandes extensões das linhas. O gasto para os usuários do serviço, levando em consideração 50 passagens por mês, representa 92,8% da renda per capita do quintil mais pobre da população. Em virtude dessas características e do sistema viário que prioriza o transporte individual, Palmas apresenta a maior taxa de motorização da região norte, além de possuir a mobilidade urbana como o item mais crítico dentre os 23 itens no Plano de Ação Palmas Sustentável (ICES/PALMAS, 2015).

2.4 Sistema de Bilhetagem Eletrônica e Sistema de Monitoramento por Ônibus de Palmas

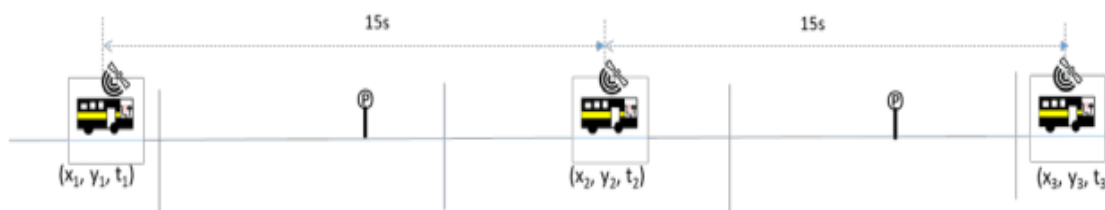
Em 2007, o TPC de Palmas passou por uma ampla mudança e dentre elas houve a implantação do Sistema de Bilhetagem eletrônica (SBE). O SBE foi implantado após o

Decreto Municipal nº 256/06, substituindo o vale transporte por cartões eletrônicos que permitem ao usuário do transporte integração em toda a extensão do sistema. Com a implantação do SBE, foi garantido ao usuário descer em qualquer ponto de ônibus do sistema e entrar em outro ônibus sem pagar outra passagem em um determinado período de tempo.

Atualmente, a bilhetagem eletrônica é utilizada por aproximadamente 90% dos usuários do transporte coletivo de Palmas. O pagamento da passagem com o uso do cartão é feito através dos validadores instalados dentro dos ônibus ligados à catraca que controla e libera todos os giros da roleta. No momento que é feito o pagamento, o sistema armazena os dados de identificação do cartão, do veículo, como prefixo, nome e sentido da linha, além da data, horário e valor debitado. Estes dados, por sua vez, são enviados para uma unidade de processamento central.

Em 2014, Palmas começou a contar com mais um dos Sistemas Inteligentes de Transportes, o sistema de monitoramento por ônibus (SMO), que faz parte do sistema de Localização Automática de Veículos (AVL). A partir de então, os ônibus passaram a contar com GPS, que envia dados de coordenadas (latitude e longitude), velocidade, hora, data, direção e o número de paradas realizadas por cada veículo para a Secretaria de Segurança e Mobilidade Urbana e para o Sindicato das Empresas de Transporte Urbano de Palmas. O rastreamento do ônibus se dá ao capturar as coordenadas geográficas do veículo em cada viagem realizada em intervalos de tempo pré-fixados, por exemplo, a cada 15 segundos, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Monitoramento por GPS feito a intervalos regulares



Fonte: EVTEA BRT Palmas (2018)

Deste modo, com a utilização conjunta dos sistemas SBE e SMO presentes nos ônibus da cidade, pode-se obter a localização aproximada dos embarques dos passageiros registrados durante a validação dos cartões ao entrar no ônibus, assim como inferir os desembarques com certo grau de precisão uma vez que as descidas dos passageiros não são registradas por nenhum método automático presente nos ônibus da cidade. Por fim, pode ser obtida a Matriz

O/D dos usuários de transporte público coletivo de Palmas, objetivo deste trabalho, que terá sua metodologia descrita no tópico seguinte

3 METODOLOGIA

A metodologia proposta para a elaboração da Matriz O/D admite que os locais de origem e destino dos passageiros do transporte público por ônibus são inferidos utilizando-se de forma combinada os dados do SBE e do SMO. A metodologia é constituída pelas seguintes etapas: i) tratamento e vinculação dos dados do SBE e do SMO; ii) obtenção da matriz inicial - que se caracteriza pela determinação das origens e inferência dos destinos dos dados da bilhetagem eletrônica; iii) obtenção da matriz final com a expansão dos pagantes em dinheiro e dos passageiros no qual não foi possível inferir o destino. Por fim, realiza-se a espacialização da matriz para a representação gráfica das linhas de desejo entre as macrozonas da cidade, permitindo melhor visualização dos deslocamentos realizados pelos usuários.

3.1 Tratamento inicial e vinculação dos dados do SBE e do SMO

Os dados do SBE e do SMO utilizados para processamento e obtenção da matriz foram os mesmos empregados no EVTEA BRT Palmas, disponibilizados pela Secretaria de Segurança e Mobilidade Urbana – SESMU. Os dados fornecidos do sistema de Transporte Coletivo de Palmas foram representados por 80 linhas de ônibus e 180 veículos que realizaram viagens no dia analisado.

Na análise devem ser processados os registros do SBE, referentes a todas as passagens de cartões eletrônicos validadas em todo o sistema de transporte público por ônibus do dia 13/09/2017, em que o funcionamento das linhas de ônibus ocorreu de forma normal, bem como de todas as coordenadas emitidas pelos GPS embarcados nos ônibus, do mesmo dia.

3.1.1 Tratamento dos dados

Os sistemas de bilhetagem eletrônica fornecem diferentes dados que contribuem para a análise do compartimento dos usuários do transporte público. Para que seja possível aplicar a metodologia utilizada no EVTEA BRT Palmas, os registros do SBE devem apresentar as informações de data, hora, prefixo do veículo, nome ou número da linha de ônibus e o valor

debitado; os dados do SMO devem apresentar as informações de data, hora, prefixo do veículo e as coordenadas geográficas (latitude e longitude).

Os dados de data, hora e prefixo do veículo são essenciais para que seja possível a vinculação das duas planilhas, ao mesmo tempo que os dados de hora, nome ou número da linha de ônibus e valor debitado são importantes para que seja possível identificar a origem e inferir o destino. Esses dados devem passar por processo de tratamento. Nesta etapa é preciso verificar se os dados são referentes a mesma data, se ambas as planilhas apresentam os mesmos prefixos de veículos e se na tabela de SBE os registros de número e nome da linha são compatíveis com as linhas de ônibus que realizaram viagens no dia analisado.

3.1.2 Vinculação dos dados do SBE e do SMO

A vinculação dos dados do SBE e do SMO é uma etapa de extrema importância para este trabalho, visto que nela ocorre a associação de cada registro de cartão com a coordenada geográfica emitida pelo GPS instalado no ônibus. A vinculação foi realizada com a linguagem de programação Python, desenvolvida no ambiente computacional Jupyter Notebook, no qual foi possível, por meio de bibliotecas voltadas para a análise de dados, NumPy, criar arranjos e matrizes de N dimensões e com a biblioteca Pandas, realizar a análise e estruturação de dados multidimensionais, afim de atender um dos objetivos específicos deste trabalho, que é o desenvolvimento de um algoritmo que permita a replicação da matriz obtida.

O uso dessas bibliotecas permite a automatização, reprodutibilidade e maior confiança para a análise do conjunto de dados analisados. O código desenvolvido para a realização do vínculo entre as planilhas do SBE e do SMO é apresentado no APÊNDICE A. O procedimento da vinculação deve ser realizado para cada registro de cada cartão eletrônico da planilha, no qual para cada registro do SBE deve ser feita a verificação em todos os registros de SMO até que encontre os valores coincidentes.

Para que ocorra a vinculação, no primeiro momento é necessário que se busque os dados de data e prefixo do veículo da planilha de SBE que coincidiam com os dados da planilha de SMO. Em seguida, após encontrar a data e prefixo em comum, o próximo passo deve ser a verificação da hora em que o cartão passou no validador com o horário em que o ônibus emitiu a coordenada. Os dados de hora variam nas planilhas, pois a hora em que o GPS emitiu a coordenada, em muitos casos, não é a mesma em que houve o registro do cartão no validador, por isso, embora inicialmente deve ser procurado o mesmo horário entre as duas

planilhas, caso não este seja encontrado, o código deve procurar pelo horário mais próximo da hora de validação do cartão eletrônico.

Após a vinculação dos dados em comum, deve se gerar uma nova planilha, contendo as coordenadas geográficas para cada registro do cartão eletrônico, possibilitando o prosseguimento da metodologia para elaboração da Matriz O/D. Deve-se também espacializar os pontos gerados a partir das coordenadas vinculadas aos registros, de maneira a verificar se a localização das coordenadas coincide com o percurso das linhas de ônibus ou se houve algum erro de registro.

Para os pontos especializados deve-se adicionar as respectivas zonas de tráfego e macrozonas em que estão inseridos. O zoneamento utilizado é o mesmo feito no EVTEA – BRT Palmas, que foi obtido a nível de ponto de parada utilizando os dados do SBE e SMO ao comparar as coordenadas dos cartões de passageiros com os dados geográficos dos pontos de ônibus, análise do futuro traçado do BRT, além das barreiras geográficas como rios e parques.

A área de influência de cada grupo de pontos agregados resultou nas zonas de tráfego, divididas a partir da construção de polígonos de Thiessen. Além disso, as zonas também foram agrupadas de forma mais generalizadas, em macrozonas (regiões de planejamento) para a melhor representação dos fluxos de viagens, no qual serão utilizadas para a comparação e validação dos resultados deste trabalho.

3.2 Obtenção da matriz inicial

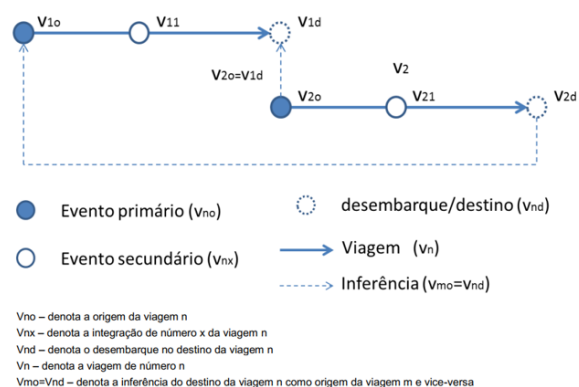
A obtenção da matriz inicial deve ser feita para servir como subsídio e para gerar os valores para a obtenção da matriz final. De maneira geral, esta etapa é realizada a determinação da origem, cuja localização e horário são definidos como sendo aqueles das consideradas validações primárias do usuário no dia (validações que não representam integrações), e inferido o destino por meio da análise das relações entre estes eventos, uma vez que as descidas dos passageiros não são registradas por nenhum método automático. Para a inferência do destino são analisados diferentes cenários.

Para a apresentação dos cenários, faz-se necessário a explicação de alguns conceitos: evento primário, caracterizado como o evento registrado no bilhete de um pagamento integral da tarifa, no qual indica o início de uma viagem; e evento secundário, que se refere ao evento sem pagamento, no qual registra-se a utilização do bilhete mas não há valor debitado, caracterizando uma integração.

Diante do exposto, os diferentes cenários visualizados, são descritos a seguir a partir das definições propostas no EVTEA BRT Palmas (PMP, 2018).

a) Primeiro cenário: acontece quando o cartão eletrônico possui 02 eventos primários registrados num dia, podendo haver ou não eventos definidos como secundários entre eles, as integrações. A representação gráfica do movimento é mostrada na Figura 2.

Figura 2 - Representação do movimento do bilhete com 2 eventos primários



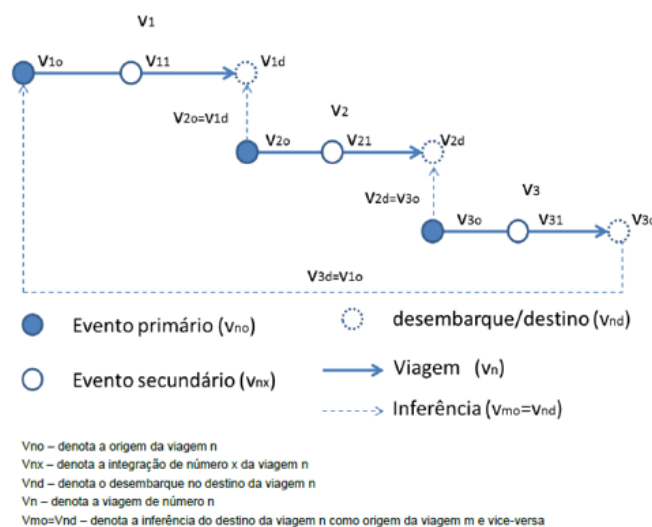
Fonte: EVTEA BRT Palmas (2018)

A inferência do destino para esse cenário é realizada por meio do rastreamento do segundo evento primário do cartão eletrônico, após passado o tempo mínimo de 2 horas do primeiro evento primário (intervalo que é permitida a integração) e o registro da debitação do valor da passagem. Além disso, deve ser feita a verificação da última inferência $V_{2d}=V_{1o}$, mostrado na Figura 3. A linha utilizada na viagem V2 deverá servir a zona que contém a coordenada do evento V_{1o} (primeiro evento primário).

Os cartões que não atenderem a esse critério para a inferência dos destinos devem ser considerados como registros órfãos e tratados na etapa de expansão da matriz.

b) Segundo cenário: acontece quando as viagens possuem 03 eventos primários, sendo necessário uma análise mais criteriosa para validar o destino. A representação gráfica do movimento é mostrada na Figura 3.

Figura 3 - Representação do movimento do bilhete com 3 eventos primários



Fonte: EVTEA BRT Palmas (2018)

A inferência do destino para este cenário também leva em consideração os mesmos critérios definidos para o primeiro cenário, com a diferença de que, neste caso, a última inferência a ser validada deve ser a $V3d$, ou seja, a linha utilizada na viagem $V3d$ deve servir a zona que contem a coordenada do evento $V1o$. Os cartões que não atenderem aos critérios para a inferência dos destinos também devem ser considerados como registro órfão e tratados na etapa de expansão da matriz.

c) Terceiro cenário: acontece quando a viagem possui apenas uma viagem primária registrada, podendo apresentar registro secundário. Essas viagens são conhecidas como registro órfão, não sendo possível conhecer o deslocamento completo do usuário. Geralmente acontece quando o usuário utiliza de outro modo de transporte para o seu retorno ou ainda utiliza dinheiro para pagamento da tarifa. Esses registros devem ser reservados e utilizados na etapa de obtenção da matriz final.

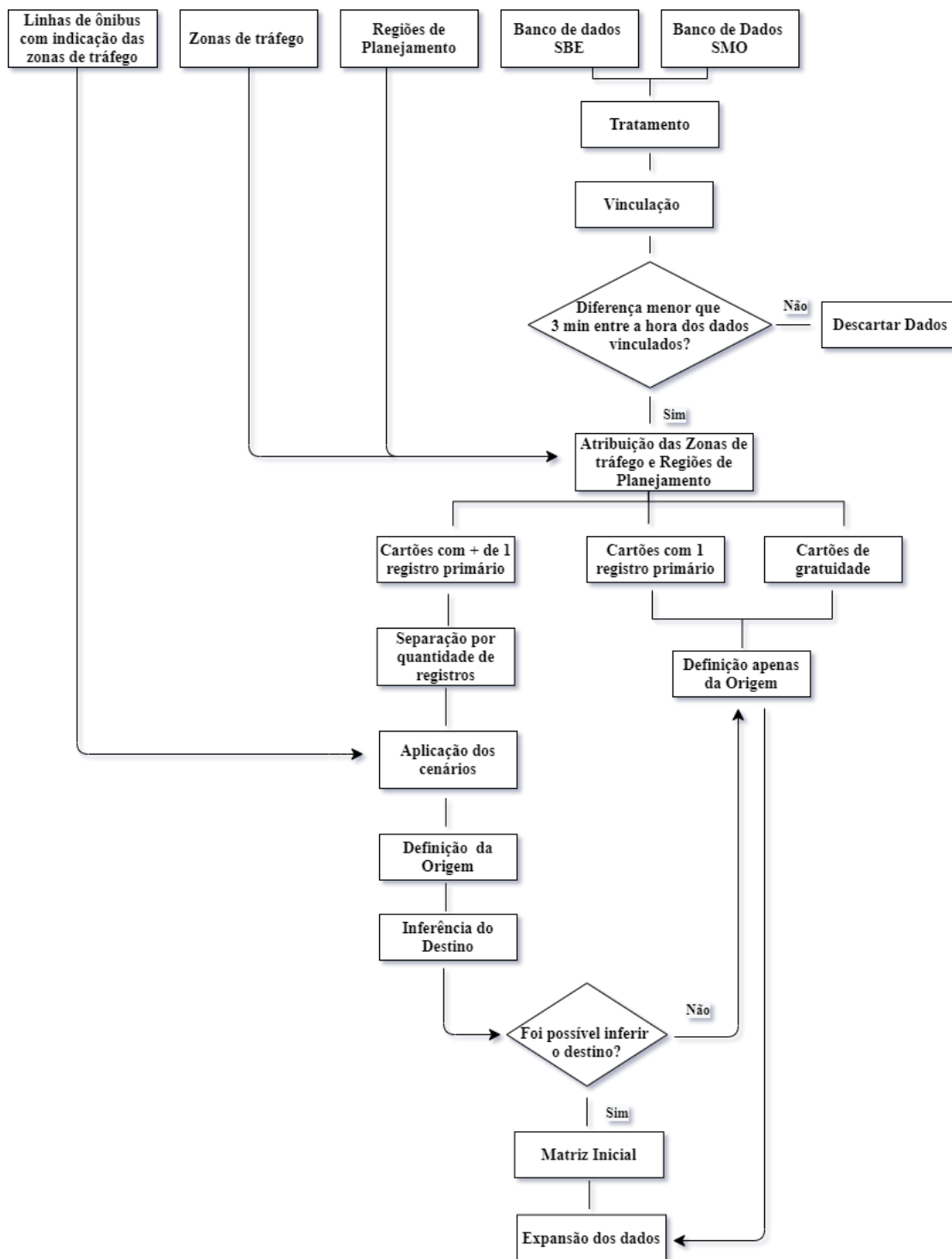
d) Quarto cenário: acontece com a utilização dos cartões de gratuidade, no qual os seus usuários não pagam passagem e por isso os eventos são iguais e equivalentes ao evento de integração, ou seja, não há valor debitado que permita identificar início ou integração, sendo equivalentes aos eventos secundários. Para este cenário é possível determinar apenas a origem da primeira viagem realizada no dia. O destino da primeira viagem e a origem das demais viagens realizadas fica indeterminado, por isso os registros das origens são separados e utilizados na etapa de obtenção da matriz final.

e) Quinto cenário: este cenário consiste nos passageiros pagantes com dinheiro, que não estão associados ao SBE, não sendo possível identificar sua origem e destino. No

entanto, como o sistema apresenta o total de roletas da catraca, eles são utilizados na obtenção da matriz final com a expansão dos dados.

O procedimento para determinação da Matriz Inicial e a próxima etapa para a determinação da matriz final está apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma para determinação da Matriz Inicial



Fonte: elaborado pela autora

3.3 Obtenção e Espacialização da matriz final

Nesta etapa é realizada a expansão dos dados para os registros órfãos e para os cartões de gratuidade, ambos os cenários para o qual não foi possível inferir o destino, além dos pagantes em dinheiro, no qual não foi possível determinar a origem e o destino do usuário do TPC. O procedimento para determinação da Matriz Final está apresentado na Figura 5 e é descrita a seguir.

Figura 5 - Fluxograma para determinação da Matriz Final



Fonte: elaborado pela autora

Os registros órfãos e os cartões de gratuidade são tabulados por zona de origem. Para as células com origem em cada zona devem ser acrescentados o percentual destes registros relativos ao total de registros, conforme a fórmula.

$$\begin{pmatrix} 1, 2, 3, \dots, n \\ 2 \\ 3 \\ \dots \\ n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 + \% \text{acrécimo na zona 1} \\ 1 + \% \text{acrécimo na zona 2} \\ 1 + \% \text{acrécimo na zona 3} \\ \dots \\ 1 + \% \text{acrécimo na zona } n \end{pmatrix}$$

Os destinos foram associados conforme o comportamento médio das viagens com origem nas respectivas zonas, advindos dos bilhetes em que fora possível inferi-los (primeiro e segundo cenários expostos anteriormente).

Os pagantes em dinheiro foram incorporados à matriz utilizando um fator global correspondente ao percentual de bilhetes com pagamento em espécie.

$$\begin{pmatrix} 1, 2, 3, \dots, n \\ 2 \\ 3 \\ \dots \\ n \end{pmatrix} x(1 + \% \text{ com pagantes em espécie})$$

Para a espacialização, conhecida como linhas de desejo, no qual é possível observar o fluxo de viagens produzidas e atraídas entre as macrozonas da cidade, foi utilizado o Software Arcgis.

4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Os critérios mencionados na seção anterior foram aplicados aos dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica e do Sistema de Monitoramento por Ônibus, com resultados apresentados nesta seção, em que também é exposta a comparação com o EVTEA – BRT Palmas (PMP, 2018). Foram processados 97.583 registros do SBE, referentes a todas as passagens de cartões eletrônicos e roletas de catracas validadas nas 78 linhas de ônibus do dia 13/09/2017 e de todas as coordenadas emitidas pelos GPS embarcados dos 180 ônibus, do mesmo dia, com o total de 539.587 registros. Os registros representam a utilização de 31.404 cartões eletrônicos.

4.1 Tratamento dos dados

Os dados de SBE contém informações sobre cada evento de utilização do cartão por parte do usuário para pagamento da passagem, apresentaram as informações de data, hora, tipo de cartão, número do cartão, valor debitado, código, nome da linha, sentido da linha e prefixo do veículo. Os dados de GPS instalado em cada ônibus apresentaram as informações de data, prefixo do veículo em operação, hora e localização geográfica no momento do envio da coordenada.

Os dados fornecidos apresentaram as informações necessárias para a análise. Foram realizados apenas dois procedimentos significativos: altera o prefixo do veículo da planilha de SMO, nos locais em que apresentou valor definido como SAUDE, divergindo do valor número utilizado no SBE, que é T0366, semelhante aos demais registros; e excluir 27 registros da planilha de SBE que não representavam um registro de passageiros e eram utilizados para finalizar a linha pelos operados dos ônibus, com nome da linha definida como “PADRAO”.

4.2 Vinculação dos dados do SBE e do SMO

A vinculação dos dados do SBE e do SMO, conforme descrito no item 3.1.2, foi realizada para todos os registros de cartão eletrônico e encontrou, para a maioria dos registros, as coordenadas coincidentes com o horário mais próximo em que houve o registro do cartão.

Para que fosse procurado o horário mais próximo do registro do cartão e a coordenada emitida pelo GPS embarcado no ônibus foi utilizado o comando *bast_hour*, que retorna o horário mais próximo ao do evento de validação, seja antes ou depois, em minutos e segundos. Neste momento não foi definido um intervalo de tempo para que, caso não fosse encontrado o horário mais próximo, a execução do código retornasse como “valor não encontrado”.

A verificação da correspondência de horário foi feita após a exportação da planilha para o Excel. Para tanto, foi definido um intervalo de diferença de 01 minuto para o horário do registro do SBE e o horário de emissão das coordenadas. Após essa verificação, não foi possível relacionar a coordenada com horário mais próximo para 139 registros a sua maioria eram registros no período da manhã de uma mesma linha, em que o ônibus emitiu sua primeira coordenada apenas às 12:11:17. Estes cartões foram excluídos da análise.

Um recorte do resultado de vinculação dos dados pode ser verificado no Quadro 1, no qual foram mantidas todas as informações da planilha de SBE, que não foram necessários para a vinculação, mas que são necessários para a inferência do destino, e acrescentadas as respectivas coordenadas para cada registro do SBE, a partir da hora mais próxima de emissão da coordenada e validação do cartão eletrônico. A hora mais próxima mostrada na coluna HORA POSIC.

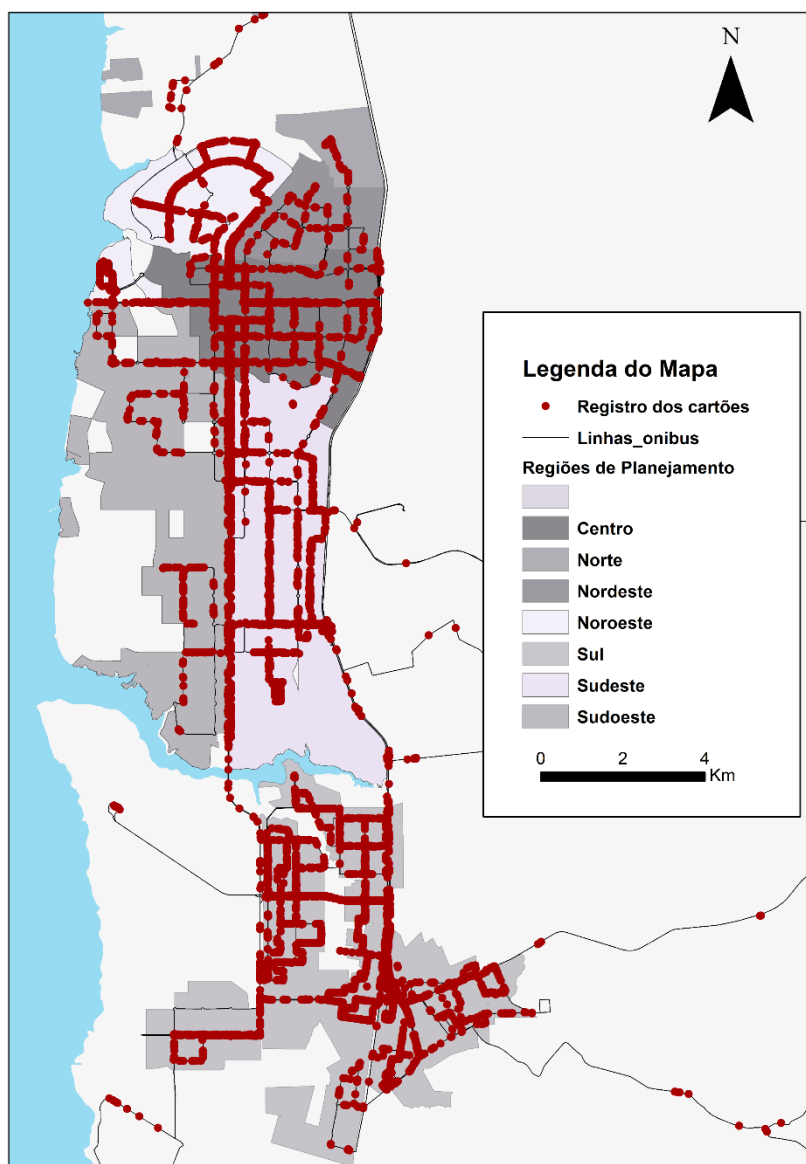
Quadro 1 – Vinculação dos dados do SBE e SMO

N_CARTAO	DATA	HORA	PREFIXO VEICULO	N_LINHA	NM_LINHA	SENTIDO	PAG.	VALOR	LAT.	LONG.	HORA POSIC
135350	13/09/2017	17:01:57	90069	190.0	190 KRAHO/ APINAJE	APINAJE / KRAHO / NS	Vale- transporte	-3.5	-10,17886	-48,33699	17:01:52
414199	13/09/2017	11:24:24	T0329	10.0	010 JAVAE / APINAJE	JAVAE / APINAJE	Estudante	-1.75	-10,333220	-48,29835	11:24:20
353026	13/09/2017	18:47:53	90166	471.0	471 JAVAE / JARDIM	JAVAE / TAQUARI	Estudante	-3.5	-10,346010	-48,32986	18:47:53
317181	13/09/2017	17:02:56	T0293	60.0	060 SESC / APINAJE	APINAJE / SESC	Vale- transporte	-3.5	-10,171280	-48,329	17:02:59
284589	13/09/2017	06:22:05	T0252	180.0	180 KRAHO / ULBRA JK	KRAHO / JK / NS 04	Vale- transporte	-3.5	-10,25151	-48,32407	06:21:22
333117	13/09/2017	07:08:46	T0340	12.0	012 APINAJE - JAVAE	JAVAE / APINAJE	Vale- transporte	0.0	-10,17956	-48,33401	07:08:35
330677	13/09/2017	07:25:01	T0311	540.0	540 APINAJE / TAQUARI	TAQUARI / APINAJE	Vale- transporte	-3.5	-10,33319	-48,3256	07:24:34

Fonte: elaborado pela autora

Após a vinculação, também foi preciso verificar se as coordenadas coincidiam com o percurso das linhas de ônibus atribuídas ao registro e se houve possíveis erros no momento da exportação e vinculação das planilhas. Afim de realizar essa verificação foi utilizado o software Arcgis, com resultado mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Localização dos registros dos cartões eletrônicos



Fonte: elaborado pela autora

Com a validação das coordenadas, ainda no software Arcgis, foi criado um shapefile com os pontos gerados a partir das coordenadas e utilizado os shapefiles referentes as zonas de tráfego e as macrozonas, para atribuir a cada ponto, que representa cada registro de todos os cartões eletrônicos, as suas respectivas zonas tráfego e macrozonas. Atribuir essas

informações a cada registro é importante, pois por meio das zonas de tráfego será feita a validação dos destinos e por meio das macrozonas será feita a representação do fluxo de viagens.

A fim de atribuir essas informações foi adicionada duas colunas à tabela de atributos do shapefile de pontos, uma para atribuir as zonas de tráfego e a outra coluna para atribuir a macrozona. Esse processo ocorreu com a utilização da ferramenta Select By Location, que permitiu selecionar os pontos contidos em cada zona, após feita a seleção foi utilizada a ferramenta Field Calculator para adicionar para cada registro a zona que estava inserido. O processo foi feito para cada zona e em seguida para cada macrozona.

4.2 Obtenção da matriz inicial e final

As análises dos cenários mostrados na metodologia, são apresentados no apresentado no APÊNDICE B. Eles englobaram a maior parte dos registros analisados, com exceção de um caso importante, não descrito na metodologia aplicada no EVTEA BRT Palma, que se refere aos cenários em que houveram mais de 03 eventos primários. Para a inferência dos destinos, foram utilizados os mesmos critérios descritos no segundo cenário e terceiro cenário.

Em alguns casos este cenário se deu pelo fato de o cartão ser utilizado por dois usuários. Os registros ocorreram quase simultaneamente, com alguns segundos de diferença, na mesma linha de ônibus e na mesma zona de tráfego. Quando as duas pessoas se locomoviam juntas em todas as viagens, os registros foram considerados origens e destino para cada um dos usuários do mesmo cartão, porém quando o registro simultâneo ocorreu apenas em um dos registros da viagem, o segundo registro com poucos segundos de diferença que ocorreu na mesma linha de ônibus, foi considerado registro órfão e separado para a etapa da expansão da matriz.

Para os registros analisados, considerando os critérios mencionados na metodologia, foi possível inferir o destino para 19809 cartões, cerca de 63% do total de cartões utilizados no dia analisado. Após a inferência dos destinos, foi feita a expansão dos dados para a matriz final do transporte público coletivo por ônibus. Entre os cartões definidos como registros órfãos, que são aqueles no qual não foi possível inferir o destino, pois a linha de ônibus da última viagem realizada não atendia a zona no qual houve o primeiro registro do cartão e os que tiveram apenas um registro primário, teve-se um total de 10.130 cartões, representando 32% do total de cartões. Da mesma forma, foram considerados na expansão final os 1296 cartões identificados com registros de gratuidade, 4,2% do total de cartões, para os quais só é

possível determinar as origens. Por fim, foi feita a expansão para os usuários pagantes em dinheiro, que nesse dia foram 10.701 registros.

4.3 Resultados e Discussões

Dentre as viagens realizadas, foi identificado o horário de pico da manhã compreendido entre 6h30min e 7h29min com uma demanda estimada de 9,43 mil viagens. e o horário de pico tarde compreendido entre 17h30min e 18:29min com uma demanda de viagens estimada de 8,28 mil viagens.

Após a obtenção da matriz e inicial e a extrapolação da matriz para os registros que não foi possível inferir o destino, é apresentado no Quadro 2, o resultado da matriz final do Transporte público coletivo por ônibus de Palmas – TO, com a quantidade de viagens produzidas e atraídas entre as macrozonas da cidade.

Quadro 2 - Fluxo diário de viagens as macrozonas

Origem/ Destino	C- Centro	N - Norte	NE- Nordeste	NO- Noroeste	S-Sul	SE- Sudeste	SO- Sudoeste	Externa	Total Geral
C- Centro	4.226	76	594	3.261	6.287	3.204	2.070	157	19.875
N – Norte	162	3	3	16	148	101	47	11	491
NE- Nordeste	442	2	17	72	231	152	108	2	1.026
NO- Noroeste	2.127	8	108	387	347	561	355	6	3.899
S- Sul	5.952	12	295	498	7.054	3.345	2.290	229	19.675
SE- Sudeste	3.914	8	194	485	5.693	2.621	1.472	204	14.591
SO- Sudoeste	2.257	3	140	539	3.153	1.944	1.049	137	9.222
Externa	980	5	55	165	1.695	410	330	49	3.689
Total Geral	20.060	117	1.406	5.423	24.608	12.338	7.721	795	72.468

Fonte: elaborado pela autora

Percebe – se que a região com maior concentração de destinos de viagens é a Região Central, região que localiza maior parte dos serviços públicos e comércios da cidade. A

Região Sul, região com maior densidade populacional, é a região com maior número de viagens produzidas, o que confirma também a dinâmica de circulação da cidade, em que os moradores de menor renda moram distante do centro e enfrentam grandes distâncias até chegar ao seu local de trabalho, estudo e entre outros.

A participação relativa dos deslocamentos entre as regiões é mostrada no Quadro 3.

Quadro 3 - Participação relativa dos fluxos entre as macrozonas

Origem/ Destino	C- Centro	N - Norte	NE- Nordeste	NO- Noroeste	S-Sul	SE- Sudeste	SO- Sudoeste	Externa	Total Geral
C-Centro	5,8%	0,1%	0,8%	4,5%	8,7%	4,4%	2,9%	0,2%	27,4%
N -Norte	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%	0,7%
NE- Nordeste	0,6%	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	0,2%	0,1%	0,0%	1,4%
NO- Noroeste	2,9%	0,0%	0,1%	0,5%	0,5%	0,8%	0,5%	0,0%	5,4%
S-Sul	8,2%	0,0%	0,4%	0,7%	9,7%	4,6%	3,2%	0,3%	27,1%
SE- Sudeste	5,4%	0,0%	0,3%	0,7%	7,9%	3,6%	2,0%	0,3%	20,1%
SO- Sudoeste	3,1%	0,0%	0,2%	0,7%	4,4%	2,7%	1,4%	0,2%	12,7%
Externa	1,4%	0,0%	0,1%	0,2%	2,3%	0,6%	0,5%	0,1%	5,1%
Total Geral	27,7%	0,2%	1,9%	7,5%	34,0%	17,0%	10,7%	1,1%	100,0%

Fonte: elaborado pela autora

No Quadro 4, é apresentada a diferença percentual dos resultados de deslocamentos entre as macrozonas obtidos neste trabalho e dos resultados na Matriz O/D elaborada no EVTEA – BRT Palmas.

Quadro 4 – Diferença percentual entre os resultados

Origem/ Destino	C- Centro	N - Norte	NE- Nordeste	NO- Noroeste	S-Sul	SE- Sudeste	SO- Sudoeste	Externa
C-Centro	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%
N -Norte	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%
NE-Nordeste	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%
NO-Noroeste	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
S-Sul	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,10%	0,00%	0,00%
SE-Sudeste	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,20%	0,00%	0,00%	0,00%
SO-Sudoeste	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%
Externa	0,00%	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,20%	0,10%	0,00%

Fonte: Elaborado pela autora

Os resultados obtidos neste trabalho apresentaram poucas diferenças em relação ao resultado apresentado no EVTEA BRT Palmas, validado por meio da comparação com resultados de pesquisas de frequência e ocupação visual. Os valores destacados em amarelo no Quadro 4, são referentes as diferenças encontradas entre as duas Matrizes OD, que indica que não houve diferença maior que 0,20% entre os resultados encontrados.

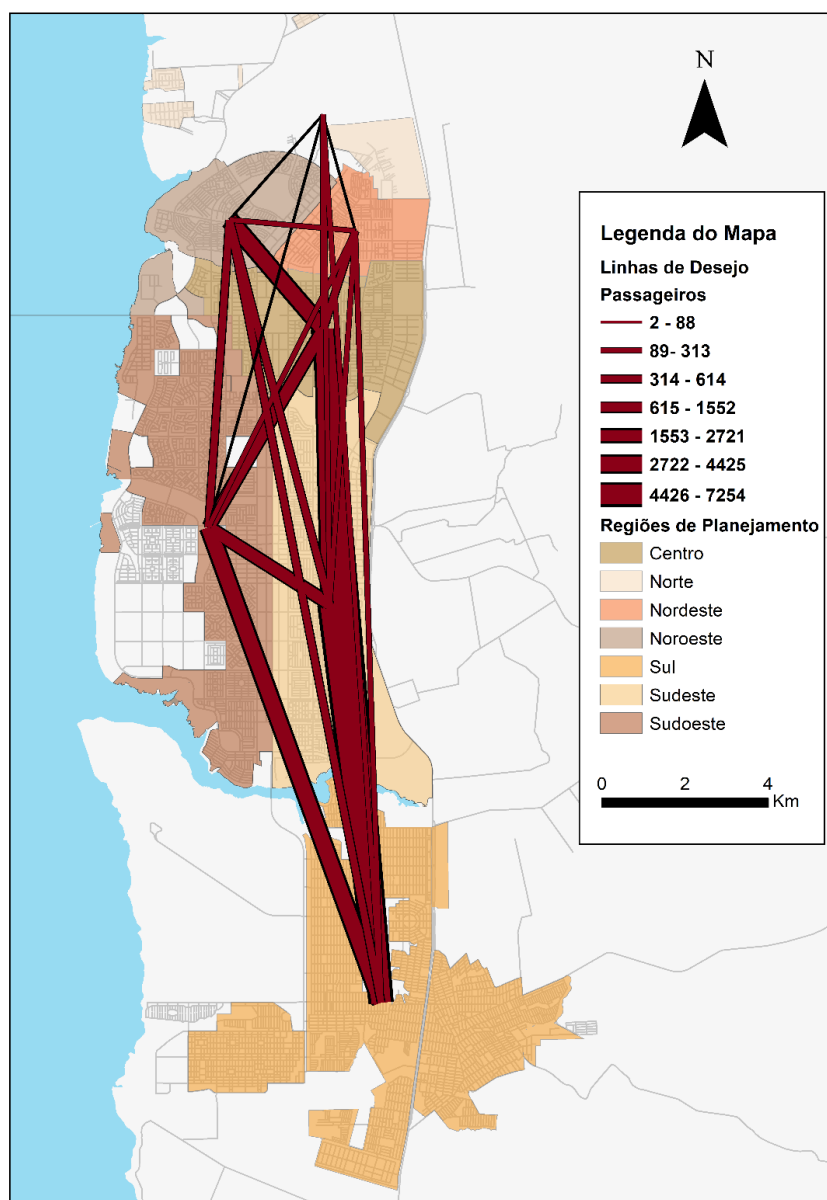
No estudo elaborado no EVTEA BRT Palmas, obteve-se 66% de inferência dos destinos para os cartões avaliados e em ambos os resultados, atingiu-se que as viagens internas na Região Sul são em maior quantidade do total diário, seguidos dos fluxos entre as Regiões Sul e a Centro, além de uma movimentação significativa da Regiões Sudeste com as Regiões Central e Sul.

A diferença entre os resultados obtidos pode ser atribuída nas diferentes etapas do processo, principalmente nas realizadas manualmente. Acredita – se que pode ter ocorrido na fase de atribuir as zonas de tráfego aos pontos gerados a partir das coordenadas e também na fase de

validação da linha que atendesse a zona. Outro fator que pode ter contribuído para a diferença de resultados pode ter sido a diferença de análise dos cenários que não foram apresentados na metodologia do EVTEA BRT Palmas, mencionadas no item 4.2.

Os linhas de desejo com a representação do fluxo de viagens obtidos neste trabalho são mostrados na Figura 7.

Figura 7 - Linhas de desejo entre as Macrozonas de Palmas



Fonte: elaborado pela autora

5 CONCLUSÃO

Este trabalho se propôs a reproduzir a Matriz O/D elaborada no Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do BRT (EVTEA BRT Palmas), utilizando ferramentas livres e gratuitas, que permitissem a análise de grande volume de dados com maior agilidade e produtividade que a utilizadas por eles e que permitissem obter os mesmos resultados parecidos ao desenvolvido no referido estudo.

Para a análise e tratamento dos dados deste trabalho foram utilizados o Excel, software mundialmente conhecido e utilizado, e a linguagem de programação em python, no ambiente computacional Jupyter Notebook. Uma ferramenta gratuita, que permite a análise de grande volume de dados de forma rápida e eficaz, além de possuir uma grande comunidade de profissionais e entusiastas do assunto que discutem, compartilham conhecimento e utilizam cada vez mais essa ferramenta para análise de dados em diversas áreas, o que permite seu fácil aprendizado.

Ao utilizar a programação em Python, foi realizada a etapa mais importante para a obtenção da Matriz O/D utilizando os dados do SBE e do SMO, que é a vinculação das duas planilhas para obter a coordenada de cada registro do cartão validado no sistema. Com as ferramentas utilizadas foi possível obter um resultado muito próximo do EVTEA BRT Palmas, com apenas 3% de diferença da quantidade de cartões identificados com pares de origem e destino.

O desenvolvimento da metodologia viabiliza o uso de ferramentas acessíveis como uma alternativa para a análise dos dados dos Sistemas Inteligentes de Transporte, pois permite a obtenção dos deslocamentos e padrões de viagens dos usuários do transporte de maneira mais rápida e menos onerosa que as pesquisas tradicionais. Espera-se que a metodologia e as ferramentas utilizadas permitam replicação da obtenção da Matriz O/D e auxiliem no planejamento do transporte público por ônibus em Palmas e em outras cidades com sistemas semelhantes implantados.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se que seja utilizada a programação em Python em todas as etapas da obtenção da matriz, para evitar a análise de grande volume de dados de forma manual, nas planilhas eletrônicas, e possibilitar a otimização da sua elaboração. Sugere-se também que o código proposto seja avaliado e melhorado, visto que as bibliotecas para análise de dados são atualizadas com novas funções rapidamente e podem oferecer formas mais práticas de vinculação dos dados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). Sistemas Inteligentes de Transportes. **Série Cadernos Técnicos**, vol. 8, p. 163. São Paulo, 2012

ARBEX, R. O., CUNHA, C. B. Estimação da matriz origem-destino e da distribuição espacial da lotação em um sistema de transporte sobre trilhos a partir de dados de bilhetagem eletrônica. **Revista Transportes**, v. 25, n. 3, 2017

BARONI, T. H. F. **Requisitos para a coleta automatizada de dados híbridos aplicada aos transportes públicos**. Dissertação de Mestrado. – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Distrito Federal. 2017

BARRY, J. J., FREIMER, R., SLAVIN, H. “Use of entry-only automatic fare collection data to estimate linked transit trips in New York City,” *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, vol. 2112, pp. 53–61, Dec. 2009.

CUI, A. **Bus Passenger Origin-Destination Matrix Estimation Using Automated Data Collection Systems**. 2006. 134f. Thesis (Master of Science in Transportation) - Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Berkeley, 2006.

FARZIN, J. M. Constructing an Automated Bus Origin–Destination Matrix Using Farecard and Global Positioning System Data in São Paulo, Brazil. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Washington, n. 2072, 2008. 30-37.

GUERRA, A. L. **Determinação de Matriz Origem/Destino Utilizando Dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica**. 2011, 116f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

HOEL, L. A., Garber, N. J., e Sadek, A. W. **Engenharia de Infraestrutura de Transportes**. (1a.). CENGAGE Learning, São Paulo, 2011

LÜBECK, R. M. **Inovação no Transporte Público: um estudo sobre a bilhetagem eletrônica**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2011

MARQUES, S. F. **A influência da forma urbana na viabilidade financeira do sistema de transporte público por ônibus em cidades médias: O caso de Palmas - TO**. Monografia. Palmas, TO, 2016.

MUNIZAGA, M.; PALMA, C.; FISCHER, D. Estimation of a Disaggregate Multimodal Public Transport OD Matrix from Passive Smart Card Data from Santiago, Chile. **TRB Annual Meeting**, Washington, 2011. 15.

OLIVEIRA, C. F. P.; BESSA, K. C. O. O espaço urbano de Palmas - TO: dispersão, periferias, vazios urbanos e transporte público por ônibus. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 15-40, jan./jun. 2015. Página | 15.

OLIVEIRA, G. T., NASSI, C.D. Estimación de matriz origen-destino a partir de datos de tarjetas inteligentes: una revisión bibliográfica. **Revista Ingeniería de Transporte** vol. 19, n. 01 73-86, 2015

PELLETIER, M. P.; TRÉPANIÉ, M. MORENCY, C. Smart card data use in public transit: A literature review. *Transportation Research Part : Emerging Technologies*, v. 19, n. 4, p. 557-568, 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS (PMP). **Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental** – EVTEA de corredor de transporte de passageiros - RT6 – relatório-síntese. 2018. Disponível em <<https://drive.google.com/drive/folders/1DA7z5CXEhBtpKbvo92ECer2GFthNU-7C>>. Acesso em 02 ago. 2019

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS (PMP). Plano de Ação Palmas Sustentável. 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PALMAS (PMP). Plano de racionalização do transporte coletivo de palmas. 2002

ZHAO, J. **The Planning and Analysis Implications of Automated Data Collection Systems: Rail Transit OD Matrix Inference and Path Choice Modeling Examples**. 2004. 124f. Thesis (Master in City Planning) – Department of Urban Studies and Planning and Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2004.

WANG, W., ATTANUCCI, J. P., WILSON, N. H. M. Bus Passenger Origin-Destination Estimation and Related Analyses Using Automated Data Collection Systems. **Journal Of Public Transportation**, 14(4), 131–150. 2011

WILLIAMS, B. *Intelligent Transport Systems Standards*. Transportation. Artech House, Norwood. 2008

APÊNDICE A – CÓDIGO DE VINCULAÇÃO DOS DADOS DO SBE E SMO

```

import _thread
import pandas as pd
import numpy as np

def merge_files(cards, thread_name):

    f1 = None
    f2 = None
    n_cartao = None
    data = None
    hora = None
    prefixo_veiculo = None
    n_linha = None
    nm_linha = None
    sentido = None
    pagamento = None
    valor = None

    dummy_data = {
        'N_CARTAO': [],
        'DATA': [],
        'HORA': [],
        'PREFIXO_VEICULO': [],
        'N_LINHA': [],
        'NM_LINHA': [],
        'SENTIDO': [],
        'PAGAMENTO': [],
        'VALOR': [],
        'LATITUDE': [],
        'LONGITUDE': [],
        'HORA_POSICAO': [],
    }
    try:
        f1 = pd.read_csv('Tabela_01_SBE_V1.csv', encoding='latin-1', sep=';', header=0)
        f2 = pd.read_csv('Tabela_02_SMO_V1.csv', encoding='latin-1', sep=';', header=0)
    except Exception as e:
        raise e

    # cards = f1['N_CARTAO'].unique().tolist()
    total_lines = len(cards)
    cont_line = 1
    for card in cards:
        n_cartao = card
        lines = f1.loc[f1['N_CARTAO'] == card].index.to_list()

```

```

for line in lines:
    data = f1.loc[line].DATA
    hora = f1.loc[line].HORA
    prefixo_veiculo = f1.loc[line].PREFIXO_VEICULO
    n_linha = f1.loc[line].N_LINHA
    nm_linha = f1.loc[line].NM_LINHA
    sentido = f1.loc[line].SENTIDO
    pagamento = f1.loc[line].PAGAMENTO
    valor = f1.loc[line].VALOR

    bast_hour = None
    hour, min, second = hora.split(':')
    second_left = int(second)
    min_left = int(min)
    hour_left = int(hour)
    second_rigth = int(second)
    min_rigth = int(min)
    hour_rigth = int(hour)
    if f2.loc[(f2['Prefixo_veiculo'] == prefixo_veiculo)].shape[0]:
        while not bast_hour:
            second_left -= 1
            second_rigth += 1
            if second_left < 0:
                second_left = 59
                min_left -= 1
            if min_left < 0:
                min_left = 59
                hour_left -= 1
            if hour_left < 0:
                hour_left = 23
        if second_rigth > 59:
            second_rigth = 0
            min_rigth += 1
        if min_rigth > 59:
            min_rigth = 0
            hour_rigth += 1
        if hour_rigth > 23:
            hour_rigth = 0
        time_left = '%s:%s:%s' % (
            str(hour_left).rjust(2, "0"), str(min_left).rjust(2, "0"), str(second_left).rjust(2,
"0"))

        time_rigth = '%s:%s:%s' % (
            str(hour_rigth).rjust(2, "0"), str(min_rigth).rjust(2, "0"), str(second_rigth).rjust(2,
"0"))

        positions = f2.loc[(f2['Prefixo_veiculo'] == prefixo_veiculo) &
            (f2['Data'] == data) &
            (f2['Hora'] >= time_left) &

```

```

        (f2['Hora'] <= time_rigth])
    bast_hour = True if positions.shape[0] else False
else:
    print ("cartao: %s | linha: %s/%s | thread_%s" % (n_cartao, cont_line, total_lines,
thread_name.split('_')[1]))
    cont_line += 1
    dummy_data['N_CARTAO'].append(n_cartao)
    dummy_data['DATA'].append(data)
    dummy_data['HORA'].append(hora)
    dummy_data['PREFIXO_VEICULO'].append(prefixo_veiculo)
    dummy_data['LATITUDE'].append(positions.head(1).Latitude.to_list()[0])
    dummy_data['LONGITUDE'].append(positions.head(1).Longitude.to_list()[0])
    dummy_data['HORA_POSICAO'].append(positions.head(1).Hora.to_list()[0])
    dummy_data['PAGAMENTO'].append(pagamento)
    dummy_data['VALOR'].append(valor)
    dummy_data['N_LINHA'].append(n_linha)
    dummy_data['NM_LINHA'].append(nm_linha)
    dummy_data['SENTIDO'].append(sentido)
else:
    df = pd.DataFrame(dummy_data,
                      columns=['N_CARTAO', 'DATA', 'HORA', 'HORA_POSICAO',
'LATITUDE', 'LONGITUDE',
                      'PREFIXO_VEICULO', 'N_LINHA', 'NM_LINHA', 'SENTIDO',
'PAGAMENTO', 'VALOR'])
    df.to_csv('%s.csv' % thread_name, index=False, header=True)
    print ('End...')

try:
    tabela_1 = pd.read_csv('Tabela_01_SBE_V1.csv', encoding='latin-1', sep=';', header=0)
    num_cards = np.array(tabela_1['N_CARTAO'].unique().tolist())
    num_cards = np.array_split(num_cards, 10)
    for i, card in enumerate(num_cards):
        _thread.start_new_thread(merge_files, (card, 'thread_%s' % i))
except Exception as e:
    raise

```


APÊNDICE B – RECORTE DOS RESULTADO DAS ANÁLISES DOS CENÁRIOS

CENÁRIO COM 2 EVENTOS PRIMÁRIOS														
CARTAO	LAT	LONG	DATA	HORA	HORA_POSIC	PREFIXO_VEI	N_LINHA	NM_LINHA	PAG.	VALOR	ZONA	MACRO-ZONA	CENARIO	VALID.
215786	-10,3265	-48,29730	13/09/17	06:54:19	06:54:23	T0315	11.0	011 JAVAE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	128	Sul	1º evento primário	Sim
215786	-10,1788	-48,33398	13/09/17	13:10:48	13:11:44	T0321	560.0	560 APINAJE / SENAI	Vale-transporte	-3.5	30	Centro	2º evento primário	Sim
102104	-10,3332	-48,29834	13/09/17	14:56:27	14:56:19	T0345	10.0	010 JAVAE / APINAJE	Estudante	-1.75	137	Sul	1º evento primário	Sim
102104	-10,1975	-48,33491	13/09/17	15:42:13	15:42:27	90611	91.0	091 UFT / HGP / APINAJE	Estudante	0.0	58	Centro	Evento secundário	Sim
102104	-10,183	-48,33715	13/09/17	17:57:15	17:57:15	T0352	10.0	010 APINAJE / JAVAE	Estudante	-1.75	37	Centro	2º evento primário	Sim
100044	-10,3416	-48,30688	13/09/17	06:41:06	06:41:04	90514	440.0	440 KARAJA / SANTA BARBARA / JAVAE	Estudante	-1.75	142	Sul	1º evento primário	Sim
100044	-10,3339	-48,29838	13/09/17	06:55:24	06:54:45	T0374	12.0	012 JAVAE - APINAJE	Estudante	0.0	137	Sul	Evento secundário	Sim
100044	-10,1835	-48,33711	13/09/17	21:38:58	21:39:11	T0343	10.0	010 APINAJE / JAVAE	Estudante	-1.75	37	Centro	2º evento primário	Sim
100044	-10,3166	-48,30248	13/09/17	22:23:31	22:23:42	90531	440.0	440 KARAJA / SANTA BARBARA / JAVAE	Estudante	0.0	120	Sul	Evento secundário	Sim

CENÁRIO COM 3 EVENTOS PRIMÁRIOS														
CARTAO	LAT	LONG	DATA	HORA	HORA_POSIC	PREFIXO_VEI	N_LINHA	NM_LINHA	PAG.	VALOR	ZONA	MACRO-ZONA	CENARIO	VALID.
168545	-10,1644	-48,34526	13/09/17	08:58:53	08:58:44	T0266	40.0	040 APINAJE / ARNOS 31 32	Vale- transporte	-3.5	2	Noroeste	1º evento primário	Sim
168545	-10,1922	-48,33524	13/09/17	12:07:41	12:07:37	T0300	160.0	160 APINAJE / 212 S INDUSTRIAL	Vale- transporte	-3.5	55	Centro	2º evento primário	Sim
168545	-10,1783	-48,33398	13/09/17	14:18:41	14:20:12	T0291	40.0	040 APINAJE / ARNOS 31 32	Vale- transporte	-3.5	30	Centro	3º evento primário	Sim
107970	-10,2617	-48,32107	13/09/17	12:15:38	12:15:33	90590	270.0	270 1206 SUL / KRAHO	Estudante	-1.75	99	Sudeste	1º evento primário	Sim
107970	-10,2465	-48,33284	13/09/17	12:25:15	12:25:11	T0340	10.0	010 JAVAEE / APINAJE	Estudante	0.0	89	Sudeste	Evento secundário	Sim
107970	-10,1884	-48,32680	13/09/17	17:26:37	17:26:13	T0345	10.0	010 JAVAEE / APINAJE	Estudante	-1.75	51	Centro	2º evento primário	Sim
107970	-10,2776	-48,33255	13/09/17	21:44:00	21:43:45	T0363	10.0	010 JAVAEE / APINAJE	Estudante	-1.75	102	Sudeste	3º evento primário	Sim
107970	-10,2566	-48,33274	13/09/17	21:56:12	21:54:57	90590	270.0	270 1206 SUL / KRAHO	Estudante	0.0	93	Sudeste	Evento secundário	Sim
105063	-10,1536	-48,32968	13/09/17	06:51:18	06:51:25	T0273	30.0	030 DETRAN / ARNOS	Estudante	-1.75	6	Noroeste	1º evento primário	Sim
105063	-10,1788	-48,33401	13/09/17	07:18:36	07:19:41	T0370	10.0	010 APINAJE / JAVAEE	Estudante	0.0	30	Centro	Evento secundário	Sim
105063	-10,2566	-48,33274	13/09/17	07:59:11	07:58:36	90590	270.0	270 1206 SUL / KRAHO	Estudante	0.0	93	Sudeste	Evento secundário	Sim
105063	-10,2570	-48,33270	13/09/17	17:59:12	17:59:08	T0322	10.0	010 JAVAEE / APINAJE	Estudante	-1.75	93	Sudeste	2º evento primário	Sim

CENÁRIO COM 3 EVENTOS PRIMÁRIOS														
CARTAO	LAT	LONG	DATA	HORA	HORA_POSIC	PREFIXO_VEI	N_LINHA	NM_LINHA	PAG.	VALOR	ZONA	MACRO-ZONA	CENARIO	VALID.
105063	-10,2067	-48,33316	13/09/17	20:19:43	20:19:48	T0313	540.0	540 TAQUARI / APINAJE	Estudante	-1.75	66	Sudoeste	3º evento primário	Sim
105063	-10,1776	-48,33411	13/09/17	20:31:04	20:30:55	T0273	30.0	030 DETRAN / ARNOS	Estudante	0.0	30	Centro	Evento secundário	Sim
113354	-10,3264	-48,29731	13/09/17	07:26:11	07:26:18	T0350	11.0	011 JAVAE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	128	Sul	1º evento primário	Sim
113354	-10,3160	-48,30307	13/09/17	13:34:54	13:35:09	T0327	11.0	011 JAVAE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	120	Sul	2º evento primário	Sim
113354	-10,1884	-48,32680	13/09/17	14:39:28	14:39:15	T0281	110.0	110 APINAJE / QCG / MARISTA	Vale-transporte	0.0	51	Centro	Evento secundário	Sim
113354	-10,2069	-48,31935	13/09/17	17:41:06	17:40:48	T0281	110.0	110 APINAJE / QCG / MARISTA	Vale-transporte	-3.5	60	Sudeste	3º evento primário	Sim
113354	-10,2069	-48,31935	13/09/17	17:41:10	17:40:48	T0281	110.0	110 APINAJE / QCG / MARISTA	Vale-transporte	-3.5	60	Sudeste	Novo evento primário	Sim
113354	-10,1790	-48,33398	13/09/17	18:16:27	18:14:20	T0327	10.0	010 APINAJE / JAVAE	Vale-transporte	0.0	30	Centro	Evento secundário	Sim

CENÁRIO COM MAIS DE 3 EVENTOS PRIMÁRIOS														
CARTAO	LAT	LONG	DATA	HORA	HORA_POSIC	PREFIXO_VEI	N_LINHA	NM_LINHA	PAG.	VALOR	ZONA	MACRO-ZONA	CENARIO	VALID.
362418	-10,2453	-48,32407	13/09/17	06:38:35	06:38:27	T0287	180.0	180 KRAHO / ULBRA JK	Vale-transporte	-3.5	90	Sudeste	1º evento primário	Sim
362418	-10,2200	-48,33305	13/09/17	13:35:48	13:35:09	T0352	10.0	010 JAVAEE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	74	Sudeste	2º evento primário	Sim
362418	-10,2389	-48,32414	13/09/17	19:09:05	19:09:10	T0286	180.0	180 KRAHO / ULBRA JK	Vale-transporte	-3.5	87	Sudeste	3º evento primário	Sim
362418	-10,2079	-48,33017	13/09/17	21:46:50	21:46:40	T0286	180.0	180 ULBRA JK / KRAHO	Vale-transporte	-3.5	67	Sudeste	4º evento primário	Sim
397400	-10,3157	-48,30284	13/09/17	06:22:43	06:22:38	T0340	11.0	011 JAVAEE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	120	Sul	1º evento primário	Sim
397400	-10,2200	-48,33358	13/09/17	13:27:05	13:27:55	T0339	12.0	012 APINAJE - JAVAEE	Vale-transporte	-3.5	74	Sudeste	2º evento primário	Sim
397400	-10,3332	-48,29833	13/09/17	17:18:44	17:19:39	T0358	10.0	010 JAVAEE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	137	Sul	3º evento primário	Sim
397400	-10,3157	-48,30281	13/09/17	19:25:03	19:24:41	T0327	10.0	010 APINAJE / JAVAEE	Vale-transporte	-3.5	120	Sul	4º evento primário	Sim
397400	-10,2773	-48,33319	13/09/17	22:02:52	22:02:18	T0354	10.0	010 JAVAEE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	102	Sudeste	5º evento primário	Sim
112799	-10,3200	-48,31774	13/09/17	06:49:21	06:49:00	90085	420.0	420 XERENTE / UNIAO SUL	Vale-transporte	-3.5	123	Sul	1º evento primário	Sim

CENÁRIO COM MAIS DE 3 EVENTOS PRIMÁRIOS														
CARTAO	LAT	LONG	DATA	HORA	HORA_POSIC	PREFIXO_VEI	N_LINHA	NM_LINHA	PAG.	VALOR	ZONA	MACRO-ZONA	CENARIO	VALID.
112799	-10,1784	-48,33023	13/09/17	07:32:21	07:31:59	T0227	60.0	060 APINAJE / SESC	Vale-transporte	0.0	38	Centro	Evento secundário	Sim
112799	-10,1696	-48,32754	13/09/17	12:15:25	12:15:14	T0293	60.0	060 SESC / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	25	Nordeste	2º evento primário	Sim
112799	-10,1789	-48,33401	13/09/17	13:10:01	13:09:49	T0337	10.0	010 APINAJE / JAVAE	Vale-transporte	0.0	30	Centro	Evento secundário	Sim
112799	-10,3152	-48,31582	13/09/17	19:23:12	19:23:04	T0337	10.0	010 APINAJE / JAVAE	Vale-transporte	-3.5	118	Sul	3º evento primário	Sim
112799	-10,3159	-48,3005	13/09/17	22:11:38	22:11:21	T0349	10.0	010 JAVAE / APINAJE	Vale-transporte	-3.5	120	Sul	4º evento primário	Sim
112799	-10,3151	-48,3189	13/09/17	23:02:28	23:01:28	90565	430.0	430 XERENTE / E. MARIA JULIA	Vale-transporte	0.0	118	Sul	Evento secundário	Sim