

Microssimulação do terminal Park Way do corredor de BRT no eixo sul de BRASÍLIA-DF.

Érica Cristina Silva Marques ⁽¹⁾; Evaldo César Cavalcante Rodrigues ⁽²⁾; Joaquim Nunes de Brito Neto ⁽³⁾; José Matsuo Shimoishi ⁽⁴⁾; Roberto Bernardo da Silva ⁽⁵⁾

Endereço⁽¹⁾: Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Tecnologia (FT), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT), Campus Universitário Darcy Ribeiro, Edifício SG-12, 1º andar - Asa Norte, Brasília/DF, Brasil - CEP.: 70910-900 - Fone: +55 (61) 3107-1115 - E-mail: ericacristinasm@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Tecnologia (FT), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT), Campus Universitário Darcy Ribeiro, Edifício SG-12, 1º andar - Asa Norte, Brasília/DF, Brasil - CEP.: 70910-900 - Fone: +55 (61) 3107-1115 - E-mail: evaldocesar@unb.br

Endereço⁽³⁾: Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Tecnologia (FT), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT), Campus Universitário Darcy Ribeiro, Edifício SG-12, 1º andar - Asa Norte, Brasília/DF, Brasil - CEP.: 70910-900 - Fone: +55 (93) 9183-2748 - E-mail: joaquim899@gmail.com

Endereço⁽⁴⁾: Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Tecnologia (FT), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT), Campus Universitário Darcy Ribeiro, Edifício SG-12, 1º andar - Asa Norte, Brasília/DF, Brasil - CEP.: 70910-900 - Fone: +55 (61) 3107-1115 - E-mail: matsuo@unb.br

Endereço⁽⁵⁾: Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Tecnologia (FT), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT), Campus Universitário Darcy Ribeiro, Edifício SG-12, 1º andar - Asa Norte, Brasília/DF, Brasil - CEP.: 70910-900 - Fone: +55 (61) 3107-1115 - E-mail: rbaccioly@gmail.com

RESUMO

O crescimento populacional no entorno do Distrito Federal estabelece uma demanda diária de viagens em direção ao centro econômico da capital federal, Plano Piloto. Os moradores do entorno de Brasília Eixo Sul enfrentam diariamente problemas no fluxo de trânsito afetando o tempo e qualidade de viagens. O investimento em mobilidade urbana é de fundamental importância para crescimento sustentável das grandes cidades. Brasília, por ser uma das cidades sede da Copa do Mundo de 2014, vem recebendo investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento na área de mobilidade urbana. O Presente trabalho tem o objetivo de simular a capacidade operacional do terminal de BRT no Park Way. Para atingir esse objetivo, foi necessária a inserção de dados obtidos através do projeto básico no *software VISSIM*, para simulação da operação do corredor BRT. As análises procuram simular o tempo total de embarque e desembarque do veículo BRT. No resultado da simulação foi concluído que o fluxo dos veículos satura de forma generalizada.

Palavras-chave: Microssimulação; VISSIM; Trânsito; Mobilidade Urbana; BRT/SUL.

1. INTRODUÇÃO

A Copa do Mundo de Futebol FIFA terá sua vigésima edição realizada no Brasil. Desde o anúncio oficial já se existiam estudos técnicos e projetos direcionando para a área de infraestrutura das cidades sorteadas.

O investimento em mobilidade urbana é de fundamental importância para o crescimento sustentável das grandes cidades. Brasília, por ser uma das cidades sede da Copa do Mundo de 2014, vem recebendo investimentos do programa de aceleração e crescimento na área

de mobilidade urbana. Dentre os empreendimentos em implantação está o sistema de transporte de passageiros que ligará Gama e Santa Maria ao Plano Piloto, por meio de um corredor de BRT denominado BRT/SUL. Este projeto irá beneficiar diariamente uma população de 220 mil pessoas e uma das áreas de maior densidade populacional do Distrito Federal.

O BRT é uma modalidade de transporte de alta velocidade e alta capacidade. É uma modalidade de transporte de massa que opera em altos níveis de desempenho ao usuário. Proporcionando um menor tempo de deslocamento e uma alta capacidade de números de passageiros (Manual de BRT 2008).

O estudo de terminais de BRT é de fundamental importância para um alto desempenho e capacidade operacional do sistema implantado. O dimensionamento dos terminais e estações intermediárias leva em consideração as características do veículo e dos serviços, bem como quantidade de veículos na hora de pico, pois a eficiência nos terminais de BRT é de grande importância ao sistema (Manual de BRT 2008).

O intuito deste trabalho é o de aplicar a microssimulação de tráfego para simular a futura operação do Terminal Park Way do BRT/SUL de Brasília-DF conforme a (Figura 1.1). Para atingir esse objetivo, será necessária a realização de revisão bibliográfica, e inserção de dados obtidos através do projeto básico e efetuar a microssimulação no *software Vissim*, para a simulação da operação do terminal de BRT.



Figura 1.1: Terminal Park Way

Fonte: METRÔ-DF (2014)

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Definição de sistema de transporte público tipo BRT

A implantação de BRT nas grandes cidades brasileiras busca satisfazer demandas elevadas de transporte público, o que leva cada vez mais o desenvolvimento de estudos relacionados sobre este tema.

No Brasil, a proximidade de grandes eventos esportivos, como a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016, leva a pensar na escolha de uma tecnologia de transporte público eficiente, eficaz, de baixo custo e rápida implantação.

Segundo Wright, (2008) *apud* Pizano, (2012), o BRT é um sistema de transporte por ônibus que proporciona mobilidade urbana rápida, confortável e com custo eficiente através da

previsão de infraestrutura segregada com prioridade de passagem, operação rápida e freqüente.

O Manual de BRT (2008) ressalta a importância de se projetar um sistema de transporte público que atenda às características operacionais esperadas pelos clientes. O BRT também é definido como sendo “um modo de transporte público sobre pneus, veloz e flexível, que combina estações, veículos, serviços, vias e elementos de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) em um sistema integrado com uma forte identidade positiva que evoca uma única imagem” (Levinson *et al.*, 2003 *apud* PIZANO, 2012).

Levinson *et al.* (2003) *apud* PIZANO (2012) destacou os sete principais componentes de um BRT: vias, estações, veículos, serviço, estrutura de linhas, arrecadação de tarifa e sistemas de tráfego inteligentes (centro de controle de operação). Todos esses elementos fazem com que o BRT se diferencie do serviço de ônibus convencional.

2.2. Componentes do sistema de transporte público tipo BRT

Segundo FTA (2009) *apud* PIZANO (2012), os sistemas de transporte público BRT são compostos por sete elementos principais, eles são: Tipo de via, estações, veículos, arrecadação de tarifa, sistemas de transportes inteligentes, planos de operação e serviço e por último, elementos de marketing. Nessa seção serão apresentados somente os elementos tipos de vias, veículo, estações e serviço oferecido (apresentado no tópico velocidade e capacidade).

2.2.1. Tipos de vias

A determinação de tipo de via que vai compor o corredor BRT pode apresentar diferentes impactos operacionais, em especial no tempo de viagem e velocidade. Na literatura do transporte podem se classificar as vias para corredores BRT em: faixa segregada e faixa mista.

Faixa segregada para corredor BRT são faixas com características especiais (direito exclusivo de trafegar na via, priorizando o sistema de transporte público em relação à rede), estas faixas são segregadas do fluxo por meios físicos (meio fio) ou demarcação horizontal por meio da linha contínua, geralmente podem ter variações positivas na velocidade e tempo de viagem.

Faixa guiada é um sistema de guia mecânico: esta faixa opera com veículos guiados nas laterais, com o controle dos veículos durante o percurso. Os sistemas de guias automáticas são ótico, magnético ou mecânicos. A vantagem desta faixa é minimizar a sua largura e melhorar a precisão no ingresso das estações.

2.2.2. Tipos de veículos

Os transportes públicos utilizam uma diversa gama de veículos, estes variam segundo sua categoria de linha (expressa, interbairros, alimentador e troncal) e tipo tecnologia (tipo de propulsão, capacidade, conforto e a segurança do passageiro entre outras), tudo isto contribui no rendimento e segurança do sistema. CBRT (2009) define quatro características dos veículos, a primeira é a configuração física do veículo, como tamanho e altura do piso. A segunda característica é a estética dos veículos que vai contribuir na identidade do sistema de transporte público BRT. A terceira é o tipo de propulsão ou combustível que estão associadas à velocidade, aceleração, consumo de combustível e impacto ambiental, seja poluição ou níveis de som dentro do ônibus ou fora dele e a quarta característica dos veículos é a circulação de passageiros, onde pode facilitar a entrada, saída do veículo e dentro do mesmo. Os dados sobre os tipos veículos, capacidade, e comprimento estão apresentados no Quadro 2.1. O tipo de veículo biarticulado, o mais utilizado em sistemas de BRT, está apresentado na Figura 2.1.

Quadro 2.1: Opções de veículos de passageiros

Tipo de Veículo	Comprimento (metros)	Capacidade (passageiros)
Biarticulado	24	240-270
Articulado	18,5	120-170
Tandem	15	80-100
Dois andares	12-15	80-130
Standard	12	60-80
Microônibus	6	25-35
Vans	3	10-16

Fonte: Pizano (2012)



Figura 2.1: Ônibus articulado

Fonte: DFTRANS (2014)

2.3. Experiências de implantação de BRT: sistemas de BRT no Brasil e no mundo

As cidades que consolidaram o BRT como uma alternativa para qualificar o transporte urbano sobre pneus influenciaram outras cidade a encontrar soluções para o transporte de massa, com baixos custos e altos padrões de qualidade. Segundo o Banco Mundial (2003) os corredores BRT dos países em desenvolvimento tiveram, exceto em eixos de pesado volume de tráfego, um desempenho quase equivalente ao de sistemas por trilhos, mas a um custo muito menor.

A primeira experiência do BRT ocorreu na década de 60 na cidade brasileira Curitiba/PR. Essa cidade desenvolveu o sistema de transporte público urbano integrado ao planejamento urbano.

A cidade de Curitiba no princípio queria a construção de um sistema de metrô, mas a falta de recursos levou a soluções mais criativas. Curitiba, sendo um exemplo de BRT, influenciou outras cidades do Brasil a seguirem esse modelo. Observa-se, portanto, sistemas básicos de BRT nas cidades São Paulo (1975), Goiânia (1976), Porto Alegre (1977) e Belo Horizonte (1981) (Wright 2008, *apud* PIZANO, 2012).

Segundo Wright (2006) *apud* PIZANO (2012), São Paulo opera, provavelmente, um dos maiores sistema de transporte público BRT do mundo, em termos de quilômetros cobertos e

exemplo de integração entre sistemas de ônibus e metrô, com similaridade à cidade de Hong Kong e Singapura.

Wright (2006) *apud* PIZANO (2012) descreve Porto Alegre, no Brasil, como a cidade que demonstrou a implementação do BRT com um custo relativamente baixo, onde o quilômetro do sistema foi construído por menos de 1 milhão de dólares e ressalta a implementação de uma técnica única de comboio de veículos na organização da sua estrutura de rotas.

O BRT durante os anos 90, não foi visto como opção de transporte em massa capaz de oferecer um serviço íntegro como os sistemas de metrô, não acreditavam em superar altas capacidades com velocidade razoáveis, mas com início da construção do BRT na cidade de Bogotá – Colômbia, em 1998 com a finalização no ano 2000 transformaram a percepção do BRT em todo o mundo. O avanço que gerou o BRT em Bogotá a nível mundial com a empresa de transporte do terceiro milênio TRASMILENIO S.A., junto com a prefeitura de Bogotá acrescentou a experiência e características dos sistemas BRT localizado em Curitiba em outras cidades do mundo, com o incremento na capacidade com a implementação de faixas de ultrapassagem nas estações e programas para estimular o uso do transporte público. Desde então, a experiência das cidades de Curitiba e Bogotá com seus sistemas BRT influenciou grandes cidades na procura de soluções para o transporte público de massa com baixos custos e altos padrões de qualidade (Wright 2008, *apud* PIZANO, 2012).

2.4. Microssimulação de tráfego

A microssimulação é uma ferramenta estratégica na elaboração de estudos e desenvolvimento de projetos em engenharia de transportes. Para especialistas da área de tráfego, a simulação representa um método de comparação e avaliação de alternativas de projeto, análise de impactos e seleção de formas de atuação nas redes de transportes, de forma a minimizar o transtorno aos usuários e maximizar a eficácia na aplicação de recursos financeiros (Castillo, 1997).

A representação do movimento do tráfego em microssimulação é realizada através do processamento dos algoritmos do *software*, que buscam estimar posições de veículos baseando seus cálculos em regras pré-definidas. Um dos algoritmos que mais impactam nas capacidades viárias é o algoritmo de *carfollowing* (Castillo, 1997).

2.4.1. Simulador de tráfego vissim

Este software possui uma longa história de desenvolvimento, seu estudo iniciou em 1974 com uma tese de PhD de *Wiedemann*, descrevendo o movimento de cada veículo na longitudinal, conhecido como modelo *car-following*. Em 1994 foi lançada a primeira versão comercial do *VISSIM* na Alemanha para análise de capacidade em interseções sinalizadas com controle atuado (HALLMANN, 2011).

É desenvolvido pela empresa PTV - *Planung Transport Verkehr AG* em Karlsruhe, Alemanha.

2.5. Sistema BRT-SUL de Brasília

2.5.1. Visão geral do sistema BRT

O sistema proposto para o Eixo Sul de Brasília é composto por um serviço básico tronco alimentado flexível, com integração físico-tarifária entre linhas alimentadoras e troncais, que atendam aos usuários das cidades do Gama, de Santa Maria e Entorno Sul. As linhas alimentadoras, de ligação e do entorno Sul transportam os passageiros dos locais de origem até os terminais de onde partem linhas troncais (expressas e paradoras) com destino ao Plano Piloto. As linhas troncais circularão por vias com faixas exclusivas (exceto no eixo rodoviário, junto ao canteiro central e com ultrapassagem nos pontos de parada. A integração ocorre em terminais e estações fechadas, com pagamento antecipado da tarifa,

seja no primeiro ônibus ou em bilheterias nas estações/terminais. De forma resumida, abaixo estão apresentadas as características gerais do sistema BRT de Brasília/DF na Figura 2.2.

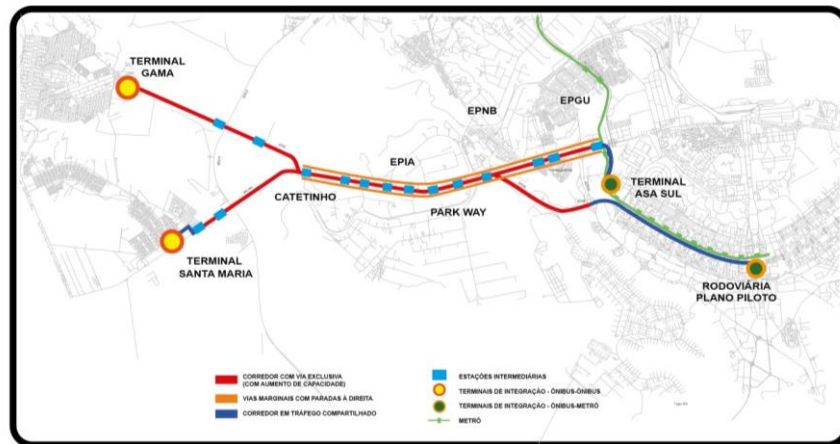


Figura 2.2: Localização dos terminais e estações de transferências

Fonte: DFTRANS (2014)

2.5.2. Dados operacionais para a microssimulação

A partir do Projeto Básico do corredor de BRT/SUL, disponibilizado pela Secretaria de Estado de Transporte do Distrito Federal (STDF), foi possível a obtenção de dados para inserção no *software Vissim*, a seguir estão apresentados os principais dados operacionais e do sistema de BRT – Estação Park Way.

Em Brasília adotou-se inicialmente uma frequência máxima nominal de 240 veículos articulados / hora no corredor. Nesse sentido, prevê-se a construção de baias junto a cada estação no corredor, para permitir a ultrapassagem dos ônibus, e cada baia será projetada para acomodar até dois veículos biarticulados simultaneamente. A Figura 2.3 apresenta a estação Park Way, que é configurada com possibilidade de ultrapassagem. Essa estação será modelada no *Vissim* para a verificação de sua operação.



Figura 2.3: Corredor Viário com Possibilidade de Ultrapassagem: Estação Park Way do BRT-SUL

Fonte: DFTRANS (2014)

O tipo de veículo articulado será o simulado no software *VISSIM*, pois conforme o projeto básico admitiu-se que todas as linhas troncais deveriam operar com veículo articulado, com capacidade para 170 passageiros. As linhas alimentadoras, por sua vez, seriam operadas na sua maioria por veículo convencional, com capacidade para 80 passageiros e as linhas do entorno, que seriam truncadas no terminal Santa Maria, permaneceram com seu veículo tipo alongado, com capacidade para 100 passageiros. O Quadro 2.2 apresenta as dimensões do veículo biarticulado e articulado.

Quadro 2.2: Opções de veículos de passageiros

Tipo de Veículo	Comprimento (metros)	Capacidade (passageiros)
Biarticulado	24	240-270
Articulado	18,5	120-170

Fonte: Pizano (2012)

3. METODOLOGIA

A Metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho consiste no uso da microssimulação para simular o desempenho operacional de terminais de BRT/SUL que serão implantados no Eixo Sul de Brasília.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Desenho da rede e inserção de dados

A partir da revisão foi possível explorar o programa *VISSIM* e conhecer as potencialidades do programa e sua aplicação na microssimulação.

Os dados obtidos no projeto básico foram de fundamental importância, pois forneceu o modelo operacional e os parâmetros operacionais assim permitindo a calibração do *VISSIM*. Os dados obtidos no projeto básico foram os seguintes: geometria dos terminais, largura da faixa de rolamento do BRT, tipo de veículo, os tipos de linhas que irão operar no BRT, o intervalo de tempo de cada veículo no horário de pico, volume diário de passageiros, segue abaixo os passos de como foi inserido o desenho da rede e inserção de dados no *VISSIM*.

Passo 1 - Seleciona o ícone *Links & Connectors* (Figura 4.1) que executa a função de criar a pista. Onde é definido a pista. Logo aparece uma janela *Link Data* onde se defini-se os parâmetros da pista como largura e comprimento.

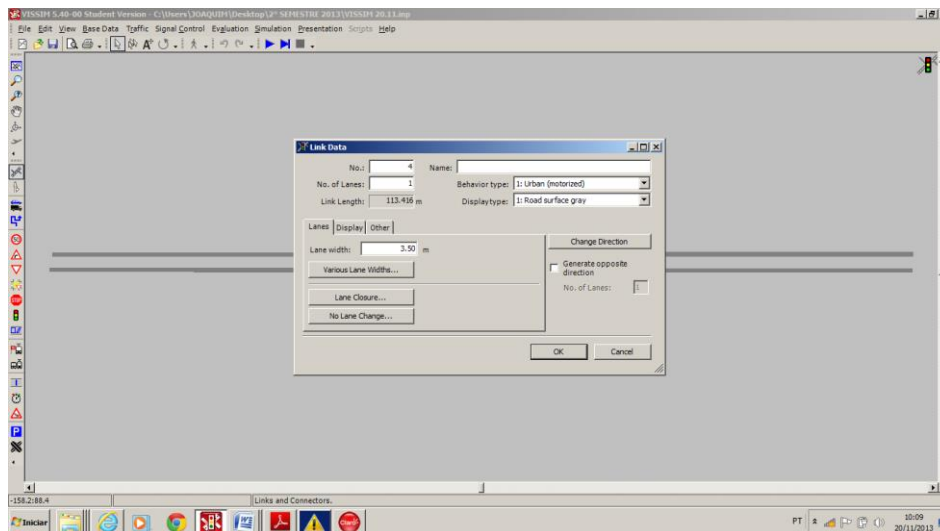


Figura 4.1: (Links e Conectores) *Links & Connectors*. Fonte: Os autores (2014).

Passo 2 - Seleciona o ícone *PT Lines* que executa as funções da linha de ônibus ou veículos e bondes. Onde é definido as linhas, os tipos de veículos, velocidade do veículo, ocupação do veículo.

Passo 3 - Seleciona o ícone *Base Data logo* em seguida seleciona o ícone *2D/3D Model*.

Passo 4 - Seleciona o ícone Geometria (Geometry) onde se defini o comprimento, altura e quantidade de portas do veículo.

Passo 5 - Seleciona o ícone *3D Model* onde se defini o veículo articulado ou biarticulado juntando as duas partes do veículo. Seleciono o ícone (adicionar ao grupo) *Add to group*.

Passo 6 - Seleciona o ícone *PT Stops* que executa a função de paradas na rua ou ao lado da pista. Seleciona a pista e logo aparece uma janela *Create PT Stop* que executa a função da criação da parada e define os parâmetros de parada como o comprimento da parada, a quantidade de passageiros na parada, se a parada é na rua ou fora.

Passo 7 - Seleciona o ícone *PT Stop Data* que executa a função de ativar a parada de Ônibus.

Passo 8 - Seleciona o ícone *Dwell time distributions* que executa a função de habilitar as distribuições de tempo de parada do ônibus.

Passo 9 - Seleciona o ícone *Vehicle Types* que executa a função que tem os modos do tipos de veículos, definindo o tipo de veículo.

Passo 10 - Seleciona o ícone *Vehicle Classes* que executa a função que tem a classe de veículos, definindo a classe de veículo.

Passo 11 - Seleciona o ícone *Driving Behavior Parameter Sets* que executa a função de habilitar os parâmetros de distribuição de tempo e o modelo de simulação, definindo o modelo de simulação e parâmetros.

Passo 12 - Seleciona o ícone *Vehicle Compositions* que executa a função de habilitar a composição do veículo, definindo a o tipo de veículo e composição.

Passo 13 - Seleciona o ícone *Evaluations (File)* que executa a função de avaliar a rede implantada. Obtendo os arquivos gerados do *VISSIM*.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O resultado apresentado não representa a realidade. Visto que o *software* não foi calibrado adequadamente. Para uma representação mais realista é necessário calibrar melhor, por exemplo, os parâmetros aceleração e desaceleração veicular, tempo de espera na parada de ônibus, velocidade do veículo, ocupação veicular, entre outros.

Na aplicação da microssimulação foi utilizada uma versão estudante do *software Vissim*. Nessa versão a simulação tem a limitação do tempo de 600s. Para tentar representar o resultado do programa em 3600 segundos, ou seja, ao final do horário pico, foi feita uma aceleração dos parâmetros, acelerando-os seis vezes mais. A utilização do programa *Vissim* neste trabalho visa contribuir com a divulgação das facilidades que a microssimulação oferece, uma vez que nos cursos de graduação a simulação de tráfego não é assunto amplamente difundido.

Neste tópico da pesquisa serão analisados os resultados apresentados pelo *VISSIM* no modelo 3D, pois permite uma melhor visualização do fluxo de tráfego. Observaremos os cenários simulados nas Figuras 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5.

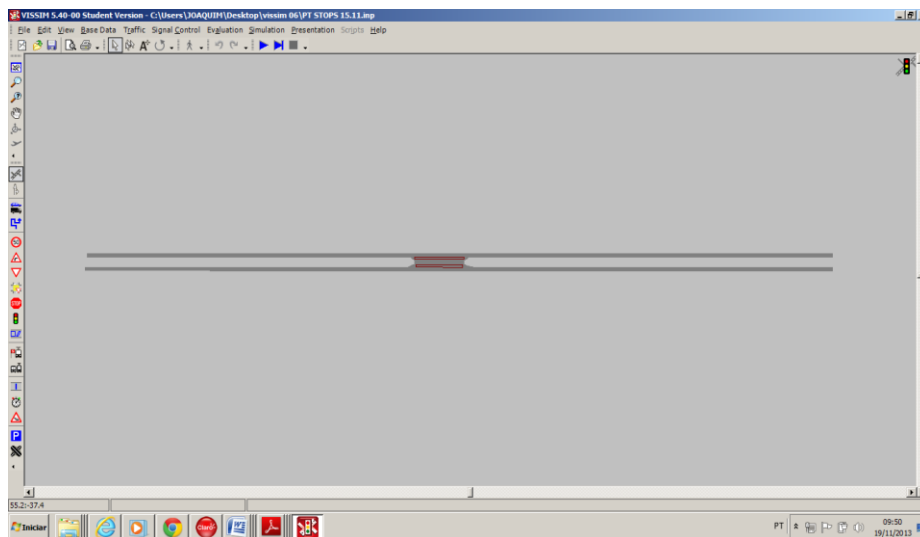


Figura 5.1: Cenário proposto para simulação do Corredor. Fonte: Os autores (2014).

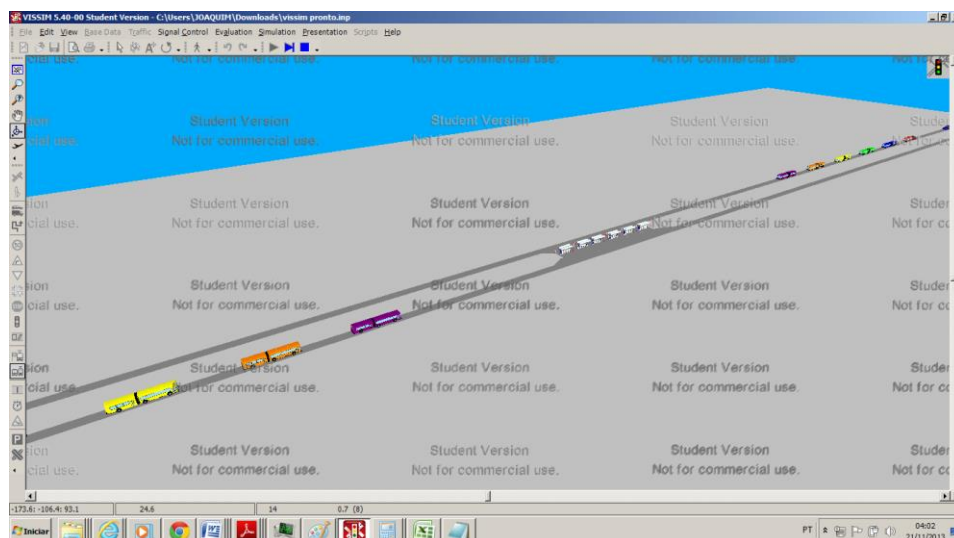


Figura 5.2: Cenário no início de simulação. Fonte: Os autores (2014).

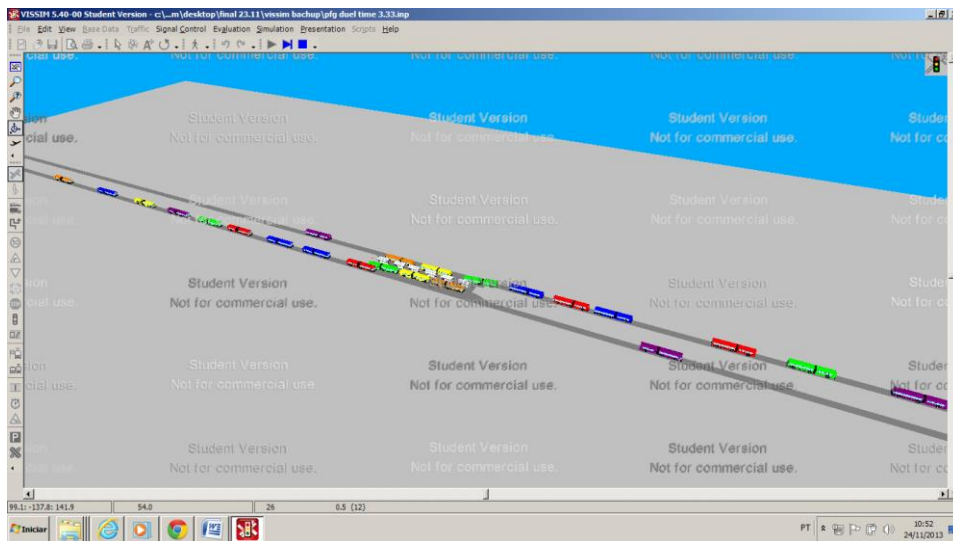


Figura 5.3: Vista do Cenário em início de congestionamento. Fonte: Os autores (2014).

Foi obtido Informações do veículo em um modo *On-Line* disponibilizado pelo VISSIM. Onde foi possível comparar o (Atraso) *DELAY* que no início da simulação foi: 0.0 na Figura 5.4. Na simulação feita no terminal foi 12,5 na Figura 5.5. No final a simulação apresentou um (Atraso) *DELAY*: 13,3 na Figura 5.6.

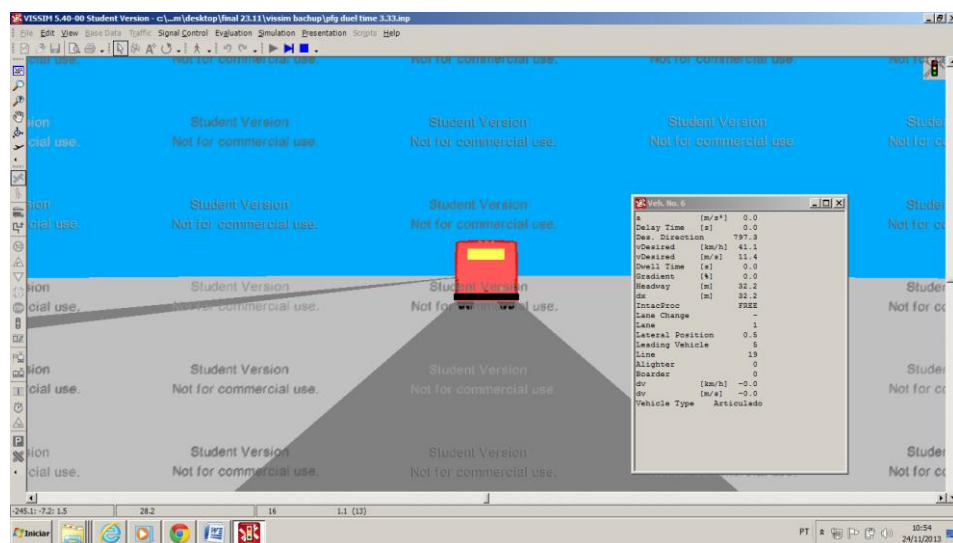


Figura 5.4: Início da simulação da linha Santa Maria / RPP. Fonte: Os autores (2014).

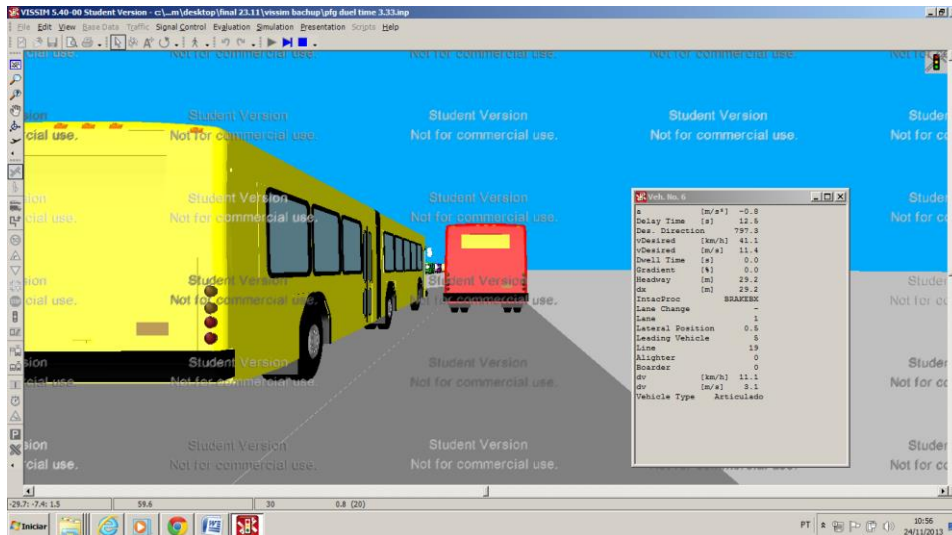


Figura 5.5: No terminal Park Way linha Santa Maria / RPP. Fonte: Os autores (2014).

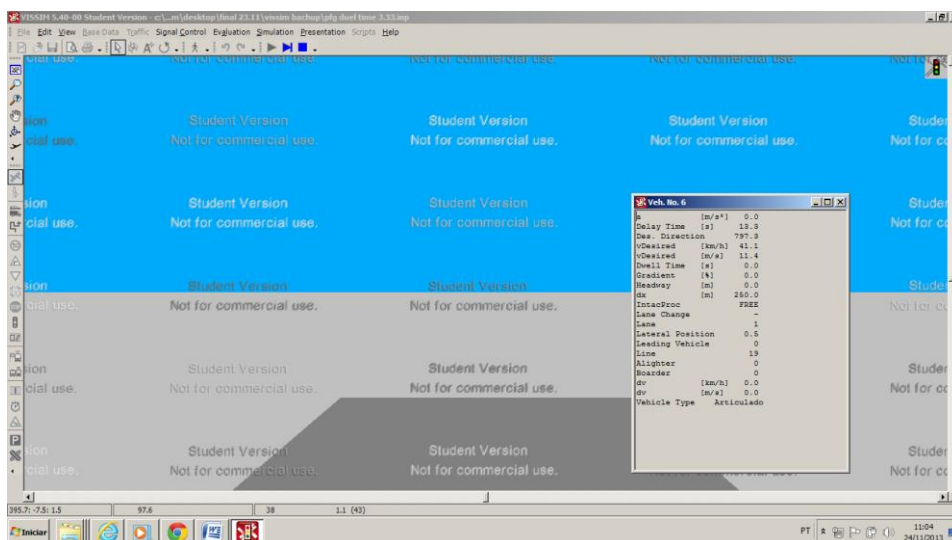


Figura 5.6: Final da Simulação linha Santa Maria / RPP. Fonte: Os autores (2014).

6. CONCLUSÃO

O método utilizado tem uma característica importante, pois permite a reprodução sem a necessidade de equipamentos e procedimentos complexos. A coleta de dados foi retirada através de dados obtidos do projeto básico considerando as características dos terminais (início e finalização das linhas troncais).

O conceito de capacidade usado na análise deste trabalho foi: fluxo máximo que o sistema pode atender sem que haja uma queda progressiva do nível de serviço ao longo do tempo.

Em virtude dos resultados apresentados na simulação do terminal Park Way foi observado que o fluxo de veículos na rede simulada satura de forma generalizada, alterando de forma significativa a eficiência operacional do sistema. Com formação de congestionamentos e longas filas nas linhas troncais.

Na aplicação da microssimulação foi utilizada uma versão estudante do *software Vissim*. Nessa versão a simulação tem a limitação do tempo de 600s. Para tentar representar o resultado do programa em 3600 segundos, ou seja, ao final do horário pico, foi feito uma

aceleração dos parâmetros, acelerando-os seis vezes mais. A utilização do programa *Vissim* neste trabalho visa contribuir com a divulgação das facilidades que a microsimulação oferece.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTILHO, R.A. **Análise e simulação da operação de ônibus em corredores exclusivos**. 1997. 122 p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HALLMANN, H.V. **Comparação entre Softwares simuladores de trânsito**. 2011. 104 p. Trabalho de Graduação em Ciência da Computação. Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

INSTITUTO DE TRANSPORTES E POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO. **Manual de BRT**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.itdp.org/microsites/bus-rapid-transit-planning-guide/manual-de-brt-em-portuguese>. Acesso em: 06 de setembro de 2013.

INSTITUTO DE TRANSPORTES E POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO. **Padrão de Qualidade de BRT 2013**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.itdp.org/microsites/the-brt-standard-2013/>. Acesso em: 30 de novembro de 2013.

MOTA, D.R. **Modelo funcional para o trem Luziânia-Brasília: Uma proposta de integração e desenvolvimento regional**. 2013. 114 p. Monografia de Projeto Final em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília.

PEREIRA, B.M. **Avaliação do desempenho de configurações físicas e operacionais de sistemas BRT**. 2011. 57 p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PIZANO, J.P.M. **Impacto dos atributos básicos velocidade média e headway de um corredor de BRT no desempenho (passageiros por quilômetro) de uma rede de transporte público por ônibus**. 2012. 106 p. Dissertação de mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília.

RODRIGUES, S.D. **Aplicação da Lógica paraconsistente na seleção de alternativas de transporte público**. 2013. 158 p. Dissertação de mestrado em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília.

SANTOS, P.M. **Método de calibração de um modelo veículo seguidor para BRT e ônibus em corredor segregado**. 2013. 84 p. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES DO DISTRITO FEDERAL. **Anexo XVIII - Projeto Básico - Obra BRT Sul**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.st.df.gov.br/supervisao-da-obra-do-brt.html>. Acesso em: 06 de setembro de 2013.