



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL VOLUNTÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
Av. Francisco Mota, 572 – C. Postal 137 – Bairro Pres. Costa e Silva – Mossoró – RN – CEP: 59.625-900-
Tel.: (84)3317-8296/8295 – E.mail: proppg@ufersa.edu.br

USO DA SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES PARA ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DA CIDADE DE MOSSORÓ

(DESENVOLVIDO PELO ESTUDANTE)

RELATÓRIO FINAL

VITOR OLIVEIRA ROPKE
2017010524
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
PICI (IC)

NOME DO ORIENTADOR: FABIO FRANCISCO DA COSTA FONTES
DEPARTAMENTO DO ORIENTADOR: DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO
GRANDE ÁREA DE CONHECIMENTO
ÁREA DE CONHECIMENTO

MOSSORÓ-UFERSA
AGOSTO, 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL VOLUNTÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Av. Francisco Mota, 572 – C. Postal 137 – Bairro Pres. Costa e Silva – Mossoró – RN – CEP: 59.625-900-
Tel.: (84)3317-8296/8295 – E.mail: proppg@ufersa.edu.br

RESUMO

O uso de simulações visa reproduzir cenários sem a necessidade de fazê-lo em uma situação real. Sendo assim, a simulação baseada em agentes foi utilizada neste estudo com o objetivo de otimizar o tráfego na cidade de Mossoró. Para estas simulações foi utilizado o software MATSim e construído o mapa da cidade, as rotas dos veículos, os horários e as rotinas diárias de cada pessoa. Esta última pode ser obtida através de um simulador de rastreamento por Bluetooth, onde são armazenados os horários e pontos de ônibus entre início e fim da captura do sinal de cada pessoa pelo equipamento do veículo. A partir dos resultados das simulações, propostas de melhorias na rede de transporte do município possibilitarão otimizar os tempos de deslocamento do usuário e com isto incentivar o uso do transporte público por parte da população.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL VOLUNTÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Av. Francisco Mota, 572 – C. Postal 137 – Bairro Pres. Costa e Silva – Mossoró – RN – CEP: 59.625-900-
Tel.: (84)3317-8296/8295 – E.mail: proppg@ufersa.edu.br

1. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO PERÍODO:

Nesta pesquisa, o sistema de transporte público da cidade de Mossoró tem sido estudado através da modelagem e simulação baseada em agentes. A análise e proposição das rotas do transporte, utilizando cenários comparativos por meio da simulação, são realizadas sem a necessidade de intervenções no sistema real.

No estudo sobre o transporte público da cidade de Mossoró, por tratar-se de uma instância de grande porte, utilizou-se o toolkit MATSim (Multi-Agent Transport Simulation), um framework de código aberto que além de sua especificidade para o transporte público, ainda permite tratar instâncias com um grande volume de informação.

A parceria com a única empresa de ônibus da cidade (empresa Cidade do Sol) contribui para aquisição dos dados. Porém, outras fontes também foram importantes para construção do cenário, como os sites OpenStreetMap (OSM), CittaMobi, Moovit e o EPSG.io.

Neste relatório, extensões do toolkit (JOSM MATSim Plugin, GTFS2MATSim e Simunto Via) utilizados para a simulação e a construção dos arquivos de descrição (config.xml, network.xml, facilities.xml, population.xml, transitSchedule.xml e transitVehicles.xml) serão relatados.

O arquivo de descrição population.xml, o qual apresenta o deslocamento de agentes entre origem e destino, terá uma atenção extra neste relatório, pois este tipo de informação não foi obtida nem mesmo junto a empresa de ônibus.

Uma simulação foi construída deixando o mais próximo possível com o modelo atual de transporte público em Mossoró. Para gerar o mapa foi necessário utilizar um aplicativo chamado JOSM com uma extensão do MATSim. Assim foi possível extrair os nós e os links do OpenStreetMap e gerar o arquivo 'network' de forma que o MATSim consiga lê-lo.

A maior parte do trabalho foi feita em cima de 'transitSchedule'. Esse arquivo define as paradas de ônibus (coordenadas X e Y [sistema de coordenadas EPSG:3857], id [foi usado ponto de referência ou rua/avenida para identificar cada parada] e a referência do link [algo equivalente a rua/avenida onde cada parada está localizada]) e as linhas de ônibus (id da linha, paradas [usando o id da parada, definido anteriormente e o tempo de permanência], rota [definida usando os links por onde os ônibus passarão] e horários de partida com a referência do veículo que fará a viagem em determinado horário). As paradas em 'transitSchedule' também foram usadas em 'facilities', mas sem a necessidade de colocar o link de referência.

'transitVehicles' contém as informações dos ônibus. Aqui é definido o tipo do veículo (id [foi usado marca e modelo da encarroçadora junto com marca e modelo do chassi], número de assentos, capacidade de pessoas em pé e comprimento em metros) e o veículo em si (id [foi usada a numeração real do ônibus] e referência do tipo de veículo[id do tipo do veículo]).

O arquivo 'population' possui a rotina de cada pessoa (horário de saída, coordenadas e tipo de evento (casa, trabalho, compras, lazer, escola, etc...)) e modo de deslocamento (carro, moto, a pé, de ônibus, etc...). Esses dados foram criados de forma fictícia utilizando scripts que cria rotinas aleatórias, sendo possível definir número de pessoas e área por onde essas pessoas serão distribuídas (coordenadas mínimas e máximas ['xMinimo', 'xMaximo', 'yMinimo', 'yMaximo']). Esse script também observa áreas vazias no mapa (sem vias de tráfego) e evita que pessoas sejam geradas nesses locais (podem ser áreas alagadas ou de vegetação). Para isso foi necessário usar as coordenadas dos nós do mapa. Então, outro script foi criado para extrair os nós do arquivo 'network', ordená-los de forma crescente (cada coordenada é um número) e escrever essas coordenadas (excluindo id, tags e outras informações que existem no 'xml') em um arquivo 'txt', que é usado no primeiro script. Também foi criado um programa em Java que usa captação de sinal de Bluetooth para identificar embarque e desembarque de pessoas e também um programa em Python de detecção e classificação de pessoas usando câmeras internas dos ônibus que também tenta identificar embarque e desembarque de pessoas.

2. COMPARAÇÃO COM O PLANO ORIGINAL:

Várias tarefas foram concluídas, como a construção do modelo da simulação para Mossoró, levantamento de dados do resultado da simulação e estudos relacionados ao MATSim e transporte. Mas a falta de demanda (matriz origem-destino) nos fez buscar outras alternativas como, usar os vídeos internos dos ônibus disponibilizados pela empresa a fim de identificar e classificar as pessoas.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL VOLUNTÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Av. Francisco Mota, 572 – C. Postal 137 – Bairro Pres. Costa e Silva – Mossoró – RN – CEP: 59.625-900-
Tel.: (84)3317-8296/8295 – E.mail: proppg@ufersa.edu.br

Porém os algoritmos não foram capazes de classificar pessoas quando de costas ou de lado. O ângulo da câmera favoreceu esse problema. A face é capturada na entrada, mas não na saída.

Resolução de dúvidas no MATSim às vezes foram muito demoradas devido a falta de clareza e links incorretos ou inexistentes. Isso dificultou o uso de extensões para o MATSim, uma vez que foi necessário utilizar semáforos para realizar simulações adicionais. Também algumas ferramentas estão ultrapassadas e os desenvolvedores ainda as mantêm no programa, causando erros em alguns pontos da simulação ou em algumas extensões.

Alguns scripts foram criados para acelerar tarefas como, criar a rota que o ônibus faz e definir o tempo de permanência do ônibus em uma parada. O script que cria a rota utiliza um arquivo 'txt' que contém um texto extraído do Simunto Via (software usado para visualizar a simulação de maneira mais intuitiva). Esse software possui um recurso onde é possível traçar uma linha sobre o mapa e ele cria uma rota entre os pontos dessa linha. Do lado direito, ele abre um campo com todos os links e mais alguns dados, que mostra quais os links usados na rota gerada. Ao copiar esses links e colar no arquivo 'txt' ele inclui outras informações desnecessárias para definir a rota da linha de ônibus. O script extrai somente o id do link e coloca a tag padrão que já pode ser usada no arquivo final. O outro que define o tempo de permanência do ônibus em uma parada é feito da seguinte forma. É copiado em um arquivo 'txt', todas as paradas da linha que foram colocadas em 'routeProfile', no arquivo 'transitSchedule'. É necessário informar o tempo total que o ônibus leva da origem ao destino. Esse tempo é dividido pelo número de paradas e incrementado nas paradas seguintes. Por exemplo, se o tempo total para o ônibus se deslocar é 60 minutos e existem 60 paradas, ele vai passar 1 minuto em cada parada. Então, a primeira parada estará no minuto 0, a segunda no minuto 1, terceira no minuto 2 e assim sucessivamente.

Também foram criados tutoriais para explicar, com passo a passo, algumas tarefas mais complexas. Como extrair o network, configurar o computador para lidar com processamento de faces e corpos e como usar a extensão de semáforos. Existe também um tutorial explicando quais os arquivos que o MATSim usa, o que cada um faz, para que serve as tags e como são escritas/formatadas.

3. OUTRAS ATIVIDADES:

Foram utilizadas extensões do MATSim para montar cenários com sinais de trânsito. São usados mais três arquivos. 'signal_systems', 'signal_control' e 'signal_groups'. 'signal_systems' define cada semáforo de um cruzamento. Cada semáforo possui a referência do link e um id. Esses semáforos são agrupados em um sistema de sinal (signalSystem) que também possui id. Esse sistema de sinal possui grupos de sinais (arquivo 'signal_groups') que possuem id e usam a referência dos semáforos. Todos os semáforos de um grupo ficam no mesmo estado (verde, amarelo ou vermelho), ou seja, sincronizados. No arquivo 'signal_control', é feito o controle dos sistemas. Em cada sistema é necessário colocar os grupos, onde será definido o tempo em que ficará verde ou vermelho e o horário que o controle liga e desliga, ou seja, os semáforos são ativados e desativados (desativado significa que os semáforos estão em alerta, piscando no amarelo, por exemplo).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS: (no máximo 30 linhas)

No arquivo 'config' é possível definir quais arquivos serão escritos na saída e quantas vezes o simulador executará os passos em busca de otimizar os planos de cada pessoa. Após a simulação ser executada, por padrão, são escritos gráficos contendo o tempo total de pessoas em cada modo de deslocamento (carro, moto, a pé, de ônibus, etc...) em função da iteração (ph_modestats), quilômetros viajados por modo em função da iteração (pkm_modestats), tempo em segundo de cada etapa da simulação em função da iteração (stopwatch), pontuação geral da simulação (scorestats). Indica o quão eficiente está a simulação. Geralmente é ponderado pelo atraso ou tempo/quantidade de congestionamentos) em função da iteração, proporção de modos em função da iteração (modestats), distância média percorrida a pé por plano em função da iteração (traveldistancestatslegs) e distância média percorrida na viagem por plano em função da iteração (traveldistancestatstrips). Além disso, existem histogramas que mostram o número de pessoas simultâneas que estão em rota, chegando ao destino e deixando a origem em função do tempo



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA INSTITUCIONAL VOLUNTÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Av. Francisco Mota, 572 – C. Postal 137 – Bairro Pres. Costa e Silva – Mossoró – RN – CEP: 59.625-900-
Tel.: (84)3317-8296/8295 – E.mail: proppg@ufersa.edu.br

(horas) e cada histograma é dividido em modo, ou seja, existe um histograma para carro, outro para moto e um para todos. Também existem arquivos 'csv' que podem ser visualizados em planilhas. No arquivo 'legs' há o registro de cada pessoa mostrando o modo de deslocamento, horário de partida, tempo de viagem, link e coordenadas de início e fim, distância percorrida e, caso tenha usado transporte público, tempo de espera, parada de ingresso e egresso, linha de ônibus usada e a empresa de ônibus. O arquivo 'persons' mostra a pontuação de cada pessoa, bem como as coordenadas do primeiro ponto de origem e o tipo de atividade (casa, trabalho, etc...). 'trips' mostra tudo que tem em 'legs' adicionando distância euclidiana, modo que contribuiu para a maior distância percorrida pela pessoa e tipo de atividade de início e fim e removendo linha de ônibus usada e empresa de ônibus. Alguns arquivos 'xml' que estão na saída, nada mais são que os arquivos de entrada com ausência de comentários, algumas tags que podem ser omitidas na entrada aparecem na saída e paradas de ônibus ficam em ordem alfabética. O arquivo 'config reduced' omite valores padrões. 'plans' é o arquivo 'population' com vários parâmetros adicionais. 'events' mostra cada evento que ocorre no cenário em função do tempo. Esse arquivo é usado no Simunto Via para visualizar a simulação de forma interativa. Outros arquivos como 'logfile' mostram cada passo que a simulação seguiu (compilação e execução) e 'logfileWarningsErrors' mostra somente os erros na simulação. Alguns arquivos 'txt' mostram os mesmos dados disponíveis nos gráficos, tanto que alguns possuem o mesmo nome. O 'legdurations' mostra o tempo médio de viagem de todos os agentes da simulação. Essa é uma informação muito importante ao longo das iterações pois mostra se a otimização está diminuindo esse tempo.

4. DATA E ASSINATURAS:

____/____/____

Assinatura do Bolsista

Assinatura do Orientador

5. PARECER DO COMITÊ DO PROGRAMA PIBIC / UFERSA / CNPq – PICI / UFERSA
