

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PESQUISA

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA – PIBIC

**Implementação De Algoritmos Probabilísticos Para
Planejamento De Rotas Em Cidades Inteligentes**

**PIB10779-2021 – Planejamento De Rotas Para Veículos
Em Cidades Inteligentes Cobertas Com 5G**

Relatório Final

Período da bolsa: de Setembro de 2021 a Agosto de 2022

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/COPES

RESUMO

O agravamento dos problemas relacionados ao trânsito é um dos grandes fatores que afetam o modo de vida populacional, vários lugares experimentam situações como congestionamento que por si só já acarreta diversos outros problemas como ineficiência em setores como segurança e saúde. As SITS (Sistemas Inteligentes de transportes (SIT) surgem como forma de prover serviços mais eficazes e inteligentes. O compartilhamento de informações entre os veículos é uma parte importante na execução, para isso é necessário a utilização de redes veiculares conhecidas como VANETS (Redes ad-hoc veiculares), levando em conta o planejamento de outros veículos, sendo assim, objetivando todo processo. Nesse projeto foi abordado alguns algoritmos que utilizam planejamento de rotas para realizar suas operações, dentre eles, o ACO, Dijkstra e o A*. Os algoritmos A* e Dijkstra foram testados e comparados através de simulações em softwares específicos como SUMO, Omnet++ e Veins utilizando-se de alguns critérios como tempo de execução e tempo de viagem. Os resultados obtidos através dos algoritmos A* e Dijkstra foram bem similares apesar das diferenças na forma de execução

Palavras-chave: Redes, Algoritmo, Planejamento de rotas, Cidades inteligentes

SUMÁRIO

1. Introdução
2. Objetivos
3. Metodologia
4. Resultados e discussões
5. Conclusões
6. Perspectivas de futuros trabalhos
7. Referências bibliográficas
8. Outras atividades
9. **JUSTIFICATIVA DE ALTERAÇÃO NO PLANO DE TRABALHO** Não houve alteração!
 - Se houver, apresentar justificativa para as alterações que foram necessárias com base no que foi descrito no plano de trabalho aprovado
 - Caso o plano de trabalho não tenha sido contemplado em sua totalidade em virtude das medidas de controle da pandemia do COVID-19, deverá ser apresentado junto ao relatório final a justificativa dos objetivos não alcançados ou as adequações que foram necessárias ao plano para sua finalização, para então a apreciação dos avaliadores

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, é fato afirmar que o futuro será moldado através das cidades inteligentes, as quais poderão solucionar diversos problemas que existem no nosso ambiente atual, como, por exemplo, o congestionamento de trânsito que afeta as cidades de todo o mundo, principalmente as grandes metrópoles. O mal gerenciamento e mal controle do tráfego que existe no ambiente atual geram prejuízos em todos os cenários, sejam eles sociais ou econômicos, há uma necessidade de uma forma de moldar o fluxo desses automóveis com o objetivo de obter o melhor desempenho possível.

A partir dessa perspectiva surge o conceito de VANETs (Redes AD HOC veiculares ou redes móveis adaptadas para veículos) aplicados para construção de Sistemas Inteligentes de transportes (SIT), essas redes fazem a integração e comunicação entre todos os veículos, sensores e dispositivos de redes a fim de compartilhar informações sobre estado de trânsito, gerenciar as intenções de rotas, dentre outros. As VANETS possuem dois tipos de comunicação: V2V (Comunicação entre veículos) e V2I (Comunicação entre veículos e infraestruturas localizadas em uma das vias), ou seja, a troca de informações acontecem entre os veículos diretamente ou através de alguma infraestrutura de rede). Elas são um subgrupo em um grupo de redes com topologia altamente volátil e arbitrária conhecidas como MANETS (Redes mobile AD HOC) mas existem algumas exclusividades nas VANETS em relação às MANETS, como por exemplo, melhor previsão do posicionamento de nós da rede, maior disponibilidade no uso de recursos de energia e latência extremamente reduzida.

Uma das estratégias de roteamento é utilizar-se de algoritmos como, por exemplo, o algoritmo de otimização de colônias de formigas (ACO), baseado no comportamento de formigas, o qual é utilizado para melhor planejamento de rotas, fazendo uso de informações disponíveis nas redes veiculares, como posicionamento e velocidade de veículos, a fim de projetar um algoritmo que consiga ter um bom desempenho em redes desse tipo. Outros algoritmos são utilizados para o mesmo propósito, dentre eles, o algoritmo A* e o algoritmo Dijkstra

2. OBJETIVOS

Esse projeto de pesquisa tem como objetivo compreender às noções de algoritmos probabilísticos, ~~especificamente o~~ algoritmo de otimização de formigas (ACO), para a implementação de soluções aplicadas às redes veiculares, com foco na avaliação do desempenho do algoritmo já criado, e analisar possibilidades de melhorias. O projeto também teve atenção em criar rotas de simulação utilizando alguns simuladores de redes veiculares como o SUMO e o OMNET++ a fim de avaliar de forma mais detalhada o algoritmo, sendo assim, foram realizadas simulações nos ~~dois algoritmos principais (A* e DIJKSTRA)~~ para análise e comparação dos dados obtidos.

3. METODOLOGIA

Inicialmente foi proposta a utilização de ferramentas de simulação a fim de tentar solucionar a inviabilidade da aplicação desses algoritmos em cenários reais. As ferramentas utilizadas foram SUMO, OMNET++ e VEINS.

O SUMO (Simulation of Urban Mobility) é um simulador de tráfego e mobilidade desenvolvido para grandes quantidades de veículos e redes viárias e através de seu modelo de interface de comunicação (TraCI) foi possível interagir com a simulação em tempo real de execução. Além do Sumo, foi utilizado o OMNET++ que é um simulador de eventos modulares discretos que através do framework Veins foi integrado ao SUMO. Esse tipo de integração é de forma bidirecional, ou seja, o Veins se liga ao SUMO através de sua interface de comunicação e controle de tráfego (TraCI) e faz com que cada evento gerado no SUMO gerar um evento também no OMNET++, ou cada evento gerado no OMNET++ gerar um evento no SUMO.

Como forma de prática foi baixado o mapa do bairro Rosa Elze – São Cristovão no OpenStreetMap, utilizando o simulador SUMO e criar algumas simulações simples entre algumas rotas definidas manualmente. Após fixação dos principais simuladores utilizados, foi abordado o conceito de algoritmos de otimização por colônias de formigas com a ideia inicial de ser implementado no algoritmo já criado a fim de melhorar seu desempenho, contudo, devido às orientações serem feitas à distância e fora de um ambiente ideal, não foi possível

concluir essa etapa.

No algoritmo de otimização de colônias de formigas utiliza-se de grafos para traçar soluções que determinam a melhor rota, as “formigas” se baseiam em dois parâmetros principais: Rota do feromônio e a heurística aplicada, através desses parâmetros é possível determinar a probabilidade de uma rota específica ser escolhida. Essa meta-heurística é muito eficiente na solução de problemas de otimização complexos como é o caso de problemas computacionais envolvendo grafos.

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in N_i^k} [\tau_{il}(t)]^\alpha [\eta_{il}]^\beta}, & \text{se } j \in N_i^k \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Esse modelo é o responsável por determinar qual a chance de uma formiga k escolher um caminho j

- τ_{ij} é a quantidade de feromônio deixado no arco ij na iteração t
- α e β determinam, respectivamente, a influência do feromônio e da informação heurística (especificidade do problema a ser resolvido)
- N^k é a lista de vértices ainda não visitados

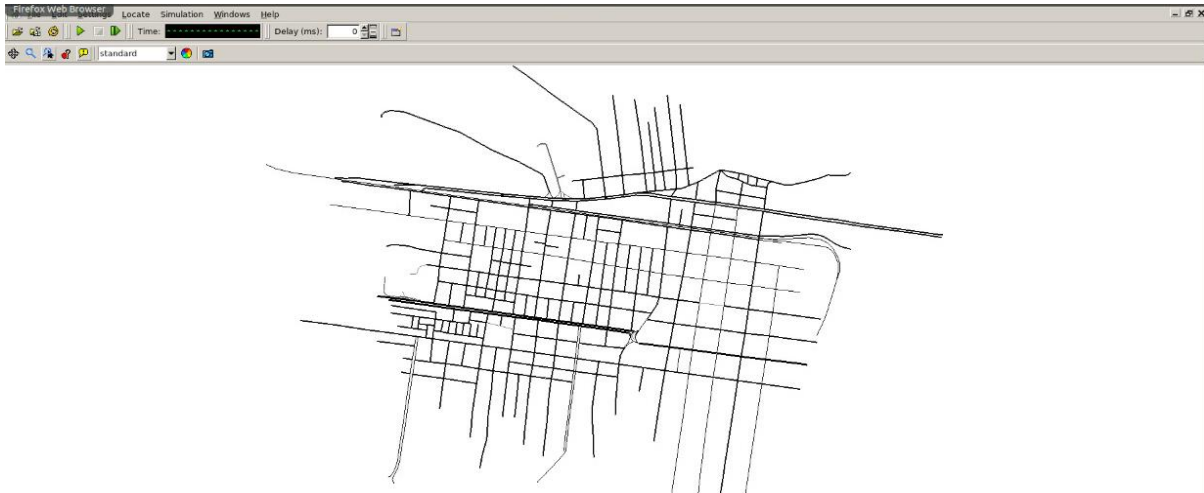
η_{ij} é um fator heurístico que determina a preferência ou atratividade entre as opções de cidades disponíveis (visibilidade), geralmente inversamente proporcional à distância percorrida entre i e j

Os dois algoritmos principais foram aplicados no mesmo ambiente e seus resultados foram comparados, sendo eles, o Dijkstra e o A^* , aplicados no centro de Aracaju - Sergipe

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisados os algoritmos A* e DIJKSTRA. O algoritmo ACO foi ...

~~O algoritmo parcialmente criado foi elaborado e melhorado juntamente com a equipe, contudo, não houve uma implementação com porcento eficiente em relação aos algoritmos ACO aplicados diretamente.~~



O Mapa gerado a partir do centro de Aracaju para ser simulado pelos dois algoritmos
(Simulação no SUMO do centro de Aracaju)

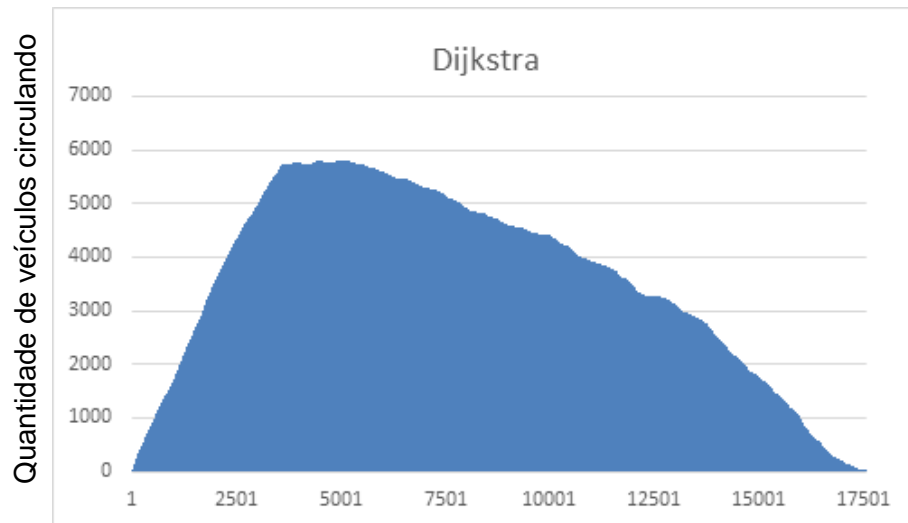
Pontua os números e coloca as unidades

Na análise dos algoritmos A* e DIJKSTRA, ...

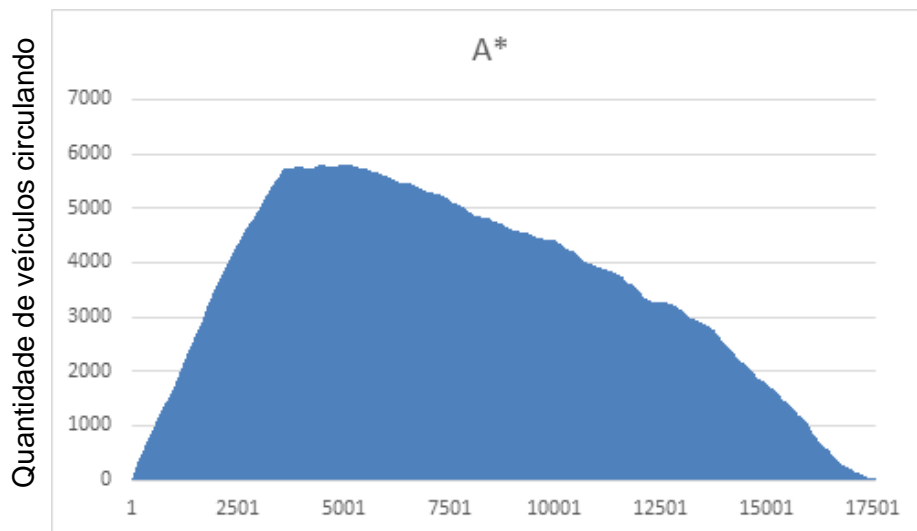
~~Os~~ Os dois algoritmos tiveram desempenhos similares. Para 8378 veículos inseridos, o algoritmo A* conseguiu ter um tempo de execução de 862482ms, com um tempo médio de viagem de 7470, enquanto o algoritmo Dijkstra executou em 850729ms com um tempo médio de viagem de também 7470.

Em relação ao tempo perdido não houve também diferença de performance, os dois apresentaram 6918.5 e também tempo de espera de também 6406.

O algoritmo A* conseguiu explorar 569.58 possibilidades de caminhos/rotas, enquanto o Dijkstra obteve 575.24.

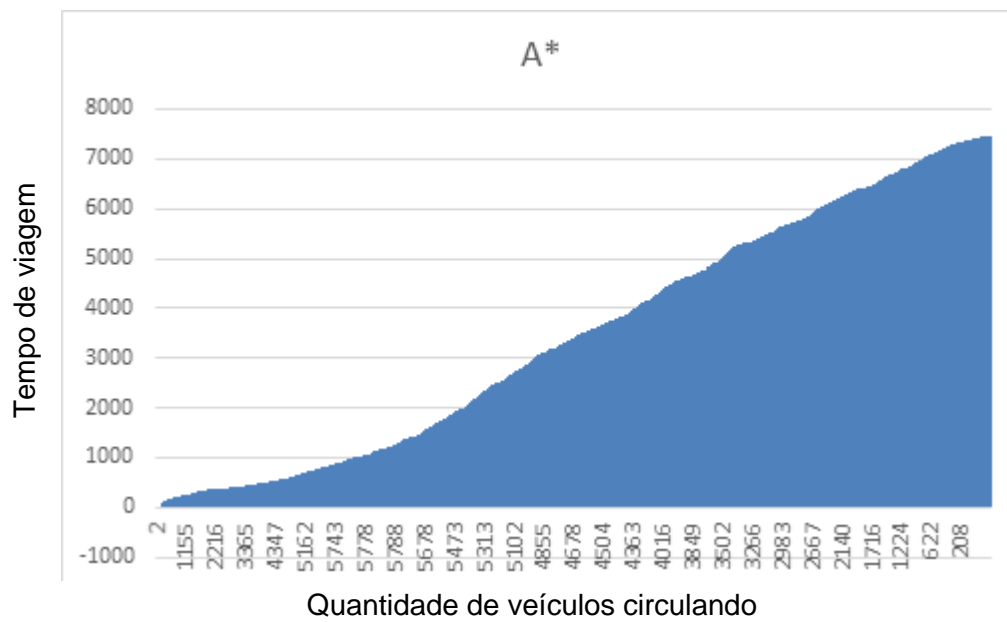
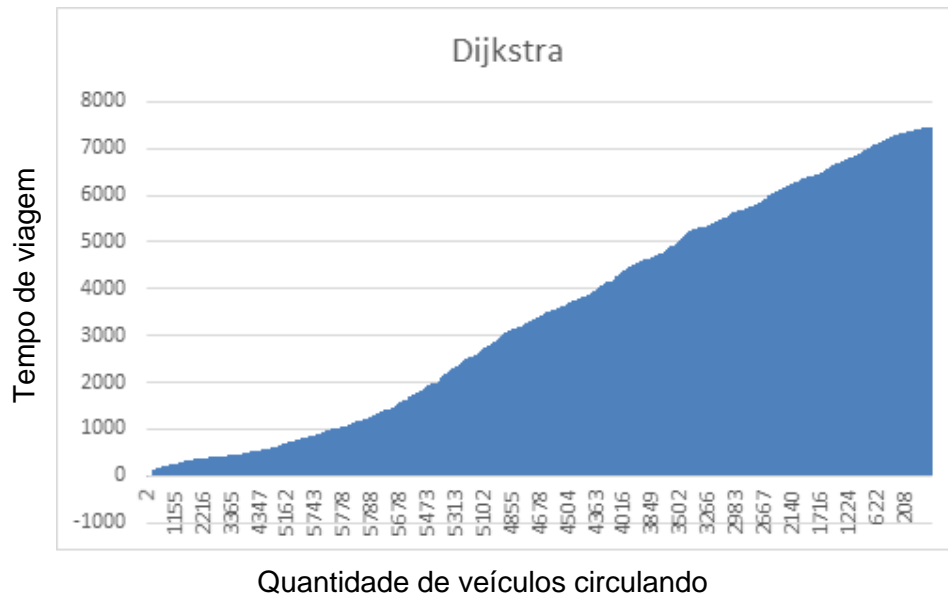


Quantidade de passos feitos



Quantidade de passos feitos

De acordo com o gráfico esboçado, há uma crescente inserção de veículos à medida que os passos de tempo no intervalo de 1 segundo são despojados, seu pico teve aproximadamente 5800 veículos circulando ao mesmo tempo com um tempo de espera médio de 6407 e 17501 passos nos dois algoritmos.



5. CONCLUSÃO

Apesar das dificuldades da orientação a distância, sem o melhor aproveitamento dos recursos como laboratórios, houve um desempenho considerável e um bom aproveitamento. O projeto teve enfoque na validação dos algoritmos criados e comparar resultados descritos e na elaboração de simulações utilizando softwares específicos. Como pode-se notar, apesar dos dois algoritmos funcionarem de maneiras diferentes, os resultados finais e desempenhos são extremamente similares. A implementação do algoritmo ACO continua sendo desenvolvida em parceria com um aluno de mestrado.

6. PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão de trabalhos futuros é interessante destacar o uso e melhor implementação dos algoritmos ACO, e também o uso de computação de alto desempenho ou HPC para melhor escalabilidade do sistema.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] .M. J. Haidari and Z. Yetgin, "Veins based studies for vehicular ad hoc networks," *2019 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, 2019, pp. 1-7, doi: 10.1109/IDAP.2019.8875954.
- [2]. Dorigo, M., & Stutzle, T. (2019). *Ant colony optimization*. Bradford Books. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1290.001.0001>
- [3]. Luke, S. (2013). *Essentials of metaheuristics (second edition)*. Lulu.com
- [4]. Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269–271.

8. OUTRAS ATIVIDADES

- Participação no 8 EIX (Encontro de iniciação à extensão)
- Participação em 4 minicursos “Como elaborar um projeto de pesquisa”, “Tudo o que você precisa saber sobre plágio acadêmico”, “Aspectos éticos da pesquisa com seres humanos: A submissão do projeto de pesquisa ao cep” e “O que é ciência?” feito pela UFS

- Realização do curso de Registro de Software feito na plataforma do governo
- Palestra Oficina de Pitch feita no Google Meet feito pela UFS
- Minicurso sobre algoritmo de colônias de formigas ministrado pelo Instituto Federal de Pernambuco
- Curso Combinatorial Problems and Ant Colony Optimization Algorithm ministrado na UdeMY