

Definição de pontos de recarga de veículos elétricos baseados em rotinas de motoristas

Gabriel Luciano Gomes¹, Felipe Domingos da Cunha

¹Instituto de Informática – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUCMG)
CEP 30140-100 - Belo Horizonte - MG – Brazil

glgomes@sga.pucminas.br, felipe@pucminas.br

1. Introdução

Com o crescente aumento da emissão de gases do efeito estufa, a busca por recursos que reduzem a poluição ou emissão de gases ofensivos é cada vez mais frequente, uma vez que as fontes de energia fóssil já não se fazem mais importante devido ao seu próximo fim. Concomitantemente a isso, carros representam diariamente 72,6% desta irradiação, segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) em uma análise no estado de São Paulo. Com isso, surgem os Veículos Elétricos (VEs), que se fazem presentes para solucionar não só este problema, mas também trazer maior comodidade ao condutor.

Após a aparecimento dos VEs em 2010, um intenso estudo foi desenvolvido a fim de otimizar o uso e eficiência deste meio de transporte. Apesar do preço elevado dos VEs em sua retomada, cerca de *R\$175 mil*, levantamentos apontam que esse valor está em decaimento e deverá chegar a pouco menos de *R\$ 30 mil* ao final de 2022.

Os VEs possuem inúmeras vantagens de uso, sendo a principal delas o desempenho de consumo e facilidade de "reabastecimento", junto a zero, ou quase zero, emissão de gases poluentes. Em média um carro elétrico gasta 8 h para uma carga completa em um ponto de recarga de 7 kW, chegando até 12 h de acordo com o tamanho da bateria e velocidade do posto de carga. Ademais, uma recarga para uma viagem de 160 km pode ser realizada em pouco mais de 30 min. Em uma pesquisa da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Energia), foi levantado que o custo por quilômetro em veículos elétricos é de *R\$ 0.11*, 281 % a menos que veículos à combustão (*R\$ 0.31*), o que favorece ainda mais a troca por esse meio de transporte.

Segundo Statista, portal de estatística para dados de mercado, existem nos Estados Unidos 47.117 pontos de recarga de veículos elétricos, viabilizando ainda mais a implementação do transporte. Entretanto, o Brasil ainda não possui estrutura suficiente para recebimento amplo da tecnologia, os VEs existentes estão concentrados na região sudeste, e os pontos para recarga são limitados, pouco mais de 119 em todo território nacional. O que impossibilita viagens de longas distâncias pelos condutores.

Para a melhor aplicação da tecnologia no Brasil, pontos de recarga devem ser implantados em regiões onde atenderão o máximo de condutores possível. Este trabalho tem o objetivo de fazer uma análise baseada em uma base de dados de rotinas de motoristas para encontrar regiões de interesse, que são os locais onde os condutores mais frequentam, e definir a melhor localização de abastecimento para os VEs. Por fim, utilizar a abordagem de pesquisa operacional para definir o melhor ponto de recarga considerando estas posições encontradas.

2. Trabalhos Relacionados

A região de interesse de usuários é um assunto que é de proveito de várias regiões de pesquisa. É por meio dela que inúmeras aplicações podem ser instauradas a fim de atender o máximo possível de pessoas. Diante disso, técnicas distintas são exploradas para identificação dos pontos que são relevantes a vários indivíduos, sendo uma delas a análise de rotina de usuários.

Em [8] os autores exploram a utilização de redes Wi-Fi para dar suporte ao consumo crescente das redes móveis. Entretanto, para a aplicação desta ideia, é necessário a definição de locais estratégicos para a localização de pontos de acesso e instalação de antenas da conectividade. Para isto, é analisado a rotina de usuários para definir regiões de concentração de pessoas. Estas áreas encontradas serão as candidatas e então processadas para indicar as melhores localizações de instalação das antenas.

Pessoas são rotineiramente seres semi-rationais. Elas possuem círculos regulares de ações guiados por suas decisões, mas situações não esperadas podem interferir em sua trajetória [5]. Por exemplo, em casos de tráfego intenso, elas tendem a procurar outras alternativas, sendo o mais comum as *desired-lines* (caminhos desejados). Estas são os caminhos mais optados pelos indivíduos, por apresentarem a melhor condição de viagem e/ou menor distância [12].

As rotinas são criadas a partir de itinerários realizados pelos indivíduos que, por muita vezes, são escolhidas por apresentar o menor caminho ou melhor via para condução do veículo, também conhecido como "caminho desejado". [8] criam um grafo onde as arestas são as trajetórias das pessoas analisadas e os vértices os pontos de interesse. Neste, exploram as métricas de *closeness* e *repetitiveness* com objetivo de encontrar conjunto de vértices que maximizam as métricas com um número limitado de *hotspots*. As ideias apresentadas pelos autores contribuem para a definição de regiões de interesse. Estas localizações irão definir os locais candidatos para o estabelecimento de um ponto de recarga para os VEs.

Por outro lado, um dos principais fatores que levam a compra de um veículo é o consumo por ele realizado. Este, por sua vez, é diretamente proporcional a distância percorrida por um veículo elétrico (VE). Em [4] é explorado a performance de um VE baseado em perfis de usuários a fim de avaliar o consumo pela distância.

Nos dias recentes, os veículos elétricos híbridos tem chamado muita atenção devido a potencial economia de combustível e substituição de petróleo. Ademais, a redução de gases poluentes é iminente. É baseado nesses motivos que [4] estudam a simulação e performance de VE. Para isto, é utilizado perfis de viagem de usuários, uma vez que o modo de condução tem uma potencial influencia no consumo, aproximando a um escopo real e evidenciando os benefícios de substituição para este tipo de veículo.

Para a realização da simulação, uma base de dados do estado do Texas, Estados Unidos, mais especificamente nas cidades de Austin e San Antonio é utilizada, junto aos serviços de GPS (*Global Positioning System*). Além disso, foi observado que o VE híbrido é recarregado ao menos uma vez por dia, tendo em vista que, o melhor cenário para a realização da recarga é aquele em que o VE ficará parado por mais de dois minutos [4], o que caracteriza o ambiente de um estacionamento. Por outro lado, nem todo estacionamento terá estrutura para recarga dos VEs e existem condutores que farão muitas outras

viagens durante o dia. Nestas situações, a oportunidade de recarga será melhor abordada, explorando a autonomia do veículo. É abordado também que, em um dia comum, usuários realizaram viagens entre 10 e 40 milhas, o que explicita os perfis investigados. Por fim, os autores concluem que, devido a autonomia dos VEs, eles são grandes potenciais para a redução de gases emissões nos EUA. Concomitantemente, com o decorrer dos anos e a ampliação das baterias dos veículos, viagens mais longas aliadas a menor demanda de recarga são outros fatores chaves para atingir esse objetivo.

Alguns outros trabalhos relacionados provêm soluções de melhor consumo pelos VE, mas não relacionados a pontos de interesse. Por exemplo, o trabalho apresentado em [9], que explora os VE como motivação para criação de redes elétricas inteligentes, estratégias de gerenciamento de energia em um veículo elétrico em [1] e a comparação de consumo de combustível e emissão para veículos elétricos híbridos em [10]. Potencialmente, em [6] os autores abordam o controle inteligente de transportes coletivos, que podem fornecer o mapeamento de rotas com maior tráfego e consequentemente regiões de interesse.

3. Metodologia

3.1. Base de Dados

A ser definida.

3.2. Técnicas para abordagem

Regiões de interesse são caracterizadas por um grande volume de pessoas acessando um mesmo local. Neste trabalho, cada região será modelada como um vértice de um grafo e as arestas os caminhos que o levam até ela. Para a identificação destas localizações, será utilizado um método de clusterização, que identificará regiões com a maior porção de indivíduos.

Tendo isso em mente, a região de interesse será responsável por definir em qual local será instaurada o posto de recarga dos VEs. Por outro lado, o consumo e a capacidade de carga do veículo influenciará em qual destes pontos o abastecimento será efetuado. Sendo assim, uma análise do perfil do usuário deverá ser investigada, por meio de uma regressão linear, a fim de indicar qual a melhor região de recarga.

O melhor local para instalação dos pontos de abastecimento será aquele que dê acesso a maior quantidade de pessoas. Com isso, a abordagem de pesquisa operacional irá auxiliar na identificação, dentre as regiões de interesse encontradas, a melhor para a instauração dos postos. Esta, por sua vez, irá ter o objetivo de maximizar a quantidade de usuários atendidos.

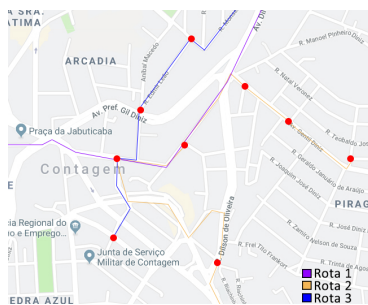


Figura 1. Rotas de usuários distintos

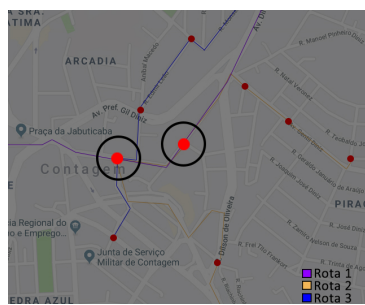


Figura 2. Regiões de interesse

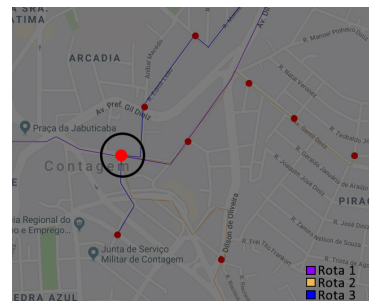


Figura 3. Melhor local para posto

Referências

- [1] T. Bauml and D. Simic. Simulation and comparison of different energy management strategies of a series hybrid electric vehicle. In *2008 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, pages 1–5, Sep. 2008.
- [2] B. Brown. The social life of autonomous cars. *Computer*, 50(2):92–96, Feb 2017.
- [3] M. Dikmen and C. Burns. Trust in autonomous vehicles: The case of tesla autopilot and summon. In *2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, pages 1093–1098, Oct 2017.
- [4] M. Earleywine, J. Gonder, T. Markel, and M. Thornton. Simulated fuel economy and performance of advanced hybrid electric and plug-in hybrid electric vehicles using in-use travel profiles. In *2010 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, pages 1–6, Sep. 2010.
- [5] D. S. Hamermesh. Routine. Working Paper 9440, National Bureau of Economic Research, January 2003.
- [6] J. Hu and G. Li. Design of city-bus intelligent control system framework. In *2006 International Conference on Mechatronics and Automation*, pages 2307–2311, June 2006.
- [7] M. Longo, D. Zaninelli, F. Viola, P. Romano, and R. Miceli. Electric vehicles impact using renewable energy. In *2015 Tenth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)*, pages 1–7, March 2015.
- [8] E. M. R. Oliveira and A. C. Viana. From routine to network deployment for data offloading in metropolitan areas. In *2014 Eleventh Annual IEEE International Conference on Sensing, Communication, and Networking (SECON)*, pages 126–134, June 2014.
- [9] A. L. Pereira, J. F. Fardin, and L. F. Encarnação. Electric vehicles as motivators for smart grids. In *2018 Simposio Brasileiro de Sistemas Eletricos (SBSE)*, pages 1–6, May 2018.
- [10] S. A. Rahman and and. A comparison on fuel economy and emissions for conventional hybrid electric vehicles and the uts plug-in hybrid electric vehicle. In *2010 The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE)*, volume 5, pages 20–25, Feb 2010.

- [11] J. Sears, D. Roberts, and K. Glitman. A comparison of electric vehicle level 1 and level 2 charging efficiency. In *2014 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech)*, pages 255–258, July 2014.
- [12] J. A. Throgmorton and B. Eckstein. *Desire lines: The Chicago area transportation study and the paradox of self in post-war America.*, 2000 (accessed May 15, 2019).