

ESTUDO SOBRE A VIABILIDADE TÉCNICA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

LEONARDO JONAS PIOTROWSKI¹; NELSON KNAK NETO²

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Campus Santo Ângelo – Brasil – leonardoljp@gmail.com

²Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Campus Santo Ângelo – Brasil – nelsonknak@san.uri.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca por meios de transporte mais eficientes é cada vez maior, principalmente, no que diz respeito ao consumo inteligente de energia e à preservação do meio ambiente. Segundo a CETESB (2015) (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) os automóveis junto aos comerciais leves, movidos por motores à combustão, contribuem com cerca de 45% das emissões de gases que causam o efeito estufa (dióxido de carbono, metano e óxido nitroso). Além de ocasionar inúmeras doenças respiratórias na população, desde inflamações até enfisema pulmonar. Nesse sentido, a implementação de Veículos Elétricos (VEs) surge como possível solução para os problemas mencionados. Especialmente, por se tratar de um meio de transporte que não emite gases poluentes, sendo considerado, portanto, um meio de locomoção limpo.

VEs consistem em mecanismos de locomoção que utilizam motores elétricos para propulsão, sendo classificados, portanto, como uma tecnologia “verde”. Por conseguinte, seu desenvolvimento e implementação consiste em uma tecnologia direcionada à consciência de preservação do meio ambiente e que pode vir a suprir a eminente crise do petróleo. A eficiência dos VEs chega a cerca de 90%, sendo muito maior em comparação à eficiência dos automóveis a gasolina, a qual chega a cerca de 30% (ROCHA, 2013). Assim, frente ao cenário energético, o estudo da implementação de VEs mostra-se uma alternativa de suma relevância.

Todavia, o sucesso da disseminação de VEs demanda de um criterioso planejamento do cenário de implementação dos VEs no sistema de distribuição de energia elétrica (SD). Fazendo-se necessária uma infraestrutura adequada para comportar os VEs de maneira condizente e satisfatória. Segundo PIMENTEL (2011), é provável que as atuais redes de transmissão e distribuição de energia elétrica não estejam preparadas para demandar a carga de milhares ou milhões de VEs, principalmente, em horários de pico. Nesse sentido, há uma séria necessidade de se analisar e prever o comportamento do sistema de distribuição em diferentes horários de carregamento dos VEs, principalmente, para se verificar os possíveis investimentos que serão necessários na infraestrutura tanto de geração quanto de distribuição de energia elétrica.

Sendo assim, no presente trabalho, apresenta-se um estudo sobre os impactos e a viabilidade técnica da implementação de VEs em um SD. Já que, sem um planejamento prévio seguido de projeções assertivas, o cenário de implementação dos VEs poderá demandar altos investimentos, principalmente, relacionados a um possível colapso do SD (HASHEMI-DEZAKI, 2015). Dessa forma, objetiva-se simular diferentes tipos de projeções de crescimento de VEs e seus diferentes tipos de carregamento e, espera-se contribuir com as informações sobre os impactos que ocorrerão, podendo assim realizar-se um correto planejamento futuro.

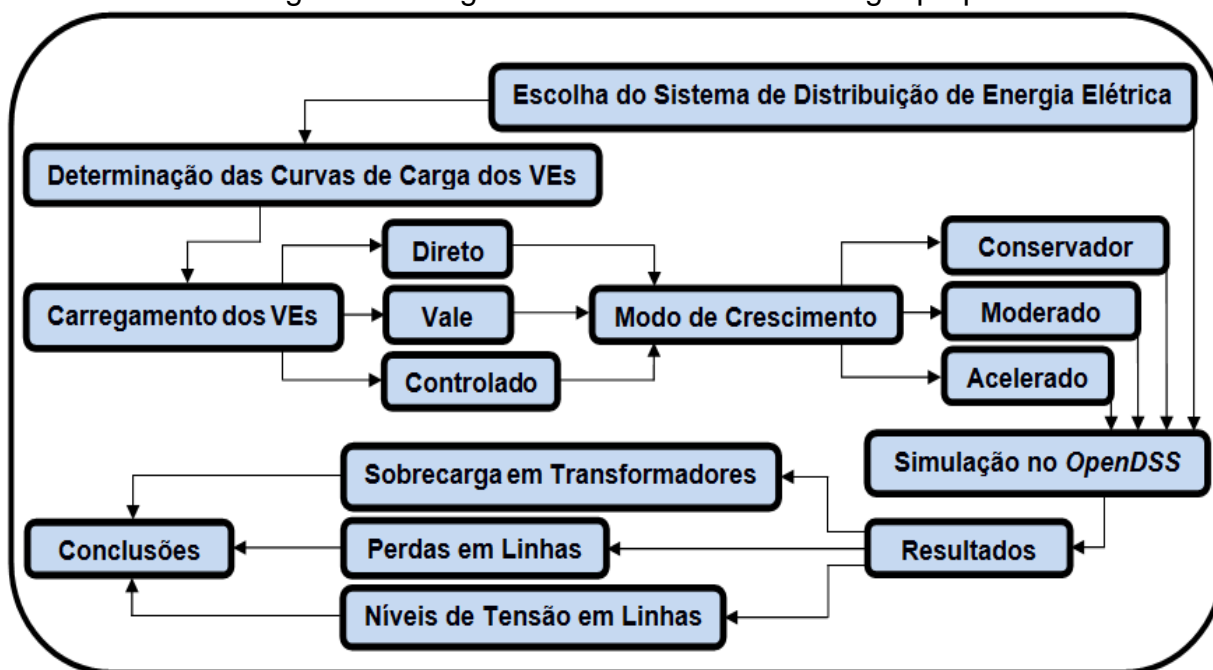
2. METODOLOGIA

O SD é uma parte importante dos sistemas de potência, assim, no presente trabalho, considerou-se o fornecimento de energia elétrica como residencial e em Baixa Tensão – BT para o suprimento de energia dos VEs (BREMERMANN, 2014). Considerou-se três diferentes cenários de carregamento, em relação ao crescimento dos VEs, levando-se em consideração, um horizonte de dez anos a partir do ano de 2020. Para a obtenção de resultados precisos, utilizou-se o programa *OPENDSS* (*Open Distribution System Simulator*) para simular o fluxo de potência e possibilitar a análise do *status* e dos impactos causados no SD com a inserção dos VEs em função do tempo.

Preliminarmente, determinou-se em qual circuito de distribuição seriam inseridas as cargas dos VEs, para que fosse possível verificar as mudanças de suas características, antes e depois, da inserção dessas cargas. Posteriormente, determinou-se as curvas típicas das cargas dos VEs, de acordo com o tipo de carregamento: Direto, Vale ou Controlado (KNAK NETO, 2017). Para cada carregamento, analisou-se três modos de crescimento dos VEs ao longo do tempo: Conservador, Moderado e Acelerado. Por fim, para a análise de resultados, foram verificados os níveis de tensão, as sobrecargas de transformadores e as perdas nas linhas do SD.

Os procedimentos metodológicos supramencionados são esquematizados na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de bloco da metodologia proposta



Fonte: Do autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, realizou-se as implementações computacionais seguidas das simulações com o OPENDSS para o circuito ckt5 fornecido pela EPRI (*Electric Power Research Institute*). Tal circuito possui os níveis de tensão semelhantes aos circuitos de distribuição de baixa tensão do Brasil. Também possui a característica de estar desbalanceado, possibilitando assim a inserção de cargas desequilibradas, bem como, a análise do desequilíbrio de tensão gerado. O sistema de distribuição possui 1379 clientes monofásicos ligados, sendo que a maioria é residencial. A tensão de transmissão em média tensão é de 12,47kV e a tensão fase-neutro é de 240V para o uso do consumidor residencial.

Os resultados mostram que os principais impactos, que afetam negativamente o SD, são os afundamentos de tensão, a sobrecarga em linhas e transformadores, e, as perdas nas linhas. Pôde-se constatar também, que esses impactos agravam-se, em todos os cenários simulados, gradativamente em função do tempo. Obteve-se vários pontos com afundamento de tensão, os quais chegaram a valores prejudiciais para o SD. Dentre os cenários simulados, o Carregamento Controlado foi o que teve o menor impacto no SD, possibilitando maior postergação em investimentos para reforço/ampliação do SD.

Através dos modos de crescimento dos VEs pôde-se constatar que nos anos de 2020 e 2025, os Carregamentos Direto e Vale tiveram resultados próximos, devido a baixa quantidade de VEs simuladas nesses períodos. Já para 2030, o Carregamento Vale mostrou-se como o pior tipo de carregamento, ultrapassando o limite de todos os parâmetros analisados, em decorrência da maior quantidade de VEs inseridos no SD e também ao horário que ocorrem os carregamentos. Em 2020, pelo fato do pequeno crescimento de VEs, não houve impactos expressivos para o SD.

O Carregamento Controlado apresentou os melhores valores para o fluxo de potência no SD, segundo as simulações, durante os dez anos simulados. Tendo em vista que, para esse tipo de carregamento, as recargas de VEs ocorrem de forma controlada e organizada de acordo com a bandeira tarifária e de acordo com os interesses dos usuários. Portanto, o Carregamento Controlado foi o melhor tipo de carregamento, para este trabalho.

4. CONCLUSÕES

Realizou-se, no presente trabalho, um estudo sobre os impactos e a viabilidade técnica para a implementação de veículos elétricos, fazendo uso de simulação computacional. Determinou-se as curvas típicas de carga dos VEs, de acordo com três tipos de carregamentos e segundo três diferentes modos de crescimento para cada tipo. Analisou-se os níveis de tensão, as sobrecargas de transformadores e as perdas nas linhas do SD. Através dos resultados obtidos, viabiliza-se a predição de reforços ao SD e a preparação de políticas para indicar o tipo de carregamento mais apropriado a ser utilizado pelos usuários de VEs.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREMERMANN, L. E. **Impact Evaluation of the Large Scale Integration of Electric Vehicles in the Security of Supply**. [s.l.] Universidade do Porto, 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Emissões Veiculares no Estado de São Paulo 2015**. Disponível em: http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2015-v4_.pdf Acesso em: 16 set. 2017.

KNACK NETO, N. **Metodologias para modelagem de cargas de baixa tensão considerando a integração de resposta à demanda, geração distribuída e veículos elétricos**. 2017. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, UFSM, Santa Maria.

HASHEMI-DEZAKI, Hamed; et al. **Risk management of smart grids based on managed charging of PHEVs and vehicle-to-grid strategy using Monte Carlo simulation**. Energy Convers Manag 2015; 100:262-76.

OPENDSS, **Open Distribution System Simulator**. ProgramSourceforge .Net, 2017. Disponível em:<<https://sourceforge.net/projects/electricdss/files/>> Acesso em: 06 out. 2017.

PIMENTEL, Fernando. **O fim da era do petróleo e a mudança do paradigma energético mundial: perspectivas e desafios para a atuação diplomática brasileira**. Fundação Alexandre de Gusmão, 2011. Disponível em: <http://funag.gov.br/loja/download/838-Fim_da_Era_do_Petroleo_e_a_Mudanca_do_Paradigma_Energetico_Mundial_O.pdf> Acesso em: 14 set. 2017.

ROCHA, Luiz H. **Carro Elétrico – Desafios para sua inserção no mercado Brasileiro de Automóveis**. 2013. 76 f. Dissertação – Programa de Especialização em Gestão e Tecnologias Ambientais, Universidade de São Paulo – Escola Politécnica, 2013.