

GEORREFERENCIAMENTO DAS ESTRUTURAS DA REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO 13,8KV DO CAMPUS JOAQUIM AMAZONAS DA UFPE

José Everton Santos Nascimento¹, Evelin Sousa Lins², João Rodrigues Tavares Júnior³,
Ana Lúcia Bezerra Candeias⁴, Manoel Afonso de Carvalho Júnior⁵

¹Engº Eletricista, everton04121986@gmail.com

²Engº Eletricista, evelinln@hotmail.com

³ Matemático, Professor do Depto. DECart, UFPE, Recife-PE,
rodriguesjoao380@gmail.com

⁴Engª Eletrônica, Professora do Depto. DECart, UFPE, Recife-PE,
alcandeias@yahoo.com.br

⁵Engº Eletricista, Professor do Depto. DEE e Coordenador do grupo de pesquisa LDSP, UFPE, Recife-PE,
manoelafonso.carvalhojr@gmail.com

RESUMO: O georreferenciamento de uma rede elétrica fornece um melhor atendimento, análise de demanda, manutenção e planejamento. Nesse trabalho, utilizou-se a rede elétrica do Campus Joaquim Amazonas da UFPE como área de estudo. Foi realizado um mapeamento da rede elétrica, seguido de uma atualização e implementação dos componentes elétricos, das estruturas e cargas. Utilizou-se na coleta de dados o *Garmin GPS 76*, e os softwares: *AutoCAD*, *Google Earth* e o *ATP Draw*. Com a rede montada no *ATP Draw*, estudou-se como isolar trechos da alimentação de 13,8KV em caso de defeitos e ou manutenções preventivas, através de possíveis alocações de chaves de manobra. Além disso, nesse estudo de manobra analisou-se possíveis defeitos a partir do uso das chaves já existentes. Todos os estudos e análises realizadas mostraram que essa abordagem gera um acesso rápido para análise das informações técnicas, uma visualização da distribuição espacial da rede, além de facilitar sua disseminação e compartilhamento no âmbito de operações, pesquisas e projetos.

PALAVRAS-CHAVE: manutenção, mapeamento, rede de energia elétrica

INTRODUÇÃO: Esse trabalho exemplifica uma aplicação do geoprocessamento na área de energia elétrica. A falta de um mapeamento digital atualizado da rede elétrica de distribuição de 13,8 KV do Campus Joaquim Amazonas da UFPE, prejudica significativamente o acesso rápido e análises das informações técnicas e de distribuição espacial dessa rede, além de dificultar sua disseminação e compartilhamento entre engenheiros e técnicos responsáveis pela rede. Partindo desse fato, aborda-se aqui uma metodologia de levantamento usando o a espacialização dos equipamentos, estruturas e das cargas da rede.

Para melhor atender e analisar a demanda, manutenção e planejamento da rede elétrica do Campus Joaquim Amazonas da UFPE, foi realizado um mapeamento e estudo cartográfico, seguido de uma atualização e implementação dos componentes elétricos, das estruturas e cargas. Com o auxílio do *Garmin GPS 76*, e dos softwares *AutoCAD*, *Google Earth* e *ATP Draw*, para garantir melhor precisão.

O trabalho foi executado com apoio do grupo de pesquisa LDSP (Laboratório Digital de Sistemas de Potência), com parceria do Núcleo de Pesquisa LASENSO (Laboratório de Sensoriamento Remoto), ambos localizados no prédio do CTG (Centro de Tecnologia e Geociências) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

O trabalho aqui desenvolvido baseou-se em ZANETTA (2005) e KAGAN, OLIVEIRA e ROBBIA (2005) e também está conforme as normas: NBR 11873:2011, NBR 5471, NBR 5456, NBR 5118, NBR 7271, NORMA CELPE, COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO.

Uma aplicação da metodologia aqui apresentada é, no caso de alguma necessidade de corrigir algum defeito na rede elétrica da UFPE, evitar o desligamento de todas as cargas e, atuar apenas onde se encontra o problema na rede e minimizando assim o prejuízo ao desenvolvimento das atividades de ensino e pesquisa na UFPE. Assim, além da espacialização da rede, dois defeitos foram simulados e apresentados nesse trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS: A priori, foi realizado um estudo da rede elétrica de distribuição

de 13,8 KV Campus Joaquim Amazonas da UFPE, juntamente com os dados já existentes na prefeitura da UFPE. Dados como: mapeamento da rede representado em cores para cada tipo de cabo, usando o *AutoCAD* e tabelas com legendas das propriedades elétricas e por tipo de cabo.

Após o estudo da rede, houve um trabalho de campo com a utilização do Garmin GPS 76 e de fotografias para registrar a sua localização nos posicionamentos geográficos (Norte, Sul, Leste e Oeste) para uma melhor precisão na marcação dos pontos (postes).

Foram utilizados o software *AutoCAD* e o *Google Earth*, para melhor condicionamento e análise de plotar pontos e visualizar imagem.

No *Google Earth* foram descarregados os pontos medidos pelo Garmin GPS 76. Com a ajuda das fotografias e dos marcos geodésicos (estruturas que materializam na superfície física da Terra as coordenadas elipsoidais de um ponto) existentes no Campus Joaquim Amazonas da UFPE, podemos ter uma visualização melhorada da rede de distribuição 13,8 KV e uma precisão na localização de suas estruturas.

Também foi utilizado o software *ATP Draw* e seu uso na implementação dos equipamentos presentes na rede de distribuição para estudos, precisamente, para os de manobras na manutenção, planejamentos e análises elétricas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: No trabalho de campo, com a utilização do Garmin GPS 76, foram obtidos 326 pontos (estruturas). Tais pontos foram exportados ao *AutoCAD*, em seguida plotados. Seguido de um alinhamento, ponto a ponto, gerando a visualização de duas entradas de alimentação no Campus Joaquim Amazonas da UFPE (verde e vermelha), conforme a figura 1 (a). Com esses dados plotados no mapa, pôde-se separar a rede por tipo de cabo utilizado entre cada estrutura (figura 1(b)). Dessa maneira, foi possível visualizar melhor a rede 13,8 KV do campus, e por consequência facilitou a análise e planejamento dessa rede.



Figura 1 – Rede Elétrica da UFPE. (a) Alimentação. (b) Tipo de cabo.

No *Google Earth* foram descarregados os pontos medidos pelo Garmin GPS 76. Com a ajuda das fotografias de campo e dos marcos geodésicos (estruturas que materializam na superfície física da Terra as coordenadas elipsoidais de um ponto) existentes no Campus Joaquim Amazonas da UFPE, foi possível se ter uma visualização da rede de distribuição 13,8 KV e uma precisão na localização de suas estruturas.

Logo após, iniciou a geração de um mapa das duas entradas de alimentação no Campus Joaquim Amazonas da UFPE. Juntamente com esse mapeamento das alimentações, foi elaborado um novo mapeamento para os pontos de transformação (subestações aéreas) existentes na rede. Ainda usando o *Google Earth*, foi realizado um levantamento dos equipamentos, estruturas e das cargas da rede elétrica de distribuição no Campus Joaquim Amazonas da UFPE. Assim, pôde-se identificar a localização de toda estrutura da rede elétrica de distribuição 13,8KV composta por bancos de capacitores, subestações aéreas e subestações abrigadas (Figura 2).

Na Figura 2, estão ilustrados por meio de ícones os bancos de capacitores (ícones vermelhos), as subestações aéreas (ícones amarelos) e as subestações abrigadas (ícones azuis). As numerações explícitas em cada ícone serve para relacionar a Figura 2 com a Tabela 1 e Tabela 2 e onde estão as potências e a numeração para localização na Figura 2 de cada subestação do Campus Joaquim Amazonas da UFPE. Com isso, quantifica-se a estrutura da rede elétrica em:

- Cinco bancos de capacitores, todos de 150 kVAr;
- Setenta e nove subestações aéreas;
- Dezesete subestações abrigadas.

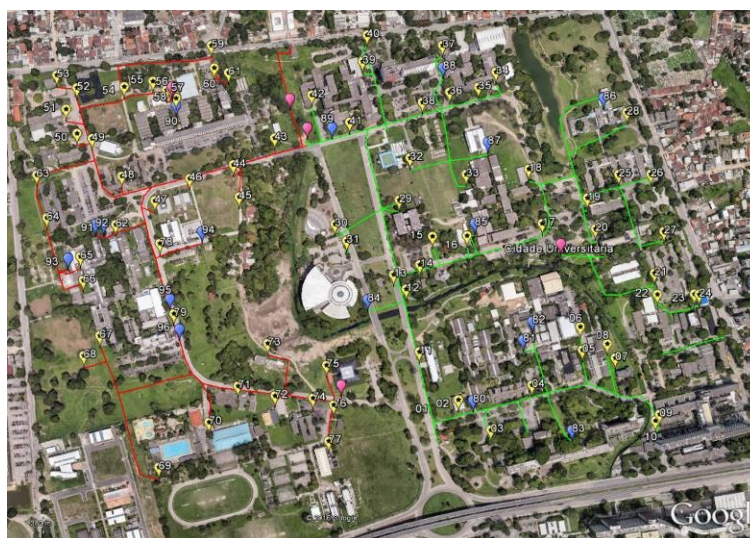


Figura 2 – Estrutura da rede elétrica de distribuição e seus equipamentos.

Tabela 1 – Algumas Subestações aéreas do Campus Joaquim Amazonas da UFPE.

Numeração da Figura 5	Subestações Aéreas	Potência (KVA)
01	Iluminação Pública	75
02	Laboratório Central CCB	300
03	Prédio de Medicina	300
04	Iluminação Pública	75
05	Nutrição	225
06	Ageu Magalhães	112,5
07	Pós-Graduação CCS	225
08	Biblioteca CCS	150
09	Auditórios HC (Ar Condicionado)	112,5
10	PET SCAN HC	225
11	NIATE CCS/CCB	300
12	Iluminação Pública	75

Tabela 2 – Subestações abrigadas do Campus Joaquim Amazonas da UFPE.

Numeração da Figura 5	Subestações Abrigada	Potência (KVA)
80	CCB	450
81	CCB	150
82	Ageu Magalhães	2300
83	CCS	750
84	CECONV	1500
85	CCSA	300
86	Engenharia Química	225
87	NIATE CFCH/CCSA/CE	225
88	CFCH	1000
89	CAC	412,5
90	CTG	1500
91	Química Fundamental	1000
92	CCEN	1000
93	Dep. de Física	600
94	NIATE CTG/CCEN	300
95	Cln	500
96	Cln	750

Com o auxílio do software *ATP Draw* e os dados fornecidos pela Prefeitura da UFPE, tais como: bitolas dos cabos da rede e o tipo de cruzeta “N” (predominante na UFPE). Foram calculados os parâmetros de linha através do componente LCC e de dados de tabela encontrada em Glover, Sarma e Overbye (2011).

A Tabela 3 discrimina as distâncias de cada tipo de cabo. Divido por cores, conforme a Figura 1, para gerar seis tipos de LCC distintos.

Tabela 3 – Distâncias e tipo de cabo (Comprimento da Linha de 13,8KV UFPE).

Cor do cabo (figura 2)	Total (m)
Vermelho	1981,96
Rosa	2302,41
Amarelo Escuro	2955,2
Verde	1715,01
Azul	412,7
Amarelo	124

Dessa forma, tais parâmetros foram inseridos no ATP juntamente com as subestações e suas potências (KVA). Observação: A cor de cabo Azul, que aparece na tabela, representa a Rede de Distribuição Aérea Protegida Compacta (Rede Compacta - Spacer Cable) existente no Campus Joaquim Amazonas da UFPE.

Com a rede formada no *ATP Draw*, tem-se condição de realizar estudos e planejamentos de manobras, para melhor atender a manutenção da rede de distribuição de 13,8 KV do Campus Joaquim Amazonas da UFPE.

Fazendo uso das cabines 1 e 2 de alimentação, limitou-se a análise para uma partição da que correspondem a tais cabines. E, segundo dados informados pela prefeitura da UFPE, a carga da cabine 1 é de 2900KW e a carga da cabine 2 é de 3500kW. Contudo, foram realizadas análises das seguintes faltas (defeitos) simulados no *ATP Draw*.

- (1) Caso ocorra uma falta F1, conforme esquematizada na Figura 3, há uma perda de 48,4 % da potência de carga a jusante da falta, totalizando perda de 1680KW. Propõe-se alocação de uma chave antes do defeito, conforme Figura 3. Sendo assim, a “chave 1” irá isolar a rede onde está ocorrendo a falta, possibilitando normalidade no funcionamento do restante da rede onde não sucedeu defeito.
- (2) Segundo dados informados, a carga da cabine 1 é de 2900kW. Caso ocorra uma falta F2, conforme esquematizada na Figura 4, há uma perda de 9,6 % da potência de carga a jusante da falta, totalizando perda de 278,4 KW. A chave 2, mostrada na figura 4 e já existente na rede UFPE, deverá atuar isolando apenas o ramal onde ocorreu a falta, possibilitando normalidade no funcionamento do restante da rede onde não sucedeu defeito.

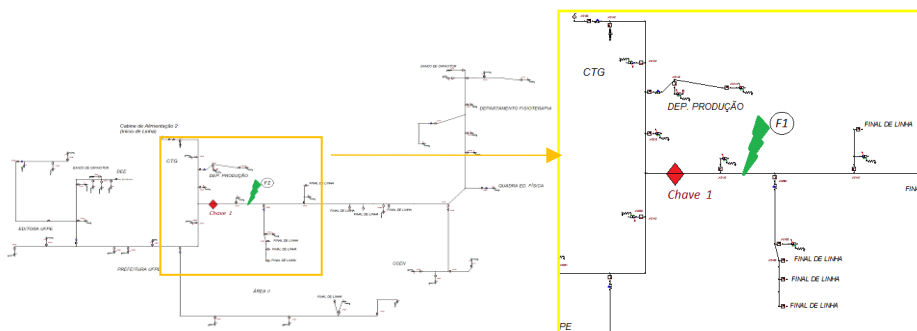


Figura 3 – Falta 1

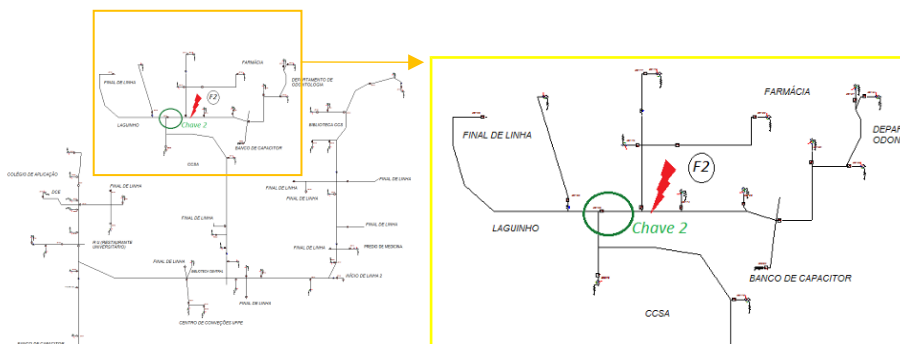


Figura 4 – Falta 2

CONCLUSÕES: A partir das ferramentas da Engenharia Cartográfica e da Engenharia Elétrica, conseguiu-se executar o mapeamento atualizado da rede elétrica de distribuição de 13,8 KV do Campus Joaquim Amazonas da UFPE. Com maior implementação dos equipamentos presentes na rede, foi possível visualizar estudos de manobras para a manutenção, planejamento da rede elétrica e análises de demanda.

O posicionamento GPS da rede elétrica do Campus Joaquim Amazonas da UFPE possui uma metodologia viável e inédita para essa rede. Facilitou também, o acesso e a disseminação dos mapas e imagens produzidos, possibilitando aos alunos e professores de Engenharia Elétrica, a realização de análises específicas relacionadas a gestão, segurança, conservação, monitoramento da rede, e futuros projetos de ampliação e modernização.

Na parte elétrica, houve o cálculo dos parâmetros das redes de distribuição, fazendo uso da ferramenta LCC embutida no *ATP Draw*. Como resultado a rede de distribuição do Campus Joaquim Amazonas da UFPE está toda representada. O que permitirá sua utilização como ferramenta de manobra na rede para, por exemplo, determinar pontos de transferência de cargas entre a Cabine 1 e a Cabine 2. Desde que, não ultrapasse as demandas contratadas para cada unidade de leitura. Com a rede representada no *ATP Draw*, permitiu-se também a alocação de chaves de manobras para isolar trechos da alimentação em 13,8kV em caso de defeitos e ou manutenção preventivas. Com essa abordagem tem-se por exemplo: evitar o desligamento de todas as cargas com prejuízo ao desenvolvimento das atividades de ensino e pesquisa na UFPE e atua-se apenas onde se encontra o problema na rede de energia elétrica.

AGRADECIMENTOS: Aos laboratórios LDSP (Laboratório Digital de Sistemas de Potência) e LASENSO (Laboratório de Sensoriamento Remoto) do CTG (Centro de Tecnologia e Geociências) da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco).

REFERÊNCIAS:

- COMPANHIA ENERGÉTICA DE PERNAMBUCO. Norma: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição Classe 15 kV - SM01.00-00.004 - 11ª Edição - 25/08/2014
- GLOVER, J. D; SARMA, M. S; OVERBYE, T. **Power Systems Analysis and Design**. 5ª Ed., Editora Cengage Learning Int. 2011.
- KAGAN N., OLIVEIRA, C.C. B., ROBBA, E.J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. Editora Edgard Blücher. 2005
- NBR 11873:2011, **Cabos cobertos com material polimérico para redes de distribuição aérea de energia elétrica fixados em espaçadores, em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV.**
- NBR 5471, **Condutores elétricos.**
- NBR 5456, **Eletricidade geral.**
- NBR 5118, **Fios de alumínio nus de seção circular para fios elétricos.**
- NBR 7271, **Cabos de alumínio para linhas aéreas – Especificação.**
- NORMA CELPE: **Projeto de Rede de Distribuição Compacta com Espaçador - Poste DT - 15 KV**, Código: VR01.03-00.003. Processo: *Planejamento, Ampliação e Melhoria da Rede Elétrica*. 11ª Edição, **26/08/2014**
- ZANETTA JÚNIOR, L. C. **Fundamentos de Sistemas Elétricos de Potência**. 1ª Ed. Editora Livraria da Física. 2005.