

Modelo de Otimização Aplicada ao Despacho de Veículos de Emergência para Atendimento aos Clientes com Interrupção de Energia Elétrica

Henrique do Carmo Campaneli*

Coordenadoria de Engenharia Elétrica, Campus Vitória, IFES
Avenida Vitória, 1729 - Bairro Jucutuquara
29040-780, Vitória, ES

E-mails: hcampaneli@gmail.com, henriq.car.cam@hotmail.com

Mário Mestria

Coordenadoria de Engenharia Elétrica, Campus Vitória, IFES
Avenida Vitória, 1729 - Bairro Jucutuquara
29040-780, Vitória, ES

E-mails: mmestria@ifes.edu.br, mmestria@uol.com.br

RESUMO

Nos ambientes comerciais, industriais, residenciais, educacionais e de setores de serviços, a demanda por energia elétrica ininterrupta têm crescido muito nas últimas décadas. Falhas na rede elétrica decorrente de mudanças climáticas, equipamentos sem manutenção ou ineficientes, materiais e dispositivos ultrapassados, entre outros fatores, precisam ser rapidamente solucionados a fim de minimizar o custo financeiro, tanto para as empresas de energia, como para os consumidores.

Companhias elétricas têm métodos para auxiliar nas tomadas de decisões relacionadas à designação e roteamento de veículos e equipes que atendam regiões com falhas de energia. Muitas destas soluções incorporam a experiência dos profissionais das companhias e às vezes decisões são realizadas de forma manual.

Para aprimorar a eficiência no atendimento das falhas de energia elétrica, um sistema computadorizado baseado em um algoritmo de otimização é proposto para elaborar estratégias de despacho de veículos de emergência, reduzindo o tempo de deslocamento dos mesmos. Neste algoritmo, inicialmente é construído uma solução utilizando a Heurística do Vizinho mais Próximo e depois é realizada uma busca local através do método 3-Opt. Essas estratégias podem ser determinadas incorporando agrupamento das chamadas de desligamento em regiões disjuntas e modelando-as através do Problema do Caixeiro Viajante com Grupamento [4]. As regiões ora agrupadas por prioridade são necessárias para atender os diferentes níveis de prioridade e não necessariamente estas regiões são próximas umas das outras. Além disso, o método de prever futuras demandas estocásticas na modelagem, utilizando abordagens estatísticas documentadas anteriormente, pode ser introduzido [3].

Para elaboração do algoritmo de otimização a região em que uma determinada empresa de energia elétrica atende é subdividida em vértices, onde cada vértice representa uma unidade ou setor onde ocorreu uma falha de energia. Esses locais então são classificados em diferentes níveis de prioridade enumerados de um a cinco. Um hospital, por exemplo, tem nível de prioridade cinco. Já uma residência comum possui nível de prioridade mínima, que é um. A Tabela 1 mostra as unidades e setores com seus respectivos níveis de prioridade. Quanto maior o nível de prioridade, maior será o peso do fator prioritário P_i , mostrado a seguir.

Nível	Unidades e setores levados em consideração
1	Hospitais e assistências médicas e hospitalares; Armazenamento, uso e controle de substâncias radioativas, equipamentos e materiais nucleares; Produção e distribuição de energia elétrica, gás e combustíveis; Centros de controle público de tráfego aéreo, marítimo e urbano.
2	Tratamento e abastecimento de água; Unidades operacionais de segurança pública, tais como, polícia militar, polícia civil e corpo de bombeiros; Instalações que atendam a sistema rodoferroviário e metroviário; Unidade operacional de serviço público de telecomunicações.
3	Semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito; Rodovias (Iluminação); Captação e tratamento de esgoto e de lixo; Unidade operacional de transporte coletivo; Redes de ensino (escolas e universidades); Indústrias.

*bolsista de Iniciação Científica PIBIC/Ifes. Edital Pibic/Pivic/Pibiti/Piviti/CNPq/FAPES/Ifes 01/2013, número da proposta P00000038.

4	Entidades filantrópicas como templos religiosos, associações, centros de reabilitação, orfanatos, dentre outros; Bancos; Setores Comerciais (lojas, restaurantes, <i>shopping centers</i> , dentre outros); Condomínios (conjuntos de edificações).
5	Casas; Edifícios.

Tabela 1: Separação dos níveis de prioridade para abastecimento de energia elétrica

Havendo as coordenadas geográficas desses vértices, calcula-se o tempo requerido para o deslocamento do veículo até o local. Designa-se então a função objetivo do sistema como sendo:

$$\alpha \sum_{i \in I} P_i \cdot T_i + \beta \sum_i \sum_{j \in J} F_j K_{ji} \quad (1)$$

Onde α e β são parâmetros calculados levando em consideração o peso (ou custo) do serviço de colapsos de energia já ocorridos (α) e do serviço de falhas de energia elétrica que ainda poderão ocorrer (β), aplicando-se a probabilidade. A notação restante é definida a seguir:

I = conjunto de falhas de energia elétrica conhecidas;

J = conjunto de zonas ou vértices;

P_i = peso do fator prioritário para o vértice i ;

T_i = tempo de serviço, que inclui o tempo que leva para um veículo chegar ao vértice i ;

F_j = demanda esperada (número de falhas de energia elétrica) para zona j ;

K_{ji} = fator de multa, que depende da distância dos veículos da zona j no tempo t .

Alguns destes parâmetros são descobertos empiricamente, outros são obtidos utilizando a proposta de [6]. O propósito é então minimizar a função objetivo (1) utilizando o *software* MATLAB [2], a fim de definir a rota de menor custo [5] que o veículo de emergência deverá percorrer. Caso haja o surgimento de uma nova falha de energia (um novo vértice) durante o percurso do veículo, esse vértice será adicionado na rota, através do algoritmo de otimização de roteamento de veículos, e a função objetivo é novamente aplicada e minimizada, para determinar qual o próximo trajeto. Para tanto, é utilizado uma comunicação via rádio comunicador. Cada equipe somente irá saber o próximo atendimento, caso surja uma demanda de novos atendimentos.

Palavras-chave: *Algoritmo de Otimização, Despacho de Veículos de Emergência, Falhas de Energia Elétrica*

Referências

- [1] ANEEL. Resolução Normativa 414/2010: atualizada até a REN 499/2012. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 202 pp., Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil), 2012.
- [2] MATLAB R2013a, MathWorks, Documentation Center. Disponível em <http://www.mathworks.com/help/matlab/optimization.html>, acesso em 05/08/2013.
- [3] J. E. Mendoza; J. G. Villegas, A multi-space sampling heuristic for the vehicle routing problem with stochastic demands, *Optimization Letters*, vol. 7 (7), pp. 1503-1516, 2013.
- [4] M. Mestria; L. S. Ochi; S. L. Martins, Grasp with path relinking for the symmetric Euclidean clustered traveling salesman problem, *Computers & Operations Research*, vol. 40 (12), pp. 3218-3229, 2013.
- [5] W. B. Powell, A comparative review of alternative algorithms for the dynamic vehicle allocation problem. In: Golden B.L. and Assad A. A. (eds). *Vehicle Routing: Methods and Studies*. North Holland: Amsterdam, pp. 249-291, 1988.
- [6] A. Weintraub; J. Aboud; C. Fernandez; G. Laporte; E. Ramire, An emergency vehicle dispatching system for an electric utility in Chile. *The Journal of the Operational Research Society*, vol. 50 (7), pp. 690-696, 1999.