

MODELO DE DECISÃO EM GRUPO PARA AUXILIAR A SELEÇÃO DE FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA PARA USO EM REDES ELÉTRICAS INTELIGENTES

Thaís Santos Albuquerque¹; Suzana de França Dantas Daher²

¹Estudante do Curso de Engenharia de Produção.- CTG – UFPE; E-mail: thaissantos.alb@gmail.com,

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Produção – CTG – UFPE. E-mail: suzanadaher@gmail.com.

Sumário: As mudanças que vêm ocorrendo gradualmente nos sistemas elétricos de distribuição decorrentes das smart grids (também chamadas de redes elétricas inteligentes) possibilitam a disseminação da Geração Distribuída (GD) de energia, criando um fluxo de potência bidirecional, envolvendo diversas fontes renováveis ou não, na geração de energia elétrica. Quando uma empresa decide investir em novas centrais de GD, faz-se necessário realizar um planejamento para definir o tipo de geração que melhor se adequa aos objetivos esperados. A decisão pela escolha de uma alternativa de fonte de geração abrange vários fatores, muitas vezes conflitantes, e diversos pontos de vista – envolvendo, assim, decisores de diferentes áreas da organização. Com o intuito de contribuir para resolução do problema, este estudo propõe através de uma abordagem multicritério um modelo para apoiar a tomada de decisão em grupo para ordenação das melhores alternativas. Através da formulação de uma aplicação numérica busca-se investigar o emprego desta abordagem, representando aspectos técnico, econômico, ambiental e social.

Palavras-chave: decisão em grupo; geração distribuída; modelo multicritério; smart grids;

INTRODUÇÃO

Crescentes em âmbito mundial, as smart grids, chamadas redes elétricas inteligentes, possibilitam a modernização da estrutura da rede elétrica convencional através do uso intensivo das tecnologias de informação e comunicação (TIC). Na Literatura encontram-se os materiais de (Bandeira, 2012) e (CGEE, 2012), que avaliam os impactos e avanços das redes elétricas inteligentes, que visam a otimização dos nos sistemas de produção, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica.

A geração distribuída, que surge em decorrência dos avanços proporcionados pelas smart grids, é conceituada em (Vital, 2014) como sendo um tipo de geração de energia elétrica descentralizada, que utiliza um tipo de fonte de pequeno porte conectada ao sistema de distribuição, localizada próxima de centros ao centro de carga ou na própria unidade consumidora. Nesse trabalho de monografia, são apresentadas ainda as vantagens e desvantagens da inserção de GD no sistema elétrico sob o ponto de vista da concessionária de energia.

Na literatura científica encontram-se estudos desenvolvidos para identificar problemas associados à operação de centrais de geração distribuída nas redes elétricas inteligentes utilizando diferentes abordagens. O artigo de (Daher, 2014) apresenta uma abordagem multicritério para apoiar a tomada de decisão, aplicando o método SMARTER em um problema de um único decisor para seleção da fonte de energia renovável que deveria ser desconectada em caso de ultrapassagem dos limites de geração. Para formulação do presente estudo, uma abordagem multicritério de apoio a decisão em grupo é utilizada para apoiar a tomada de decisão em uma empresa avaliando as alternativas de fontes de geração possíveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do estudo, foi formulado aplicação numérica em que uma empresa pretende investir em uma fonte de energia dentre as alternativas apresentadas na Tabela 1 para geração distribuída, podendo atuar como suporte ao suprimento de uma região, injetando a energia que não consumir na rede de distribuição. É válido ressaltar que neste estudo não são avaliadas as limitações da região de acordo com o potencial de geração de energia por diferentes fontes, já que é um problema genérico.

Tabela 1- Alternativas

legenda	Alternativas	
	Tipo	Típico tamanho de projeto
A1	Pequena hidro	1-10 MW
A2	Mini hidro	100 KW-1 MW
A3	Heólica	200 Watt-200 KW
A4	Painéis solares fotovoltaicos	20 Watt-200 KW
A5	Biomassa (gaseificação)	100 KW-20 MW
A6	Células de combustível	200 KW
A7	Geotérmica	5-100 MW
A8	Energia das ondas	100 KW-1 MW

Os decisores identificados no problema são representantes das áreas de operação, finanças e ambiental da empresa, e um representante do governo, que considera os interesses da sociedade. Os critérios para o problema, avaliados conjuntamente pelos decisores como essenciais para o modelo de decisão que será criado, são apresentados na Tabela 2 e podem ser identificados de acordo com os aspectos a que se referem.

Tabela 2- Critérios para avaliação do problema

Legenda	Critério	Principal aspecto
C1	Eficiência energética	Técnico
C2	Confiabilidade e segurança	Técnico
C3	Custo de investimento	Econômico
C4	Vida útil	Econômico
C5	Impacto ambiental	Ambiental
C6	Aceitação da sociedade	Social

Segundo a problemática adotada, de ordenação das alternativas, e de acordo com a estruturação do problema, verificando a característica de compensação entre os critérios avaliados pelos decisores, optou-se por adotar o modelo de agregação aditivo determinístico para tratamento do problema. A Tabela 3 apresenta a matriz de decisão para o problema, que é a matriz de consequências normalizada em uma escala intervalar.

Tabela 3- Matriz de decisão

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	0,577	1	0,766	0,545	0	0,8	0,005
A2	1	1	0,83	0,545	0	0,8	0,005
A3	0,296	0,5	0,915	0,697	0,5	0,5	0,021
A4	0,085	0,5	0,49	0,697	0,5	0,8	0,011



A5	0,155	0	1	0,697	0,3	0,8	0,001
A6	0,648	0	0,873	0	0	0,2	1
A7	0	1	0,958	1	0,5	0,2	0
A8	0,155	1	0	0,242	1	1	0,023

Na avaliação intracritério dos decisores utilizando o modelo aditivo é feita uma ordenação das alternativas, de acordo com a ordem decrescente da função valor $v_j(a)$ para cada critério j . Para a obtenção da função valor global do método $v(a)$ tem-se que $v(a) = \sum_{j=1}^n k_j v_j(a)$, onde k_j representa a constante de escala para o critério j , e é normalizado, de forma que $\sum_{j=1}^n k_j = 1$. Esses parâmetros k_j , representam o *trade-offs* de valores entre os critérios e são obtidos por um procedimento de elicitación, que nesse estudo foi realizado com a utilização de um Aplicativo de teste desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão (CDSID).

Para a obtenção de um resultado final à partir dos rankings individuais é realizada uma agregação a partir dos resultados e escolhas finais dos decisores considerando o modelo aditivo para gerar uma função de agregação global, ponderando os valores atribuídos pelos decisores às alternativas com o peso dos decisores, que neste modelo são considerados iguais. Há de se considerar o efeito compensatório do modelo, que pode acarretar em inconsistências. Em problemáticas de ordenação, a grande dificuldade é de como gerar uma ordenação global das alternativas que seja coerente com as ordenações feitas individualmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa de avaliação intracritério foram obtidos os valores globais das alternativas para cada um dos decisores, que ordenados fornecem os rankings individuais da Tabela 4.

Tabela 4- Rankings individuais dos decisores

	Ranking Individual Ambiental		Ranking Individual Financeiro		Ranking Individual Operacional		Ranking Individual Governo
1	Energia das ondas	1	Mini hidro	1	Mini hidro	1	Energia das ondas
2	Eólica	2	Geotérmica	2	Pequena hidro	2	Mini hidro
3	Geotérmica	3	Pequena hidro	3	Geotérmica	3	Pequena hidro
4	Painéis solares fotovoltaicos	4	Eólica	4	Energia das ondas	4	Painéis solares fotovoltaicos
5	Mini hidro	5	Biomassa (gaseificação)	5	Eólica	5	Eólica
6	Biomassa (gaseificação)	6	Células de combustível	6	Painéis solares fotovoltaicos	6	Biomassa (gaseificação)
7	Pequena hidro	7	Painéis solares fotovoltaicos	7	Células de combustível	7	Geotérmica
8	Células de combustível	8	Energia das ondas	8	Biomassa (gaseificação)	8	Células de combustível

À partir da agregação dos das saídas dos decisores obtém-se a recomendação final do modelo, que é o ranking global, mostrado na Tabela 5.

Tabela 5- Ranking global

1	Mini hidro
2	Energia das ondas
3	Pequena hidro
4	Geotérmica
5	Eólica
6	Painéis solares fotovoltaicos
7	Biomassa (gaseificação)

A recomendação final obtida pelo modelo de agregação aditivo para o problema de decisão em grupo contrabalança as performances das alternativas em cada um dos critérios, compensando a desvantagem de um critério com uma vantagem em outro, de forma que as identidades individuais dos decisores são perdidas na fase de agregação para gerar uma solução para o grupo.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou um modelo de apoio à decisão em GD para auxiliar a operação de redes elétricas inteligentes, onde partindo do problema hipotético base foi possível formular um problema de decisão em grupo para fornecer uma recomendação final, que sofre o efeito compensatório típico dos modelos baseados nos métodos de critério único de síntese. Para trabalhos futuros, recomenda-se que sejam feitos aprimoramentos visando minimizar o efeito compensatório do modelo para que o resultado global das alternativas seja o mais coerente possível com os resultados individuais, buscando satisfazer os interesses dos decisores envolvidos no problema.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. T. ; MORAIS, D. C. ; COSTA, Ana Paula C. S. ; ALENCAR, Luciana Hazin ; DAHER, S. F. D. . Decisão em Grupo e Negociação: métodos e aplicações. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012. v. 01. 248p.
- ALMEIDA, A. T. . Processo de decisão nas organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013. v. 1. 256p.
- BANDEIRA, F. P. M. . Redes de energia elétrica inteligentes (smart grids)- (Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa, 2012-04).
- DAHER, S. F. D. . A Multicriteria Model for Selecting Renewable Energy Systems in a Distributed Generation Context. In: 2014 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2014, San Diego.
- DAHER, S. F. D. ; ALMEIDA, A. T. . Modelo de Decisão em Grupo baseado em similaridades para obtenção de consenso. In: RED-M 2011 - Quinto Encuentro Iberoamericano Sobre Evaluacion Y Decision Multicriterio, 2011, Ubatuba. RED-M 2011 - Quinto Encuentro Iberoamericano Sobre Evaluacion Y Decision Multicriterio, 2011.
- VITAL, R. P. . Análise do Impacto da Microgeração Distribuída Fotovoltaica no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica da Companhia Energética de Pernambuco - CELPE; 2014; Monografia; (Aperfeiçoamento/Especialização em Especialização em Redes Inteligentes) - Universidade de Pernambuco - Escola Politécnica.
- _____. Redes elétricas inteligentes: contexto nacional. – Brasília, DF : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), 2012.