



Avaliação de locais com potencial para a implantação de geradores distribuídos sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável

Atualmente vem sendo motivo de debate no setor elétrico brasileiro a necessidade de planejar, desenvolver e viabilizar novos meios de geração e fornecimento de energia elétrica para o atendimento da demanda, bem como a necessidade da diversificação da matriz energética com o objetivo de evitar situações de risco ou mesmo falta de fornecimento devido à impossibilidade de geração de energia associada à gestão inadequada das fontes primárias de energia.

Com base neste contexto busca-se identificar e classificar locais de maior interesse para a instalação de aerogeradores como geração distribuída no Estado de São Paulo, sendo esta uma das possíveis soluções para a expansão e operação do sistema de energético em uma das regiões mais populosas e economicamente desenvolvidas do país. Para isso utiliza-se uma análise multicritério e um sistema de informação geográfica.

A avaliação de locais propícios para a instalação de geradores distribuídos integra variáveis selecionadas a partir de indicadores de sustentabilidade, em que se busca equilibrar diferentes aspectos econômicos, sociais e ambientais. A integração de diferentes dimensões torna-se uma tarefa cada vez mais complexa à medida que mais parâmetros são agregados no equacionamento do problema. Mesmo assim, a compreensão real dos problemas modernos exige uma visão do todo, em que é reconhecida

a interconexão entre as partes de um sistema e não apenas as soluções no campo econômico.

O padrão de consumo de energia elétrica de cada país está geralmente relacionado ao seu crescimento econômico, aspecto que ainda hoje está entre os maiores objetivos das nações, assim, a busca por maior capacidade de fornecimento elétrico é constante. Contudo, existe uma inter-relação entre a produção de energia elétrica e os impactos ambientais, seja na extração de recursos primários de energia, seja na deposição ou emissão de resíduos durante a produção da eletricidade ou na construção de empreendimentos elétricos, além de impactos sociais associados. Em maior ou menor intensidade, os impactos socioambientais provocados pela geração de energia são inerentes a essa atividade.

Desta maneira, o abastecimento de energia elétrica, assim como o abastecimento de água, aponta para a necessidade de um novo paradigma de gestão e planejamento dentro de uma visão mais sustentável, ou seja, que tenham uma abordagem interdisciplinar, com múltiplos aspectos inter-relacionados. Nesse sentido, buscou-se apresentar uma metodologia que proponha alternativas ao atendimento à demanda, de modo que não se limite ao desenvolvimento econômico e que, ao mesmo tempo, tenha efeitos menos agressivos ao meio ambiente e à sociedade.

A metodologia mostrou-se promissora para solução do problema apontado

motivando novos estudos de identificação de locais de implantação de geração distribuída, contribuindo assim para a elaboração de uma ferramenta de auxílio a instituições do setor elétrico no planejamento de expansão, sob a perspectiva de desenvolvimento sustentável.

A metodologia para a determinação de locais promissores para a instalação de geradores distribuídos envolve:

1. Estudo e identificação dos indicadores de avaliação que se aplicam ao problema de fornecimento de energia elétrica;
2. Seleção/codificação dos critérios viáveis – disponibilidade e coleta de dados;
3. Identificação de um software/programa adequado para a interação dos critérios envolvidos. A compatibilidade dos dados com o software deve ser verificada e havendo variáveis georreferenciadas, deve-se utilizar um Sistema de Informação Geográfico;
4. Ordenação dos critérios de acordo com o seu grau de relevância na solução do problema;
5. Seleção e aplicação da técnica de avaliação multicritério;
6. Interpretação, análise dos resultados e decisão;
7. Relatório com análise e indicação de possíveis locais de instalação, onde serão documentados os resultados do estudo global realizado, direcionado aos pontos relevantes que devem conter no estudo local e fazer o apontamento de possíveis

ressalvas e orientações que direcionam a sustentabilidade do empreendimento e a tomada de decisão por parte dos agentes envolvidos na análise de planejamento da expansão.

Para validar a metodologia proposta foi realizado um estudo para a avaliação de municípios do Estado de São Paulo mais apropriados para a instalação de geradores distribuídos a partir da fonte eólica. Portanto, foram selecionados quatro indicadores como critérios de avaliação, buscou-se atender às distintas dimensões englobadas no conceito de sustentabilidade, sendo eles:

- **Aproveitamento do potencial energético local:** neste indicador, foi avaliada a disponibilidade do recurso eólico,

representada pela velocidade média anual do vento a 100 metros de altura. Quanto maior velocidade do município mais apto ele foi considerado para a resposta, e para velocidades abaixo de 6,5 m/s os municípios foram considerados como não aptos;

- **Redução de impactos ambientais:** neste critério foi considerado que os municípios com algum tipo de área de proteção ambiental (APA) seriam evitados para a implantação dos aerogeradores;

- **Atendimento às necessidades básicas de eletrificação:** considerando-se que a energia elétrica é um insumo que pode contribuir para o desenvolvimento social, neste critério foram priorizados os municípios que possuísem menor distribuição de renda, com o intuito de dinamizar suas atividades

socioeconômicas pela inserção da geração distribuída;

- **Custos do abastecimento:** este indicador foi representado pela distância da conexão à rede elétrica, refere-se à distância entre os municípios e a rede elétrica de 138 kV.

Os dados referentes aos critérios foram inseridos e combinados em um Sistema de Informação Geográfico, sua representação pode ser observada na Figura 1.

A ordenação dos critérios de avaliação foi feita a partir de uma pesquisa aplicada a um grupo de pós-graduando do programa interdisciplinar de Pós-Graduação em Energia da Universidade Federal do ABC, e três cenários obtidos, como apresentado na Tabela 1.

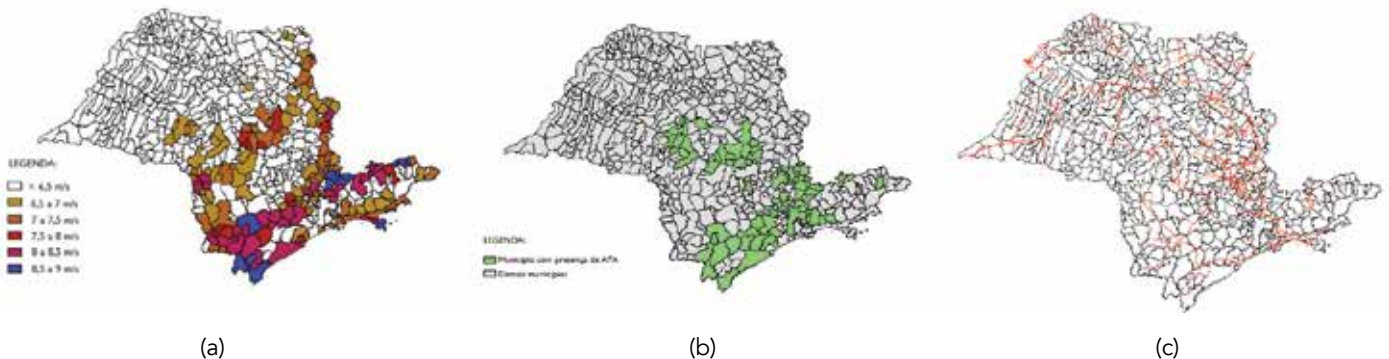


Figura 1 – (a) potencial eólico, (b) presença de APA, e (c) linhas de 138 kV.

TABELA 1 – CENÁRIO DE PESOS

Pesos	Cenários			Critérios
	1	2	3	
1	2	3	1	Disponibilidade do recurso eólico
2	3	3	3	Distancia da rede de conexão
3	1	2	2	Diferença social

TABELA 2 – RANKING DOS MUNICÍPIOS MAIS PROPÍCIOS PARA A INSTALAÇÃO DE AEROGERADORES NO ESTADO DE SÃO PAULO

Municípios	1	2	3
		Guapiara	Guapiara
	Apiáí	Barra do chapéu	Barra do Chapéu
	Jacupiranga	Apiáí	Apiáí
	Divinolândia	Jacupiranga	Jacupiranga
	São Sebastião da Grama	Itariri	Divinolândia
	Barra do Chapéu	Divinolândia	São Sebastião da Grama
	Itariri	São Sebastião da Grama	São Miguel Arcanjo
	Pindamonhangaba	Nova Campina	Bom Sucesso de Itararé

Observa-se que o indicador de redução de impactos ambientais não aparece na priorização, pois este foi considerado como um critério de exclusão. Na sequência, os dados coletados foram normalizados e submetidos ao método de avaliação multicritério Combinação Linear Ponderada (Weighted Linear Combination – WLC). A Tabela 2 apresenta como resultado o ranking dos oito municípios mais propícios para os três cenários.

Observa-se que, dentre os oito primeiros municípios mais favoráveis para a instalação de geradores eólicos, considerando-se os critérios selecionados, seis estão presentes no ranking dos três

cenários aplicados. Estes seis municípios são representados na Figura 2.

A técnica WLC demonstrou que, apesar da ordenação dos critérios de acordo com seu grau de prioridade, todos têm interferência na resposta final. Observou-se que ocorreu uma compensação entre os critérios. Isso implica que houve certo equilíbrio na avaliação das três dimensões trabalhadas, mesmo o critério de menor peso teve relevância no resultado alcançado.

Portanto, espera-se que a metodologia possa ser significativa na solução de problemas no planejamento da expansão e possa contribuir para a decisão na

identificação de locais propícios para a instalação de geradores distribuídos, atendendo não somente aspectos econômicos, mas também considerar as dimensões social e ambiental, visto que vem crescendo aos poucos a consciência de que a expansão econômica não é condição suficiente para o bem-estar e até mesmo para a sobrevivência do ser humano.

Finalizando, vale destacar que a escolha da tecnologia para aplicação da metodologia e dos critérios de avaliação foi coerente aos indicadores energéticos de sustentabilidade apresentados pela Organização Latinoamericana de Energia (Olade), e procurou-se valorizar critérios que proporcionassem o aproveitamento de recursos energéticos locais, a diversificação da matriz elétrica, a redução de custos, o desenvolvimento social e a preservação ambiental.

**Patrícia Teixeira Leite Asano é doutora em Engenharia Elétrica. Atualmente, é professora da Universidade Federal do ABC e membro do IEEE. Atua na área de planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos de potência.*

Gracieli Sartório Cardoso de Lima é mestre em Energia pela Universidade Federal do ABC e doutoranda. Atua na área de planejamento energético com foco em geração distribuída e indicadores de sustentabilidade.



Figura 2 – Municípios que demonstraram potencial para a instalação de geradores eólicos sob a perspectiva de desenvolvimento sustentável.