

REVISÃO SOBRE A REGULAÇÃO E GUIAS DE ACESSO DE MICRO E MINIGERADORES EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Palavras-Chave: GERAÇÃO DISTRIBUÍDA, REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, BIBLIOMETRIA

Autoras:

PIETRA D'AVILA MENNA BARRETO, FEEC - UNICAMP

Prof^ª. Dr^ª. FERNANDA C. T. ARIOLI (orientadora), FEEC - UNICAMP

Prof^ª Dr^ª BIBIANA MAITÊ PETRY FERRAZ, UFRGS

INTRODUÇÃO:

No mundo, a geração distribuída tem sido promovida como uma alternativa de utilização de fontes renováveis e limpas a fim de suprir a alta demanda por eletricidade, resultante do aumento populacional e da eletrificação da economia. Conectados nas redes de distribuição de energia elétrica, os geradores distribuídos (GDs) ampliam as possibilidades dos consumidores, que também podem gerar energia por meio de fontes renováveis e injetar o excedente produzido na rede de distribuição, com a finalidade de obter créditos pelo sistema de compensação de energia elétrica [1].

Diante deste cenário, a aquisição de GD tem despertado o interesse dos usuários ao redor de todo o mundo. Conseqüentemente, as distribuidoras e os órgãos reguladores definiram e adotaram normas e regulações de acordo com seus limites determinados para o acesso à geração distribuída, a fim de garantir a qualidade da energia elétrica e a proteção necessária para as redes de distribuição [2].

Neste contexto, esta pesquisa de iniciação científica propõe a realização de uma revisão bibliográfica sistemática acerca do tema “impactos técnicos da geração distribuída” e, posteriormente, uma análise comparativa sobre os códigos de acesso de geração distribuída praticados pelas distribuidoras em todo mundo. A partir do material selecionado, objetiva-se quantificar e analisar a produção acadêmica científica sobre as implicações de GD em redes de distribuição de energia elétrica e os guias regulatórios para implementação dos sistemas distribuídos em diferentes países. A análise detalhada dos artigos encontrados na busca constará no relatório desta iniciação científica.

METODOLOGIA:

O presente trabalho foi constituído a partir de revisões de literatura sistemáticas. As revisões literárias são métodos de busca em documentos e artigos científicos e acadêmicos acerca de um

assunto pré-definido, a fim de encontrar conceitos e definições relevantes para o tema de pesquisa. Já o método sistemático envolve uma série de critérios e técnicas para depurar uma base de dados e é chamado de *revisão bibliométrica*. Neste caso, em uma plataforma de base de pesquisa, uma ampla quantidade de artigos e publicações são encontrados e explorados por meio de ferramentas estatísticas com o objetivo de analisar tendências. Além da revisão bibliométrica, faz-se, também, a *revisão bibliográfica*, caracterizada pela busca e leitura da bibliografia encontrada sobre o tema desejado.

1. ETAPA 1

A primeira etapa de aplicação da metodologia envolve a revisão bibliométrica utilizando a base de dados Scopus da Elsevier [3]. Observa-se que o esquema de busca deve ser o mais estratégico possível, a fim de que os resultados encontrados sejam os mais refinados possíveis. Portanto, é imprescindível ter conhecimento acerca dos recursos presentes na ferramenta de busca que, pelo seu bom uso, permitirão resultados mais apurados. Inicialmente, a plataforma de pesquisa encontra os resultados a partir dos termos pesquisados com os operadores. Os operadores são as expressões usadas na barra de pesquisa entre os termos pesquisados e possuem algumas regras de utilização e ordem de entendimento da plataforma. Além disso, dentre os que possuem maior aderência à pesquisa, eles são divididos entre os booleanos, de proximidade e os de expressão.

Os operadores booleanos são, em ordem de entendimento pela plataforma, OR, AND e AND NOT. As definições e utilizações dos principais operadores podem ser encontradas no Quadro 1. Alguns exemplos práticos de pesquisa com utilização dos operadores foram realizados e serão discutidos posteriormente, na seção “Etapa 1” de “Resultados e Discussão”. Por fim, observa-se que o procedimento bibliométrico proposto nesta etapa da metodologia norteará a seleção de documentos relevantes, e a sua leitura permitirá o nivelamento teórico necessário para a Etapa 2.

2. ETAPA 2

Na segunda etapa da metodologia, propõe-se realizar um levantamento referente aos guias regulatórios para implementação dos sistemas distribuídos em diferentes países. Inicialmente, propõe-se usar artigos mapeados na Etapa 1 da metodologia. Além disso, normativas de agências reguladoras e procedimentos de distribuidoras serão utilizados para complementar o levantamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

1. ETAPA 1

Visando exemplificar o impacto dos operadores propostos na Etapa 1 da metodologia, foram realizadas pesquisas com diferentes operadores (descritos no Quadro 1) e diferentes modos de busca. Desta forma, as seguintes pesquisas foram feitas: **1)** *distributed generation* sem nenhum operador entre elas, subentendendo-se, portanto, o operador *AND*; **2)** sinônimos encontrados via pesquisa online: “*distributed energy*”, “*decentralised energy*”, “*dispersed energy*” e “*on-site generation*”; **3)**

“distributed generation” com utilização das aspas; e 4) {distributed generation} com utilização das chaves. A Tabela 1 apresenta o impacto das diferentes buscas realizadas.

Quadro 1: Operadores de busca

Tipo de Operador	Operador	Função	Exemplo de uso	Entendimento da plataforma
Booleano	OR	Encontra documentos com qualquer um dos termos pesquisados. Boa opção para utilizar sinônimos do termo principal da pesquisa.	"distributed generation" OR "distributed energy" OR "dispersed energy"	Artigos que contêm um dos termos procurados. Maior número de documentos sobre diferentes parâmetros.
	AND	Encontra documentos que contêm os termos pesquisados, mas não necessariamente estarão juntos. Operador subentendido quando o termo pesquisado não está entre aspas ou fechado pelas chaves.	"distributed generation" AND "hosting capacity"	Artigos que contêm informações acerca de "distributed generation" e "hosting capacity" de forma independente e, também, se relacionando.
	AND NOT	Exclui um termo específico da pesquisa. Boa opção quando não se deseja obter alguns resultados que podem fugir do foco definido da pesquisa.	"distributed generation" AND NOT "photovoltaic"	Artigos sobre o tema "distributed generation" sem o tópico voltado para o setor fotovoltaico.
Proximidade	PRE/n	Os resultados obtidos serão com a ordem entre os termos colocada no campo de pesquisa. A ordem entre as palavras importa.	"distributed generation" PRE/5 "hosting capacity"	Restrição dos documentos para aparição obrigatória de "hosting capacity" precedido por "distributed generation". <i>Estipula que o primeiro termo deve preceder o segundo com intervalo de 5 palavras</i>
	W/n	A ordem entre as palavras não importa.	"distributed generation" W/5 "hosting capacity"	Não há restrição de ordem. Apresenta número maior de resultados em relação à PRE/n e estipula que o primeiro termo pode ser encontrado com intervalo de 5 palavras do segundo.
Expressão	“ “	Os documentos obtidos possuirão a expressão procurada e algumas eventuais variações chamadas "termos aproximados".	"distributed generation"	Artigos com tópicos acerca de <i>distributed generation</i> e possíveis variações. Número um pouco maior de documentos encontrados.
	{ }	Os artigos contêm a expressão <i>exata</i> pesquisada, sem termos aproximados.	{distributed generation}	Artigos com tópicos centralizados <i>apenas</i> em <i>distributed generation</i> , sem eventuais termos aproximados.

Tabela 1: Resultados obtidos nas pesquisas.

Pesquisa	Operador	Resultados	Pesquisa	Operador	Resultados
1	-	106.866	5	-	501
2	OR	55.038	6	AND	318
3	“ “	33.749	7	W/5	89
4	{ }	31.478	8	PRE/5	52

Visando outro tipo de pesquisa, agora direcionada ao termo *hosting capacity*, foram realizadas as seguintes buscas: **5)** *distributed generation hosting capacity*, sem nenhum operador entre os termos; **6)** *“distributed generation” AND “hosting capacity”*; **7)** *“distributed generation” W/5 “hosting capacity”*; e **7)** *“distributed generation” PRE/5 “hosting capacity”*. Conforme os resultados apresentados na Tabela 1, é possível observar o impacto do detalhamento da pesquisa, reduzindo o resultado a 52 artigos.

2. ETAPA 2

Visando obter um levantamento sobre os guias regulatórios para implementação dos sistemas distribuídos em diferentes países, inicialmente, foram selecionados países de destaque no mercado de GD. Para isso, analisaram-se os rankings de economia e geração de energia solar em escala global, apresentados na Figura 1 e na Figura 2, respectivamente, sendo selecionados os seguintes países: Austrália, Brasil, Canadá, Estados Unidos, Índia, Japão e Reino Unido. A partir disso e das estratégias de busca apresentadas na Etapa 1 da Metodologia, explorou-se na literatura os códigos de acesso e as regulações para instalação de GD nas redes de cada um dos países selecionados. Os resultados obtidos constam na Tabela 2.

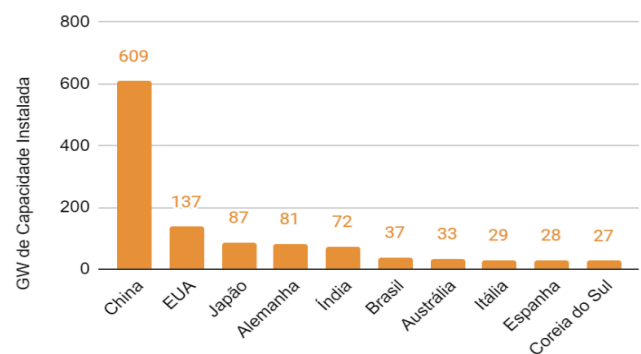
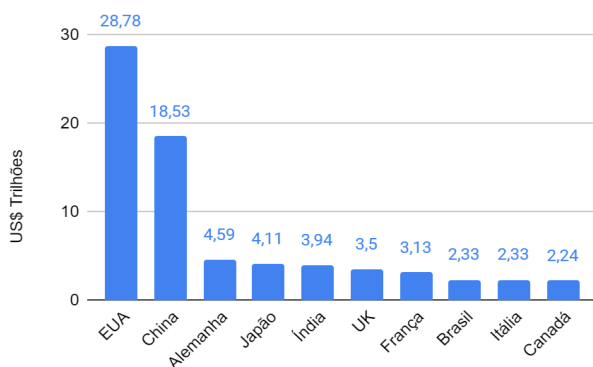


Figura 1: GD na economia, previsão FMI [4].

Figura 2: Capacidade instalada, segundo IRENA [5].

A grande variação acerca dos limites de potência definidas por cada país em suas respectivas regulações destaca, sobretudo, que cada nação possui um padrão pré-determinado de suas redes elétricas. Os valores diferentes refletem, portanto, estratégias para a instalação de GD que asseguram o avanço da transição energética e a manutenção da qualidade de energia elétrica entregue ao consumidor, além de visar a minimização de impactos diretos nos grandes sistemas elétricos [6].

CONCLUSÕES:

A revisão bibliográfica sistemática realizada sobre a geração distribuída revelou o destaque deste setor como uma solução favorável à corrida das nações do mundo todo para alcançar, o quanto antes, uma matriz energética limpa e renovável. Além disso, a breve análise comparativa evidenciou a importância, de modo geral, da disponibilidade da regulação técnica para instalação das GDs como uma forma de incentivar legalmente seu desenvolvimento tecnológico e financeiro em nível global. Dessa forma, as diferentes capacidades de potência revelarão um mercado sólido e a

responsabilidade governamental perante a confiabilidade e manutenção da qualidade das redes elétricas que suprem, progressivamente, uma demanda exponencial do consumo de energia.

Tabela 2: Resultados obtidos na Etapa 2 da metodologia proposta.

País	Província	Classificação	Potência
Austrália [7]	-	Micro	< 2kW
		Mini	> 2kW
			≤ 10kW monofásico
		Small	≤ 30kW trifásico
			< 1MW e:
			> 10kW monofásico
		Medium	> 30kW trifásico
Large	> 1MW e < 5MW		
Brasil [8]	-	Microgeração	> 5MW
		Minigeração	≤ 75kW
Canadá [9]	Alberta	Small Microgeneration	> 75kW e ≤ 3MW
		Large Microgeneration	< 150kW
Reino Unido [10]	Inglaterra e País de Gales	Small	> 150kW e < 5MW
	Escócia - Sul		< 50MW
	Escócia - Norte		< 30MW
	Inglaterra e País de Gales	Medium	< 10MW
	Inglaterra e País de Gales	Large	≥ 50MW e < 100MW
	Escócia - Sul		≥ 100MW
	Escócia - Norte		≥ 30MW
			≥ 10MW

BIBLIOGRAFIA

- [1] COMELLO, S.; REICHELSTEIN, S.. Cost competitiveness of residential solar PV: The impact of net metering restrictions. "Renewable and Sustainable Energy Reviews", v. 75, p. 46-57, 2017.
- [2] ANEEL, "Resolução Normativa n.1059". Brasília, DF: 2023.
- [3] Periódicos CAPES, "Scopus: Guia de referência rápida" [Online]. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/Scopus_Guia%20de%20referência%20rápida_10.08.2016.pdf>. Acesso em: jan. 2024.
- [4] FREITAS, C. "Brasil deve subir para 8ª posição no ranking das maiores economias do mundo em 2024, prevê FMI". [Online]. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/economia/brasil-pib-fmi-8-oitava-maior-economia-do-mundo-2024-relatorio-projecoes-veja-ranking-nprei/>>. Acesso em: jun. 2024.
- [5] CASARIN, R. "Brasil alcança 6ª posição no ranking global de energia solar" [Online]. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/>>. Acesso em: jun. 2024.
- [6] CASARIN, R., "Brasil acrescentou 7,46 GW em geração solar distribuída em 2023" [Online]. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/>>. Acesso em: jun. 2024.
- [7] AEMC, "Distributed Energy Resources" [Online]. Disponível em: <<https://www.aemc.gov.au/energy-system/electricity/electricity-system/distributed-energy-resources>>. Acesso em: jul. 2024.
- [8] ANEEL, "Micro e Minigeração distribuída" [Online]. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/geracao-distribuida>>. Acesso em: ago. 2024.
- [9] Alberta, "Micro-generation" [Online]. Disponível em: <<https://www.alberta.ca/micro-generation>>. Acesso em: jul. 2024.
- [10] BSC Digital Code, "Embedded Generation" [Online]. Disponível em: <<https://bscdocs.elexon.co.uk/guidance-notes/embedded-generation>>. Acesso em: jul. 2024.