

# Aerogeradores de Pequeno Porte: Percepção dos Produtores <sup>1</sup>

Ricardo Marques Dutra <sup>a2</sup>, Marcio Giannini Pereira<sup>a</sup> & Bruno E. M. Montezano<sup>b</sup>

*a- Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel), Av. Horácio de Macedo N.354 – Sala C22 - Cidade Universitária – CEP: 21941-911 Rio de Janeiro, RJ - Brasil.*

*b- Pontifícia Universidade Católica (PUC-RJ), Rua Marques São Vicente, 225-Gávea, CEP 22453-900 Rio de Janeiro, RJ - Brasil.*

## **Abstract**

A geração distribuída vem ganhando importância no mercado de energia, especialmente em países desenvolvidos, no entanto no Brasil este mercado ainda é incipiente. Essa modalidade de geração pode apresentar diversos impactos positivos em toda cadeia produtiva, particularmente no cenário de continuidade de queda dos custos dos equipamentos, assim como na perspectiva de aumento das tarifas para o consumidor final. Conjuntamente, os crescentes investimentos em fontes renováveis de energia contribuem para o adensamento da cadeia produtiva e na redução dos custos associados a estas tecnologias, em particular tornando-as mais acessíveis aos consumidores finais. A geração de energia elétrica por meio de aerogeradores de pequeno porte (APP) ainda é embrionária no Brasil, faltam dados, estudos, incentivos, no entanto o país possui considerável potencial a médio prazo. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo apresentar e discutir a percepção do fabricante de aerogerador de pequeno porte, identificando a estrutura de produção atual, os investimentos realizados e as perspectivas de curto-médio prazo do segmento.

**Keywords:** *Small Wind Energy; Distributed Generation; Renewable Energy Market; Energy Planning, Brazil*

## **Introdução**

A produção e o consumo de energia são ambientalmente impactantes, mas os padrões atuais de consumo podem ser melhorados, estimulando o uso mais eficiente de energia e na transição de fontes de energia fósseis para fontes renováveis no mundo. Em decorrência aos investimentos realizados no passado em hidroeletricidade e no etanol e aos ainda baixos índices relativos de consumo energético, o Brasil ainda possui uma posição confortável em comparação com o resto do mundo, em relação a participação de fontes renováveis na matriz energética.

Após a finalização da primeira parte do estudo pelo Cepel, pode-se constatar que o principal motivador para a identificação do potencial de mercado de aerogeradores de pequeno porte (APP) está nas recentes transformações do setor de geração distribuída promovido pela Resolução Aneel nº 482/2012. Ao classificar a fonte eólica como uma opção de geração descentralizada, a resolução representa o primeiro passo para a criação de um ambiente favorável para a consolidação de um mercado específico para aerogeradores de pequeno porte.

<sup>1</sup> Informe Técnico 02 -Outubro de 2015.

<sup>2</sup> Autor correspondente: Tel. +55 21 2598-6174; fax +55 21 22803537, E-mail: [dutra@cepel.br](mailto:dutra@cepel.br)

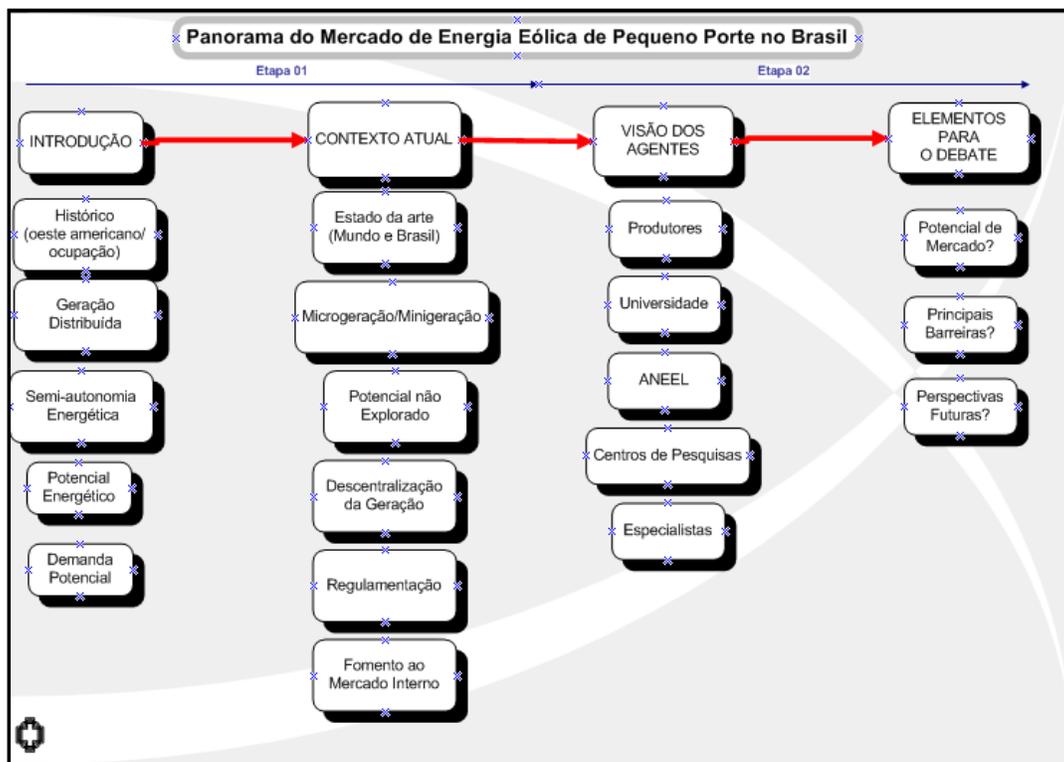
Uma vez que a resolução apresenta características singulares quando comparada aos principais incentivos aplicados no mundo para geração descentralizada, constatou-se que o crescimento do uso das fontes participantes é realizado de forma diferencial. Nota-se, através do registro de projetos participantes (ANEEL, 2014), um grande desbalanceamento do número de projetos e potência total instalada das fontes solar fotovoltaica e eólica. Mesmo representando 1,2% da potência total dos projetos participantes da Resolução Aneel nº 482/2012 (ANEEL, 2014), projetos eólicos de pequeno porte para geração descentralizada representam um mercado muito incipiente, no entanto com grande potencial de crescimento<sup>3</sup>.

## **Metodologia**

Cabe ressaltar que o documento apresentado é parte da pesquisa desenvolvida pela equipe de pesquisadores do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL), que objetiva contemplar a análise de mercado, análise de viabilidade, a visão dos agentes e elementos para o debate. Neste sentido, o presente documento busca divulgar as informações associadas à pesquisa centrado na divulgação dos resultados consolidados da pesquisa relacionada à percepção dos produtores, auxiliando, assim, no entendimento das particularidades do mercado, considerando suas barreiras e perspectivas na visão dos agentes do setor (Figura 1).

---

<sup>3</sup> Segundo dados da *World Wind Energy Association* (WWEA, 2013), a China e os EUA lideram o quantitativo de unidades instaladas no mundo até o ano de 2010, sendo 450.000 e 144.000 unidades, respectivamente. Por outro lado, quando considerada a capacidade instalada acumulativa os EUA lideram com 179.000 kW enquanto a China atinge o patamar de 166.000 kW.



Fonte: Elaboração Própria.

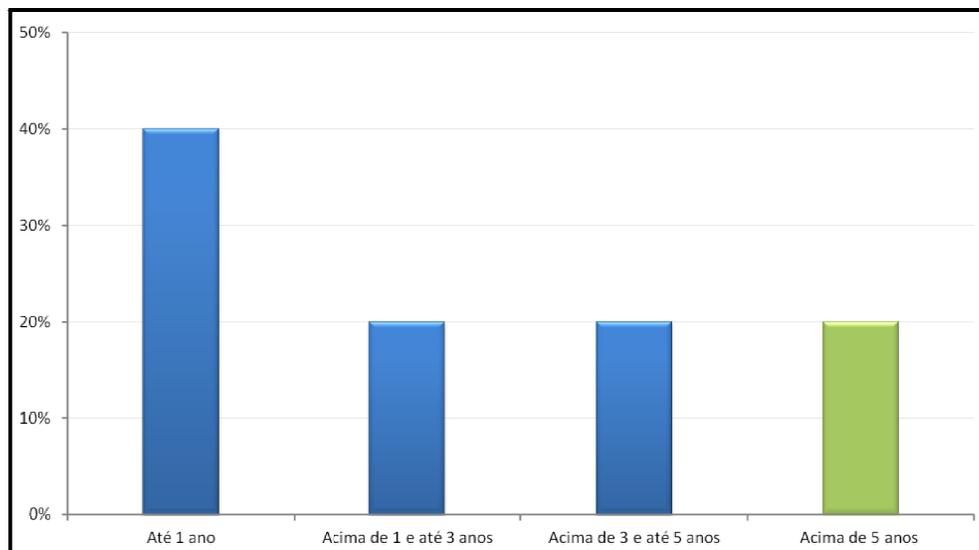
**Figura 1 - Representação esquemática da proposta de desenvolvimento do estudo – Panorama do Mercado de Energia Eólica de Pequeno Porte no Brasil.**

O objetivo central da pesquisa ao produtor foi de identificar as percepções de presente e futuro das empresas sobre o mercado brasileiro, possibilitando identificar as realizações de investimentos e a intenção da concretização de parcerias direcionadas ao fortalecimento da cadeia produtiva, além de questões associadas à Resolução Aneel nº 482/2012.

Como o segmento de aerogeradores de pequeno porte no Brasil ainda é infante, com poucos fabricantes nacionais e fornecedores, foi possível fazer contatos preliminares com grande maioria dos agentes deste segmento. Foram realizados contatos com seis fabricantes e três representantes nacionais dos quais somente cinco participaram (quatro fabricantes e um instalador/projetista).

## Resultados

A característica de um mercado embrionário é destacada a partir da informação do tempo de atuação dos entrevistados no mercado brasileiro. Destaca-se que os fabricantes e revendedores de APP no Brasil tem pouco tempo de atuação no mercado, pois, exceto por uma empresa que tem 12 anos de experiência, as demais possuem, no máximo, cinco anos de atuação (Gráfico 1).



Fonte: Elaboração própria.

**Gráfico 1 - Tempo de atuação das empresas no segmento**

A faixa de potência de APPs fabricados no Brasil é muito ampla: existem modelos com potência entre 350 W e 100 kW. A maior parte dos modelos fabricados no Brasil apresenta potência entre 1 kW e 6 kW, assim como 80% dos aerogeradores de pequeno porte disponíveis comercialmente no mundo (WWEA, 2013). Os modelos de APPs são predominantemente de eixo horizontal, existindo somente um modelo de eixo vertical (modelo de 1,5 kW). O fabricante informou que o desenvolvimento do aerogerador de eixo vertical foi motivado pela experiência obtida com a fabricação e comercialização dos seus modelos de eixo horizontal que se mostraram pouco apropriados para uso no meio urbano devido ao alto grau de turbulência dos ventos (devido a presença de muitos obstáculos) e pelo elevado nível de ruído gerado em função disso. A decisão pelo investimento no modelo de eixo vertical foi motivada para aplicações residenciais urbanas, pois esta tecnologia tem um aproveitamento teórico melhor em ventos turbulentos do que as máquinas convencionais de eixo horizontal, além de ser mais silencioso.

Sobre os principais compradores de aerogeradores (Tabela 1), é possível concluir que consumidores residenciais, fazendas, empresas/fabricas/comércio e universidades são alvos igualmente distribuídos entre os fabricantes. Somente um fabricante apontou o segmento de telecomunicações como um importante nicho para seus negócios. Este segmento sempre foi um nicho natural para as fontes renováveis alternativas desde o início do seu desenvolvimento tecnológico. Mesmo sendo explorado por apenas um fabricante, este segmento deve ser alvo de atenção pelos demais agentes como uma importante opção de novos negócios.

**Tabela 1 - Principais compradores de aerogeradores.**

Principal comprador	Empresa				
	A	B	C	D	E
<b>Consumidor residencial (urbano)</b>			X	X	X
<b>Fazendas</b>			X	X	X
<b>Empresas/Fábricas/Comércio</b>	X		X		X
<b>Consultores</b>					
<b>Revendedor</b>					
<b>Universidade</b>	X				X
<b>Telecomunicações</b>	X				
<b>Ns/nr</b>		X			

Fonte: Elaboração própria.

Entende-se que o segmento de aerogeradores de pequeno porte, além de possuir a concorrência comercial entre agentes, também possui uma concorrência entre tecnologias de geração de energia elétrica. Os participantes da pesquisa foram unânimes em indicar a energia solar fotovoltaica como a principal tecnologia concorrente. Mesmo sendo de natureza completamente diferente, esta tecnologia está ganhando espaço no mercado brasileiro de fontes renováveis para uso doméstico e também na geração centralizada através dos leilões de energia realizados em 2014 (EPE, 2014), através do ganho de escala e redução dos custos. Apesar da maioria dos equipamentos ser importada, a queda dos custos e algumas facilidades na instalação e manutenção colocam a geração fotovoltaica como a principal concorrente do segmento. A partir de informações apresentadas por alguns fabricantes, o custo de instalação, em média, de aerogeradores de pequeno porte está na faixa entre R\$12,00 e R\$15,00/W . Comparando esta faixa com os valores dos produtos fotovoltaicos comercializados no Brasil, quando comparado em dólar, é possível verificar que os valores dos equipamentos eólicos de pequeno porte são similares aos fotovoltaicos .

Ainda sobre os dados de produção, foi perguntado se as empresas também comercializam tecnologias de geração de energia elétrica, além da eólica. Apenas 40% das empresas afirmaram que comercializa somente produtos relacionados a aerogeradores, as demais informaram que oferecem pelo menos uma alternativa tecnológica de geração, conforme apresentado na Tabela 2. A diversificação da maioria dos fabricantes em comercializar pelo menos um produto além do aerogerador de pequeno porte sugere que a comercialização exclusiva de aerogeradores não produz renda suficiente para manutenção das atividades.

Sobre investimentos no setor, o resultado da pesquisa com os fabricantes destacou que 80% das empresas realizaram investimentos com recursos próprios e 60% utilizaram recursos de instituição de fomento à pesquisa. Estas duas fontes de financiamento mostram como o setor produtivo de APPs no Brasil é incipiente pois foram aplicados montantes significativos na expansão da produção e melhoria do produto. As perspectivas de novos investimentos mostram uma visão otimista do futuro que, neste caso, superam os montantes investidos nos últimos três anos. Estes novos investimentos seguem a tendência de expansão e melhoria da produção,

incluindo também a diversificação da produção. A Tabela 3 mostra que os investimentos no setor mantém uma forte perspectiva de aplicação na ampliação e diversificação da produção e também no aperfeiçoamento do produto.

**Tabela 2 - Alternativas tecnológicas oferecidas comercialmente pelas empresas.**

Alternativa tecnológica oferecida	Empresa				
	A	B	C	D	E
Solar Fotovoltaico		X			X
MCH/PCH		X		X	
Gerador a combustão		X			
Hidrocinética					
Biodigestor					X
Solar Térmico					X

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 3 – Aplicações de investimentos em APP no setor produtivo**

Aplicação de investimento	Aplicações realizadas					Aplicações futuras				
	Empresa					Empresa				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Ampliação da produção	X		X	X		X	X	X	X	
Diversificação da produção				X		X	X	X	X	
Aperfeiçoamento do produto			X		X	X		X	X	X
Treinamento				X		X			X	X
Logística										X
Marketing				X						X
Pós-venda			X			X		X		
Equipamento	X									
Transferência de tecnologia		X								
Aperfeiçoamento do processo produtivo						X				

Fonte: Elaboração própria.

## Considerações

A Resolução Aneel nº 482/2012 foi muito criticada pelos produtores participantes da pesquisa. De acordo com um dos entrevistados, a resolução, como a única iniciativa federal para a produção descentralizada de fontes renováveis, embora positiva, não é suficiente para suportar uma expansão do segmento de APPs no Brasil. Esta afirmação é claramente respaldada pelas linhas de ações sugeridas pelos entrevistados que, em sua maioria, identificaram a necessidade de incentivos através de financiamento público para o usuário final além da possibilidade da venda de eletricidade através de um mecanismo do tipo *feed-in*.

Apesar do otimismo delineado pela perspectiva de ampliação dos investimentos, a percepção de futuros negócios não é conclusiva onde 60% dos participantes indicam que o ambiente de negócios para o futuro é desfavorável ou indiferente.

Com base nas informações dispostas é possível indicar algumas recomendações no sentido de consolidar potenciais estratégias de fomento ao segmento de aerogeradores de pequeno porte, sendo:

- Desenvolver um fórum de discussão entre os agentes de mercado facilitando, assim, a organização do segmento e redução de assimetria de informações. Esta atividade pode ser capitaneada por uma instituição de pesquisa, universidade ou propriamente a Associação Brasileira de Energia Eólica;
- Desenvolvimento ou aprimoramento de banco de dados de instalações de sistemas eólicos de pequeno e médio porte. Este banco é parcialmente desenvolvido pela Aneel, no entanto ainda falta dispor diversas informações complementares;
- Desenvolvimento de um mercado certificador. Esta questão é fundamental para a expansão do setor, possibilitando credibilidade e informação para o consumidor final;
- Desenvolvimento do Atlas de Energia Eólica para Pequeno porte disponibilizando aos agentes informações mais seguras sobre o potencial de energia eólica;
- Linhas de financiamento específicas para as empresas produtoras, assim como subsídios para o potencial consumidor final, reduzindo o impacto do investimento inicial para o consumidor e ampliando o efeito escala na produção;
- Estratégias de divulgação para outros segmentos da sociedade, não se restringindo a divulgar a tecnologia a nichos essencialmente tecnológicos. Deve-se ampliar esta divulgação a segmentos afins a sustentabilidade; e
- A questão tributária é central para a expansão do setor. Estados como Minas Gerais já não cobram ICMS sobre a geração de energia elétrica (microgeração). Recomenda-se um alinhamento de todos os estados no sentido de retirar este entrave.

Por fim, destaca-se que o estudo apresentado consolida uma base de informações inédita no país sobre o mercado de APP. O desenvolvimento metodológico da pesquisa, considerando a percepção dos agentes da cadeia produtiva e resultados obtidos, mostra que tal metodologia pode ser replicada para outros segmentos, podendo contribuir para o fomento do mercado de microgeração no Brasil.

## **Referências**

ANEEL, 2012, **Regulamentação para o Acesso de Microprodutores aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Resolução ANEEL 482/2012**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Agência

Nacional de Energia Elétrica - Apresentação no I Workshop de Geração de Eólica Distribuída, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em:  
<<http://www2.cepel.br/swworkshop/portugues/palestras.html>>. Site visitado em:17/09/2013.

ANEEL, 2014, Banco de Informação de Geração - BIG. **ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em:  
<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 09 Dez 2014.

ANEEL, 2014a, **Avaliação dos resultados da Resolução Normativa nº 482/2012 na visão do Regulador**. Seminário Micro e Minigeração Distribuída - Impactos da Resolução Normativa n. 482/2012. Brasília - Distrito Federal: [s.n.]. Dias 9 e 10 de abril de 2014. Disponível em:  
<<http://www.aneel.gov.br/hotsite/mmgd/>>. Acesso em: 09 Dez 2014.

MALHOTRA, N. K., 2001, **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman.

Groth, J. A. (2013). **Usina de geração fotovoltaica : custo de implementação, operação e taxa de retorno do investimento**. Dissertação de M. Sc., Departamento de Engenharia Elétrica – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre - RS.

WWEA. (2013). 2013 - **Small Wind Turbine Updates**. World Wind Energy Association. Bonn - Germany: World Wind Energy Association.