



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

## AVALIAÇÃO DE POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ÉOLICA DE UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA: UM ESTUDO DE CASO DO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE CAMPUS MACAÉ

**Diego Fernando Garcia** - diego.garcia@iff.edu.br  
Instituto Federal Fluminense – PPEA

**Marcos Antônio Cruz Moreira** - macruz@iff.edu.br  
Instituto Federal Fluminense – PPEA

**Augusto Eduardo Miranda Pinto** - apinto@iff.edu.br  
Instituto Federal Fluminense – PPEA

**Resumo:** Há uma crescente preocupação quanto à sustentabilidade em diversos países devido ao aumento das atividades econômicas e ao crescimento contínuo do consumo de energia elétrica. Diante disso, é necessário pensar em alternativas para aumentar a disponibilidade de energia elétrica aproveitando os recursos naturais existentes. Este artigo apresenta uma avaliação de potencial de energia eólica por meio de um sistema de geração distribuída no Instituto Federal Fluminense Campus Macaé. O Campus Macaé possui um consumo de energia mensal entre 41 MWh e 73 MWh tendo como principais cargas os equipamentos condicionadores de ar e iluminação. Os resultados demonstraram que o Campus Macaé tem potencial para implantação de um sistema eólico de geração distribuída conectados à rede elétrica com 24 aerogeradores de 15kW. Portanto, concluiu-se que o Instituto Federal Fluminense possui grande potencial de geração de energia elétrica, podendo suprir suas próprias necessidades energéticas através de fontes renováveis.

**Palavras-chave:** Fontes Renováveis, Energia Eólica, Geração Distribuída

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

## EVALUATION OF THE POTENTIAL FOR THE GENERATION OF WIND ENERGY OF A PUBLIC INSTITUTION: A CASE STUDY OF THE FLUMINENSE FEDERAL INSTITUTE CAMPUS MACAÉ

**Abstract:** *There is growing concern about sustainability in several countries due to increased economic activity and continued growth in electricity consumption. Given this, it is necessary to think of alternatives to increase the availability of electric energy by taking advantage of the existing natural resources. This article presents an evaluation of wind power potential through a distributed generation system at the Federal Fluminense Institute Campus Macaé. Campus Macaé has a monthly energy consumption of between 41 MWh and 73 MWh, with the main loads being air conditioning and lighting equipment. The results showed that Campus Macaé has the potential to implement a distributed generation wind power system connected to the grid with 24 wind turbines of 15kW. Therefore, it was concluded that the Fluminense Federal Institute has great potential for electric power generation, being able to supply its own energy needs through renewable sources.*

**Keywords:** *Renewable Sources, Wind Energy, Distributed Generation*

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis é amplamente discutida em diversos países, principalmente em países que possuem incentivos à geração distribuída de pequeno porte (ANEEL, 2014). A geração distribuída tem sido debatida no âmbito de planejamento energético mundial e indicada como o futuro da produção de energia elétrica (FREITAS E HOLLANDA, 2015). No contexto nacional, a discussão acerca da geração de energia elétrica torna-se de maior relevância em função do aumento do consumo de energia elétrica devido ao crescimento da atividade econômica, a evolução demográfica e também com a crescente preocupação com a sustentabilidade no País. (ANEEL, 2014)

Diante dessa discussão, é necessário pensar em possíveis alternativas para expandir e diversificar a geração de energia elétrica brasileira. As pequenas centrais geradoras também conhecidas como micro e minigeração distribuída são ótimas alternativas. (ANEEL, 2014)

A Resolução Normativa (REN) número 482/2012 foi publicada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com o objetivo de estabelecer as condições gerais para a inserção de micro e minigeradores ao Sistema Elétrico Nacional. Conforme a resolução, a microgeração distribuída é definida como um gerador de energia elétrica de potência menor ou igual a 75 kW e a minigeração distribuída é definida como um gerador de potência superior a 75 kW e inferior ou igual a 5 MW e ambas devem utilizar fontes de energias renováveis e cogeração qualificada e, ser conectado à rede por meio de consumidores de energia.

Em 2015, a REN 482 foi revisada através da Resolução Normativa 687/2015 que ampliou as possibilidades, alterando o limite potência da microgeração e minigeração, reduzindo prazos de respostas às unidades consumidoras e melhorando a geração compartilhada entre outros.

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2017, a participação de energias renováveis na Matriz Energética do Brasil sustentou-se entre as mais maiores do mundo em 2016, em função das condições hidrológicas, da expansão da geração eólica e da queda da geração térmica a base de derivados de gás natural e petróleo, conforme ilustra a Figura 1.

Realização



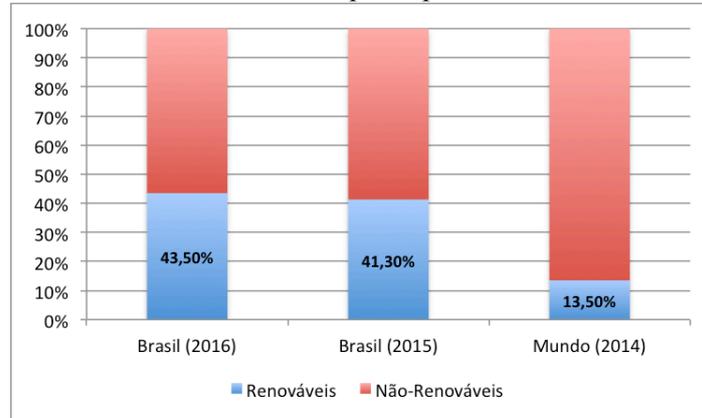
Correalização



Informações:

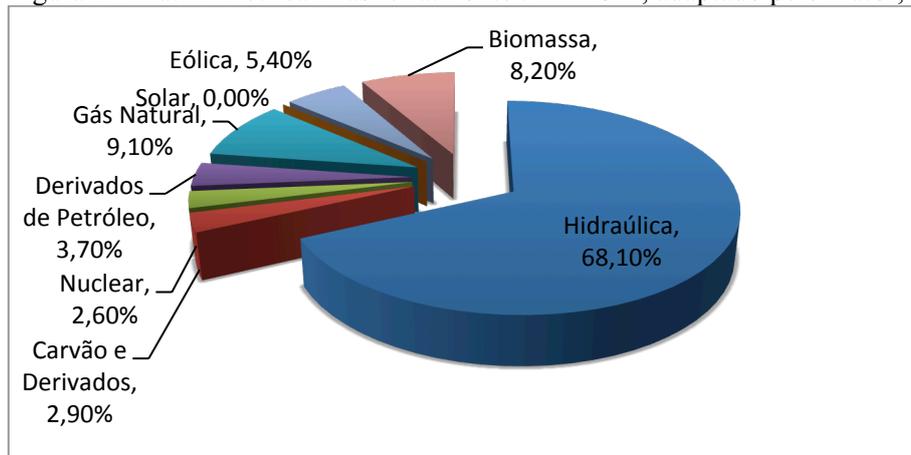
qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375

Figura 1 - Participação de Energias Renováveis no Brasil e no Mundo.  
Fonte: BRASIL, adaptado pelo Autor, 2017



A Figura 2 ilustra a matriz de produção de energia elétrica do Brasil em 2016. A principal fonte de energia elétrica é a hidráulica, seguido do gás natural, biomassa, eólica, derivados do petróleo, carvão e derivados, nuclear e por último da energia solar.

Figura 2 - Matriz Elétrica Brasileira. Fonte : BRASIL, adaptado pelo Autor, 2017



A Geração Distribuída tem sido uma tendência em vários países, favorecida pela redução de custos das tecnologias de pequenas escalas de geração, juntamente com as limitações ambientais colocadas às construções de usinas hidrelétricas e às usinas que emitem gases de efeito estufa (RIBEIRO, 2014).

Durante a pesquisa documental, foram encontrados estudos de avaliação de potencial de geração de energia eólica em diversas partes do mundo. Os estudos de Lu e Ip (2009), Lima e Bezerra (2010), Shafiullah *et al* (2012), Mohammadi (2013) evidenciaram viabilidade na implantação de sistemas de geração com aerogeradores. Dalton *et al* (2009) constatou que hotéis de pequeno a médio porte a energia eólica é mais viável economicamente que a energia solar. Mostafaeipoura *et al* (2011) sugere a instalação de turbinas pequenas para suprimento de energia elétrica para edifícios públicos e casas. Por fim, o estudo de Prodromidis e Coutelieis (2011) concluiu que somente um sistema de aerogeradores conectados à rede elétrica torna-se viável nas ilhas gregas na Europa.

Diante às pesquisas realizadas, o presente estudo tem como objetivo principal avaliar o



potencial de geração de energia eólica no Instituto Federal Fluminense Campus Macaé de um sistema de geração distribuída, através de aerogeradores, conectados à rede. O Instituto Federal Fluminense Campus Macaé situa-se na cidade de Macaé no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, possui área total de 46.214 m<sup>2</sup>, localiza-se próximo à Lagoa de Imboassica e empresas ligadas à indústria do petróleo. O consumo total mensal médio de energia elétrica em 2016 foi de 57.450,50 kWh.

Frente à crise econômica atual do Brasil e às ações do governo federal de redução do orçamento público, esta pesquisa visa também evidenciar uma possibilidade de redução dos gastos com energia elétrica no Instituto Federal Fluminense, procurando estabelecer uma melhor utilização dos recursos públicos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

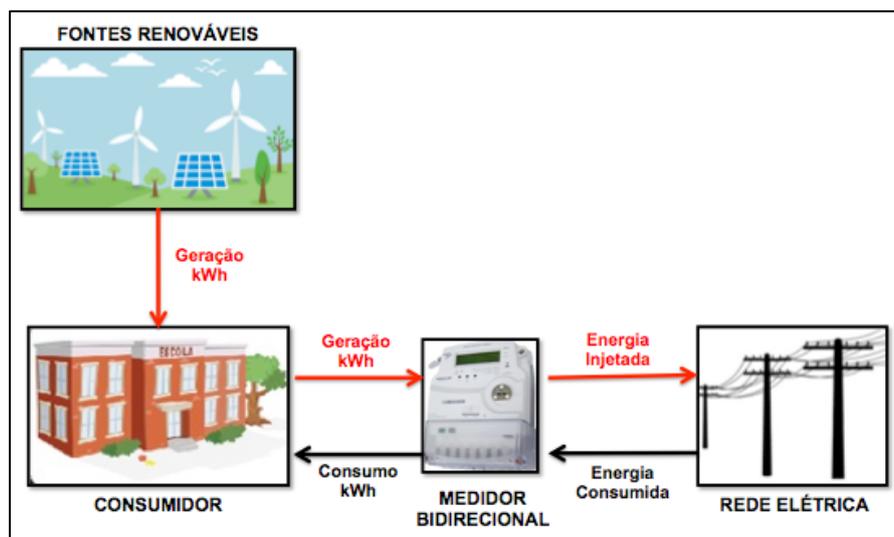
Nesta seção serão investigados através de revisão da literatura e documental, conceitos, práticas e aspectos legais considerados relevantes ao objeto trabalho, tais como: Geração Distribuída e Energia Eólica.

### 2.1. Geração Distribuída

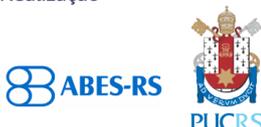
A Geração Distribuída (GD) é uma expressão utilizada para caracterizar a geração de eletricidade próxima ou junto do consumidor sem restrições de potência, de tecnologia ou tipo de fonte de energia (INEE, 2018). A evolução das tecnologias de GD têm incluído potências cada vez menores. A GD, ilustrada na Figura 3, é definida pela implantação de pequenos geradores que utilizam fontes renováveis ou combustíveis fósseis, instalados juntos aos consumidores de energia elétrica (ANEEL, 2016).

Em geral, os microgeradores e minigeradores instalados próximos aos consumidores podem possibilitar benefícios para o sistema de distribuição de energia sendo que os principais são: protelar os investimentos na construção de novos sistemas de distribuição e transmissão, minimizar o impacto ambiental, melhorar a estabilização da tensão da rede no período de pico diário e diversificar a matriz nacional de energia (ANEEL, 2014).

Figura 3 - Geração Distribuída. Fonte: autor, 2017



Realização



Correalização



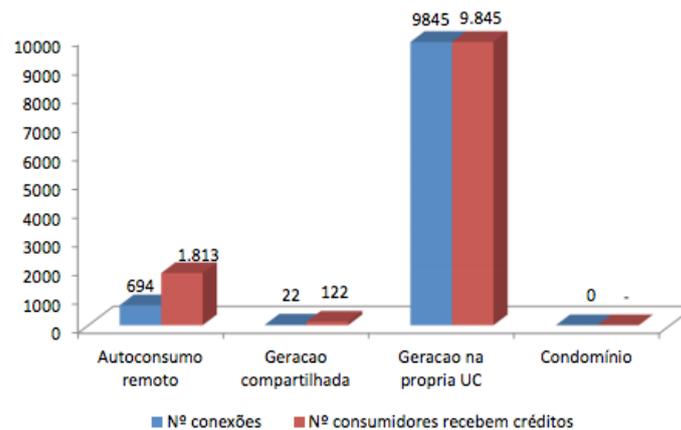
Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



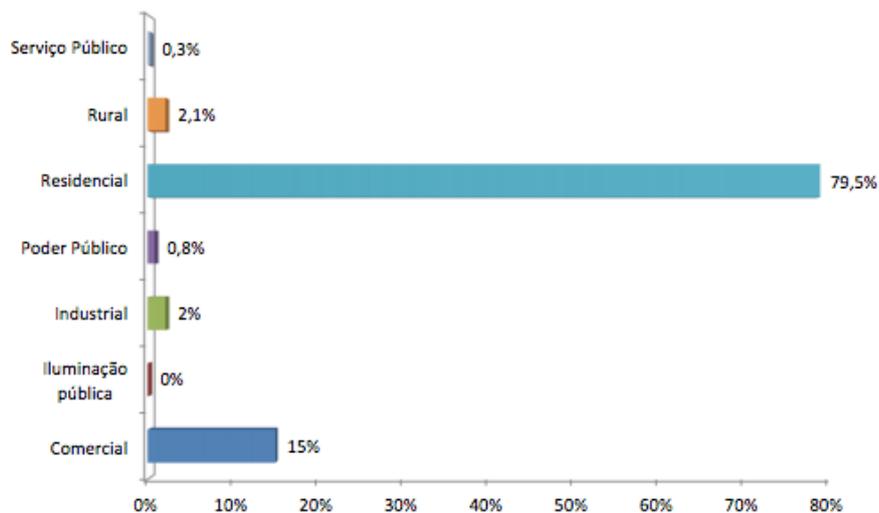
A Figura 4 ilustra a quantidade de sistemas de geração distribuída conectadas e o número de consumidores que receberam os créditos. A principal modalidade de geração até maio de 2017 é a geração na própria unidade consumidora (UC), com 93,2 % das conexões, onde o sistema produz energia apenas no próprio local de consumo. Os demais casos, a geração de energia é destinada a mais de um local de consumo, conforme permitido na REN nº 482/2012.

Figura 4 - Modalidade de geração distribuída até maio 2017. Fonte: ANEEL, 2017



Com relação à classes de consumo dos consumidores, a figura 5 ilustra que maiores classes são a residencial (79,5%) e a comercial (15%) e as classes com pouca adesão são iluminação pública (0%), Serviço Público (0,3%), e Poder Público (0,8%).

Figura 5 - Classes de consumo dos consumidores. Fonte: ANEEL, 2017



Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



## 2.2. Energia Eólica

A conversão do recurso eólico em energia deu-se inicialmente através dos moinhos de ventos que ajudaram ao homem moer grãos e, posteriormente, através das velas de barcos para navegação. No final do século XIX, a Dinamarca e os Estados Unidos iniciaram a construção de máquinas que produziam energia elétrica a partir do vento, chamado aerogeradores. No século XX, os combustíveis fósseis foram os principais responsáveis pela produção de eletricidade. Em 1973, quando houve a crise do petróleo, iniciou-se o desenvolvimento da energia eólica. O primeiro aerogerador instalado no Brasil foi no arquipélago de Fernando de Noronha e possuía 75 kW de potência (TOLMASQUIM, 2016).

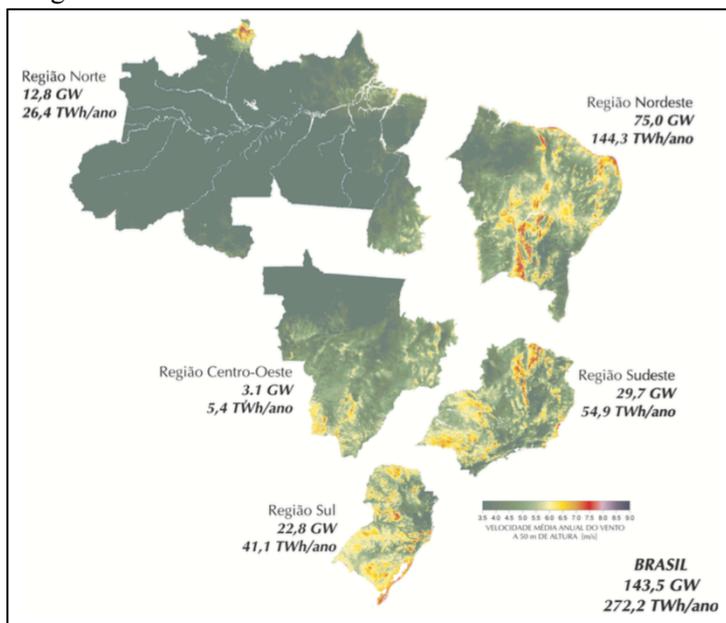
Em 2001, houve a crise energética e o governo federal iniciou os incentivos à produção de energia no país, através do PROEÓLICA, Programa Emergencial de Energia Eólica. O programa incentivava a contratação de projetos para produção de energia eólica mas não obteve sucesso. Em 2002, um novo programa instituído pela Lei nº 10.438 de 2002, o PROINFRA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, incentivou a diversificação da matriz energética do Brasil. A Lei no 10.438 de 2002 também promoveu a redução das tarifas em 50% sobre a produção e consumo provindos da energia eólica para sistemas de distribuição e transmissão. (BRASIL, 2002)

Segundo Tolmasquim (2016), a energia eólica é uma das formas de energia solar visto que o vento é originado através de um aquecimento desequilibrado da superfície da terra ocasionado pela irradiação solar. Além disso, o vento é influenciado de diversas maneiras: pelas variações nas pressões do ar, pela rotação da terra, pela rugosidade dos terrenos e pelos obstáculos (montanhas, árvores, etc).

Em função desta grande variabilidade do regimes dos ventos, foi produzido um atlas do potencial eólico brasileiro (AMARANTE et al, 2001) com a finalidade de mapear o potencial eólico de todas a regiões do Brasil fornecendo diversos parâmetros tais como fluxos de energia eólica, velocidades médias do ano e os regimes sazonais.

A Figura 6 ilustra o potencial eólico no Brasil informado no Atlas de 2001. Observa-se que o maior potencial eólico do Brasil encontra-se na região nordeste (75 GW), seguido da região Sudeste (29,7 GW), Sul (22,8 GW), Norte (12,8 GW) e Centro-Oeste (3,1 GW).

Figura 6 - Cartograma do Potencial Eólico Brasileiro. Fonte: AMARANTE *et al*, 2001



Realização



Correalização



Informações:

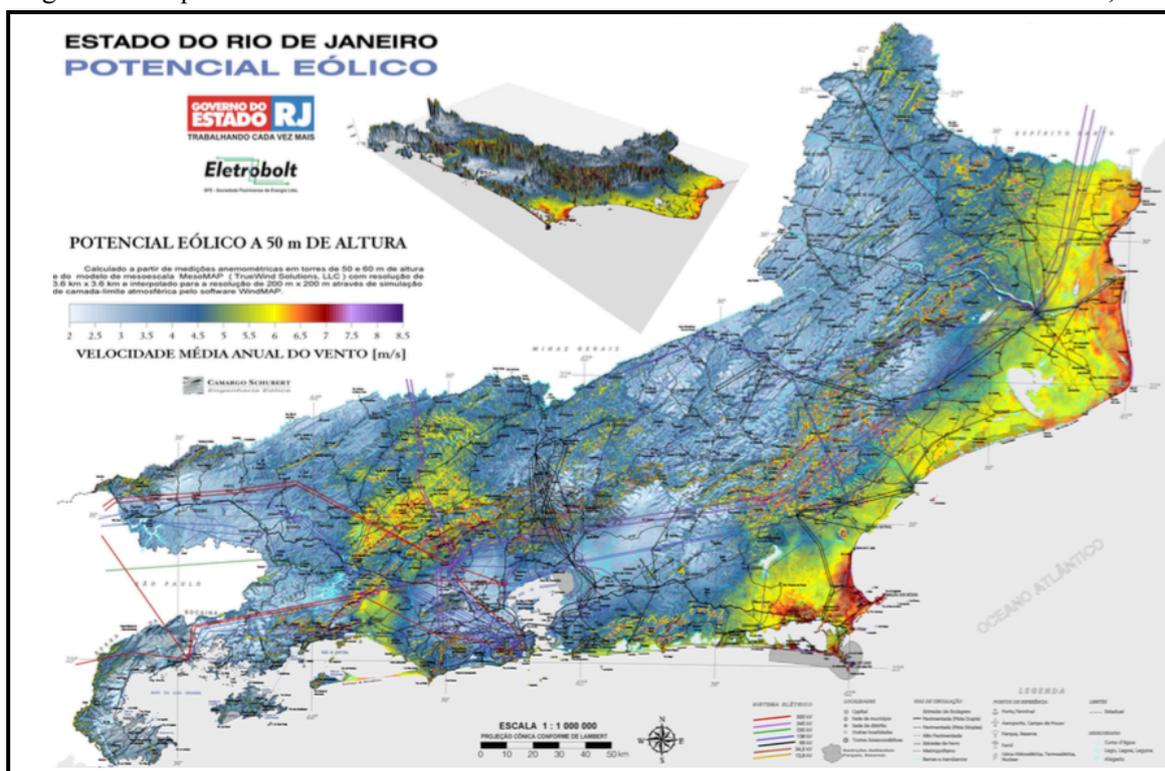
qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



Segundo Tolmasquim (2016), os melhores potenciais eólicos ocorrem nas elevações montanhosas, em planaltos de baixa rugosidade e regiões costeiras. A partir de 2001, alguns estados interessados em saber o seu próprio potencial eólico iniciaram a construção dos atlas estaduais com informações mais atuais e aprofundadas.

A Figura 7 apresenta o mapa eólico do Estado do Rio de Janeiro, elaborado em 2002, evidenciando que a região norte fluminense possui o maior potencial eólico, juntamente com a região do Lagos.

Figura 7 - Mapa do Potencial Eólico do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: AMARANTE et al, 2002



Segundo Dutra (2008), com uma massa de ar  $m$  movendo-se a uma velocidade  $v$ , pode-se estabelecer sua energia cinética como:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (1)$$

Definindo que  $\rho$  é a massa específica do ar e  $A$  é área varrida pelo aerogerador, pode-se demonstrar que a potência eólica disponível é dada por:

$$P = \frac{\rho \cdot A \cdot v^3}{2} \quad (2)$$

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

A partir dessa equação observa-se que a potência tem sua maior influência através da velocidade por ser de ordem cúbica. Portanto, a velocidade é a componente mais significativa oriunda dos regimes de vento da região. A velocidade do vento é afetada pela rugosidade do terreno (uso da terreno, vegetação e construções), pela altitude e pelos obstáculos entorno do local. Outros fatores que influenciam diretamente a potência são a área de varredura do aerogerador e a massa específica do ar. Por esse motivo, recomenda-se pesquisar os locais mais altos, livre de obstáculos e áreas de varredura maiores para a instalação dos aerogeradores (RIBEIRO, 2015). A energia eólica possui uma disponibilidade variável em função do regime dos ventos que pode torná-la indisponível em algumas horas do dia ocasionando ausência na produção de energia elétrica.

Os aerogeradores possuem perdas na conversão de energia cinética em energia elétrica e restrições técnicas em relação ao seu funcionamento. Para um aerogerador funcionar é necessário uma velocidade mínima (chamada cut-in) para iniciar a produção de energia elétrica. O aerogerador também possui uma velocidade máxima (chamada cut-out) de operação em que a partir desta ele é travado para evitar danos à estrutura do equipamento. Portanto, só há conversão de energia entre as velocidades de cut-in e cut-out, fora dessa faixa de velocidade não há produção de energia elétrica sendo que a máxima produção de energia ocorre próximo à velocidade nominal (TOLMASQUIM, 2016).

Quanto à localização da instalação dos aerogeradores, a geração eólica é classificada em dois tipos segundo Tolmasquim (2016): a terrestre (onshore) e a marítima (offshore). Os países com pequena área territorial tendem a possuir instalações offshore e os países com grande área territorial tendem a possuir instalações onshore. As instalações onshore mais comuns são os parques eólicos e os sistemas de geração distribuídos que fornecem energia diretamente às instalações residenciais e industriais (DUTRA, 2008).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia a ser utilizada neste trabalho pode ser caracterizada quanto aos objetivos como pesquisa descritiva pois têm como objetivo a descrição das características de determinada região e, também, pesquisa exploratória pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2009).

Quanto ao procedimento técnico utilizado será um estudo de caso. Dentre os propósitos apontados por Gil (2009) para se utilizar o estudo de caso, destacam-se: explorar situações reais em que os limites não são claramente definidos; preservar o caráter unitário do objeto estudado; descrever o contexto em que está sendo feita determinada investigação; formular hipóteses e testá-las.

O objeto deste estudo é o Instituto Federal Fluminense Campus Macaé (IFFCM) situado na cidade de Macaé no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, latitude Sul 22,405833° e longitude Oeste 41,843889° e possui uma área total de 46.214 m<sup>2</sup>. O IFFCM é uma instituição de ensino pública que atende diversos níveis de escolaridade (ensino médio, técnico e superior) e localiza-se próximo às empresas e multinacionais ligadas ao setor petrolífero beneficiando a comunidade local e os municípios vizinhos.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

O presente trabalho foi desenvolvido em 4 etapas:

1. Pesquisa dos dados de consumo energético dos equipamentos elétricos;
2. Levantamento dos dados de velocidades dos ventos;
3. Estudo do aerogerador adequado para a região;
4. Cálculo do potencial de geração de energia eólica

### 3.1. Pesquisa dos dados de consumo energético dos equipamentos elétricos

O Campus Macaé é alimentado em alta tensão através da Concessionária ENEL e está classificado na Modalidade Tarifária Verde A4 Classe Poder Público. A modalidade Verde é caracterizada por tarifas de consumo diferentes no horário de ponta e fora ponta e uma tarifa fixa de demanda de potência. A instalação é classificada no grupo A4 (faixa de 2,3kV a 25kV), pois recebe energia através da tensão de 13,8 kV. Os consumidores do grupo A têm uma tarifa binomial, ou seja, são cobrados pela energia consumida e a demanda utilizada, sendo a demanda fixa contratada de 263 kW.

O Campus Macaé apresenta em suas instalações uma potência de 1.615 kW referente aos 211 condicionadores de ar instalados e uma potência de 173,9 kW referente à iluminação instalada.

A Tabela 1 ilustra os valores do consumo mensal do ano de 2017 levantados através das faturas da energia elétrica. Destaque para o mês de Abril que obteve o maior consumo total do ano (73.517 kWh) e, também para o mês de Agosto que obteve o menor consumo do ano (41.289 kWh).

Tabela 1 - Levantamento do consumo de energia elétrica. Fonte: Autor, 2018

Mês	Consumo Ponta (kWh)	Consumo Fora Ponta (kWh)	Consumo Total (kWh)
Janeiro	4.525	39.501	44.027
Fevereiro	7.154	56.700	63.854
Março	8.435	56.364	64.799
Abril	9.698	63.819	73.517
Mai	6.575	46.872	53.447
Junho	6.010	42.441	48.451
Julho	6.286	42.252	48.538
Agosto	5.694	35.595	41.289
Setembro	6.074	39.270	45.344
Outubro	6.317	44.772	51.089
Novembro	6.459	50.673	57.132
Dezembro	6.081	46.977	53.058
<b>Média</b>	<b>6.609</b>	<b>47.103</b>	<b>53.712</b>

A Figura 8 ilustra o comportamento dos consumos de ponta e fora ponta ao longo do ano de 2017.

Realização



Correalização

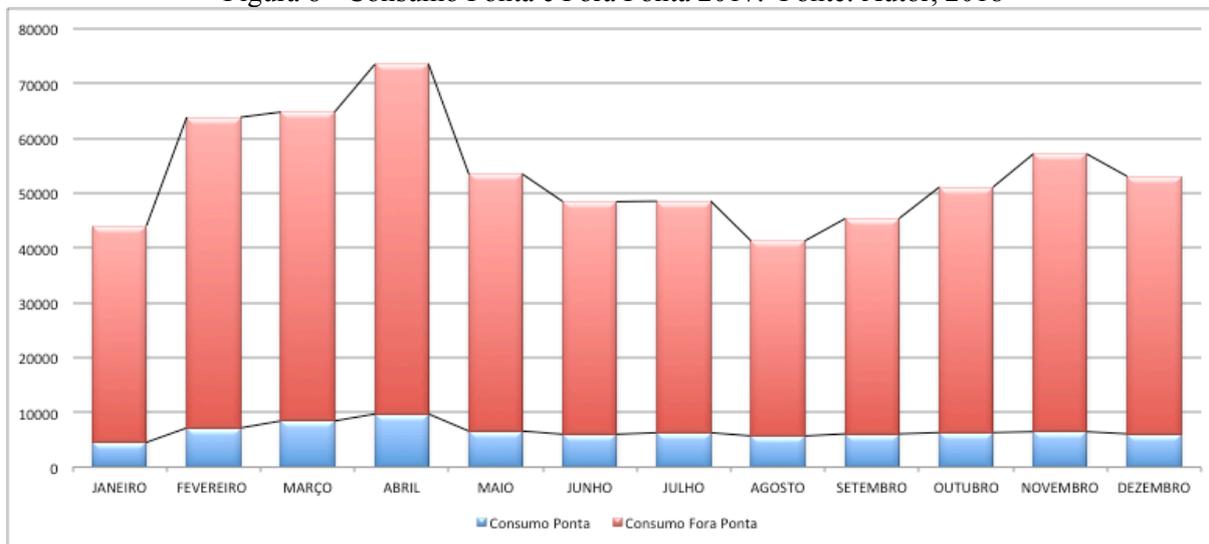


Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



Figura 8 - Consumo Ponta e Fora Ponta 2017. Fonte: Autor, 2018



### 3.2. Levantamento dos dados de velocidades do ventos da região

Os dados da velocidade dos ventos foram retirados do relatório eólico de Macaé, elaborado pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e se baseiam em uma série temporal de dados de anemômetro a 10 metros de altura por um período de mais de dez anos. Este anemômetro está localizado nas coordenadas 22°24'21" de latitude sul e 41°51'38" de longitude oeste bem próximo ao Instituto Federal Fluminense Campus Macaé.

A tabela 2 ilustra a frequência relativa das velocidades do vento dos meses de Janeiro a Dezembro.

Tabela 2 - Velocidade do vento e suas frequências. Fonte: UENF, 2016

Velocidade do Vento	Frequência relativa
Inferior a 2,0 m/s	51,31%
2,0 a 3,0 m/s	20,63%
3,0 a 4,0 m/s	12,10%
4,0 a 5,0 m/s	6,66%
5,0 a 6,0 m/s	4,35%
6,0 a 7,0 m/s	2,72%
7,0 a 8,0 m/s	1,34%
8,0 a 9,0 m/s	0,53%
9,0 a 10,0 m/s	0,26%
Superior a 10,0 m/s	0,10%

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

### 3.3. Estudo do aerogerador adequado para a região

Para selecionar o aerogerador adequado para o IFFCM é necessário avaliar o fator de capacidade de cada equipamento. A tabela 3 ilustra o fator de capacidade (FC) obtido da aplicação dos dados frequências das velocidades às curvas de potência de aerogeradores de pequeno porte disponíveis no mercado. O fator de capacidade é calculado através da relação entre a potência produzida e potência nominal do aerogerador.

Tabela 3 - Fator de Capacidade dos aerogeradores. Fonte: Autor, 2018

Fabricante	Modelo	Potência	Fator de Capacidade
Proven	WT15000	15 kW	20,42%
Hummer	H13.2	20 kW	12,59%
Hummer	H17.0	50 kW	11,47%
Bergey	Excel 10	10 kW	2,15%
Aria	Libellula 20	20kW	8,66%

O aerogerador selecionado para o dimensionamento foi o modelo WT15000 com potência nominal de 15 kW do fabricante Proven Energy pois apresentou o melhor fator de capacidade (20,42%) de acordo com o regime de ventos. A produção diária de Energia do aerogerador seria de 74,53 kWh e conseqüentemente uma produção mensal de 2.236 kWh.

### 3.4. Cálculo do potencial de geração de energia eólica

Para se obter o potencial efetivo de geração de eletricidade é preciso fazer o cruzamento dos dados das velocidades dos ventos e suas respectivas frequências (tabela 2). Para o cálculo de dimensionamento do sistema de energia eólica fez-se necessário a utilização de dados de geração mensal de energia elétrica do aerogerador e de consumo do Campus Macaé.

Para atender a consumo mensal médio do Campus Macaé seria necessário 24 aerogeradores resultando numa geração de 53.663 kWh por mês. Sabendo que cada aerogerador necessita de uma área de 225m<sup>2</sup> para instalação obtêm-se que será necessário uma área de aproximadamente 5.400 m<sup>2</sup> para os 24 aerogeradores.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação da geração de energia elétrica produzida pela energia eólica

A Figura 9 ilustra um comparativo da geração dos 24 aerogeradores e consumo de energia elétrica durante o ano de 2017, caso estes fossem instalados. A simulação da geração foi feita aplicando as velocidades médias dos ventos mensais com suas respectivas frequências no sistema eólico proposto. Observou-se que os meses de janeiro, maio, julho, agosto, setembro, outubro e dezembro a geração ultrapassaria o consumo, criando créditos de energia compensando nos demais meses em que houve um maior consumo do que geração.

Realização



Correalização

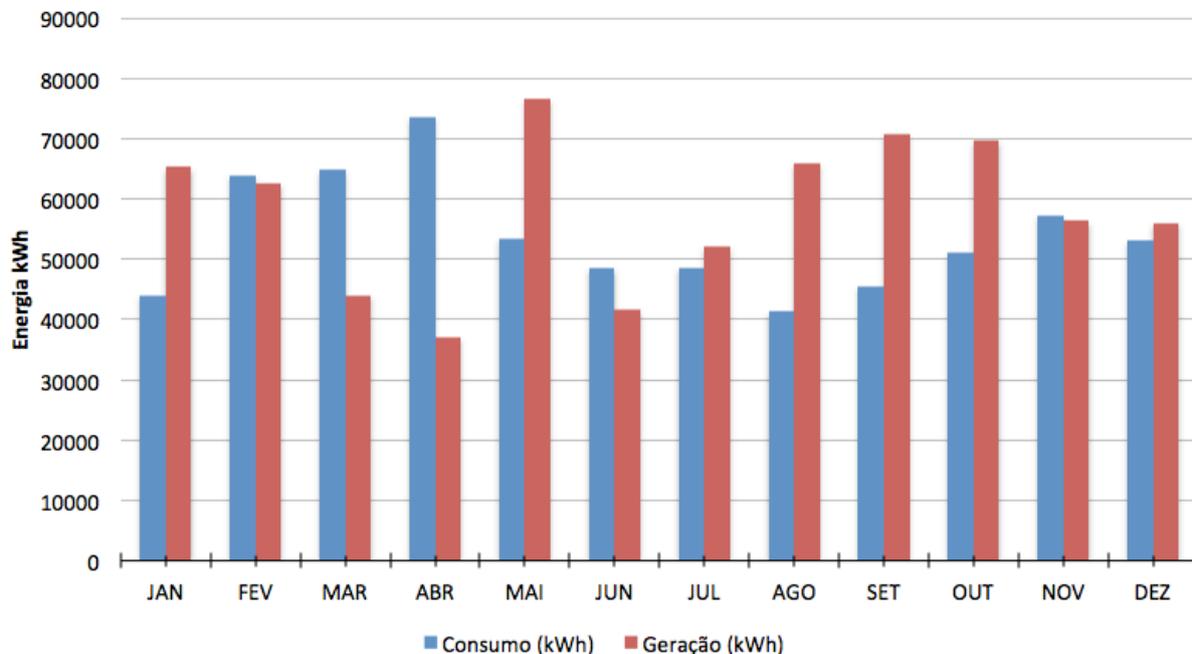


Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



Figura 9: Consumo e Geração através da Energia Eólica



## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta uma avaliação do potencial da geração distribuída de energia aplicada ao uso da fonte eólica no Instituto Federal Fluminense Campus Macaé. Esta avaliação foi feita a partir do levantamento dos dados de consumo e de recurso eólico.

Após o estudo e análise de resultados, concluiu-se que o projeto de implantação de um sistema de energia eólica no Campus Macaé possui potencial para ser instalado, pois ele irá gerar uma economia considerável nos gastos em energia elétrica no longo prazo, além de diminuir os impactos energéticos e ambientais da universidade.

Sabe-se que o investimento inicial é elevado como a maioria dos projetos de geração de energia renovável. É um projeto que deve ser pensado há longo prazo, pois a relação custo benefício vai além da questão financeira.

A avaliação da geração de energia elétrica através do uso de aerogeradores confirma a hipótese da implementação do uso de aerogeradores mas seria de grande importância um estudo mais aprofundado da localização da instalação dos 24 aerogeradores. Também seria importante realizar uma medição in loco da velocidade dos ventos em função da possível turbulência ocasionada pelas árvores, prédios, casas, relevo e também pelo fluxo de veículos na rodovia em frente ao Campus.

Os resultados apresentados neste trabalho ilustram evidências fortes que o local estudado possui um grande potencial de geração de energia elétrica, podendo suprir não só as suas próprias necessidades energéticas, mas também beneficiar outros campis.

O presente trabalho contribui também para disseminar o uso de fontes renováveis nos órgãos públicos, proporcionando uma solução para redução dos gastos públicos com energia elétrica e contribuindo para a sustentabilidade do país e utilizando os recursos naturais de forma inteligente.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

## 6. REFERÊNCIAS

AMARANTE, O. A. C. et al. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, 2001.

AMARANTE, O. A.; SILVA, F. J. L.; RIOS FILHO, L. G. **Atlas Eólico do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2002.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Micro e minigeração distribuída**. Cadernos temáticos. Brasília, 2014.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. 2. ed – Brasília : ANEEL, 2016.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 0056/2017 - Atualização das projeções de consumidores residenciais e comerciais com microgeração solar fotovoltaicos no horizonte 2017-2024**. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Balanco Energético Nacional (BEN) 2017**. Relatório Síntese. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE).2017

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 24, de 5 de Julho de 2001**. Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica. Fica criado o Programa Emergencial de Energia Eólica - PROEÓLICA no território nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 6 jul. 2001, Sec. 1, p. 5.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.438, de 26 de Abril de 2002**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. de Abril de 2002, Sec. 1, p. 2.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.762, de 11 de Novembro de 2003**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 11 dez. 2003, Sec. 1, p. 127.

DALTON, G.J. ; LOCKINGTON, D.A.; BALDOCK, T.E. Case study feasibility analysis of renewable energy supply options for small to medium-sized tourist accommodations. **Renewable Energy Journal**, v. 34, p. 1134–1144, 2009

DUTRA, R. M. **Energia eólica: Princípios e tecnologia**. Rio de Janeiro: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Britto, 2008.

FREITAS, B. M.R., HOLLANDA, L. **Micro e minigeração no Brasil: viabilidade econômica e entaves do setor**. FGV Energia. White Paper. Rio de Janeiro, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 175 p.

INEE. Instituto Nacional de Eficiência Energética. **Notas sobre Geração Distribuída: Fórum de Cogeração**. Brasil. 2001.

LIMA, L.A. BEZERRA FILHO, C. R. Wind energy assessment and wind farm simulation in Triunfo – Pernambuco, Brazil. **Renewable Energy Journal**. v. 35, p. 2705-2713, 2010.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

LU, L.; IP, K.Y. Investigation on the feasibility and enhancement methods of wind power utilization in high-rise buildings of Hong Kong. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, p. 450–461, 2009.

MOHAMMADI K., MOSTAFAEIPOUR A. Economic feasibility of developing wind turbines in Aligoodarz, Iran. **Energy Conversion and Management Journal**, v. 76, p. 645–653, 2013.

MOSTAFAEIPOUR A., et al. Wind energy feasibility study for city of Shahrabak in Iran. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.15, p. 2545–2556, 2011.

PRODRMIDIS, G.N.; COUTELIERIS F.A. A comparative feasibility study of stand-alone and grid connected RES-based systems in several Greek Islands. **Renewable Energy Journal**, v. 36 p. 1957-1963, 2011.

RIBEIRO, V. D. **Análise técnico-econômica de um sistema híbrido de geração na rede elétrica da ilha do fundão**. 2014. Dissertação de Mestrado, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014

RIBEIRO, A. E. D. **Análise da influência da localização, área e forma de sítios no potencial de geração de energia elétrica de pequena escala no brasil: um método para as fontes solar e eólica**. 2015, Tese Doutorado, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015

SHAFIULLAH, G.M. et al. Prospects of renewable energy – a feasibility study in the Australian context. **Renewable Energy Journal**, v. 39, p. 183-197, 2012.

TOMALSQUIM, M. T. **Fontes Renováveis de Energia no Brasil**. Rio de Janeiro Interciência, 2003.

\_\_\_\_\_. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE: Rio de Janeiro, 2016.

UENF. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. **Relatório Eólico de Macaé**. Macaé, RJ. 2016. 99p.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375