



## Gestão Ambiental: Viabilidade de implantação de um aérogerador em uma IES

Tiago Perin (FAHOR) [tp000722@fahor.com.br](mailto:tp000722@fahor.com.br)

Willian Riboli Mariani (FAHOR) [wm000676@fahor.com.br](mailto:wm000676@fahor.com.br)

Édio Polacinski (FAHOR) [polacinskiedio@fahor.com.br](mailto:polacinskiedio@fahor.com.br)

### Resumo

Este artigo apresenta um estudo de viabilidade da implantação de um aerogerador eólico em uma Instituição de Ensino Superior (IES) localizada em um município do interior do estado do Rio Grande do Sul. Neste sentido, destaque-se que através de uma pesquisa-ação buscou-se coletar dados sobre a intencidade dos ventos, a fim de descobrir se é viável a utilização desta fonte de energia renovável para suprir a iluminação externa da instituição no período noturno. Evidencie-se a importância da presente pesquisa, pelo fato que as fontes de energia renováveis estão conquistando cada vez mais espaço no mercado, uma vez que percebe-se grande preocupação do poder público a respeito da utilização dessas fontes como forma de buscar o desenvolvimento sustentável para as empresas de uma maneira geral. Como principais resultados de pesquisa saliente-se que foi possível concluir que a implantação de um aerogerador é viável para suprir as necessidades da IES pesquisada.

**Palavras-chave:** Gestão Ambiental; Desenvolvimento Sustentável; Viabilidade de Implantação; Aerogerador Eólico.

### 1. Introdução

Montibeller-Filho (2001, p. 54) define o desenvolvimento sustentável como o “processo contínuo de melhoria das condições de vida (de todos os povos), enquanto minimize o uso de recursos naturais, causando um mínimo de distúrbios ou desequilíbrios ao ecossistema”.

Pode-se acompanhar no dia-a-dia o quanto o ser humano está e vem destruindo o meio ambiente. O crescimento das cidades, os veículos e as indústrias estão causando transtornos para o ar, solo e as águas. O seu desenvolvimento é necessário, mas o ser humano precisa respeitar, pois dependem do mesmo para sobreviver.

Neste sentido, o presente artigo tem por objetivo analisar a viabilidade de implantação de uma fonte de energia renovável para suprir a demanda da iluminação externa de uma instituição de ensino superior.



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



Segundo Tayra *apud* WCED (1991), o desenvolvimento econômico é um processo de transformação no qual se encontra exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional, a fim de harmonizar e reforçar o potencial presente e futuro, para que possa atender a demanda da humanidade.

Justifica-se a realização deste artigo, pelo fato de permitir a utilização um sistema de geração renovável que tenha uma relação custo benefício com o meio ambiente, também pelo fato de os acadêmicos adquirirem maior conhecimento nesta área, que tem um grande potencial futuro, mas que ainda encontra-se pouco explorado.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Desenvolvimento Econômico Sustentável

Montibeller-Filho (2001, p. 54) define o desenvolvimento sustentável como o “processo contínuo de melhoria das condições de vida (de todos os povos), enquanto minimize o uso de recursos naturais, causando um mínimo de distúrbios ou desequilíbrios ao ecossistema”.

A ideia do desenvolvimento sustentável foi introduzida, no século XIX, pelo engenheiro florestal norte-americano, Gifford Pinchot, o primeiro chefe do serviço de florestas do país e um dos primeiros a se contrapor à ótica daquela época que visava o “desenvolvimento a qualquer custo” (GIANSANTI, 1999).

Segundo Tayra *apud* WCED (1991), o desenvolvimento econômico é um processo de transformação no qual se encontra exploração de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional, a fim de harmonizar e reforçar o potencial presente e futuro, para que possa atender a demanda da humanidade.

Filho (2007) comenta que o desenvolvimento econômico se contrapõe ao desenvolvimento sustentável, pois não incorpora o ambientalismo. Pode-se dizer que o desenvolvimento econômico sustentável é a busca pela eficiência econômica, social e ecológica, ou seja, essas coisas devem andar juntas.

Ainda Filho (2007), acrescenta que para que haja desenvolvimento econômico deve haver crescimento no PIB e melhoria na distribuição de renda. Já o crescimento sustentável deve ter crescimento no PIB, melhoria na distribuição de renda e mais ainda melhoria ambiental.

Para Ferrão (1998, p. 12), a Agenda 21 “constituí um plano de ação para a transição rumo ao desenvolvimento sustentável e inclui medidas concretas, em nível financeiro, tecnológico e de aplicação institucional sob supervisão das Nações Unidas”.



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



### 2.2 Fontes Alternativas de Energia

Com novas fontes de energia renovável disponíveis, é fundamental um maior entendimento e conseqüentemente sua aplicação em nossa realidade, visando à utilização do mesmo como alternativa para encontrar soluções ambientais.

No início do século XX, como diz Ferreira, *et al.* (2006), começa a utilizar-se a energia eólica para produção de energia elétrica. Surgem os aerogeradores, que até aos dias de hoje têm sofrido modernas adaptações com o intuito de tornar mais eficaz à produção de eletricidade.

A energia eólica é produzida pela transformação da energia cinética dos ventos em energia elétrica. A conversão de energia é realizada através de um aerogerador que consiste num gerador elétrico acoplado a um eixo que gira através da incidência do vento nas pás da turbina (GUERRINI, 2001).

Ferreira, *et al.* (2006) refere que os terrenos onde estão instalados os aerogeradores forem agrícolas as culturas podem prolongar-se até à proximidade da base das torres, o que permite o aproveitamento dos terrenos pelos agricultores. O mesmo autor refere-se também que o período médio de utilização de uma destas turbinas é de 20 anos e é de fácil remoção. Isto permite que, após este período de utilização do terreno, ele possa ter a sua função original (agricultura, pastoreio...). Normalmente a reciclagem dos materiais em que os aerogeradores são construídos compensa o seu desmantelamento (FERREIRA *et al.*, 2006).

Uma vantagem da energia eólica é que o vento é abundante e inesgotável. No entanto, este tipo de energia tem também algumas desvantagens. Por exemplo, o impacto ambiental causado pelas torres e pelas pás é enorme. O ruído causado pelas pás é também um fator negativo que lhe está associado, assim como as interferências eletromagnéticas nos materiais de comunicação próximos (FERREIRA *et al.*, 2005; FERREIRA *et al.*, 2006).

### 2.3 A Utilização da Energia Limpa

A sociedade tornou-se altamente dependente da energia elétrica, o que conduziu a estudos e garantias nos setores da segurança, qualidade e continuidade de serviço. A necessidade de se fornecer cada vez mais energia para suportar a evolução das economias e não travar o desenvolvimento industrial e social levou as evoluções nas centrais de produção, assegurando a máxima capacidade de produção, recorrendo aos meios que havia disponíveis (BRANDÃO *et al.*, 2008)

Assim sendo, assistiu-se a uma elevada dependência de recursos não renováveis e altamente poluidores do ambiente, na produção de energia



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



elétrica. A maior parte da energia produzida a nível mundial é assegurada por centrais de produção que fazem uso de recursos fósseis ou nucleares (MUKUND,1999).

Uma exceção foi à instalação de centrais hidroelétricas que, fazendo uso de um recurso natural, asseguram a produção de energia de uma forma muito menos poluidora (BRANDÃO *et al.*, 2008).

Segundo Brandão *et al.* (2008), atualmente, um tema esquecido, e que assume um papel fundamental na definição das estratégias de produção de energia são as alterações climáticas. O grande desafio global da atualidade é ter que lidar com a ameaça das alterações climáticas e, ao mesmo tempo, assegurar o fornecimento de cada vez mais energia de uma forma segura. O desenvolvimento de tecnologias de produção de energia elétrica recorrendo a energias renováveis é agora um assunto que envolve todos os agentes do mercado da produção de energia. Por todo o mundo, tem-se investido em tecnologias que viabilizem os recursos renováveis.

Formas de produção de energia através de recursos eólicos, solares, biomassa, geotérmicos ou dos oceanos, estão sendo estudados e desenvolvidos. Dentre essas, a energia eólica é aquela que tem se desenvolvido mais, sendo uma esperança para um futuro baseado numa energia limpa e sustentável. O não aumento da penetração da energia eólica deve-se, sobretudo a questões de dinamismo do mercado elétrico (GREENPEACE, 2005).

### 2.4 Histórico da Energia Eólica

Segundo Chesfbrascep (1987) e Shepherd (1994), com o avanço da agricultura, o homem necessitava cada dia mais de ferramentas para auxiliá-lo nas diversas etapas do trabalho. Algumas tarefas como a moagem dos grãos e o bombeamento de água necessitavam cada dia mais o esforço braçal e animal. Isso levou ao desenvolvimento de uma forma primitiva de moinho de vento, utilizado-a no beneficiamento dos produtos agrícolas, que constava de um eixo vertical acionado por uma longa haste presa a ela, movida por homens ou animais caminhados numa gaiola circular. Havia também outra tecnologia utilizada para o beneficiamento da agricultura onde uma gaiola cilíndrica era conectada a um eixo horizontal e a força motriz caminhava no seu interior.

A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca. Atualmente, existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação no mundo. Em 1991, a Associação Europeia de Energia Eólica estabeleceu como metas a instalação de 4.000 MW de energia eólica na Europa até o ano 2000 e 11.500 MW até o ano 2005. Essas e outras metas





## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



estão sendo cumpridas muito antes do esperado (4.000 MW em 1996, 11.500 MW em 2001). As metas atuais são de 40.000 MW na Europa até 2010. Nos Estados Unidos, o parque eólico existente é da ordem de 4.600 MW instalados e com um crescimento anual em torno de 10% (WINDPOWER; EWEA; GREENPEACE, 2003; WIND FORCE, 2003).

Em 1990, a capacidade instalada no mundo era inferior a 2.000 MW. Em 1994, ela subiu para 3.734 MW, divididos entre Europa (45,1%), América (48,4%), Ásia (6,4%) e outros países (1,1%). Quatro anos mais tarde, chegou a 10.000 MW e no final de 2002 a capacidade total instalada no mundo ultrapassou 32.000 MW. O mercado tem crescido substancialmente nos últimos anos, principalmente na Alemanha, EUA, Dinamarca e Espanha, onde a potência adicionada anualmente supera 3.000 MW (BTM, 2000; EWEA; GREENPEACE, 2003).

Esse crescimento de mercado fez com que a Associação Europeia de Energia Eólica estabelecesse novas metas, indicando que, até 2020, a energia eólica poderá suprir 10% de toda a energia elétrica requerida no mundo. De fato, em alguns países e regiões, a energia eólica já representa uma parcela considerável da eletricidade produzida. Na Dinamarca, por exemplo, a energia eólica representa 18% de toda a eletricidade gerada e a meta é aumentar essa parcela para 50% até 2030. Na região de Schleswig-Holstein, na Alemanha, cerca de 30% do parque de energia elétrica instalado é de origem eólica. Na região de Navarra, na Espanha, essa parcela é de 23%. Em termos de capacidade instalada, estima-se que, até 2020, a Europa já terá 100.000 MW (WIND FORCE, 2003).

## 2.5 Tipos de Aeroogeradores Eólicos

### 2.5.1 Rotores de eixo vertical

Nos aérogeradores verticais, destaca-se que além da velocidade dos ventos, é importante que eles sejam regulares, não sofram turbulências e nem estejam sujeitos a fenômenos climáticos como tufões (FEITOSA, 2012).

Segundo Castro (2007) as principais vantagens das turbinas de eixo vertical são as seguintes: Simplicidade na concepção; Insensibilidade à direção do vento, dispensando o mecanismo direcional; Possibilidade de instalação de todo o equipamento de conversão de energia mecânica junto ao solo.

No entanto, Castro (2007) apresenta alguns inconvenientes tais como: Velocidades do vento muito baixas junto à base; Incapacidade de “auto arranque”, necessitando de meios exteriores de auxílio; Necessidade de espias de suporte; Esforços dinâmicos acrescidos, devido ao comportamento inerentemente periódico.

As torres de eixo vertical são baixas, estas variam entre 0,1 e 0,5 vezes a altura do seu próprio rotor, este tipo possui menor rendimento, pois os ventos junto ao solo são de fraca intensidade (E-LEE, 2010).

A Figura 1 apresenta a imagem de um gerador de rotor de eixo vertical.



Figura 1: Aerogerador de Eixo vertical. Fonte: E-LEE (2012)

### 2.5.2 Rotores de eixo horizontal

Segundo Brito (2012), os aerogeradores horizontais é um dos tipos de rotores mais comum, pois é o tipo mais utilizado mundialmente. Basicamente um corpo obstrui a passagem do vento que por sua vez sofre a ação de forças que atuam perpendicularmente a ele, estas que são proporcionais as quadrado da velocidade relativa do vento.

As pás deste aerogerador devem sempre estar em posição perpendicular ao vento, estas podem ter as mais variadas formas e serem empregadas dos mais variados materiais (BRITO, 2012).

As principais partes dos rotores de eixo horizontal estão demonstradas na Figura 2.

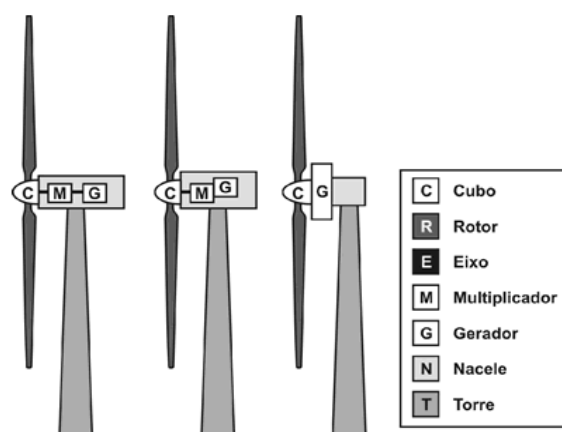


Figura 2: Componentes de um Rotor de eixo horizontal. Fonte: Brito (2012)



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



### 2.6 Panorama Global da Energia Eólica

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m<sup>2</sup>, a uma altura de 50 m, o que requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993). Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, em apenas 13% da superfície terrestre o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m. Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, chegando a 32% na Europa Ocidental,

Quanto à capacidade de geração elétrica, as primeiras turbinas eólicas desenvolvidas em escala comercial tinham potências nominais entre 10 kW e 50 kW. No início da década de 1990, a potência das máquinas aumentou para a faixa de 100 kW a 300 kW. Em 1995, a maioria dos fabricantes de grandes turbinas ofereciam modelos de 300 kW a 750 kW. Em 1997, foram introduzidas comercialmente as turbinas eólicas de 1 MW e 1,5 MW, iniciando a geração de máquinas de grande porte. Em 1999 surgiram as primeiras turbinas eólicas de 2MW e hoje existem protótipos de 3,6MW e 4,5MW sendo testados na Espanha e Alemanha. A capacidade média das turbinas eólicas instaladas na Alemanha em 2002 foi de 1,4MW e na Espanha de 850kW. Atualmente, existem mais de mil turbinas eólicas com potência nominal superior a 1 MW em funcionamento no mundo (BOYLE, 1996; BTM, 2000; WINDPOWER, 2000; WIND FORCE, 2003).

Para JANNUZZI (2012), o Brasil tem um enorme potencial de geração eólica, mas foi pouco explorado nos últimos dez anos, boa parte desta situação foi causada por parte do governo pela indefinição de regras e incentivos. Qualquer estratégia inteligente de energia no Brasil tem um considerável potencial eólico, que é uma peça chave para as alternativas à dependência da geração hidrelétrica.

Apesar de não estar inseridas entre as energias comerciais, estima-se que o potencia brasileiro para a geração de energia eólica é da ordem de 143 GW (mais de 10 Itaipus), salientando que todo o parque gerador do Brasil produz 96 GW (CERQUEIRA, 2007). De acordo com o autor, a região Nordeste, com 75 GW, é considerada uma das regiões mais bem servida de ventos do Planeta e tem um ciclo alternado com o ciclo das chuvas, que proporciona condições ideais para a geração complementar sazonal do sistema de abastecimento.

Por fim, ressalte-se que conforme Greenpeace (2005) os ventos são capazes de suprir 10% da demanda por eletricidade no mundo.



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



### 3. Métodos e Técnicas

Inicialmente destaque-se que para a realização deste trabalho foi utilizado o método da pesquisa-ação, pelo fato de desenvolver a pesquisa em um instituição de ensino superior, oferecendo as diretrizes ao estudo durante todo o período de pesquisa.

Neste sentido conforme Tauchen *apud* Polacinski (2012), observe-se que a pesquisa-ação consiste no engajamento do pesquisador com o projeto, procurando soluções práticas para os problemas reais advindos no decorrer do projeto de pesquisa. Na instituição pesquisada as fases da pesquisa-ação utilizadas foram as seguintes:

- Preparatória e Exploratória - onde se definiu o objetivo de pesquisa, de identificar a viabilidade de implantação de um aérogerador em uma instituição de ensino, bem como buscou-se na literatura pertinente as fases necessárias para se fazer a análise de viabilidade para a implantação de um aérogerador.
- Ação: elaborou-se e analisou-se um plano de implantação de um aérogerador, onde realizou-se o diagnóstico da situação atual através das medições dos ventos, observações e fotos. Considerou-se um planejamento de ações e implantação das ações para a iluminação noturna do ambiente externo em prazos determinados;
- Avaliação: avaliaram-se os resultados da aplicação do plano de implantação através do registro das medições dos ventos e da observação participante;
- Conclusão: consolidou-se todas as informações desenvolvidas no presente artigo.

### 4. Resultados e discussões

#### 4.1 Característica da instituição

A instituição de ensino em estudo, está localizada em um município no interior do estado do RS. Convém destacar que não será divulgado o nome da instituição por motivo de confidencialidade.

#### 4.2 Análise dos ventos

Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, a uma altura de 50m, é necessário que a “velocidade mínima do vento” de “25,2 a 28,8 Km/h” (GRUBB *apud* MEYER, 1993). Destaque-se que na IES analisada



os resultados encontram-se nesse intervalo, conforme será apresentado na sequência.

Ressalte-se que as medições dos ventos foram coletadas nas proximidades da instituição de ensino, utilizando um anemometro, estas medições foram feitas durante o período de janeiro de 2009 a maio de 2010. Evidencie-se que as medições também já foram utilizadas com base de análises para outras pesquisas. Na Tabela 1 apresenta-se as medições consideradas.

Tabela 1

Tabela da velocidade do vento em km/h.

| Dias | Meses/ Anos |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|      | jan/09      | fev/09 | mar/09 | abr/09 | mai/09 | jun/09 | jul/09 | ago/09 | set/09 | out/09 | nov/09 | dez/09 | jan/10 | fev/10 | mar/10 | abr/10 | mai/10 |
| 1    | 36          | 21     | 26     | 39     | 29     | 23     | 26     | 23     | 39     | 37     | 39     | 31     | 32     | 34     | 32     | 31     | 17     |
| 2    | 27          | 33     | 76     | 23     | 30     | 31     | 23     | 31     | 66     | 29     | 41     | 64     | 19     | 39     | 27     | 37     | 24     |
| 3    | 34          | 31     | 17     | 26     | 41     | 26     | 18     | 26     | 76     | 24     | 61     | 32     | 48     | 53     | 35     | 41     | 29     |
| 4    | 36          | 27     | 19     | 47     | 26     | 20     | 24     | 20     | 37     | 29     | 48     | 30     | 39     | 50     | 31     | 39     | 34     |
| 5    | 27          | 26     | 27     | 21     | 31     | 37     | 35     | 17     | 23     | 55     | 42     | 42     | 31     | 47     | 39     | 44     | 13     |
| 6    | 21          | 19     | 16     | 18     | 27     | 28     | 67     | 28     | 29     | 71     | 55     | 32     | 42     | 37     | 24     | 39     | 24     |
| 7    | 20          | 21     | 13     | 20     | 20     | 29     | 39     | 29     | 71     | 40     | 43     | 43     | 29     | 32     | 35     | 27     | 21     |
| 8    | 41          | 19     | 24     | 23     | 14     | 14     | 35     | 14     | 66     | 32     | 31     | 39     | 24     | 85     | 27     | 36     | 26     |
| 9    | 59          | 24     | 19     | 27     | 15     | 11     | 13     | 11     | 34     | 32     | 32     | 38     | 21     | 34     | 29     | 38     | 29     |
| 10   | 32          | 30     | 21     | 26     | 16     | 13     | 19     | 13     | 31     | 35     | 95     | 26     | 16     | 36     | 29     | 26     | 33     |
| 11   | 28          | 28     | 20     | 21     | 31     | 18     | 43     | 18     | 23     | 103    | 29     | 43     | 10     | 32     | 32     | 27     | 27     |
| 12   | 16          | 16     | 19     | 20     | 67     | 22     | 23     | 22     | 24     | 42     | 40     | 51     | 51     | 43     | 31     | 36     | 28     |
| 13   | 68          | 23     | 29     | 27     | 58     | 25     | 29     | 25     | 27     | 29     | 27     | 23     | 32     | 42     | 32     | 37     | 32     |
| 14   | 18          | 25     | 21     | 31     | 41     | 26     | 23     | 26     | 34     | 31     | 66     | 35     | 31     | 42     | 31     | 44     | 47     |
| 15   | 57          | 26     | 32     | 23     | 23     | 30     | 24     | 30     | 29     | 35     | 50     | 26     | 24     | 39     | 19     | 26     | 34     |
| 16   | 61          | 34     | 27     | 20     | 21     | 15     | 19     | 15     | 32     | 39     | 34     | 32     | 42     | 80     | 24     | 19     | 19     |
| 17   | 17          | 21     | 39     | 25     | 20     | 17     | 26     | 17     | 50     | 18     | 48     | 45     | 39     | 26     | 47     | 32     | 54     |
| 18   | 13          | 26     | 25     | 29     | 18     | 19     | 21     | 19     | 51     | 29     | 80     | 32     | 32     | 43     | 43     | 43     | 42     |
| 19   | 26          | 29     | 24     | 41     | 16     | 43     | 34     | 43     | 48     | 31     | 68     | 45     | 60     | 40     | 60     | 39     | 27     |
| 20   | 28          | 22     | 38     | 32     | 31     | 39     | 32     | 39     | 24     | 32     | 55     | 34     | 35     | 37     | 32     | 46     | 16     |
| 21   | 22          | 61     | 19     | 15     | 29     | 40     | 100    | 40     | 25     | 53     | 43     | 39     | 31     | 63     | 29     | 57     | 34     |
| 22   | 27          | 19     | 15     | 11     | 26     | 32     | 43     | 27     | 29     | 21     | 82     | 19     | 34     | 47     | 146    | 42     | 39     |
| 23   | 19          | 18     | 26     | 13     | 27     | 56     | 37     | 32     | 53     | 31     | 74     | 55     | 27     | 61     | 74     | 39     | 43     |
| 24   | 16          | 27     | 37     | 15     | 31     | 29     | 29     | 56     | 26     | 87     | 55     | 53     | 39     | 37     | 31     | 25     | 39     |
| 25   | 19          | 16     | 32     | 18     | 28     | 26     | 24     | 29     | 31     | 30     | 61     | 35     | 45     | 32     | 37     | 23     | 42     |
| 26   | 98          | 28     | 29     | 24     | 20     | 29     | 18     | 26     | 37     | 42     | 43     | 32     | 29     | 37     | 16     | 44     | 23     |
| 27   | 19          | 21     | 22     | 20     | 30     | 19     | 19     | 29     | 50     | 40     | 29     | 35     | 37     | 32     | 21     | 13     | 37     |
| 28   | 31          | 19     | 23     | 23     | 24     | 34     | 31     | 19     | 58     | 31     | 106    | 26     | 47     | 25     | 18     | 16     |        |
| 29   | 26          | 17     | 22     | 26     | 76     | 30     | 34     | 39     | 26     | 31     | 29     | 27     |        |        | 24     | 10     |        |
| 30   | 32          |        | 13     | 21     | 31     | 26     | 24     | 76     | 47     | 37     | 85     | 48     | 45     |        | 23     | 18     |        |
| 31   | 39          |        | 20     |        | 30     |        | 40     | 26     |        | 32     |        | 37     | 31     |        | 27     |        |        |

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2012)

A Figura 3 retrata o histórico da velocidade média real dos ventos que ocorreram no período de janeiro 2009 a maio de 2010:



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012

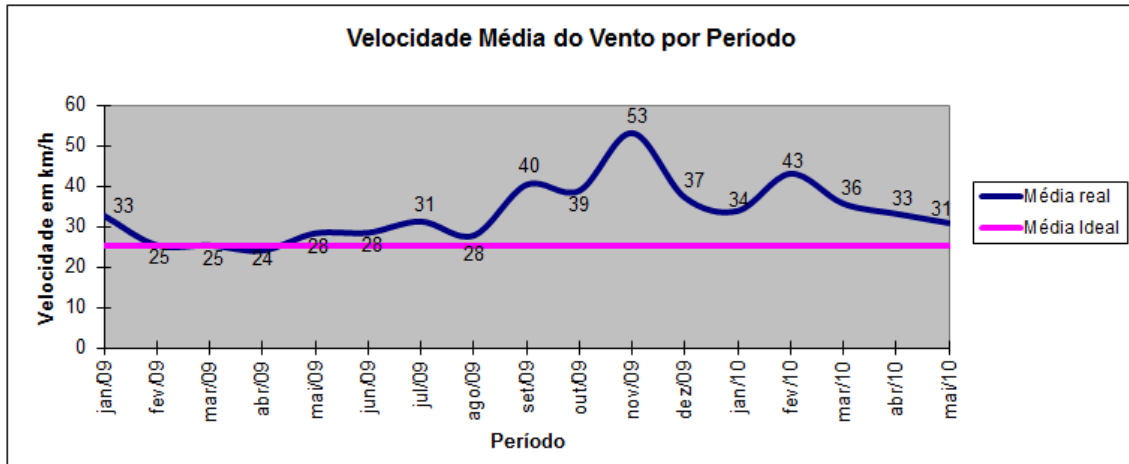


Figura 3: Figura da velocidade média do vento por período. Fonte: Oliveira *et al.* (2012)

A Figura 4 oportuniza comparar a velocidade mínima, a velocidade média e a velocidade máxima registradas no período de janeiro de 2009 a maio de 2010.

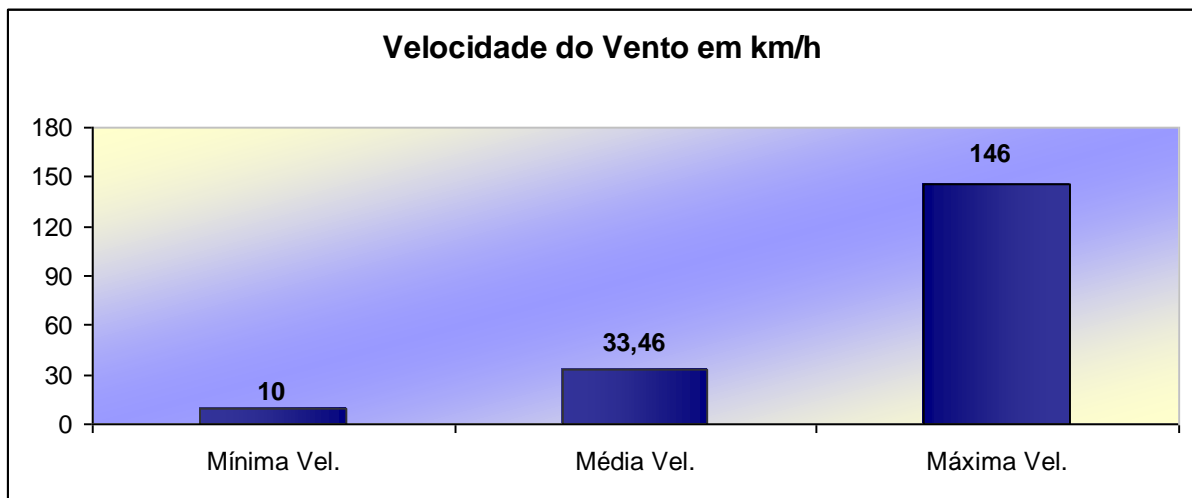


Figura 4: Velocidade do vento em Km/h. Fonte: Oliveira *et al.* (2012)

Torna-se importante evidenciar que a partir das medições consideradas na Figura 4, e quando comparadas com os índices (velocidade mínima do vento de “25,2 a 28,8 Km/h”) apresentados anteriormente pelos autores de referências, permite-se concluir que é viável instalar um aerogerador na IES considerada.

### 5. Conclusões

A partir das atividades de pesquisa realizadas sobre a implantação de um aerogerador em uma instituição de ensino superior, é importante



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



inicialmente salientar que esta é uma fonte de energia limpa e renovável. Além disso, observe-se que procurou-se apresentar no referencial teórico deste artigo uma breve descrição de desenvolvimento sustentável, bem como relacionou-se com a implantação de um aerogerador eólico.

Ressalte-se que o Brasil tem um elevado potencial disponível para a geração de energia eólica e, apesar deste cenário favorável, observou-se que o país está apenas começando esse longo trajeto nesta nova tecnologia renovável para a geração elétrica.

Evidencie-se que uma vez realizada a instalação de uma fonte de energia renovável hoje em dia, além de ajudar a não poluir o meio ambiente, apresenta um diferencial competitivo para as empresas e instituições de ensino, como no caso da pesquisada, causando uma ótima impressão aos clientes e, conseqüentemente fidelizando-os.

Finalmente, destaque-se que a partir da elaboração deste artigo, conclui-se que é possível instalar um aerogerador eólico na instituição de ensino considerada, uma vez que as medições coletadas, de velocidade dos ventos, na região, superam a velocidade requerida para o perfeito funcionamento de um aerogerador.

Por fim, saliente-se que o aerogerador que melhor se adapta as condições estabelecidas é o de “eixo vertical”, uma vez que trabalha com os ventos de menor intensidade, vindo de qualquer direção, mesmo com turbulência, e não produz ruído em funcionamento, requisitos necessários para uma IES, enquanto um gerador de “eixo horizontal” emite ruído maior que “55db em funcionamento”, o que viria atrapalhar o andamento das aulas na instituição.

### Referências

ANGELINA, B. **Energia Eólica Uma Solução Inteligente.**  
<http://www.artigonal.com/biologia-artigos/energia-eolica-uma-solucao-inteligente-97443.html>  
Acesso em: 21 jul. 2012.

ANEEL. **Energia Eólica.** Disponível em:  
[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia\\_Eolica\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia_Eolica(3).pdf). Acesso em: 18 jul. 2012.

BRITO, S. S. 2012. **Centro de referencia para energia solar e eólica.**  
Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/content.php?cid=231>. Acesso em: 26 jul. 2012.

COSTA, R. A.; CASOTTI, B. P.; AZEVEDO, R. L. S. **Um Panorama Da Indústria De Bens De Capital Relacionados À Energia Eólica.** Disponível



## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



em:

[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/Set2907.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/Set2907.pdf). Acesso em: 28 ago. 2012.

E-LEE. **Aérogador de eixo vertical.** Disponível em: <http://e-lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereEolienne/Generalites/Generalites/GeneralitesEolien2.htm>. Acesso em: 12 ago. 2012.

QUEIRES, G. D.; TIRYAKI, G. F. **A regulação econômica na geração de energia eólica no Nordeste do Brasil:** Situação atual e tendências. <http://www.workoutenergy.com.br/abar/cbr/Trab1108.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2012.

FEITOSA, E. **Como funciona a Energia Eólica.** Disponível em: <http://pentasio.blogspot.com.br/2012/06/energia-eolica.html>. Acessado em: 26 set. 2012.

FERRÃO, P. C. **Introdução à gestão ambiental: a avaliação do ciclo de vida de produtos.** Portugal: Lisboa, 1998. Disponível em: [http://www.fap.com.br/artigo\\_exaluna.pdf](http://www.fap.com.br/artigo_exaluna.pdf). Acesso em: 18 jul. 2012.

FILHO, G. M. **A Economia do Desenvolvimento.** Disponível em: [http://www.ufcg.edu.br/~edufcg/filestodownload/revistas/E&DS\\_Ano\\_1\\_N\\_0\\_Junho\\_2007.pdf](http://www.ufcg.edu.br/~edufcg/filestodownload/revistas/E&DS_Ano_1_N_0_Junho_2007.pdf). Acesso em: 19 jul. 2012.

FREITAS. **Energia eólica, um recurso renovável.** Trabalho de recursos minerais e energéticos, apresentado para o curso de Licenciatura em Biologia e Geologia, na Universidade de Trás os Montes e Alto Douro. Vila Real 2006/2007. Disponível em: <http://www.pluridoc.com/Site/FrontOffice/Default.aspx?module=Files/FileDownload&ID=3478&state=FD>. Acesso em: 15 jul. 2012.

GIANSANTI, R. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável.** 2. ed. São Paulo: Atual, 1999. Disponível em: [http://www.fap.com.br/artigo\\_exaluna.pdf](http://www.fap.com.br/artigo_exaluna.pdf). Acesso em: 26 jul. 2012.

GRUBB, M. J.; MEYER, N. I., 1993. **Análise sobre a implantação de aerogeradores.** Disponível em: [http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo\\_3032.html](http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo_3032.html). Acesso em: 12 ago. 2012.

GUERRINI, I. M. **Fontes alternativas de energia.** Disponível em: [http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/01/artigo1/fontes\\_eletrica.html](http://fisica.cdcc.sc.usp.br/olimpiadas/01/artigo1/fontes_eletrica.html). Acesso em: 29 jul. 2012.

JANUZZI, G.M. 2012. ADERJ, **Associação Defensores da Represa de Jurumirim.** Disponível em: <http://www.aderjurumirim.org/site/noticias/A-forca-dos-ventos-gerando-energia/948.html>. Acesso em: 22 jul. 2012.





## 2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil  
22 a 26 de Outubro de 2012



MANUAL DO CONSUMIDOR. **Encontrando o melhor local para seu gerador eólico.** Disponível em: [http://www.gonature.com.br/pdf/local\\_ideal\\_port.pdf](http://www.gonature.com.br/pdf/local_ideal_port.pdf). Acesso em: 15 ago. 2012.

MONTIBELLER FILHO, G. **O mito do desenvolvimento Sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias.** Florianópolis: Ed. Da UFCS, 2004. Disponível em: [http://www.fap.com.br/artigo\\_exaluna.pdf](http://www.fap.com.br/artigo_exaluna.pdf). Acesso em: 28 ago. 2012.

OLIVEIRA, C. E. L. *et al.* 2012. **Projeto de energia eólica FAHOR.** 21p.

POLACINSKI , *et al.* 2012. **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate.** ADM. 12p.

**Tutorial de Energia Eólica:** Princípios e Tecnologias. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial\\_eolica\\_e-book.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_eolica_e-book.pdf). Acesso em: 08 set. 2012.

TAYRA, F. WCED. **O conceito do desenvolvimento sustentável.** Disponível em:

[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:DvQvjBQGZYMJ:www.semasa.s p.gov.br/admin/biblioteca/docs/doc/conceitodesenvsustent.doc+WCED,+1991,+ p.49%5D.&hl=pt-PT&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEsGNT8S0MYzEE5itLSOTd-TO\\_fhYKSWbXGA3ybf4ULqE2Vn4PDZTX7FKXbOVPLz3Nftke\\_8HxEajalJYYPgnAkJW0PDKfeK6m-9OBIQ87i\\_OFbAkbSR7iA04wxHL7UfMiTeMaHnK&sig=AHIEtbQdjKzu5YL9jTUzVBjcw\\_O93yviHA](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:DvQvjBQGZYMJ:www.semasa.s p.gov.br/admin/biblioteca/docs/doc/conceitodesenvsustent.doc+WCED,+1991,+ p.49%5D.&hl=pt-PT&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEsGNT8S0MYzEE5itLSOTd-TO_fhYKSWbXGA3ybf4ULqE2Vn4PDZTX7FKXbOVPLz3Nftke_8HxEajalJYYPgnAkJW0PDKfeK6m-9OBIQ87i_OFbAkbSR7iA04wxHL7UfMiTeMaHnK&sig=AHIEtbQdjKzu5YL9jTUzVBjcw_O93yviHA). Acesso em 10 set. 2012.