



ENERGIA ELÉTRICA POR EXAUSTOR EÓLICO

Alexandre Gonçalves de Jesus*

Cesar Alves**

Clayton Rafael da Silva Gomes***

Felipe Diniz Vaz****

Leonardo Bertanha*****

Valmir de Jesus Rodrigues Almenara*****

Resumo: Este trabalho tem como objetivo, um estudo amplo e profundo no que se refere a importância da Energia Elétrica no mundo, desde o seu surgimento, considerando suas primeiras fontes geradoras até o mais avançado estudo pertinente ao tema. Serão apresentadas pesquisas sobre o consumo de energia no Brasil, assim como o seu custo de geração e distribuição. Também várias fontes de energias renováveis e não renováveis e quais seus impactos ambientais. Há o entendimento de que qualquer forma de geração de energia irá causar impacto no meio ambiente, mas entende-se que o importante é avaliar qual a melhor forma de utilizar certos recursos de forma sustentável, reduzindo assim o efeito estufa, e também garantindo o modelo que cause a menor agressão ao habitat natural. Uma das fontes de energia que é considerada de menor impacto é a energia eólica, que além de limpa, tem baixo custo de produção, pois dependente principalmente do vento. Por conta disso, optamos por utilizar de um dispositivo já existente em muitas empresas, e até mesmo em residências, para se tornar uma nova fonte geradora - o exaustor eólico, nosso foco de pesquisa experimental é nesse modelo.

Palavras-Chaves: Exaustor eólico; Energia elétrica; Renováveis; Não-renováveis; Meio Ambiente; Efeito estufa; Geração de energia.

Abstract: This work has as its objective a broad and profound study regarding the importance of Electric Energy in the world, since its emergence, considering its first sources of generation to the most advanced study pertinent to the theme. Research will be presented on energy consumption in Brazil, as well as its cost of generation and distribution. Will be various sources of renewable and non-renewable energy sources and their environmental impacts. There is the understanding that any form of energy generation will have an impact on the environment, but it is understood that what is important is to assess how best to use certain resources in a sustainable way, thereby

reducing the greenhouse effect, and also ensuring the model that causes the least aggression to the natural habitat. One of the sources of energy that is considered to have the least impact is wind energy, which, in addition to being clean, has a low cost of production, since it is mainly dependent on wind. Because of this, we have chosen to use an existing device in many companies, and even in homes, to become a new source of energy - the wind-powered exhaust fan, our focus of experimental research is on this model.

Keywords: Wind-powered exhaust fan; Electricity; Renewables; Not renewable; Environment; Greenhouse effect; Power generation.

INTRODUÇÃO

Com o aumento do consumo de energia e a constante preocupação com o aquecimento global e o seu principal fator gerador, as fontes de energias renováveis tem sido a vertente de grandes discussões e embates por especialistas, sejam eles do meio ambiente ou de grandes organizações como a ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico).

No Brasil com a principal fonte de geração de energia provém de hidrelétricas, sendo está uma fonte que pode ser afetada pelas condições climáticas (estiagem), o que dificulta a autossuficiência, fazendo com que nesses períodos, seja necessário recorrer as termelétricas, que aumentam o impacto ambiental, provocando o efeito estufa e encarecendo o custo de geração, que é repassado ao consumidor final (bandeira vermelha), ou até mesmo tendo que utilizar de fontes de países vizinhos como Argentina e Uruguai (via interligação dos sistemas energéticos).

Fontes de energias “limpas” como por exemplo, Biomassa, Solar, Eólicas, entre outras, vem sendo implantadas com o objetivo de as tornar as principais fontes de energia elétrica no Brasil, em futuro próximo, diminuindo a primazia atual da matriz hidrelétrica, a qual se tornaria o “back-up” para situações como “quando o sol se pôr, ou quando o vento parar de soprar” como disse Alexandre Moana, Presidente da Associação Brasileira de Serviços de Conservação de Energia (Abesco).

No contexto atual, a inovação nas fontes de energia é um problema a ser abordado, pela via da contínua evolução, portanto, utilizar e potencializar os pequenos recursos já existentes de forma sustentável pode se tornar um diferencial econômico e competitivo, com menor impacto ambiental, diminuindo assim custos na produção de energia.

A pesquisa apresentada neste trabalho, tem como objetivo utilizar o exaustor eólico, um dispositivo já existente, que atua no equilíbrio da temperatura acionado através

do gradiente de temperatura em ambientes internos, somado a ventos que ocorrem atingindo os telhados. Atualmente principal função deste dispositivo é expelir o ar quente gerando conforto de seus usuários das edificações. Nossa proposta é aliar a essa utilidade a geração de energia elétrica. Seja nas situações em que ao vento se soma a convecção termina dentro dos edifícios, ou ausência desse, com o diferencial térmico, estamos criando uma fonte energética.

Aclarando melhor o tema, se trata de uma fonte de energia limpa, utilizando da força do vento para carregar uma bateria e ser utilizado como gerador.

Com a perspectiva de grande aumento do consumo de energia no mundo acarretado por novas tecnologias e aumento da demanda mundial, e especialmente no Brasil onde existem deficiências na sua geração, causado principalmente devido aos fatores climáticos, foi identificado uma grande carência de investimentos em novas fontes de energia.

A partir disto, com o intuito de criar condições para a utilização de dispositivos já existentes, que possam de alguma forma, vir a se tornar elemento na geração de energia limpa e sustentável, iremos realizar neste trabalho pesquisa prática no sentido de utilizar exaustor eólico (adaptado e melhorado) como um gerador de energia.

A intenção final é que este dispositivo possa gerar determinado nível de autonomia energética, em relação a meios públicos de geração e distribuição de energia. Aplicável empresas de pequeno porte, ou até mesmo residências gerando no conjunto um efeito diminuição da demanda e do consumo. O esforço despendido é na busca de autossuficiência energética e de fonte geradora de energia limpa e com impacto ambiental muito baixo.

FONTES RENOVÁVEIS

As fontes de energia renovável são um componente essencial num esquema energético sustentável. A água, o vento e o sol produzem num só dia mais energia do que a que é necessária a toda a população mundial durante um ano. Aproveitar este potencial é uma oportunidade que não se pode deixar escapar, e ao mesmo tempo esse será um desafio que servirá como um “motor” para impulsionar o desenvolvimento econômico.

Em termos mundiais, a energia elétrica a partir da energia eólica tem sofrido um grande crescimento de aplicação, principalmente pelo custo que é atrativo.

Alguns países como Alemanha, Espanha, Dinamarca, Holanda entre outros, apresentam significativa geração eólica, podendo assim ser encontradas por exemplo em grandes fazendas eólicas. A energia eólica é hoje em dia uma das mais importantes fontes de energia renovável.

Em 2010, a capacidade eólica instalada em todo o mundo alcançou 196,6GW de potência, e o seu crescimento continuou a verificar-se a uma taxa de 24%. A energia que esta base de parques eólicos é capaz de produzir anualmente equivale à que é consumida num ano em todo no Reino Unido.

Estes dados comprovam a relevância da energia eólica que segundo se prevê, continuará a crescer nos próximos anos. Para que esse crescimento seja uma realidade, são necessárias tecnologias que permitam aproveitar ao máximo a energia do vento nos locais onde está para assim se produzir com maior intensidade.

A energia eólica no Brasil vem apresentando um significativo aumento, devido a não somente aos seus custos competitivos, mas também devido aos incentivos fiscais apresentados pelo governo (Proinfa).

ENERGIA RENOVÁVEL NO BRASIL

O Brasil é um país com muitas riquezas naturais, portanto o uso das energias renováveis representa quase 90% da energia elétrica que é produzida no país.

O país também começou a investir fortemente, a partir do começo do século XXI, principalmente, na construção de receptores solares para produzir energia através dos raios do Sol.

O Brasil ocupa o posto de maior produtor de etanol do mundo, combustível utilizado como uma alternativa à gasolina, feita a base do petróleo. O etanol é considerado um combustível renovável porque é feito da cana de açúcar. Assim sendo, metade da frota automobilística do país funciona com o etanol como fonte de energia renovável.

Devido aos impactos negativos causados pelo uso de combustíveis fósseis, o Brasil vem buscando a ampliação de sua matriz energética, investindo em fontes de energia renováveis, aquelas geradas a partir de recursos naturais capazes de se regenerar. Considerando apenas a geração de energia elétrica, a participação de renováveis no Brasil totalizou 81,7%, enquanto o índice mundial é de pouco mais de 20%.

No setor elétrico brasileiro, a principal fonte utilizada é a hidráulica, correspondendo a 68,1% da matriz elétrica. Atualmente cerca de 196 usinas hidrelétricas estão em operação no país, e a tendência é que este número cresça nos próximos anos.

A biomassa tem uma participação importante na matriz energética do país, com uma colaboração de 8,2% na oferta de energia elétrica. Dentro da categoria de biomassa, a cana de açúcar é a fonte mais representativa, utilizada para a produção de etanol e eletricidade.

A energia eólica tem crescido muito nos últimos anos. Em 2016 este setor apresentou um aumento de 55% na produção de eletricidade em relação ao ano anterior, representando 5,4% da matriz elétrica brasileira. Os estados que se destacam na produção de energia eólica são: Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará, Rio Grande do Sul e Piauí. Entretanto, considerando a excelente qualidade de ventos, principalmente no Nordeste, o aproveitamento eólico no Brasil ainda é reduzido.

USINA EÓLICA E MEIO AMBIENTE

Toda forma de geração de energia causa, em maior ou menor escala, mudança no meio ambiente. A geração de energia por meios de geradores eólicos não é diferente, porém os impactos ambientais causados por esse meio são menores, mas existentes.

Os principais impactos ambientais são:

- Utilização de terra – Para a existência de um parque eólico é necessária uma área muito extensa livre de obstáculos, onde as torres com os geradores necessitam ser instalados distanciados entre um a outro, evitando que um gerador atrapalhe o outro na captação de ventos. Esse distanciamento deve ser no mínimo de 5 a 10 vezes a altura da torre.
- Emissão de ruído – O ruído é obtido através de duas origens sendo uma mecânica e a outra aerodinâmica. O ruído mecânico vem da caixa de engrenagens (transmissão) e o ruído aerodinâmico está relacionado a velocidade do vento incidente sobre a turbina elétrica.
- Impacto visual – A reação causada por instalações de parques eólicos é altamente subjetiva. Algumas pessoas enxergam os geradores eólicos como um símbolo de energia limpa, e outras pessoas reagem negativamente à nova paisagem.

- Danos a fauna – Pelo fato do mau planejamento das áreas onde os geradores são instalados pássaros em temporadas de migrações, colidem com as estruturas e hélices dos parques eólicos, ocasionando a morte das aves.

Interferência magnética – Com pouca documentação comprobatório em relação ao tema, as partes metálicas das pás em rotação podem causar interferências em sinais.

EXAUSTOR EÓLICO

Os exaustores eólicos trabalham de forma rotacional, impulsionada pela força do vento. Tecnicamente (ALVES, 2009: p. 167) ‘a energia dos ventos pode ser explicada de uma forma física, como a energia cinética formada nas massas de ar em movimento’... Além de seu efeito eólico que gira livremente sem ações mecânicas, o exaustor eólico trabalha mesmo em dias com pouco ventos pela diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do galpão, ou qualquer outro ambiente (convecção térmica), com o propósito de renovação de ar onde o aparelho for instalado.

Por sua vez o exaustor eólico, trabalha de forma silenciosa, sem custo de energia, ou seja, um dispositivo econômico e seguro. Nos dias atuais, grandes organizações se preocupam com o bem-estar de seus colaboradores, em questões ergométricas, como iluminação, postura em postos de trabalho, e até mesmo conforto térmico. O exaustor eólico além de ser um ótimo renovador de massa de ar em ambientes, tem grande potencial e reduzir a umidade interna, o que, na maioria das vezes, é responsável pela sensação de abafamento nos ambientes.

Existe hoje no Brasil uma carência de novos projetos e investimentos para a geração de uma energia limpa e renovável, em contrapartida o nosso consumo só vem crescendo, de forma desproporcional a nossa capacidade de geração, deixando muito a desejar se comparado a outros países, conforme os dados apontados nos capítulos apresentados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Proposta de Instalação do Protótipo e Melhorias

Apresentamos uma proposta de iluminação com lâmpadas de Led's 12 volts para 7 ambientes da empresa Bertanha, sendo eles, um escritório com 4 salas, 2 banheiros e 1 refeitório, onde será utilizará a energia gerada nos exaustores eólicos instalados no

galpão, que ficará armazenada em uma bateria. Segundo o INEE (Instituto Nacional de Eficiência Energética), a geração de energia mais próximas aos consumidores tem sido uma vertente e tem evoluído para incluir potências cada vez menores e vem sendo adaptado para melhor se ajustar um controle de cargas de acordo com a oferta de energia, gerando uma maior eficiência no sistema energético.

O sistema de iluminação proposto, com lâmpadas Led's 12 v apresentam inúmeras vantagens, baixo custo de fiação, alta qualidade de iluminação, maior durabilidade, sustentabilidade, além do que, ainda apresentam 98% de elementos recicláveis, não possui elementos nocivos à saúde e favorecem a economia de energia elétrica, conforme a engenheira civil Anversa (2018).

O estudo direcionado a uma pesquisa experimental, baseadas nas seguintes considerações, na é demonstrado no layout da empresa Bertanha onde será desenvolvido o sistema experimental. A área da empresa fabril foi dimensionada de forma a atender a troca de ar exigida no ambiente para o conforto térmico dos funcionários, portanto no ambiente de produção temos instalados 24 unidades de exaustores eólicos que serão utilizados como geradores de energia em relação a alimentação do sistema de iluminação de alguns ambientes da empresa, como escritórios, refeitório e banheiros.

Consumo Atual de Lâmpadas Fluorescente

Propomos como melhoria no consumo de energia da empresa, que fossem substituídas todas as lâmpadas fluorescentes da empresa, por lâmpadas Led 12 v, buscando uma economia maior de consumo, porém, sem perder a capacidade de iluminação, na (Tabela 07), que segue abaixo demonstra a distribuição das lâmpadas no cenário atual.

Consumo Provisionado de Lâmpadas LED

Para que possa funcionar de maneira eficiente e eficaz as melhorias propostas, o sistema de iluminação Led (12 v), será necessário utilizar lâmpadas de 3, 6, 9 ou 12 Watts, pois são as mais comuns encontradas no mercado. Conforme identificado na tabela a seguir em sete ambientes, serão utilizadas um total de 24 lâmpadas Led's, que variam de 3 a 12 Watts, a somatória dessas lâmpadas se dá pela potência total de 222 Watts, considerando o período de 20 dias trabalhados, o total de consumo provisionado será de 27,48 kWh/mês.

Tabela 1 - Lâmpadas LED

CONSUMO PROVISIONADO COM LÂMPADAS DE LED									
AMBIENTE	AREA M ²	TEMPO DE OPERAÇÃO (horas)	LUMEN	QTD DE LÂMPADAS	POTÊNCIA POR LÂMPADA (Watts)	POTÊNCIA POR AMBIENTE (Watts)	TOTAL DE CONSUMO DIÁRIO (Watts)	CONSUMO TOTAL MENSAL (Watts)	CONSUMO MENSAL EM kWh
Refeitório	36	3	200	8	9	72	216	4320	4,32
Hall	19	8	150	4	9	36	288	5760	5,76
Escritório 1	14	8	300	4	12	48	384	7680	7,68
Escritório 2	11	8	300	4	9	36	288	5760	5,76
Escritório 3	8	8	300	2	12	24	192	3840	3,84
Banheiro 1	3	1	100	1	3	3	3	60	0,06
Banheiro 2	3	1	100	1	3	3	3	60	0,06
Total	94	37	1450	24	57	222	1374	27480	27,48

Fonte: Elaborado pelos autores

Materiais utilizados para implantação

Um gerador elétrico é um dispositivo capaz de transformar a energia mecânica em energia elétrica, produzindo correntes aos condutores que rotacionam e assim criando um campo magnético. Este sistema age inversamente dos motores elétrico, que necessitam da corrente elétrica conduzida pelos condutores criando um campo magnético capaz de girar o eixo do motor, transformando energia elétrica em energia mecânica. (VILLAR, 2006).

No sistema foi utilizado um mini gerador (dimano) que por sua vez faz a função de gerar a energia, motor 12 vcc, possui tensão 12 v, corrente aproximada 0,5 Ah, corrente nominal de 1,5 Ah e torque de $24,51 \times 10^{-4}$ Nm (25 gf.cm), suas dimensões: comprimento 56 mm, diâmetro 37 mm, diâmetro do eixo 3 mm e diâmetro da polia 10 mm.

Baterias e circuito retificador foram itens primordiais na construção do protótipo, com uma relação paralela. Foi utilizado uma bateria gel de moto TKS (fabricante) 12 v de 4 Ah, para o armazenamento da energia gerada. Porém a bateria não pode receber essa energia sem antes ser retificada em um circuito de proteção. Com o auxílio de um retificador demonstrado na o mesmo garante que o fluxo da energia será apenas em um sentido (carregar a bateria), além de transformar corrente continua em corrente alternada. No circuito fechado foi utilizado 2 diodos de 6 a 10 Ah e 1 capacitor eletrolítico de 16.

Para a realização das instalações, é necessário de uma ponte retificadora no circuito, 1 Baterias 12v de 70A, 1 disjuntor bipolar 12v de 100A, e foi estipulado 100 m de cabo flexível 2,5 mm para a instalação elétrica (Tabela 09).

Tabela 9 - Custo dos Materiais

Custo para Implantação na empresa Bertanha			
	Quantidade	Custo unitário	Custo total
Mini gerador	24	R\$ 15,00	R\$ 360,00
Correia	24	R\$ 3,30	R\$ 79,20
Suporte com regulagem	24	R\$ 4,00	R\$ 96,00
Bateria 70Ah	1	R\$ 270,00	R\$ 270,00
Ponte retificadora	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Disjuntor 12v de 100A	1	R\$ 33,00	R\$ 33,00
Cabo flexível 100 x 2,5mm	3	R\$ 74,00	R\$ 222,00
Total			R\$ 1.075,20

Fonte: Elaborado pelos autores

Aparelhos utilizados para testes de medição

- **Multímetro:** Aparelho utilizado para medições elétricas, como no projeto a utilização do voltímetro, usado para medir tensão de um circuito elétrico, podendo ser apresentado tanto na categoria analógica quanto digital.
- **Anemômetro:** É um aparelho utilizado para medir a velocidade de um fluído, do vento ou de qualquer tipo de fluido como os gases existentes.
- **Tacômetro:** Também conhecido como conta voltas, é um aparelho de medição de rotações, geralmente na unidade de medida de RPM, seja ele de um motor ou qualquer objeto que tenha uma rotação linear.
- **Ventilador:** Usado para a realização dos testes de bancada, simulando a velocidade do vento para aferição dos resultados.

RESULTADOS OBTIDOS

Foram realizados 3 testes com o protótipo em funcionamento, entre os testes foram, o primeiro em cenário natural, e outros 2 testes de bancada. O teste número 1 representado na foi realizado no telhado de um barracão com 7 metros de altura e sem obstáculos nas imediações, como por exemplo muros, galpões ou prédios onde poderia afetar impedindo o vento a chegar ao exaustor.

- ☐ Velocidade do vento 2,6 m/s
- ☐ Tensão gerada 6,46 V
- ☐ Rotação do exaustor 47,1 rpm

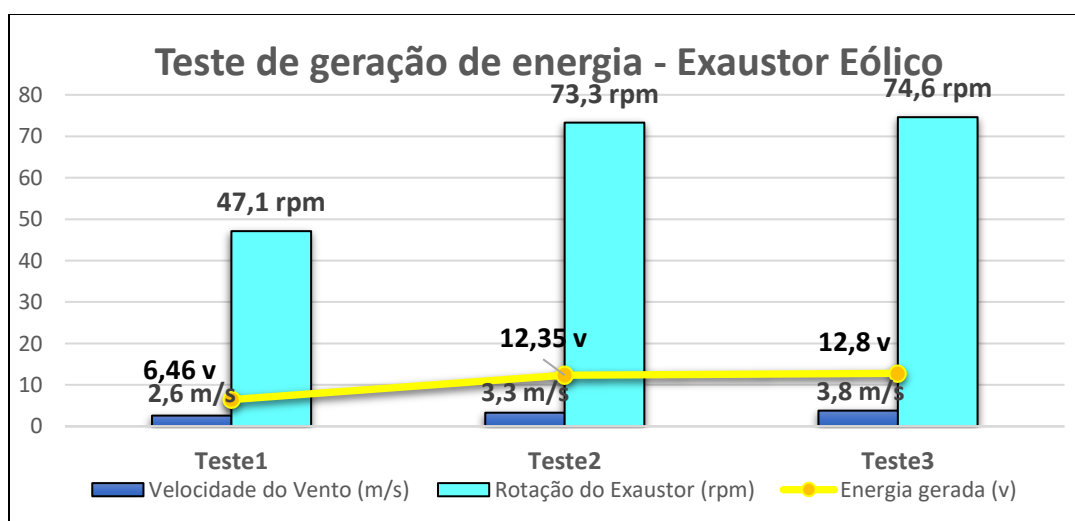
Levando em conta que a velocidade média do vento na região de São Paulo o mesmo tem medições que variam em torno de 10,6 km/h a 14 km/h, transformando isso, obtemos que a velocidade média do vento na região seria entre 2,94 m/s a 3,89 m/s, conforme informação do site “Weather Park”. Esta seção discute o vetor médio horário de vento (velocidade e direção) em área ampla a 10 metros acima do solo. A sensação de vento em um determinado local é altamente dependendo da topografia local e de outros fatores. A velocidade e a direção do vento em um instante variam muito mais do que as médias horárias demonstrada. Desta forma os testes de bancada não poderiam exceder a velocidade encontrada em pesquisas.

- ☐ Velocidade do vento 3,3 m/s
- ☐ Tensão gerada 12,35 v
- ☐ Rotação do exaustor 73,3 rpm

- ☐ Velocidade do vento 3,8 m/s
- ☐ Tensão gerada 12,8 v
- ☐ Rotação do exaustor 74,6 rpm

Para um melhor entendimento os valores foram planilhados e gerado um gráfico, onde é possível compreender e analisar os dados coletados (figura 1).

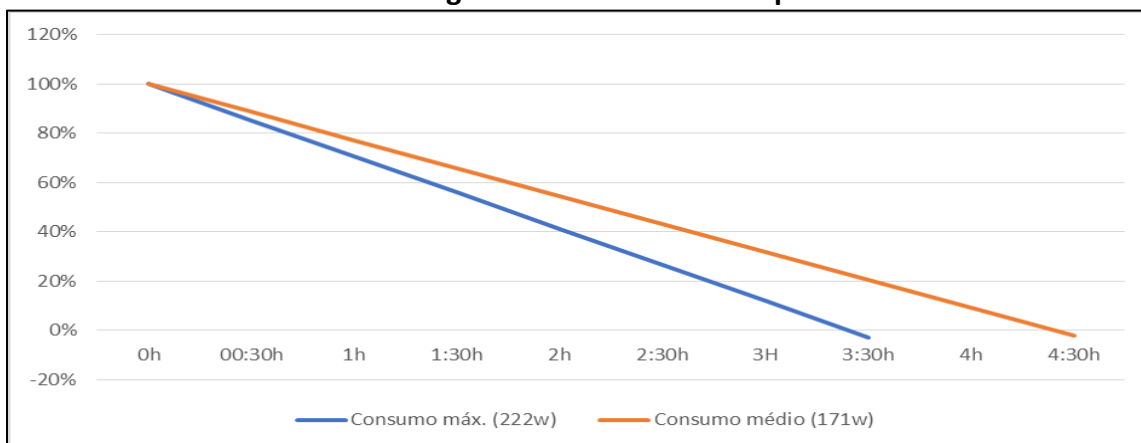
Figura 1 – Gráfico dos dados Captados



Fonte: Elaborado pelos autores

Comparando o consumo médio em relação ao consumo máximo, a autonomia da bateria aumenta em **22,8%**, provento maior tempo de funcionamento do sistema de energia sem atuação dos geradores. Abaixo a podemos analisar a carga da bateria em relação **consumo x horas**, (figura 2).

Figura 2 – Consumo X Tempo

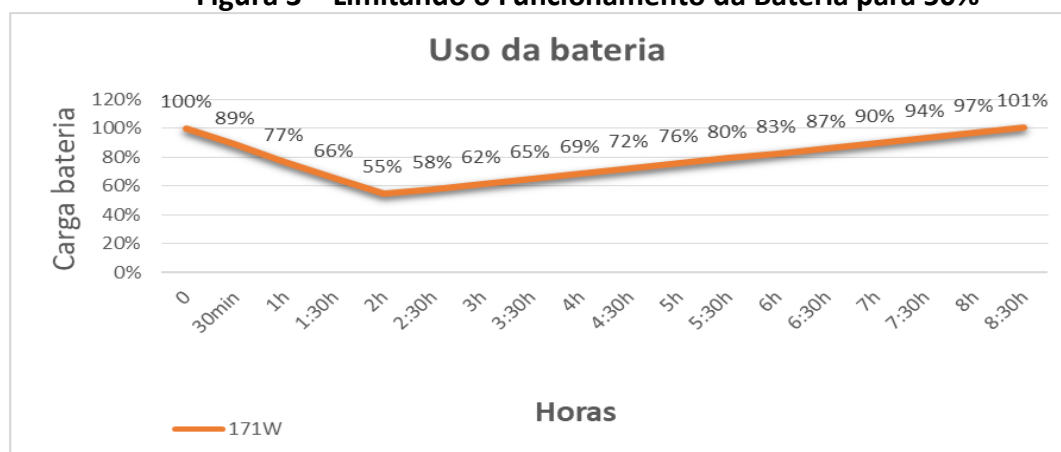


Fonte: Elaborado pelos autores

Com as perdas de eficiência do carregador 85% e 90%, nos fornece uma eficiência de 76,5%. Os 24 geradores geram 307,2 Watts de potência, mas considerando as perdas a quantidade real gerada é de 235W, o suficiente para atender os 222W consumidos no uso máximo das lâmpadas.

Com o consumo médio de 171W, após aproximadamente 2 horas teremos 55%. Se o gerador começasse a carregar a bateria a partir desse momento, ainda com o consumo de 171W constante. Teríamos a carga completa em aproximadamente 6 horas e 30 minutos, conforme representado no (figura 3).

Figura 3 – Limitando o Funcionamento da Bateria para 50%



Fonte: Elaborado pelos autores

O motivo pelo qual optamos por utilizar somente 50 % da bateria, foi devido ao não funcionamento do sistema de geração de energia dentro deste período (01:53 h) com a carga inferior a 50% implicaria no comprometimento da vida útil da bateria, além de que no momento da reativação do sistema, a relação entre a quantidade de energia gerada e a consumida, poderia ocorrer instabilidades devido a ocorrência maior consumo em relação a geração (exemplo; baixa rotação do exaustor, ausência de vento).

Com as informações obtidas, foi possível avaliar qual configuração de bateria que melhor atende o funcionamento do sistema. No qual definimos que a bateria deverá conter 70 Ah, isso faz com que possamos estabelecer que devido a oscilações do funcionamento do sistema de geração (variações de ventos = giros do exaustor) com essas informações foi possível estabelecer também a criação de janelas de manutenções preventivas onde se faz necessário em qualquer tipo de equipamento, sendo assim essa atividade poderá ocorrer sem causar impactos à utilização da energia elétrica fornecida.

CONCLUSÃO FINAL

O objetivo do projeto, além da criação do dispositivo era de uma implantação capaz de manter o sistema de iluminação autossuficiente ou seja, 100% de autonomia, por este motivo foram adaptados todos os 24 geradores do galpão da **Bertanha**, para que se tornassem capazes de gerar energia suficiente para alimentar a bateria e consequentemente todo o sistema de iluminação conforme proposto.

Para calcular a energia gerada, comparada a energia consumida, aplicamos a seguinte fórmula:

Potência Elétrica

$$P = V * I$$

$$P = 12,8 \text{ volts} * 1 = 12,8 \text{ Watts (Potência Teórica)}$$

Multiplicando o valor por 24 exaustores temos um resultado de 307,2 W.

Considerando que o exaustor em condições de funcionamento de 24 horas por dia e 30 dias por mês encontra-se o valor de geração 221,184 Kwh/mês e o consumo mensal 27,48 Kwh/mês das lâmpadas Led 12v (Tabela 8) chegamos ao dimensionamento que os 24 exaustores seriam suficientes para atender à demanda de consumo por hora das

lâmpadas. O resultado de 221,184 Kwh/mês é superior ao consumo mensal considerando as perdas.

Por tanto podemos considerar que sendo autossuficiente na produção de energia consumida, em 12 meses seria uma economia de 329,76 Kwh/ano.

Payback

Considerando que o valor da tarifa de 1Kwh (reais por quilowatt-hora) em São Paulo, tem o custo de R\$ 0,484 na sua bandeira verde, segundo os dados de 2018 dados no site da ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica), teremos uma economia de R\$ 159,60, que seria sobre o consumo mensal de 27,48 kwts.

Além dessa economia apresentada, também devemos considerar a economia alcançada somente com substituição do sistema de iluminação de lâmpadas de fluorescente para as Leds, conforme o consumo na (Tabela 03), que apresenta o valor de 62,56 Kwh/mês, no entanto esse consumo anual seria de 750,72 Kwh, então a economia real da sugestão proposta do sistema atuando com as lâmpadas Led, sendo sustentadas pela geração do dispositivo GPD seria de R\$ 363,35 por ano.

A amortização do projeto apresentado se dá pelo valor da economia gerada, sendo assim o tempo de retorno para os investimentos realizado para a implantação do projeto, sabendo se que o valor em reais da kwh é de R\$ 30,27 ($62,56 \times 0,484$) ao mês será em um período de 36 meses.

Riscos e dificuldades encontrados

Devido ao fato da geração de energia necessária para alimentar todo o sistema elétrico, se dar unicamente pela força do vento, a oscilação e a dificuldade de previsão meteorológica acabaram por exigir que o trabalho fosse desenvolvido baseado em estimativas, conforme dados coletados no site “Weather Spark”, levando em conta a média dos ventos no estado de São Paulo e especificamente na região onde está localizado o galpão da empresa que foi realizado o estudo.

Desta forma, procuramos considerar a utilização de todos os exaustores de forma a garantir a eficiência do sistema elétrico devido as perdas que ocorrem durante o tempo de carga da bateria, além da oscilação dos ventos durante o dia, que podem prejudicar o consumo diário estabelecido.

O sistema não possui a capacidade de identificar o momento de baixa carga da bateria a fim de prevenir a insuficiência de carga mínima necessária para suprir o sistema e atender a demanda estipulada de consumo.

Oportunidades

Diante dos riscos abordados, sugerimos melhorias futuras, como que seja feita a implantação e/ou adaptado ao sistema elétrico um equipamento capaz de monitorar a quantidade de carga em tempo real da bateria, a fim de emitir um alerta, sonoro ou luminoso, quando necessário para avisar que o sistema está ineficiente.

Outro ponto importante, sugerimos que poderia ser implantado, um sistema de back-up, através de uma “chave de seleção”, onde seria capaz de definir qual o modo de alimentação do sistema elétrico, podendo ser através do GPD ou através das distribuidoras padrão (como por exemplo, Enel/CPFL, etc.), Essa chave seria acionada somente em períodos de escassez dos ventos, instabilidade do sistema, ou quando houver alguma pane que exceda período de 1:53 minutos que é o período máximo da capacidade para se manter a vida útil da bateria, sem oferecer maiores danos aos usuários.

Considerações Finais

O presente trabalho foi um grande desafio para a equipe de desenvolvimento, foram encontradas muitas dificuldades no caminho, obstáculos, atritos, discussões, divergências, mas em contrapartida, proporcionaram um grande crescimento pessoal e profissional. Em muitos momentos o cansaço nos abateu, e foi necessário escolher o que era realmente importante para a conquista desse objetivo tão sonhado durante todo período acadêmico.

Agradecemos aos professores envolvidos que contribuíram com o conhecimento adquirido, nos guiaram através da didática aplicada em sala de aula.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABNT NB 10, QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES INTERIORES.

ACIOLI, J.L. Fontes de Energia. Brasília/DF: Editora Universidade de Brasília, 1994.

- HAU, E. Wind turbines: fundamentals, Technologies, applications, economics. Alemanha: Ed. Birkhäuser, 2006
- ALÉ, J V.; LOPES, H. F.; WENZEL, G. M. Aproveitamento de sistemas eólicos em áreas urbanas: estudo do caso de Porto Alegre. Ln: SEMESAM – Seminário de Meio Ambiente – USFC, 2006, Santa Catarina.
- ALVES, JOSE J. AMANCIO. Análise regional da energia eólica no Brasil. 2009. Pesquisador do Grupo de Estudos em Recursos Naturais - GERN, Prof. Dr. do Curso de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Bairro Areia Branca – PB 75.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001. Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso - 3. ed. - Rio de Janeiro. ABNT, 2015.
- BARBOSA, W.P.; AZEVEDO, A.C.S. Geração Distribuída: vantagens e desvantagens. II Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia. Manaus, 2014.
- BARRETO, BENIGNO FILHO; Xavier, Claudio da Silva; Física aula por aula : eletromagnetismo, física moderna, 3. ed. - São Paulo : FTD, 2016.
- BRASIL. Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> acesso 19 de maio 2019.
- BONJORNO, Regina Azenha; BONJORNO, José Roberto.; BONJORNO, Valter; CLINTON, Marcico Ramos. Física fundamental, volume único. - São Paulo: FTD, 1993.
- BORRÉ, Régis Leandro. SISTEMA DE VENTILAÇÃO EM AMBIENTE INDUSTRIAL. 2013. 74 p. Monografia (Engenharia Industrial) - Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia Industrial, Panambi/RS, 2013.
- BORSATO, Dionisio; Combustíveis Fósseis, Carvão e Petróleo 1ª ed. Londrina/PR – Ed. Eduel, 2009

- CAMPONEZ, René Porfirio. Utilização de exaustor eólico no controle da temperatura e da ventilação em ambiente protegido. 2004. 92 p. tese (doutorado), (Engenheiro Civil) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade São Paulo, Piracicaba, 2004.
- CHILDRESS, David Hatcher. As fantásticas Invenções de Nikola Tesla – São Paulo: Madras, 2004
- Circuitos Elétricos. Joseph A. Edminister. Editora McFraw-Hill. São Paulo 1985. 2º Edição
- DE SOUSA, Wanderley L. Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens. 2000. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) - Programa de pós-Graduação de Engenharia. "Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- Eletromagnetismo. Joseph A. Edminister. Editora McFraw-Hill. São Paulo 1980. 1ª Edição
- Eletrotécnica. Alfonso Martignoni. Editora globo. Porto alegre 1980. 6ª edição.
- FERREIRA, R. M. da S. do A. Aproveitamento da energia das marés: Estudo de caso Estuário do Bacanga, MA. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia naval e oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.
- Física ciência e tecnologia, Volume 3. Paulo Penteado, Carlos Torres. Editora Moderna 2005. 1ª edição
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo, Paz e Terra, 1996
- FROTA, P. R. de O.; ALVES, V. C. Conversando com quem ensina, mas pretende ensinar diferente Florianópolis: Metrópole/UNOESTE, 2000.
- GIDDENS, Anthony. Sociologia. 6.ed. Porto Alegre, RS: Penso, 2012.
- GOLDEMBERG, José; Energia Nuclear para o Brasil: Opção ou necessidade? Vol. 4 São Paulo: NAIPPE/USP, 2008.
- GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento. 3. ed. São Paulo: EDUSC, 2012.

- HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Belico dos. Energia e Meio Ambiente – Tradução da 5. ed. norte-americana – São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- MACINTYRE, Archibald Joseph. Ventilação industrial e controle da poluição. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1990.
- MARTON, Rubio. Aventuras na História, fevereiro de 2016
- MATHEUS, H. Conversores de Frequência e Soft Starters. Apostila. Descreve uma introdução sobre motores elétricos e conceitos de inversores de frequência. 2003.
- NETO, Manual Rangel Borges; CARVALHO, Paulo. Geração de Energia Elétrica: Fundamentos - 1. ed. – São Paulo: Érica, 2012.
- NUSSENZVEIG, H. Moysés. Curso de Física Básica 3: Eletromagnetismo – 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- REIS, Lineu Belico dos. Geração de Energia Elétrica – 2. ed. rev. e atual. - Barueri- SP: Manole, 2011.
- SILVA, G. B. D. O. E. Desenvolvimento de uma Turbina Eólica de Eixo Vertical. Universidade Técnica de Lisboa. [S.l.], p. 98. 2011
- SILVA, Inácio Moraes, Gás natural: a sua utilização na geração de energia elétrica no Brasil; Revista bolsista de valor 1ª ed. Rio de Janeiro/RJ – Instituto Federal/RJ. - 2010
- SIRVINKAS, Luís Paulo. Legislação de direito ambiental - 9. ed. - São Paulo: RIDEEL, 2014.

***Alexandre Gonçalves de Jesus:** discente do curso de engenharia civil da ATHON Ensino Superior

****Cesar Alves:** discente do curso de engenharia civil da ATHON Ensino Superior

*****Clayton Rafael da Silva Gomes:** discente do curso de engenharia civil da ATHON Ensino Superior

******Felipe Diniz Vaz:** discente do curso de engenharia civil da ATHON Ensino Superior

*******Leonardo Bertanha:** discente do curso de engenharia civil da ATHON Ensino Superior

*******Valmir de Jesus Rodrigues Almenara:** docente e coordenador da escola de Engenharia da ATHON Ensino Superior