

REAPROVEITAMENTO DA ENERGIA MECÂNICA GERADA PELO MOVIMENTO DE ROLETES EM UMA FÁBRICA DE MOTOS DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS¹

Élvio Sérgio Tenório Filgueira Júnior², Lúcio Flávio dos Santos e Santos², Josiel Azevedo dos Reis², Rubens Souza Batista², Dênis de Freitas Castro³

Submetido 19/08/2017 – Aceito 26/09/2017 – Publicado on-line 04/01/2018

RESUMO

A presente pesquisa refere-se a um projeto de reaproveitamento da energia mecânica gerada pelo movimento de roletes de uma fábrica de motos do Polo Industrial de Manaus. A proposta considerada sustentável surgiu devido a grande quantidade de energia utilizada e desperdiçada em bancadas de testes em fábricas de motocicletas. Optou-se por esse estudo com a finalidade de reaproveitar a energia oferecida pelos roletes, sobre o qual a roda traseira atua com potencial para iniciar o sistema gerador em seu interior que transforma a energia mecânica cinética gerada pelo movimento dos roletes em energia elétrica. Como procedimento metodológico adotou-se uma pesquisa exploratória e descritiva, onde foi criado um protótipo similar ao que atua no setor de inspeção das motos para fins de testes funcional, elétrico, estático e visual levando em consideração alguns fatores primordiais, tais como: custos financeiros para implantação do sistema, sua aplicabilidade, benefícios e a redução da conta de luz. A energia obtida foi armazenada em uma bancada de baterias para ser utilizada na iluminação da bancada de testes, equipamentos e até áreas adjacentes a esta, e pátios. Assim, isso possibilitou a redução da conta de energia nas dependências da empresa, já que a tarifa de energia elétrica não para de crescer no Brasil, oferecendo um projeto sustentável e com eficiência energética. Logo, esta proposta pode ser inserida nos processos de sustentabilidade da empresa, onde os roletes trabalham, e ao mesmo tempo, geram energia.

Palavras-Chave: Reaproveitamento, Energia Mecânica, Energia elétrica, Sustentabilidade e Eficiência Energética.

Reuse of mechanical energy generated by the movement of rollets in a Manaus Industrial Polo motorcycles factory. The present research refers to a project of reutilization of the mechanical energy generated by the roller movement of a motorcycle factory of the Industrial Pole of Manaus. The proposal considered sustainable came about because of the large amount of energy used and wasted on test benches in this motorcycle factory. This study was used to reuse the energy offered by the rollers, on which the rear wheel acts with the potential to start the generator system in its interior that transforms the kinetic mechanical energy generated by the movement of the rollers into electric energy. As a methodological procedure, an exploratory and descriptive research was carried out, in which a prototype similar to that in the field of inspection of motorcycles was created for the purposes of functional, electrical, static and visual tests, taking into account some fundamental factors such as: financial costs To implement the system, its applicability, benefits and the reduction of the light bill. The energy obtained was stored in a bank of batteries to be used in the illumination of the test bench, equipment and even areas adjacent to it, and patios. Thus, this allowed the reduction of the energy bill in the company's premises, since the electric energy tariff continues to grow in Brazil, offering a sustainable and energy-efficient project. Therefore, this proposal can be inserted in the sustainability processes of the company, where the rollers work, and at the same time, generate energy.

Keywords: Reuse, Mechanical Energy, Electrical Energy, Sustainability and Energy Efficiency

¹ Parte do trabalho de conclusão de curso (TCC) – Engenharia Mecânica da Universidade Paulista – UNIP

² Graduados em Engenharia mecânica pela Universidade Paulista – UNIP

³ Professor Mestre em Engenharia de recursos da Amazônia pela UFAM e Professor assistente do Centro de Ensino Técnico e Universidade Brás Cubas – E-mail: denisodocort@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A energia é um fator de extrema importância para o desenvolvimento humano e tecnológico, fundamentais para a movimentação política, econômica e social no cenário atual. Cerca de 1,3 bilhões de pessoas, ou aproximadamente 20% da população do mundo, não tinha acesso à eletricidade. A energia por si só não é suficiente para criar condições de crescimento, porém, é necessária. Praticamente é quase impossível operar uma fábrica, abrir um comércio ou conservar alimentos sem alguma energia (ANEEL, 2015).

O consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Ele reflete tanto o ritmo de atividade dos setores industrial, comercial e de serviços, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos e eletroeletrônicos (que exigem acesso à rede elétrica e pressionam o consumo de energia elétrica).

Um sistema de gestão energética pode ser definido como um conjunto de elementos interligados ou de interação de uma organização para estabelecer a política energética para atingir as metas propostas (ANEEL, 2011).

Na indústria, o consumo de energia elétrica representa um dos custos mais elevados para o processo de produção e, diante deste cenário, a economia de energia obtida em ações de eficiência energética no setor industrial gera benefícios para toda a sociedade.

A energia elétrica é um insumo de grande relevância no processo produtivo da atividade econômica, desde a transformação da matéria prima até a exportação, especialmente em um estado dependente economicamente da indústria, como por exemplo, o Amazonas.

Atualmente a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis tornou-se tendência em diversos países, inclusive no Brasil, todos estão em busca da sustentabilidade. Pode-se observar essa temática em diversas revistas, livros, debates televisivos e em diversos segmentos. Isso deixou de ser diferencial apenas das grandes empresas. Hoje a população está mais preocupada com a preservação dos recursos ambientais e começou a cobrar do restante da sociedade (LELLIS, 2007).

A sustentabilidade vem se tornando um dos pilares de diversos projetos que são implantados em fábricas industriais a fim de

gerar ganhos de energia e manter-se como um segmento que atua na conservação de energia e na eficiência energética (BRANCO, 2004).

Levando-se em consideração a grande rotatividade das motos e insumos produzidos por essas fábricas do Polo Industrial de Manaus, e também o alto valor de energia elétrica consumida pelas mesmas, pensou-se em um projeto que pudesse de alguma forma contribuir para a redução dos custos de energia elétrica e atuar de maneira sustentável e eficaz para o bom rendimento energético da empresa.

Em um olhar visionário por toda uma fábrica verificou-se que em um dos setores, a saber, o setor de inspeção final das motos, onde este se caracteriza por bancadas de testes quando as motos passam pelo teste estático, funcional, elétrico e visual, apresentam um enorme potencial para transformar energia mecânica em energia elétrica por meio do movimento dos roletes que atuam nas bancadas.

A energia obtida será armazenada em uma bancada de baterias podendo ser utilizada para alimentar a bancada de teste, equipamentos e iluminar áreas adjacentes a esta e pátios. Assim, isso possibilitaria a redução da conta de energia nas dependências da empresa, já que a tarifa de energia elétrica não para de subir no Brasil, oferecendo um projeto sustentável e com eficiência energética.

Por meio do consumo de energia elétrica de uma sociedade é possível medir o índice de desenvolvimento econômico, bem como, da qualidade de vida da mesma. Na década de 90, cientistas e estudiosos alertaram para os diversos efeitos ocasionados pela deterioração ambiental provocada pelo homem, atenção especial foi dada ao fato da possibilidade de esgotamento das reservas de recursos naturais, principalmente carvão e petróleo.

Um grande desafio é reduzir os impactos ambientais sem degradar o ambiente, para tanto, tem se a necessidade de busca da geração de energia de forma sustentável que permita o crescimento econômico e a melhoria da qualidade de vida da população em geral sem degradar o meio ambiente.

O setor elétrico brasileiro possui atualmente diversos desafios, entre eles está a possibilidade de racionamento e o risco de novos apagões. Nesse contexto, a inserção da sustentabilidade no setor é fundamental, pois leva a medidas de eficiência operacional e no uso de recursos, reduzindo custos, além de envolver a gestão de riscos ambientais e a busca por fontes alternativas de energia, contribuindo para a segurança energética no Brasil (ANEEL, 2015).

Ou seja, a sustentabilidade, no sentido amplo do conceito, pode contribuir para a perenidade do sistema elétrico brasileiro.

O caminho que o mundo está tomando atualmente não é sustentável: há custos associados do uso intensivo de energia. O uso atual e a grande dependência de combustíveis fósseis estão levando a degradação dos meios ambientes locais, regionais e globais.

Apesar do cenário atual de energia parecer sombrio, acredita-se que há soluções sustentáveis para o problema energético.

Assim este trabalho tem por objetivo o reaproveitamento da energia mecânica gerada pelo movimento de roletes em uma fábrica de motos do Polo Industrial de Manaus.

2. Materiais e Métodos

Como procedimento metodológico adotado, em função do objetivo, foi concebido como uma pesquisa exploratória e descritiva.

As pesquisas exploratórias, Andrade (2009), são desenvolvidas com objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

De acordo com Vergara (2004) uma investigação exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado, configurando-se como a fase preliminar, que busca proporcionar maiores informações sobre o assunto que vai se investigar.

Neste estudo também foi usada a pesquisa descritiva que segundo Andrade (2009) busca essencialmente a enumeração e a ordenação de dados, sem o objetivo de comprovar ou refutar hipóteses exploratórias, abrindo espaço para uma nova pesquisa explicativa, fundamentada na experimentação.

O processo metodológico utilizado neste trabalho visa mostrar o reaproveitamento da energia elétrica produzida a partir da energia mecânica dos roletes utilizados no setor de inspeção final das motocicletas fabricadas no Polo Industrial de Manaus.

Para isto foi utilizado como ferramenta de trabalho um protótipo similar ao processo que ocorre nas bancadas de teste para fins de análise estática, elétrica e funcional das motocicletas.

O protótipo construído para a experimentação é constituído pelos seguintes componentes devidamente identificados e descritos na (Figura 1), separado por letras para melhor compreensão.

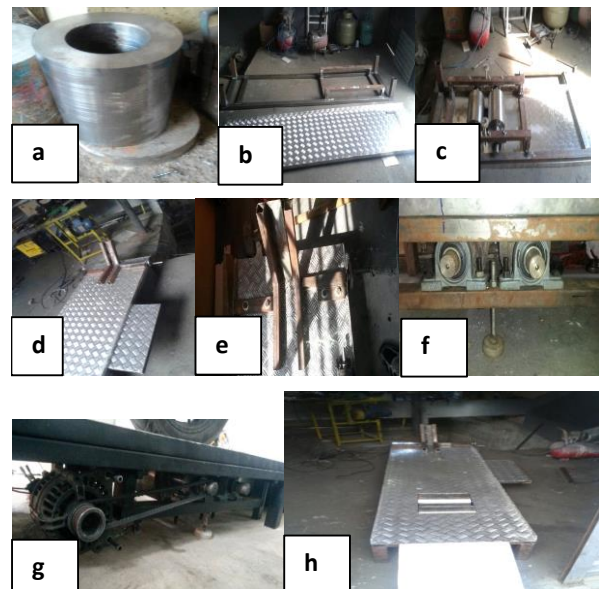


Figura 1. Protótipo e componentes. a) Roletes usinados. b) Estrutura metálica (chassi) mais o assoalho – plataforma. c) Estrutura inferior com: rolamentos, mancais e roletes. d) Montagem superior da plataforma. e) Montagem do grampo prendedor pneu dianteiro. f) Montagem dos rolamentos, mancais e roletes e suporte anti-vibracional. g) Montagem do sistema de transmissão. h) Plataforma montada, pronta. Fonte: Arquivo Pessoal.

De acordo com a ilustração acima os componentes do protótipo simulador para a experimentação da pesquisa refere-se aos seguintes proponentes:

A bancada de testes a ser trabalhada no desenvolvimento deste trabalho é composta por roletes, alternadores, inversor de tensão e duas lâmpadas tubulares LED. Logo, o protótipo construído visa beneficiar de maneira sustentável o próprio setor de inspeção final da fábrica de motos utilizando a energia fornecida pelo movimento cinético dos roletes e produzindo energia elétrica como forma de suprir a energia requerida e desperdiçada nesse setor.

O teste ocorre na atividade de avaliar as motos que saem da linha de produção da fábrica. A moto é colocada sobre os roletes na plataforma (Figura 2) e posta em funcionamento entre 5 a 7 minutos, para testar vários componentes da moto. O tempo em que os roletes trabalham devido o acionamento do motor da moto aproveita-se essa energia mecânica e a transforma em energia elétrica. Essa energia obtida acaba por alimentar uma

bateria para sua posterior utilização como, por exemplo, sua utilização na própria bancada do setor de inspeção final das motos para fins de sustentabilidade da empresa.

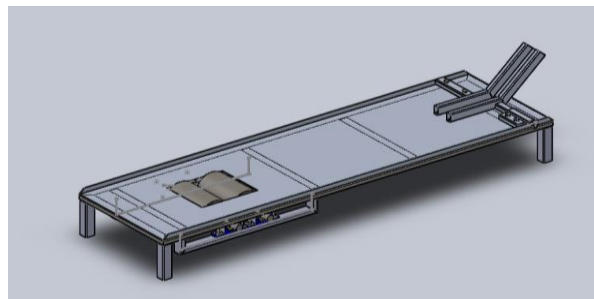


Figura 2. Desenho 3D da plataforma

Na sequência da pesquisa, serão demonstrados os resultados da experimentação da pesquisa levando em consideração alguns fatores preponderantes para a discussão dos resultados, tais como: custos financeiros para implantação do projeto, sua aplicabilidade e a redução da conta de luz.

3. Resultados e Discussão

3.1 Custos financeiros para implantação do projeto

A maioria dos projetos associados com a sustentabilidade apresenta um nível financeiro elevado, sendo uma das barreiras para que muita das vezes não sejam implantados. No protótipo estudado em questão (Figura 3), o seu princípio de funcionamento é bem trivial, com poucos custos para sua implantação, conforme a tabela 1 descrita a seguir, com alto poder energético e de extrema eficácia.



Figura 3. Protótipo em funcionamento. Fonte: Arquivo Pessoal.

Tabela 1. Descrição dos custos

Itens	Custo (R\$)
Alternador	120,00
Correia	20,00
Polia	30,00
Bateria (Usada)	150,00
Instalação Elétrica	50,00
Total	370,00

A moto traciona os roletes, os mesmos tracionam o alternador de carro comum e este alimenta uma bateria 12V de no mínimo 60A ou 50A e superior. Esta bateria distribui a carga para

a luminária, lâmpadas LED, onde seu consumo é bem menor que as atuais lâmpadas fluorescentes.

Assim, o projeto utilizaria as ferramentas de funcionamento das bancadas, não sendo necessário adquirir novos equipamentos para a sua utilização a não ser uma bateria para armazenar a energia gerada.

3.2 Aplicabilidade

Aplicado nas fábricas do polo industrial de duas rodas, bem como em concessionárias quando provenientes de manutenção das motos, em oficinas mecânicas e até mesmo em pistas de corridas de motocicletas que muitas vezes são modificadas para se ter melhor desempenho.

3.3 Redução dos custos de energia

Com a implantação do projeto em questão verifica-se que a redução na conta de luz é perceptível.

O uso adequado e eficiente de energia deve se fazer presente no planejamento de todas as indústrias. Muito tem sido abordado sobre programas de eficiência energética, porém, pouco se conhece sobre como atua um sistema de gestão de energia agregado a sistemas de controle e automação, que pode ser utilizado como ferramenta de gestão de eficiência energética, podendo reduzir os custos e melhorar a produtividade, assim como a competitividade da indústria.

Além da redução dos custos operacionais, um sistema de gerenciamento integrado de energia pelo lado da demanda possibilita que a indústria tenha uma atitude responsável e econômica no processo produtivo. Em virtude da grande variedade de ramos de atividades das indústrias existentes no polo industrial de Manaus, há uma série de ações que pode ser adotada para melhorar o aproveitamento do uso da energia elétrica.

De acordo com o manual de eficiência energética na indústria elaborado pela Copel, com o uso eficiente da energia elétrica, a indústria terá uma melhor utilização das instalações e equipamentos elétricos, uma redução no consumo de energia e conseqüente economia nas despesas com eletricidade. Com o melhor aproveitamento da energia, conseguirá

um aumento de produtividade e um padrão de qualidade no produto acabado, isto tudo, mantendo o nível de segurança e diminuindo o tempo de parada das máquinas para a realização de manutenção.

Além destas vantagens para a indústria, a sociedade em geral terá uma redução dos investimentos para a construção de usinas e redes elétricas e conseqüente redução dos custos da eletricidade, redução dos preços de produtos e serviços e maior garantia de fornecimento de energia. Hoje, uma redução de consumo de energia afeta toda a cadeia produtiva, incluindo os consumidores finais, que perceberão um reflexo positivo no preço do produto acabado.

Os sistemas de gerenciamento de energia são implantados basicamente para monitorar as grandezas elétricas e acompanhar o perfil histórico de medições de energia de uma unidade consumidora. Sua instalação, muitas vezes, é motivada pela necessidade de reduzir custos ocasionados por multas de ultrapassagem de demanda e fator de potência, de eficientizar o uso da energia e, conseqüentemente, diminuir o valor das contas, além de propiciar ganhos de produtividade, pois se trata de uma ferramenta que facilita a manutenção e a operação das plantas industriais.

O gerenciamento e a conservação de energia elétrica têm destaque crescente, em progressão geométrica, por razões específicas: crescente rigidez nos critérios de faturamento e nas tarifas de energia elétrica, e sua aplicação à quase que totalidade dos processos industriais.

Já de acordo com o Procel Indústria, pode-se verificar que a importância do gerenciamento vem crescendo também dada a sua potencialidade de facilitar a manutenção e a operação das plantas, trazendo ganhos de produtividade, em termos de manutenção e vida útil de equipamentos e sistemas. Através de um sistema de gerenciamento é possível monitorar uma série de variáveis em tempo real e armazená-las para análises que potencializem o uso eficiente da energia elétrica.

Após a montagem do protótipo, a partir de experimentações e cálculos foi possível concluir que esse sistema consegue produzir energia suficiente para alimentar a própria bancada de testes e até mesmo lâmpadas adjacentes a este setor, onde a capacidade máxima atingida no experimento e armazenada na bateria foi da carga total 60 A e 12volts.

De acordo com dados do protótipo o custo anual de energia foi de R\$156,98, levando em consideração ao período de 230 dias.

Luminária: 2 unidades de 110 V, 24 Watts Led Tubular

Carga horária: 10 horas por dia

Quantidade de dias por ano: 230 dias

Custo KW/h: R\$ 0,31024 KW/h

(Eletrobrás)

Carga da bateria: 12 V, 60 A

2 unidades de luminárias x 0,110 KW x 10 h/dia x 230 dias x R\$ 0,31024 = R\$ 156,98.

Pelo protótipo teremos o seguinte:

$$P = U \times I$$

$$24 \text{ W} = 110 \times i \Rightarrow$$

$$i = 24 / 110$$

$$i = 0,21 \text{ A} \times 2 \text{ (lâmpadas),}$$

$$i = 0,42 \text{ A, consumo das lâmpada led}$$

tubular.

Calculando o tempo:

$$P = U \times i$$

Posso escrever da seguinte maneira:

$$P = Vdq / dt$$

Onde: dq = variação da carga

dt = variação do tempo

Isolando dt:

$$dt = Udq / P$$

Como dq é a carga que a bateria possui.

$$\text{Tempo} = 3.600 \times U \times A / P$$

Temos: 3.600 é a carga que a bateria possui em Coulombs

U = tensão;

A = é a amperagem da bateria;

P = potência do equipamento em Watts

Tempo = em segundos.

Tempo = 3.600 x 110 x 60 / 48 (a soma das duas lâmpadas)

Tempo = 137 horas ou aproximadamente 5 dias.

Essa capacidade também pode ser representada em valores econômicos, esses valores numa escala maior, podem representar uma economia significativa de fontes energéticas que não são sustentáveis e, conseqüentemente, uma redução de impactos ambientais.

Em um projeto industrial teremos:

05 baterias de 150 A, um alternador de caminhão para gerar 120 A, dessa forma teremos:

$$P = U \times i \Rightarrow P = 12 \text{ volts} \times 150 \text{ A}$$

$$P = 1.800 \times 05 \text{ baterias}$$

$$P = 9.000 \text{ Watts.}$$

Porém, minha eficiência energética será de 75% da minha potência total:

$$P = 9.000 \times 0,75$$

$$P = 6.750 \text{ Watts}$$

Dessa maneira, posso suprir a necessidade de 100 lâmpadas led de 24 Watts

e até três computadores de 500 Watts, todos 110 V, por um período de até 04:30 horas e trinta minutos.

Para que possamos utilizar a corrente contínua do sistema de baterias, usaremos um inversor de 5.000 W até 8.000 W.

Além dos critérios de desempenho técnico, a proposta do projeto teve como finalidade o princípio do tripé da sustentabilidade, o qual contempla os seguintes aspectos básicos a serem considerados: ambiental, social e econômico. Estes aspectos básicos são descritos da seguinte maneira: Desempenho Ambiental: que tem por finalidade garantir às gerações futuras a mesma disponibilidade de recursos naturais disponíveis atualmente.

Desempenho Social: que visa à melhora da qualidade de vida da sociedade, por meio da saúde, educação e valorização da identidade cultural.

Desempenho Econômico: que tem como finalidade fundamental o retorno financeiro do investimento com a valorização do capital empregado. A proposta para este projeto visou alcançar boa parte dos desempenhos acima citados, porém, é necessário que os três aspectos básicos sejam alcançados para se considerar um projeto sustentável. É fato que muito pode ser acrescentado a este trabalho, porém isso seria outra proposta a frente, dando continuidade ao tema.

4. Conclusão

Este estado demonstrou que é possível fazer o reaproveitamento de energia, transformando energia mecânica, realizada pelos roletes, em energia elétrica.

Por meio deste trabalho verifica-se que a proposta pode ser inserida nos processos de sustentabilidade de qualquer empresa, onde os roletes trabalham, e ao mesmo tempo, geram energia.

Como os resultados vêm por meio de dados reais, pôde-se ter uma prova real de que esse estudo de caso em questão tem o potencial necessário para a utilização da eletricidade proveniente da energia mecânica.

Logo, a sustentabilidade nos projetos na área da engenharia tem como foco, o princípio básico na redução do impacto ambiental gerado pela busca de fontes de energia, que se concentra na viabilidade de concepções que resultam em projetos eficientes, com baixo consumo de insumos prediais (energia, água, gás, etc.), aproveitando ao máximo os recursos naturais disponíveis, buscando sempre conforto

e a qualidade do ambiente interno dos ocupantes.

Ao longo da execução deste trabalho e durante pesquisas de assuntos relacionados a essa temática, notou-se que no Brasil, infelizmente, a mão de obra especializada em integração de sistemas de reaproveitamento de energia é ainda um tanto deficiente, o que torna este trabalho de extrema importância para a utilização de futuras pesquisas no setor energético industrial, além de proporcionar ganhos de energia para a fábrica e porque não dizer para a sociedade como um todo.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Paulista pelo uso do laboratório de Engenharia Mecânica e ao co-orientador Prof. Msc. Dênis Castro por sua colaboração nos resultados.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ANDRADE, Diana. PILLING, Sergio. Energia cinética e trabalho. 2009.
- Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil) Atlas de Energia Elétrica do Brasil 8^o- Edição – Brasília: ANEEL, 2011.
- ANEEL [Agência Nacional de Energia Elétrica]. Atlas da Energia Elétrica do Brasil, 12^a ed. Brasília: ANEEL, 2015.
- BRANCO, S. M. O meio ambiente em debate. 3^a ed. São Paulo: Editora Moderna Ltda., 2004.
- VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em Administração. São Paulo: Atlas, 2004.
- LELLIS, Mauro Maia. Fontes Alternativas de Energia Elétrica Contexto da Matriz Energética Brasileira: meio-ambiente, mercado e aspectos jurídicos. 2007.