

# A IMPORTÂNCIA DOS CUIDADOS TÉCNICOS DE MANUTENÇÃO, NO SISTEMA DE PLACAS FOTOVOLTAICAS E INVERSORES DE DC/AC INSTALADO NO SUPERMERCADO MICHELON, NA CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU - PR

Dinosani Zanchett Drabach<sup>1</sup>  
André Shataloff e Luciana Paro Sacarin<sup>2</sup>

## RESUMO:

A ciência tem estudado intensamente nova matriz energética com predominância de fontes renováveis de energia, para atenuar os efeitos danosos do planeta, como também minimizar a poluição e reduzir custos de compra da energia. A energia proveniente do sol é a opção renovável mais promissora para o futuro, sendo um assunto que tem recebido maior atenção por parte de governantes e investidores do ramo, visando compensar as emissões de CO<sub>2</sub>, em todo globo. O recurso de energia solar fotovoltaica, sendo de suma importância por vários fatores, como: diminuição nos custos de fabricação, aumento na eficiência dos módulos, facilidade na implementação de sistemas de pequeno e grande porte e o mais importante, a energia solar fotovoltaica é retroalimentada. Nestes contextos o estudo tem como objetivos: demonstrar a importância da manutenção preventiva, preditiva, sistemáticas e corretiva para o sistema fotovoltaica no Supermercado Michelin, analisar o sistema fotovoltaica em operação, verificar o desempenho das técnicas aplicadas, propor a aplicação de técnicas de manutenção preventiva, preditiva, sistemáticas e corretiva à Empresa Supermercado Michelin. Neste estudo usou-se a metodologia de pesquisa qualitativa e quantitativa/descritiva. Pesquisa qualitativa com produção científica bibliográfica, em fonte de livros, revistas, periódico e pesquisa on-line, onde a pesquisa quantitativa/descritiva, (pesquisa de campo), que procedeu com análise no sistema fotovoltaica no Supermercado Michelin. Tendo como resultado: diante as análises das placas, do antes e o depois, (sem manutenção e com manutenção). Depois da manutenção obteve-se um rendimento de 1,387 kw a mais depois da limpeza das placas. Observando assim a importância da manutenção diária das placas fotovoltaicas. Onde conclui-se que a amostragem de uma boa técnica de manutenção preventiva, preditiva, sistemáticas e corretiva, os equipamentos obterão grandes vantagens econômica.

**Palavras-chave:** Energia elétrica. Fotovoltaica. Luz solar.

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a evolução do campo da manutenção vem transformando expressivamente, buscando cada vez mais empenho na qualidade das instalações produtivas,

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Civil, pela faculdade União das Américas – 2019.

<sup>2</sup> Professores Orientadores MSC, do Curso de Graduação em Engenharia Civil, pela faculdade União das Américas – 2019.

prediais e outros tantos projetos que mereçam atenção especial de manutenção, para manter a eficácia do desempenho do processo em andamento.

Na concepção de Patton (1983), *apud* Mesquita (2004), a manutenção preventiva é considerada como o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças e reformas.

Portanto, a manutenção preventiva deve ter exigências de conhecimento técnico em condição gradual, pois a demanda da sociedade moderna é exigente, requerendo constante profissional qualificado no campo da conservação de seus produtos.

Nestes contextos afirma Patton (1983), *apud* Mesquita (2004), a manutenção preventiva caracteriza-se pelo trabalho sistemático para evitar a ocorrência de falhas procurando a sua prevenção, mantendo um controle contínuo sobre o equipamento.

Assim, para ter bons resultados nos negócios de qualquer porte é necessária uma boa manutenção sistemática, pois com este trabalho evita e antecipa falhas possíveis nos equipamentos produtivos, sem compromissar a produção em andamento, além do zelo do aparelho, qual minimiza custo futuros.

A história conta que, a preocupação com a manutenção vem desde o primeiro período – anterior a 2.a Guerra Mundial, mesmo que equipamentos e projetos eram super dimensionados e simples e os reparos de fácil execução e tinha mais confiabilidade na manutenção, já havia certa apreensão por cuidados preventivos, para não haver rápidas trocas de peças por falta desta ação.

Hoje a preocupação com a manutenção, vem com evolução do sistema de energia solar fotovoltaica, que pelo incentivo do PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas), esse moderno sistema de energia elétrica, expande-se instalações mundo a fora, para os comércios e residências, ainda há uma falta de preocupação em torno da manutenção, sistema esse que contribui para minimizar problemas futuros com o equipamento.

Portanto, mesmo sendo um equipamento altamente em demanda mundial, ainda requer cuidados especiais com manutenção contínua, pois é um recurso que viabilizará a vida econômica de todos aqueles que disporem à instalação elétrica sob o sistema *fotovoltaico*.

Tendo como problema: porque mesmo com a evolução mundial, que tem feito o sistema fotovoltaico, ainda não há empresas voltada para a especialização.

O estudo teve como objetivo geral: demonstrar a importância da manutenção preventiva, preditiva, sistemáticas e corretiva para o sistema fotovoltaica no Supermercado Michelon e com

os objetivos específicos: analisar o sistema fotovoltaica em operação, verificar o desempenho das técnicas aplicadas, propor a aplicação de técnicas de manutenção preventiva, preditiva, sistemáticas e corretiva à Empresa Supermercado Michelin.

Assim justifica-se no campo social, conforme dispõe a resolução Nº 482 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), desde 2012 uma pessoa física pode injetar eletricidade na rede brasileira, se a energia é produzida por fontes renováveis, o que motivou a indústria a desenvolver tecnologia nessa área. É com essa motivação e que pode-se pensar em adquirir o sistema de energia solar fotovoltaica, visto que nossos recursos naturais estão esgotando (DAZCAL; JUNIOR, 2008).

Desse modo a energia solar fotovoltaica, pretende identificar novos negócios atraídos evolução que está tendo o sistema fotovoltaico em residências e comércios em geral.

O tema é importante no campo financeiro, porque o melhor investimento da manutenção é o rendimento. O melhor funcionamento o sistema fotovoltaico, quando bem preparado, trás proporções financeira, gastando menos energia para o gerenciamento diário, onde gasta menos valor financeira para estar trabalhando em conformidade.

Assim podendo usufruir de importantes amparos e vantagens, para este fim, é necessário empregar aos procedimentos corretos para ganhos financeiros a longo prazo.

Justifica-se o estudo do tema no campo ambiental: pela preservação dos recursos naturais, porque para gerar 1kwh de energia elétrica. É preciso armazenar em média 6600 litros de água, sendo que com o sistema fotovoltaico não há consumo de recursos naturais, pois o sistema fotovoltaico é usado com a luz do sol.

Segundo a ONU “todo cidadão tem direito a um Meio Ambiente adequado à saúde que atenda as suas necessidades básicas de sobrevivência e reprodução. Isso constitui uma obrigação por parte do estado em adotar práticas que garantam a qualidade de vida e a preservação de um ambiente ecologicamente equilibrado essenciais aos cidadãos presentes e às futuras gerações”. (PHILIPPI; ROMEIRO, 2004).

Assim, diz Fogliatti (2004), não só os recursos naturais precisam ser mantidos livres de poluição e do risco de escassez, mas também as cidades devem ser resguardadas da mesma forma seus sistemas abastecimento, de saneamento, transportes, qualidade do ar, nível de ruídos, condições de trabalho, moradia, etc. devem ser projetados sob a ótica do cuidado.

Preservar o meio ambiente e dever, tanto do poder público, como da coletividade, pois é um compromisso ético com as presentes e futuras gerações.

No campo acadêmico o tema é importante por ser um estudo que desenvolve ação empreendedora dentro do universo organizacional, onde é fruto do desenvolvimento social, como também contribui com a bagagem de conhecimentos para a vida profissional e pessoal do acadêmico, servindo de guia a outros estudos, visando a carência de literatura sobre o tema, assunto que está cada vez mais exigentes entre os interessados sobre o tema.

## **2 ENERGIA FOTOVOLTAICA**

A procura por novas tecnologias para o uso de energias renováveis, os sistemas fotovoltaicos apresentam em crescente utilização, sendo uma nova exploração de novos materiais indo ao alcance do avanço da tecnologia fotovoltaica.

Energia fotovoltaica é a mais nova alternativas energéticas do futuro para a população planetária, onde traz vantagens no sistema, como minimizar os impactos prejudiciais ao meio Ambiente e racionalização de custos, são alternativas de produção de energia que tem sido bastante elevada nos últimos anos.

A energia solar fotovoltaica é marcada como a energia gerada por meio da conversão conduzida da radiação solar em eletricidade. Tendo como direcionamento por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica, que opera aproveitando a entrada do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (IMHOFF, 2007) *apud* (ALMEIDA, 2015).

A energia solar fotovoltaica (foto = luz e volt = eletricidade) é suscitada por meio do convertimento direta da luz do Sol em eletricidade, por meio da potência solar momentânea que acontece em um ponto específico (ANEEL, 2008) *apud* (SILVA *et al*; 2016).

Segundo Almeida, (2015) o resultado fotovoltaico é gerado por meio da absorção da luz solar, que origina uma alteração de potencial na estrutura do material semicondutor, pois uma célula fotovoltaica não retém energia elétrica, apenas mantém um fluxo de elétrons num circuito elétrico, enquanto existir encontro de luz sobre ela, assim este fenômeno é denominado “Efeito Fotovoltaico”.

É um sistema construído por meio de células, baseadas em sistemas nanocristalinos, podendo ser duplamente eficientes e economicamente viáveis que as células existentes. Uma

célula solar é essencialmente um aparelho que transforma luz solar em corrente elétrica, aproveitando o efeito fotoelétrico.

## 2.1 MANUTENÇÃO

No mundo material existem sistemas que compreende a necessidade do zelo de equipamentos, instalações e outros aparelhamentos, principalmente quando exposto ao relento de sol e chuva.

Para Gerbran (2014), o universo da complexidade dos equipamentos atuais, há necessidade de que estejam aptos a desempenhar suas funções durante o maior tempo possível fazem com que grandes esforços, como elétricos, mecânicos, térmicos, etc., venham a criar desgastes, que prejudicam o funcionamento desses equipamentos, diminuindo sua vida útil.

Segundo Trojan *et al;* (2013), os conceitos da manutenção evoluem combinação com as expectativas do setor produtivo em relação às técnicas aplicadas que afiançam acatar as necessidades emergentes do momento. Hoje em dia, encontram-se filosofias tais como: manter sistemas confiáveis e disponíveis na maior parte do tempo produtivo, paradas programadas de manutenções, sensoriamento e monitoramento de parâmetros que recomendem o melhor momento para realizar manutenção, a fim de abreviar falhas.

Para evitar ou reduzir essas possíveis restrições, temos a manutenção como um conjunto de ações técnicas e administrativas, que permitem manter ou restabelecer um bem dentro de um estado específico.

Assim Gerbran (2014), diz que o objetivo da manutenção é fazer com que os elementos componentes dos equipamentos não percam suas características, buscando então aumentar sua disponibilidade. Alguns países têm normas específicas para a manutenção, e o Brasil não é diferente, com a da Associação de Normas Técnicas.

Hoje, as empresas precisam de setores específicos para realização da manutenção, pois ela passou a participar efetivamente dos resultados das empresas, buscando objetivos bem específicos que possibilitassem que as empresas mantivessem o mais alto grau de produção com o menor custo possível.

**Manutenção Preventiva:** Este tipo de manutenção é aquele que é realizada de acordo com critérios preestabelecidos para reduzir a probabilidade de falha de um bem ou de degradação de um serviço efetuado (GERBRAN, 2014).

**Manutenção Preditiva:** segundo a estatística e a teoria da probabilidade, constitui a base para se ter uma manutenção baseada no estado real da máquina e/ou de seus componentes.

A descoberta da tendência, por meio da análise dos dados, pode levar às causas das falhas e sugere os tipos de ações preventivas que devem ser realizadas para evitar futuras falhas.

**Manutenção Assistemática:** segundo Gerbran (2014), este tipo de manutenção é efetuado de acordo com o tempo que um equipamento já trabalhou. Realizada em intervalos fixos, deve ser utilizada para criar uma oportunidade para a redução das falhas que não podem ser detectadas antecipadamente ou quando for imposta pelas exigências da produção ou da segurança.

**Manutenção Corretiva:** Manutenção corretiva deveria ser a menor utilizada, pois só existe quando o equipamento falha ou cai abaixo de uma condição aceitável de operação. Segundo o Subcomitê de Manutenção do Grupo Eletrobrás (2010), é a manutenção realizada que corrige as causas e os efeitos de ocorrências constatadas.

Portanto, o desafio é detectar os problemas incipientes, antes que eles levem a uma falha total, e corrigir os defeitos com o menor tempo e custo possíveis, ou seja, buscar um melhor desempenho do equipamento, por meio da manutenção de melhoramento, e de maior uso da manutenção preventiva, reduzindo a necessidade de correções de emergências (GERBRAN, 2014).

A manutenção é um tipo de manutenção condicional baseado na evolução ao longo do tempo dos sintomas constatados para determinar o instante ótimo para a intervenção.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Neste estudo usou a metodologia de pesquisa qualitativa e quantitativa/descritiva. A pesquisa qualitativa contribui com os conhecimentos da produção científica bibliográfica, em fonte de livros, revistas, periódico e pesquisa on-line, onde desenvolveu num período de 2 meses,

sendo: abril e maio de 2019. A pesquisa quantitativa (pesquisa de campo), procedeu com análise no sistema fotovoltaica no Supermercado Michelin.

O local da pesquisa foi aplicadas as técnicas de manutenção, preventiva, preditiva, sistemática e corretivas no sistema de geração de energia fotovoltaica no Supermercado Michelin na cidade de Foz do Iguaçu, com auxílio do *software* solar *WEB*, com informações resultados que pretendeu ser alcançados através de higienização dos painéis fotovoltaicos, conexões elétricas, teste de geração de blocos de painéis, assim podendo avaliar o impacto causados pelos fatores climáticos como poeira, fumaça, poluição.

As técnica realizadas neste trabalho e com as coletas de dados foram realizadas com equipamentos de segurança, como: óculos de proteção, capacete, cinto de segurança de três pontas, cordas de segurança, furadeira, parafusadeira a baterias, chaves de fendas, chaves de bocas, chaves *phillips*, fios isolante, alicate universal, alicate de corte, alicate de bico, rodos em espumas, rodos em borrachas, detergente orgânico, mangueiras e panos não abrasivo.

Assim usou-se os procedimentos para caracterizar as técnicas de manutenção, pois todo o trabalho de manutenção foi supervisionado por um responsável técnico engenheiro. O trabalho seguiu todas as técnicas de segurança em alturas e eletricidade.

Foi feita uma coleta de dados do sistema em situação atual, realizando através de fotos, para futuras comparações do antes e depois da manutenção, seguindo quatro etapas, como:

- 1- Análise para verificação de possível anomalias nos parâmetros funcionais;
- 2- Limpeza dos painéis externos, verificação de possível danos estruturais decorrentes de ventos, chuvas, granizos em todos os painéis;
- 3- Foi feito um procedimento comparativo por blocos de painéis que compõem cada *string*, medindo os dois módulos de 14 painéis cada, comparando os mesmos;
- 4- Coletou dados, pós manutenção, comparando com os anteriores, usando programa solar *WEB* que monitora todo o desempenho dos equipamentos instalado no sistema;

#### **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

A pesquisa quantitativa (pesquisa de campo), procedeu com análise no sistema fotovoltaica no Supermercado Michelin.

No mercado de energia renováveis o sucesso de uma empresa que atua nesse seguimento, tem uma concorrência muito grande, para obter êxito o engenheiro projetista ao projetar e preciso minimizar custos de instalação e maximizar a eficiência de geração de energia, sempre buscando atender as necessidade de cada cliente de pequeno, médio ou de grande porte.

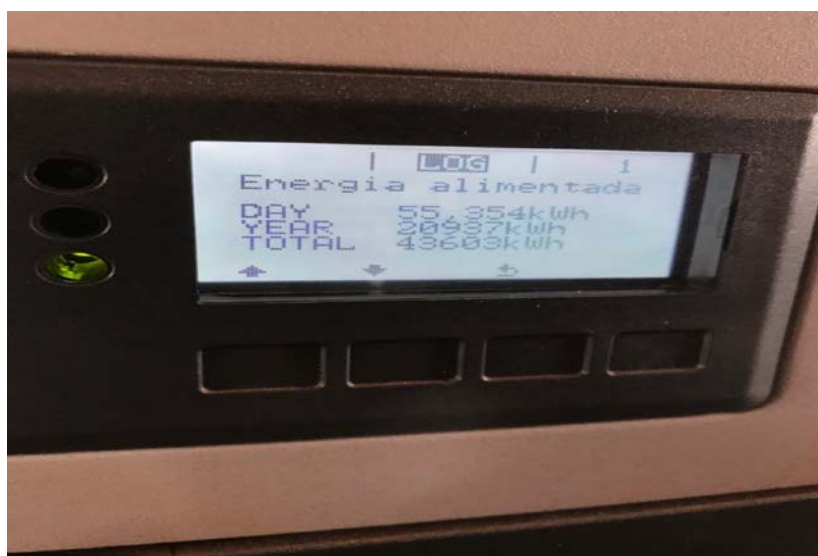
#### **Análise dos parâmetros funcionais:**

Análise de geração fotovoltaica teve a confirmação que a instalação e composta por 224 painéis policristalinos de 320 *watts* cada um, dando um potencial total de 71.680 *watts*.

Dividido em 16 baterias de placas sendo composta por 14 painéis cada blocos, totalizando uma potência de 17.920 *watts* por inversor que estão divididos em dois *string* por inversor, cada *string* composto por dois blocos de 14 placas com potência de 4480 *watts* cada entrada *do string*, com tensão de 672 *watts* CC (corrente continua) e corrente máxima de 14 amperes. Todos estavam conectados em serie sem nenhuma anomalias.

#### **Comparativos de geração dos quatro inversores instalados:**

**Inversor 1;** geração do dia 55,354 kwh. Medição anual; 20937 kwh.Total=43603 kwh.



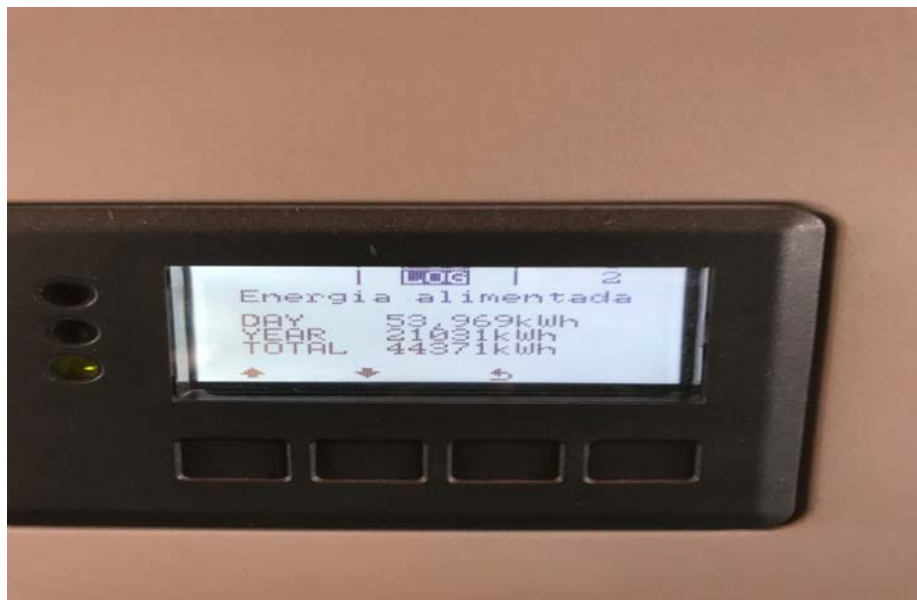
**Fonte:** Autor, 2019.



**Inversor 2;** geração do dia 53,969 kwh.

Ano 21031 kwh.

Total 44371kwh.

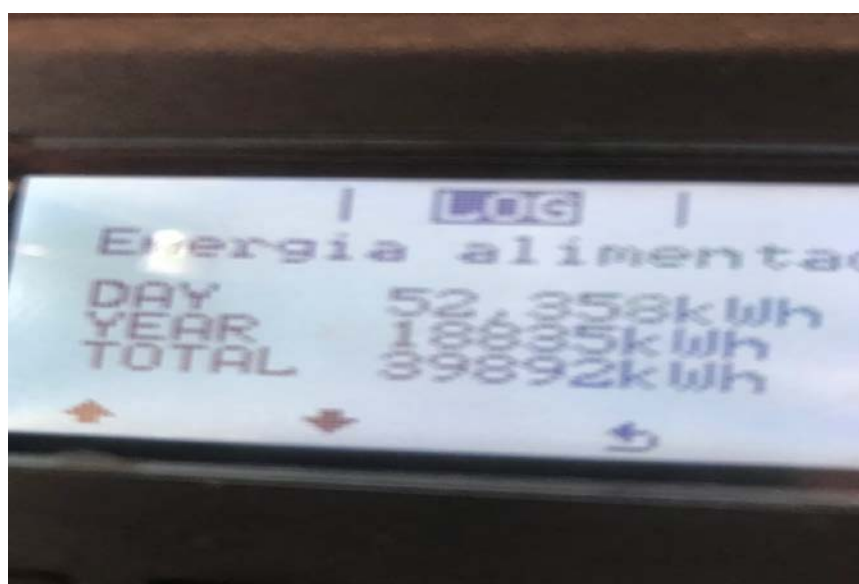


Fonte: Autor, 2019.

**Inversor 3;** geração do dia 52,358 kwh.

Ano 18635 kwh.

Total=39892 kwh.

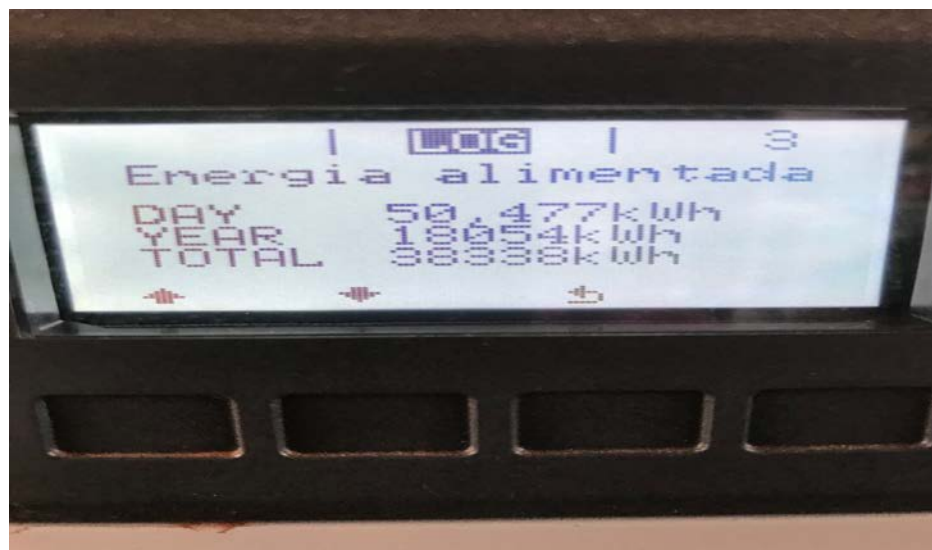


Fonte: Autor, 2019.

**Inversor 4;** geração do dia 50,475 kwh.

Ano 18054 kwh.

Total=38338 kwh.



**Fonte:** Autor, 2019.

Os inversores estão conectados por dois blocos de painéis cada, sendo que o inversor 1 é composto por 28 placas na parte mais alta do telhado.

O inversor 2 faz parte do segundo conjunto de placas abaixo das placas do inversor 1.

E o inversor 3 as placas estão na parte mais baixa do telhado.

O inversor 4 é composto por placas entre o inversor 2 e 3.

O rendimento do inversor 1 que as placas se encontravam na parte final do telhado, teve uma geração anual de 20937 kw sendo menor que o inversor 2, por estar numa parte intermediária do telhado onde se concentra menor quantidade de sujeiras.

O inversor 3 gerou 18054 kw gerou menos que o inversor 4 por estar no começo do telhado, onde acumula mais sujeira, e o inversor 4 gerou 18.835 kwh/ano.

Por meio dessas medições, comprovou que as placas onde e mais propicia de acúmulos de sujeira, tem uma perda de rendimento maior que as outras.

Para comprovar esses dados foi feito limpeza nas placas do inversor 1, que conforme dados no último ano ele gerou 20.937 kw e geração total 43.603 kw.

O inversor 2, que gerou no último ano 21.031 *kw* e geração total desse inversor foi de 44.371 *kw*, foi comprovado na coleta de dados que o inversor 1 até o presente momento da coleta de dados dia da medição, tinha gerado 55,935 *kw* hora, enquanto o inversor 2 gerou 53,969 *kwh*, tendo uma diferença de 1,387 *kw* a mais que o inversor 2, que antes da limpeza ele através de dados mostrados tinha um rendimento maior que o inversor 1, por acumular menos sugeriras

## **CONCLUSÃO**

O estudo sobre o tema em manutenção das placas fotovoltaicas na Empresa Supermercado Michellon, foi de suma importância de modo geral, pois adquiriu-se conhecimentos, até então não tido, como também a superação dos obstáculos encontrados.

E neste estudo verificou que a importância da manutenção preventiva, preditiva, sistemáticas e corretiva para o sistema fotovoltaica é muito importante, pois traz rendimentos econômicos a empresa como também cuidados com os equipamentos em trabalho.

Também analisou o sistema fotovoltaica em operação do Supermercado Michellon, que precisava realmente de uma boa técnica de limpeza e cuidados, onde algum não havia sido limpado. E com a limpeza o quadro reverteu, proporcionando grande melhorias de velocidade e na economia de *kw*.

Neste panorama, vem a proposta à Empresa Supermercado Michelon, onde a aplicação de técnicas de manutenção preventiva, preditiva, sistemáticas e corretiva, devem fazer coletas com frequências, pois o próprio os fatores climáticos naturais e fatores humanos e outros são situações que prejudicam o bom andamento dos equipamentos fotovoltaicos.

Portanto é necessário aplicar o melhor plano de técnicas de manutenção, para cada sistema de geração fotovoltaico em atuação, observando as ocorrências das mais várias situações eventuais, visto que, estão expostas as condições diversas.

Assim conluo que o trabalho não se encerra aqui, mas sugiro que outras pesquisas possam aprofundar o tema, pois a pesquisa qualitativa e quantitativa foi de suma importância para o acadêmico, onde oportunizou bagagem bastante para o caminho profissional e pessoal.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eliane; ROSA, Anna Clara; DIAS, Fernanda Cristina Lima Sales; BRAZ, Kathlen Thais Mariotto; LANA, Luana Teixeira Costa; SANTOS, Olívia Castro do Espírito; NASCIMENTO, Thays Cristina Bajur SACRAMENTO. **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**. 2015. Artigo disponível em: [www.fumec.br/revistas/eol/article/view/3574/1911](http://www.fumec.br/revistas/eol/article/view/3574/1911). Acessado em maio de 2019.

DAZCAL, Rafael Guershom; JÚNIOR, Antônio Gonçalves de Mello. **Estudo Da Implementação De Um Sistema De Energia Solar Fotovoltaica Em Um Edifício Da Universidade Presbiteriana Mackenzie**. 2008. Artigo disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/11/artigos/3355.pdf>. Acessado em maio de 2019.

FOGLIATTI, Maria Cristina. **Avaliação de Impactos Ambientais**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 2004.

GEBRAN, Amaury Pessoa. **Manutenção e operação de equipamentos de subestações**. Editora Bookman, Porto Alegre, 2014.

SILVA, Gilson Laurentino da;, OLIVEIRA, Marcondes Silva de; SILVA, Ricardo Moreira da; SILVA Nayane Laurentino da. **Análise De Viabilidade Econômica Entre O Uso De Energia Em Grid E A Solar No Sertão Paraibano**. 2016. Artigo disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2075>. Acessado em maio de 2019.

MESQUITA, Júlio de F. **Manutenção e lubrificação de equipamentos: Qualidade da mão de obra na manutenção**. 2004. Artigo disponível em: [http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo\\_5.pdf](http://www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_5.pdf). Acessado em maio de 2019.

TROJAN, Flavio; MARÇAL, Rui Francisco Martins; BARAN, Leandro Roberto. **Classificação Dos Tipos De Manutenção Pelo Método De Análise Multicritério Electre Tri**. 2013. Artigo disponível em: <http://www.din.uem.br/~ademir/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0338.pdf>. Acessado em maio de 2019.

PHILIPPI, Arlindo e ROMERO Marcelo de Andrade, **Curso de gestão ambiental**, São Paulo: Ed. Manole, 2004.