

Desenvolvimento de um suporte alternativo de placas fotovoltaicas para telhados com diversos tipos de telhas cerâmicas**FABIO NOMACHI RODRIGUES**UNINOVE – Universidade Nove de Julho
fabionr@hotmail.com**CLAUDIA TEREZINHA KNISS**UNINOVE – Universidade Nove de Julho
kniesscl@yahoo.com.br**PEDRO HENRIQUE GORAYEB VITORIANO**Universidade de São Paulo
phgv04@gmail.com**MAURO SILVA RUIZ**UNINOVE – Universidade Nove de Julho
maurosilvaruiz@gmail.com



Desenvolvimento de um suporte alternativo de placas fotovoltaicas para telhados com diversos tipos de telhas cerâmicas

Resumo

A energia solar fotovoltaica tem se popularizado nos últimos anos e aparece como alternativa de geração de eletricidade, convertendo a radiação solar em energia elétrica. Entretanto, alguns problemas estruturais das edificações brasileiras, dificultam a difusão desta tecnologia. Devido a esta dificuldade é comum a execução do serviço com adaptações mal realizadas, e consequentemente, problemas de infiltrações nos imóveis causando prejuízo tanto para o proprietário como para empresa, a qual deve arcar com os custos da reforma. Com o objetivo de desenvolver uma solução como alternativa para os problemas de infiltração nos imóveis, a empresa desenvolveu um suporte alternativo adequado à realidade brasileira. Assim, este trabalho descritivo, de abordagem qualitativa, utilizou o estudo de caso como estratégia de pesquisa com o objetivo de descrever como o problema encontrado por uma empresa privada brasileira em relação à dificuldade de fixação das placas fotovoltaicas nos telhados com telhas cerâmicas foi solucionado. A empresa desenvolveu um suporte metálico ajustável aos diferentes tipos de telhas, possibilitando a fixação das placas fotovoltaicas nos telhados sem adaptações, evitando os problemas de infiltrações e com ganho de tempo na execução do serviço de instalação.

Palavras-chave: Suporte, fotovoltaica, telha cerâmica.

Abstract

Photovoltaic solar energy become popular in the last years and appears as an alternative to generate electricity, converting solar radiation into electricity. However, some structural problems of Brazilian buildings made harder the diffusion of this technology. Due to this difficulty, it is common to perform the service with poorly performed adaptations, and consequently, problems of infiltration in the property causing damage to both the owner and the company. To develop a solution as an alternative to the problems of infiltration, the company developed an alternative support appropriate to the Brazilian reality. This descriptive work, through the qualitative approach and case study as a research strategy, aimed to describe how the problem encountered by a Brazilian private company in relation to the difficulty of fixing the metallic structures of the photovoltaic plates on the roofs with ceramic tiles was solved. The company developed a metallic support adjustable to the different types of roof tiles, allowing the fixation of the photovoltaic panels on the roofs without adaptations, avoiding the infiltration problems and gaining time in the execution of the installation service.

Keywords: Holder, photovoltaic, roof, ceramic tile.



1. Introdução

Com o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico e tecnológico, a humanidade tem consumido cada vez mais energia. Contudo, existe uma preocupação crescente com o meio ambiente e a utilização das tradicionais fontes de energia provenientes de combustíveis fósseis que precisam ser substituídas, uma vez que as mesmas vêm causando diversos problemas ambientais relacionados às mudanças climáticas, aquecimento global, poluição atmosférica e chuva ácida (Tyagi et al., 2013).

A energia solar aparece como alternativa de geração de eletricidade limpa, convertendo a radiação solar em energia elétrica. Dado o potencial da fonte, considerada inesgotável do ponto de vista da longevidade humana, é possível considerar a energia fotovoltaica como uma das mais promissoras na geração de eletricidade isenta de carbono (Schiermeier et al., 2008).

Para converter a energia solar em energia elétrica é necessário um sistema fotovoltaico, composto basicamente de quatro elementos: placa fotovoltaica, inversor, baterias e controlador de carga quando necessário. O sistema trabalha de maneira estática, não emite som e funciona sem queimar combustível (Sampaio & González, 2017).

Na placa fotovoltaica acontece a conversão da radiação solar em energia elétrica. Pode-se definir esse dispositivo como um semicondutor que produz uma corrente elétrica quando exposto a luz. O inversor de corrente transforma a corrente contínua (CC) produzida pelo painel fotovoltaico em corrente alternada (CA) para poder ser utilizada pelos equipamentos elétricos. O controlador de carga efetua a gestão da carga das baterias que são utilizadas no período noturno ou de baixa incidência de radiação solar (Motta et al., 2015).

O Ministério de Minas e Energia (MME) & Empresa de Pesquisa Energética (EPE) afirmam que este tipo de mini e micro geração fotovoltaica vem crescendo nos últimos anos incentivados por recentes ações regulatórias como a que possibilita a compensação da energia excedente produzida (MME 2013).

Em nota técnica de projeção de demanda de energia elétrica 2014 – 2024, ressalta-se que a regulamentação REN 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANELL), a qual possibilitou a compensação da energia excedente produzida, promoverá a expansão da geração distribuída da energia fotovoltaica para aproximadamente 1.257GWh em 2023 (MME 2013).

Segundo dado do Balanço Energético Nacional (BEN), a energia solar teve destaque na matriz energética brasileira em função do crescimento de 266,40% em 2015, comparado ao ano de 2014 (MME & EPM, 2016, p.14). Neste contexto, a iniciativa privada identificou um mercado em expansão e vem atuando nos últimos anos com vendas de equipamentos, instalações, manutenções e treinamentos de instalação elétrica e civil, assim como na assistência técnica de sistemas fotovoltaicos. Porém, problemas estruturais das edificações assim como fatores econômicos relacionados ao tempo de retorno de investimento limitam uma expansão ainda mais expressiva (Tyagi et al., 2013; Motta et al., 2001).

Dentro das limitações estruturais das edificações, a enorme variedade e dimensões das telhas cerâmicas dificultam ou muitas vezes impossibilitam a instalação das placas fotovoltaicas, pois os suportes disponíveis para este tipo de telhado atendem apenas uma pequena parte dos modelos (ABCERAM, 2017). Assim, acabam sendo usados de forma errônea, trincando, quebrando ou não permitindo o perfeito encaixe das telhas, ocasionando com frequência um problema de infiltração no imóvel e posteriormente prejuízos à empresa que instalou ou vendeu o sistema fotovoltaico devido a gastos com retrabalhos e reformas.

Entretanto, as instalações dos sistemas fotovoltaicos continuam sendo realizadas, mas uma parcela dos clientes, apesar de desejar instalar o sistema fotovoltaico, muitas vezes não é



atendida pela empresa, pois constata-se que os prejuízos posteriores à instalação muitas vezes não é equivalente a margem de lucro. Nesse contexto, este relato técnico busca responder a seguinte questão de pesquisa: Como desenvolver alternativas de fixação de placas fotovoltaicas em telhados com diversos tipos de telhas cerâmicas para evitar os problemas de infiltração? Assim, o objetivo deste relato é apresentar uma alternativa de fixação de placas fotovoltaicas em telhados com diversos tipos de telhas cerâmicas para evitar os problemas de infiltração.

A pesquisa foi realizada com foco em um caso de uma empresa de iniciativa privada do estado de São Paulo que possui atualmente 35 funcionários e atua na comercialização, treinamento e instalação de centrais fotovoltaicas para geração de energia em residências e comércios. Esta empresa desenvolveu um suporte metálico que dispensa a furação das telhas e preserva o encaixe original evitando desta forma o problema de infiltração de água nos imóveis devido à quebra, trinca, encaixe deficiente ou má vedação das telhas ocasionadas pela utilização de suportes pouco adaptados aos tipos de telhas brasileiras.

2. Referencial Teórico

2.1 Energia Solar e Matriz Energética Brasileira

A produção de energia utilizando o sol como fonte não é exatamente uma novidade. Edmond Becquerel, físico francês, observou em 1839 que duas placas de latão imersas em um eletrólito líquido produziam eletricidade se expostas à luz solar. A este fenômeno foi dado o nome de efeito fotovoltaico. (Komp, 1982)

As contribuições continuaram ocorrendo com descobertas pelo mundo e em 1883, Charles Fritts, um inventor americano, construiu a primeira bateria solar. Seu dispositivo possuía uma eficiência baixa de conversão elétrica, apenas 1%, mas repercutiu de maneira expressiva, pois não se acreditava haver na época possibilidade de produção de energia sem a queima de combustíveis. Em 1954, cientistas da Bell Labs, desenvolveram a primeira célula solar preparada a base de silício. A célula possuía eficiência de 6% e desde então as pesquisas no ramo não pararam mais (Komp, 1982).

O Sol representa um suprimento ilimitado de energia, distribuído mundialmente, sem custos e resíduos. A quantidade de energia fornecida diariamente é suficiente para suprir a demanda energética diversas vezes. No entanto, essa fonte de energia ainda não é muito utilizada devido aos seus elevados custos de instalação, ou em outros casos, devido à taxa de retorno do investimento ser muito longa em função da baixa eficiência dos sistemas fotovoltaicos que possuem eficiência de conversão média de 15% (Service, 2005; Schiermeier et al., 2008).

Apesar disso, BEM ano base 2016, destaca o crescimento de 266,40% da geração de energia fotovoltaica na matriz brasileira (BEN 2016).

A participação de energias renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo 41,2% em comparação com a média mundial que é de 13,5%. Entre as fontes de energias renováveis a que possui maior participação é a de biomassa de cana com 16,9%, a matriz hidráulica ocupa a segunda posição com 11,3% seguida pela lenha e carvão vegetal com 8,2% e a lixívia em conjunto com outras fontes renováveis com 4,7%.

Quando se analisa apenas a matriz elétrica brasileira, observa-se que a participação de energias renováveis em 2015 é ainda maior 75,5%, principalmente quando comparado a média mundial que é de 21% (BEN 2016).



A fonte hidroelétrica é a que possui maior participação na matriz elétrica brasileira com aproximadamente 65%, o gás natural ocupa a segunda posição com 12,9%, a biomassa participa com 8%, derivados de petróleo 4,8% e a eólica 3,5%.

Apesar da pequena participação da energia solar no total da matriz elétrica renovável, apenas 0,01%, o MME destaca a importância dessa matriz energética e prevê no relatório projeção de demanda de energia elétrica 2014 – 2024, um aumento para 1.257 GWh em 2023.

O MME entende que o aumento da penetração da energia fotovoltaica distribuída deve-se a possibilidade de créditos na conta de energia elétrica provenientes do excedente produzido durante o dia, de acordo com a resolução REN 482/2012 da ANEEL, assim como o conhecimento da tecnologia, conscientização ambiental e diminuição de custo de aquisição e instalação dos sistemas fotovoltaicos. (MME 2013)

Desde abril de 2012, quando entrou em vigor a resolução normativa ANEEL nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e fornecer o excedente para a rede de distribuição de energia (ANEEL 2017).

A geração distribuída destaca-se pelo potencial benefício proporcionado ao sistema elétrico como adiamento de investimentos na expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, minimização das perdas, baixo impacto ambiental e diversificação da matriz energética (ANEEL 2017).

Em 2015 a ANEEL revisa a resolução normativa nº 482/2012 e publica a resolução normativa nº 687/2015, com objetivo de melhorar e ampliar a resolução anterior. Entre as principais melhorias que entraram em vigor em 1º de março de 2016, destacam-se a permissão do uso de qualquer fonte renovável e da cogeração qualificada até os limites estabelecidos.

Foi denominada de microgeração distribuída, a central geradora com potência instalada de até 75 kW e minigeração, aquela que apresenta potência acima de 75kW e menor ou igual a 5MW, conectadas à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. Com as novas regras, o prazo de validade dos créditos passa de 36 para 60 meses e os créditos também podem ser utilizados para abater o consumo de unidades consumidoras do mesmo titular, situadas em outro local, desde que atendido pela mesma distribuidora. Essa nova categoria de crédito de energia foi denominada autoconsumo remoto (ANEEL 2017).

A nova norma prevê também a possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios e possibilita também que interessados constituam uma cooperativa ou consórcio, instalem uma micro ou minigeração distribuída e utilizem os créditos provenientes da geração energia para a redução das faturas dos consorciados ou cooperados (ANEEL 2017).

2.2 Sistemas fotovoltaicos

O sistema fotovoltaico básico instalado em residências e comércios é composto basicamente por inversor, controlador de carga e placas fotovoltaicas normalmente fixas nos telhados das edificações. Esse sistema costuma ser interligado à rede elétrica que recebe o excedente da energia produzida. Por outro lado, os sistemas fotovoltaicos que funcionam de maneira isolada da rede, normalmente por estarem situados em regiões não atendidas por energia elétrica, possuem um banco de baterias para suprir a necessidade energética noturna, momento em que o sistema não pode gerar energia em função da ausência do sol. (Sampaio & González, 2017).

Os painéis comercializados atualmente são compostos por células conectadas uma a outra em série por filamentos condutores, encapsulados entre películas de acetato de vinil



Etileno (EVA), com cobertura de vidro temperado e com uma proteção na parte posterior de filme de fluoreto de polivinila (PVF), posteriormente esse conjunto é montado em um perfil de alumínio. (Machado & Miranda, 2015).

As células fotovoltaicas comercialmente disponíveis no mercado são basicamente de silício monocristalino, silício poli cristalino ou de silício amorfo. As células de silício monocristalino apresentam a melhor eficiência, em torno de 12-15%, as de silício poli cristalino entre 11-14% e as de silício amorfo entre 6-7% (Mori et. al., 2007).

Com a relativa popularização do sistema fotovoltaico, problemas inerentes a realidade brasileira foram questionados do ponto de vista técnico, financeiro, comercial e da legislação. Este relato apresenta uma questão técnica relacionada à instalação das placas fotovoltaicas em telhados de telhas cerâmicas, característica das edificações brasileiras e que possuem uma diversidade de dimensões e formas.

2.3 Características dos telhados brasileiros e fixação dos painéis fotovoltaicos

Dados da Associação Brasileira de Cerâmica relacionam mais de 6.000 indústrias cerâmicas e olarias espalhadas por todo território nacional, em sua maioria de micro, pequeno e médio porte, operando em diversos níveis tecnológicos (ABCERAM, 2017).

A necessidade na melhoria da qualidade e padronização na indústria da cerâmica vermelha, responsável pela fabricação das telhas cerâmicas utilizadas principalmente nas edificações residenciais, é um tema constantemente abordado, mas encontra dificuldade em função dos baixos investimentos neste setor. Outra situação que compromete a qualidade e padronização do segmento está relacionada ao processo de produção que é realizado de maneira empírica, baseado na experiência do cerâmico prático (Motta et al., 2001).

Em função da variedade encontrada das telhas cerâmicas, a fixação dos painéis fotovoltaicos nos telhados também é um desafio do ponto de vista operacional, pois a equipe nem sempre dispõe de um fixador adequado ao tipo de telha encontrado naquela edificação. Os grampos disponíveis para fixação dos painéis fotovoltaicos no mercado são produzidos em alumínio ou aço inox e suportam intempéries da prolongada exposição ao tempo. Para as telhas cerâmicas os fixadores são basicamente de dois tipos, os que perfuram as telhas e os que podem ser fixos ao viga sem perfurar a telha. No caso do suporte fixador que não necessita perfurar a telha, alguns fabricantes indicam o corte de um pedaço da telha para utilização do suporte, pois o fixador dispõe de um número limitado ajustes de fixação (PHB Solar, 2017).

Diante desta problemática, a empresa Ômega, caso de estudo neste relato técnico, iniciou o desenvolvimento de um suporte fixador, com o objetivo de identificar uma alternativa de suporte, com diversas regulagens para utilização nos telhados cerâmicos sem a necessidade de perfurar ou recortar as telhas das edificações, evitando os problemas com infiltrações de água e consequentemente os prejuízos decorrentes das reformas.

3. Metodologia de pesquisa

Este trabalho descritivo teve abordagem qualitativa e adotou o estudo de caso como estratégia de pesquisa, com o objetivo de descrever como a empresa Ômega desenvolveu alternativas de placas fotovoltaicas em telhados com diversos tipos de telhas cerâmicas.

O trabalho descritivo caracteriza-se pela exposição de determinada população ou fenômeno e pode ampliar-se estabelecendo correlações bem como pode servir de base para explicar fenômenos como o descrito neste trabalho (Vergara, 1990.)

A abordagem qualitativa caracteriza-se pela descrição, interpretação e compreensão de fatos e fenômenos utilizando-se do ambiente natural como fonte de dados. O pesquisador é instrumento chave para realização deste tipo de pesquisa, auxiliando no entendimento,



compreensão e descrição dos fenômenos com enfoque fenomenológico e dialético (Martins & Theófilo, 2009).

Neste trabalho, a estratégia de pesquisa selecionada foi o estudo de caso, abordando um fenômeno dentro do seu contexto real, onde o pesquisador não tem controle sobre os eventos e variáveis, compreendendo, descrevendo, interpretando uma situação diante da complexidade de um caso real, contudo delimitando o foco para objeto ou tema de pesquisa.

As descrições realizadas neste trabalho incluem-se nas pesquisas qualitativas e possuem dados primários, ou seja, foram coletados diretamente da fonte, por entrevista e observação participante. Para coleta dos dados primários utilizou-se inicialmente a entrevista do tipo semi-estruturada, com o responsável pelo departamento técnico da empresa, graduado em engenharia de produção e que há três anos trabalha na empresa Ômega e participa também do desenvolvimento de novos produtos e fornecedores (Martins & Theófilo, 2009).

A observação participante é uma técnica comum para coleta de dados primários, evidências e informações originadas a partir de experiências de campo, onde o pesquisador-observador torna-se parte da estrutura, mas não inspeciona ou supervisiona as atividades. Durante a coleta dos dados, o pesquisador obteve as informações com autorização do responsável, participando dos eventos com boa aceitação pelo grupo. (Martins & Theófilo, 2009).

Para obtenção dos dados secundários, foi realizado levantamento bibliográfico em revistas, livros, periódicos, jornais, sites e congressos, em busca de analisar, explicar e contribuir com tema objeto desta pesquisa. (Martins & Theófilo, 2009)

4. Resultados Obtidos e Análise

4.1 Caracterização da Empresa

O desenvolvimento desta pesquisa foi realizado em uma empresa de iniciativa privada do estado de São Paulo que possui atualmente 35 funcionários e atua na comercialização, treinamento e instalação de centrais fotovoltaicas para geração de energia em residências e comércios em todo território nacional e foi denominada com o nome fictício de Ômega.

A empresa Ômega foi fundada em 2010 e já atendeu mais de 6.000 clientes com projetos completos de geração fotovoltaica, comercialização e treinamentos.

4.2 Resultados do Estudo

O responsável pelo departamento técnico da empresa Ômega ressaltou em entrevista que o crescimento da empresa nos últimos anos acompanhou o cenário de expansão da matriz fotovoltaica no Brasil, mas poderia ter obtido resultados ainda melhores se houvessem políticas públicas que fornecessem subsídios financeiros aos pequenos e micro produtores geradores de energia fotovoltaica distribuída, como ocorre em países desenvolvidos como Alemanha que oferecem linhas de crédito de longo prazo e recebem uma tarifa prêmio pela produção de energia limpa.

Essa afirmação fica evidente ao analisar os dados de geração de energia fotovoltaica na Alemanha, que apesar de ter uma incidência média anual de radiação solar 70% inferior à média brasileira, é responsável por 16% de toda energia fotovoltaica produzida no Mundo. Isso se deve a políticas públicas de financiamento e incentivo tarifário que favorecem a produção de energia fotovoltaica distribuída (Sampaio et al., 2017).

O entrevistado relatou que a empresa vende e instala os sistemas fotovoltaicos em todo o território nacional e é relativamente comum encontrar telhas cerâmicas com dimensões e formatos inéditos.



Essa observação pode ser comprovada com os dados da Associação Brasileira de Cerâmica, que relatou a existência de mais de 6.000 indústrias cerâmicas e olarias por todo o território nacional operando em diversos níveis tecnológicos (ABCERAM, 2017).

Diante desta diversidade, observou-se que existe uma dificuldade em encontrar um suporte para fixação das placas fotovoltaicas, compatível com a diversidade de formatos das telhas cerâmicas encontradas nos telhados brasileiros e que atenda as exigências mecânicas para suportar a estrutura das placas fotovoltaicas. Alguns catálogos de suportes e fixadores oferecem diversas alternativas, mas não descartam a possibilidade recortes nas telhas (Entrevista).

Devido a essa dificuldade e a reclamações de clientes que tinham problemas com infiltrações em seus imóveis, iniciou-se uma investigação para determinar a causa raiz do problema de infiltração. Identificou-se que as telhas cerâmicas não suportavam a furação necessária para fixação dos tradicionais suportes devido a sua fragilidade. Como consequência, a telha trincava ou quebrava, e em outras situações, quando a telha suportava a furação, a vedação aplicada era eficaz por aproximadamente 2 anos. Após esse período iniciavam-se os problemas de infiltração (Entrevista).

Os sistemas fotovoltaicos possuem o retorno sobre o investimento em torno de 6 a 10 anos, período considerado razoável uma vez que são projetados para uma duração média de 25anos, período no qual a empresa oferece garantia no sistema (Machado& Miranda, 2015).

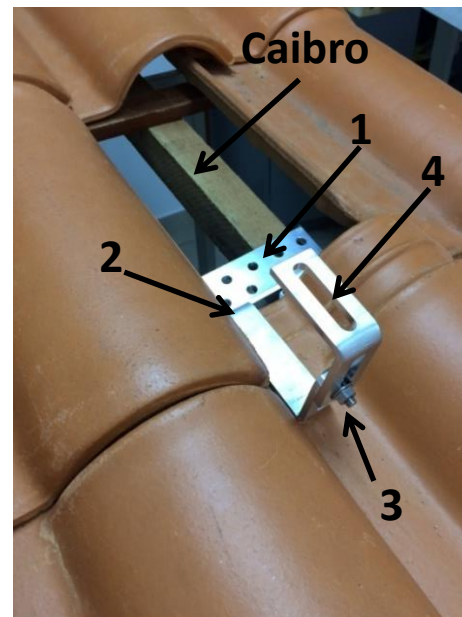
Por este motivo, o departamento técnico da empresa Ômega, identificou que uma solução mais eficaz em relação às vedações que duravam em média dois anos seriam necessárias. Para resolver o problema e oferecer um diferencial de qualidade aos clientes, assim como encontrar uma alternativa para facilitar as instalações e diminuir os gastos com retrabalho e reformas causadas pelas infiltrações após instalação, a empresa Ômega desenvolveu um sistema de suporte de placas fotovoltaicas, que possui diversos tipos de regulagens e pode ser ajustado de acordo com o tipo de telha. O novo suporte foi confeccionado em alumínio e suporta a exposição às intempéries assim como as exigências mecânicas requeridas para suporte e fixação (Entrevista).

A diferença entre os suportes pode ser notada na figura 1. Com o suporte antigo (Figura 1a), é necessário perfurar a telha para alcançar o vigamento do telhado. Já o suporte desenvolvido pela empresa Ômega (Figura 1b), permite a fixação do suporte no vigamento do telhado sem perfurar a telha. Observamos em detalhe o novo suporte instalado no vigamento do telhado sem perfurar a telha (Figura 1c) e o novo suporte com a placa fotovoltaica fixada sobre ele (Figura 1d).

(a)



(b)



(c)



(d)



Figura 1 –Suportes utilizados para fixação das placas fotovoltaicas: (A) suporte antigo; (B) suporte desenvolvido pela empresa Ômega; (C) suporte novo antes da instalação da placa fotovoltaica e (D) suporte novo com a placa fotovoltaica instalada.

O novo suporte desenvolvido pela empresa Ômega, possui 4 alternativas de regulagens. A regulagem 1 permite que a fixação nos caibros ocorra quando o mesmo não esteja sob a parte mais baixa da telha. A regulagem 2 ajusta-se a altura da parte inferior da telha. A regulagem 3 permite o ajuste em relação a parte superior da telha e a regulagem 4 ajusta-se a fixação da base da placa fotovoltaica.



O suporte antigo só podia ser utilizado quando o caibro estava posicionado exatamente sob a telha e a perfuração e posterior vedação da telha era inevitável.

Para solucionar o problema em estudo, a empresa envolveu diversos departamentos que contribuíram de forma proativa no desenvolvimento do novo suporte.

O novo suporte simplificou a administração do estoque, pois diminuiu a diversidade de suportes em estoque uma vez que esse novo abrange quase a totalidade de modelos de telhas cerâmicas.

O deslocamento das equipes de instalação também ficou mais simples e organizada, uma vez que não necessitam levar uma quantidade enorme de suportes que não eram utilizados, mas precisavam ser levados uma vez que não sabiam qual se adaptaria à edificação. As melhorias ocasionadas pelo novo suporte na eficiência de instalação promoveram na equipe operacional motivação para participar e sugerir modificações em novos projetos.

5. Conclusões

O novo suporte desenvolvido pela empresa Ômega permitiu a fixação das placas fotovoltaicas sem perfuração das telhas cerâmicas, resolvendo o problema de infiltração e consequentemente cessando os gastos provenientes de retrabalhos e reformas ocasionados pelas infiltrações. Este novo suporte viabilizou instalações em telhados com diversos tipos de telhas cerâmicas e em alguns casos a empresa pode realizar instalações em certos tipos de edificações que não eram atendidas anteriormente, devido ao receio de possíveis prejuízos futuros por causa de infiltrações.

Assim, dado os bons resultados auferidos com o novo suporte, sugeriu-se a empresa o engajamento em outros projetos de desenvolvimento para suportes e fixadores para telhas metálicas, assim como o aperfeiçoamento de outros acessórios utilizados para instalação de placas fotovoltaicas adequadas às edificações brasileiras.

Referências

- ANEEL. (2017). Recuperado 22 de junho de 2017 de <http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>.
- ABCERAM. (2017). Recuperado 23 de junho de 2017 de <http://abceram.org.br/ceramica-vermelha/>.
- Komp, R. J. (1982). Practical photovoltaics: electricity from solar cells. *Aatec Publications*.
- Machado, C. T., Miranda, F. S. (2015). Energia fotovoltaica: Uma breve revisão. *Revista Virtual de Química*, 7(1): 126-143.
- Martins, G.A., Theóphilo, C.R. (2009). Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas, 2ª. Ed., Atlas S.A., São Paulo.
- Ministério de Minas e Energia. (2013). *Nota técnica DEA 28/13, Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2014-2023)*.
- Ministério de Minas e Energia & Empresa de Pesquisa Energética. (2016). *Balço Energético Nacional 2016, Relatório Síntese ano base 2015*.
- Mori, V., Santos, R. L. C., Sobral, L. G. S. (2007). Metalurgia do Silício: Processos de Obtenção e impactos ambientais, *CETEM/MCT*.
- Motta, J. F. M., Zanardo, A., Junior, M. C. (2001). As Matérias-primas cerâmicas. Parte I: O perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. *Cerâmica Industrial*, 6(2): 28-39.
- PHB Solar. (2017). *Manual de instalação de sistemas fotovoltaicos em telhados PHB*. Recuperado 20 de junho de 2017 de



VI SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

V ELBE

Encontro Luso-Brasileiro de Estratégia
Iberoamerican Meeting on Strategic Management

<http://www.phb.com.br/PDFs/Produtos/Solar/Estruturas/PHB%20%20Manual%20de%20Instala%C3%A7%C3%A3o%20para%20SFV%20em%20Telhados.pdf>.

- Sampaio, P. G. V., González, M. O. A. (2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 590-601.
- Schiermeier, Q., Tollefson, J., Scully, T., Witze, A., Morton, O. (2008). Electricity without carbon. *Nature*, 453: 816-823.
- Service, R. F. (2005). Is it time to shoot for the Sun? *Science*, 309:548-551.
- Tyagi V.V., Rahim, N. A. A., Rahim, N.A., Selvaraj, J. A. L. (2013). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20:443-461.
- Vergara, S. C. (1990). Tipos de Pesquisa em Administração. *Cadernos da Escola Brasileira de Administração Pública da Fundação Getúlio Vargas*, p.1-21.