

Projeto de Habitação Rural Eco-Eficiente com Geração Solar Fotovoltaica Individual

Victor N. T. Mota, Osvaldo R. Saavedra e Shigeaki Lima

Neste artigo é discutido e desenvolvido um modelo de habitação rural que atende critérios de baixo custo, de conforto ambiental para os usuários e de eficiência energética. A principal motivação é dar um indicativo para as políticas de habitação rural, de forma a viabilizar a extensão deste benefício para setores rurais desassistidos por programas de eletrificação, cuja condição é mandatória para elegibilidade de programas de habitação rural.

Palavras Chave: Eficiência energética; energia solar fotovoltaica; habitação rural isolada; sistemas off-grid.

I. INTRODUÇÃO

O direito a moradia digna está garantido na Constituição Federal e é uma questão bastante discutida nas políticas urbanas e no desenvolvimento sustentável das cidades, tanto na zona urbana como na zona rural. Porém, o cidadão do campo de áreas isoladas tem acesso mais lento à implantação efetiva destas políticas.

O acesso a algumas comunidade rurais é restrito e muito difícil, o que inviabiliza não só a construção de moradias dignas, mas também o acesso ao conhecimento de uma forma geral. Muitas pessoas vivem em condições subumanas, sem higiene, sem cuidados com a saúde, e consideram tal situação “normal”.

O êxodo rural equivocado aumenta o desemprego e a marginalização das pessoas. Sendo assim, é essencial para o desenvolvimento sustentável das cidades que o homem do campo nele se mantenha, garantindo condições de desenvolvimento econômico e social para presentes e futuras gerações das cidades.

Para garantir qualidade de vida ao trabalhador rural, é necessária a construção de casas de forma eficiente, o que envolve técnicas aperfeiçoadas de engenharia e aplicação precisa de recursos. Também é necessária uma infraestrutura básica de saneamento (água para consumo e esgotamento sanitário) e eletrificação da comunidade.

Ocorre que grande parte das comunidades rurais isoladas ainda não possui rede elétrica das concessionárias de energia, necessitando em alguns casos de uma solução alternativa de fornecimento desta.

Os programas de habitação rural, como o PNHR –

Programa Nacional de Habitação Rural [10], estabelecem critérios para disponibilização de recursos destinados à construção das unidades habitacionais rurais. Dentre estes critérios, está a exigência de solução de fornecimento de energia elétrica à casa a ser construída.

De certo, como visto, a energia elétrica é um bem essencial para o ser humano, porém, nem todas as comunidades rurais possuem rede elétrica disponível. E esse ponto é um grande obstáculo.

Ora, se é necessária a existência de energia elétrica para a disponibilização de casas à comunidade rural carente, como proceder?

Certamente, existe um vácuo nesta política habitacional, que exclui um enorme número de brasileiros que residem na área rural. Esta situação é a principal motivação do presente trabalho que objetiva formular uma solução que atenda por um lado as condições de economicidade e viabilidade exigidas pelo poder público, e por outro lado prover uma solução integrada de moradia eficiente, confortável e com serviço elétrico autônomo.

A fonte de energia renovável mais adequada à microgeração de energia elétrica é a solar fotovoltaica. É de baixo impacto ambiental, limpa e renovável, o que contribui para o desenvolvimento sustentável. A radiação solar tem mais disponibilidade que ventos fortes. Para aplicação em unidades habitacionais, as áreas dos telhados poderão ser aproveitadas, sem prejuízo da cobertura da casa. A instalação das placas solares e dos equipamentos de inversão e armazenamento de energia são de fácil instalação, possuem vida útil longa e manutenção baixa.

Para tanto, deverão ser considerados não só fatores de eficácia da geração de energia dos painéis fotovoltaicos, mas também a eficiência dos projetos arquitetônicos em função do conforto ambiental da unidade habitacional e da eficiência energética da edificação. Segundo Lamberts [8], “A eficiência energética na arquitetura é um atributo da edificação representante do seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia”. Um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas características de conforto ambiental com menor consumo de energia. Torna-se eco-eficiente quando estas características reduzem a agressão ao meio ambiente.

Segundo Silva [14], “Na Europa também se observa processo semelhante quanto ao dinamismo da disseminação desta arquitetura bioclimática ou de low carbon. Vários países europeus têm políticas instituídas, através de leis, normas técnicas, sistemas de certificação e também de incentivos, tanto para a readequação de antigos prédios visando torná-los energeticamente eficientes, quanto para a construção de

Victor Nogueira Teixeira Mota é aluno do Mestrado Profissional em Energia e Ambiente da Universidade Federal do Maranhão, arquiteto e coordenador do Programa Nacional de Habitação Rural na Gerência Executiva de Habitação de São Luís/MA, da Caixa Econômica Federal, (e-mail: victor.t.mota@caixa.gov.br)

Osvaldo Ronald Saavedra é doutor, professor titular, pesquisador e coordenador do Instituto de Energia Elétrica – IEE da Universidade Federal do Maranhão (e-mail: o.saavedra@ieec.org)

Shigeaki Lima é doutor e professor do BCT/UFMA e pesquisador do IEE/UFMA. (e-mail: sllima@ieec.org)

novos, dentro destes parâmetros”.

Da mesma forma, deve-se levar em consideração a aplicação de tal projeto em grande escala, visando a sua implantação em programas habitacionais de interesse social. Para que a construção se mostre um empreendimento rentável, a escala de produção tem que ser maximizada e deve haver uma padronização nos projetos [9].

II. CONSTRUÇÃO ECO-EFICIENTE

A casa eco-eficiente deve cumprir parâmetros mínimos de habitabilidade, segurança e salubridade, mas também conforto ambiental, eficiência energética e todo o processo de concepção, desde o projeto, aplicação de materiais de construção e operacionalização da unidade habitacional, deve ser sustentável.

Devem ser considerados ainda aspectos como a insolação direta de ambientes com o Sol da manhã nos cômodos sociais, a circulação de ventos para troca do ar dos ambientes e aspectos de conforto físico como espaços adequados, levando-se também em consideração equipamentos ergonômicos e acessibilidade da edificação, inclusive a portadores de necessidades especiais.

O conforto ambiental de uma casa é mensurado a partir de aspectos como temperatura agradável, com ventilação natural predominante, proteção às intempéries externas como chuvas, radiação solar, acústica adequada a cada ambiente de acordo com as tarefas realizadas e iluminação também adequada às tarefas de cada ambiente, priorizando-se a iluminação natural [8].

Os materiais a serem aplicados na construção das casas devem ser escolhidos considerando os custos, mas principalmente as características de desempenho térmico, acústico, de resistência, bem como a funcionalidade, qualidade e disponibilidade de acesso a estes na região, priorizando recursos locais.

O modelo desenvolvido de Projeto Arquitetônico atende as exigências do Programa Nacional de Habitação Rural, atende as Normas de Desempenho das edificações [2] [3], e possui alimentação elétrica gerada a partir de painéis solares fotovoltaicos instalados nos telhados da unidade habitacional, com capacidade de geração de energia suficiente para atender a toda a demanda da residência. O modelo foi desenvolvido para residência situada em região do semiárido, para as proximidades da capital do estado do Maranhão.

O Estado maranhense está localizado em zona equatorial úmida e quente, possui ventilação predominante vinda do Nordeste e está situado na Zona Bioclimática Brasileira 8 [2]. Com base nestas características, o projeto foi especificado com materiais de construção que proporcionam proteção térmica às temperaturas elevadas do local, mas, ao mesmo tempo, com aproveitamento da ventilação e iluminação naturais.

Como a região é de intenso calor, a temperatura interna da edificação deve ser igual ou inferior à temperatura externa na sombra. A seleção dos materiais para as esquadrias, vedações

e cobertura foi realizada fundamentalmente com base nas características de desempenho térmico [2].

As esquadrias devem ser selecionadas considerando a menor condutividade térmica (regiões quentes) do material adotado. Na região do Maranhão, o vidro é equivocadamente adotado para as janelas, criando uma estufa no interior das edificações, reduzindo ainda a área de abertura das esquadrias. O material ideal para as janelas é a madeira. A condutibilidade térmica da madeira é de $0,15\text{W/m.K}$, quase dez vezes menor que o vidro comum utilizado em janelas, que é de 1W/m.K [2].

Para a vedação (paredes) foi adotado o tijolo cerâmico de seis furos (circulares), com medidas de $10 \times 15 \times 20\text{cm}$, assentados na menor dimensão ($\frac{1}{2}$ vez), revestidos com argamassa de cimento e areia (chapisco, emboço e reboco) com espessura de $2,5\text{cm}$. A espessura total da parede de vedação é de 15cm . Pintadas por fim com tinta branca adequada às intempéries no lado externo e tinta Látex PVA internamente, também na cor branca. A escolha da cor e da rugosidade do revestimento influencia diretamente no desempenho térmico e de iluminação. Quanto mais lisa e clara for a superfície, maior a refletância de calor e de luz.

Para a região, a cobertura ideal é a telha cerâmica colonial, tendo em vista a sua capacidade de refletância da radiação solar, o que garante melhor condicionamento térmico no interior da edificação.

A cobertura em telha cerâmica é ideal para a fixação dos painéis solares fotovoltaicos, pois não transmitem calor aos painéis, pois o ar circula no encaixe das telhas (capa e canal) e a inclinação da cobertura é propícia à inclinação necessária dos painéis fotovoltaicos na região sugerida (Fig. 1). O partido arquitetônico beneficiou o posicionamento dos painéis, os quais devem ficar voltados para o Norte, para melhor aproveitamento da insolação durante todo o período de sol.



Fig. 1. Perspectiva do modelo proposto para Unidade Habitacional Rural

Tão importante quanto a seleção do material adequado é o partido arquitetônico a ser adotado, o layout da edificação, o posicionamento das aberturas e altura do pé direito para circulação do ar. O presente projeto foi elaborado considerando a captação dos ventos predominantes e a circulação por todos os ambientes da casa de permanência

significante dos usuários.

O partido arquitetônico privilegiou a posição da casa em relação ao Sol e aos ventos. Nota-se que a edificação foi posicionada com frente para o Nascente (Leste), beneficiando a iluminação natural matinal.



Fig. 2. Planta de layout com indicação do fluxo dos ventos predominantes

Não foi aplicado forro para os cômodos da casa, com exceção para o banheiro. Porém, foi garantido um pé-direito mínimo de 2,50m nas alturas mais baixas do telhado, o que permite uma melhor troca de calor e melhor aproveitamento da inversão térmica (o ar quente sobe e o ar frio desce).

No mais, as aberturas das esquadrias foram posicionadas para proporcionar ventilação cruzada quando todas abertas, circulando ar por toda a unidade habitacional, garantindo conforto térmico aos usuários da edificação a temperatura amena (Fig. 2) [8].

Comparando-se o projeto elaborado a um modelo arquitetônico crítico de eficiência energética, com vedação em paredes de concreto e cobertura em telhas de fibrocimento, temos a seguinte relação [2]:

TABELA I
Comparação de materiais aplicáveis a edificações

Tipo de Parede	Transmitância Térmica (U) W/m².K	Atraso Térmico (φ) horas
Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0cm	2,28	3,7
Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 10,0cm	4,4	2,7
Tipo de Cobertura	Transmitância Térmica (U) W/m².K	Atraso Térmico (φ) horas
Cobertura de telha de barro sem forro Espessura da telha: 1,0 cm	4,55	0,3
Cobertura de telha de fibrocimento sem forro Espessura da telha: 0,7 cm	4,6	0,2

O atraso térmico também influencia na qualidade térmica da edificação. O atraso térmico é o deslocamento dos picos de temperatura. O aumento do atraso térmico com a utilização de materiais específicos pode deslocar o pico de calor para horários menos quentes. As temperaturas extremas com sol a pino na região 12h se deslocam para 16h com alvenarias de tijolos cerâmicos e para 15h em alvenarias de concreto. Às 16h as temperaturas externas estão mais amenas e os ventos compensam o deslocamento de horário das temperaturas nas alvenarias.

O modelo proposto proporciona uma eficiência energética maior que o modelo crítico, garantindo conforto térmico e reduzindo o consumo de energia elétrica na edificação.

As tipologias locais de casas de taipa não foram comparadas pela característica mista e não perfeitamente conhecida dos materiais utilizados, bem como pela ausência de salubridade e segurança na referida tipologia de edificação, incompatíveis ao desenvolvimento sustentável urbano.

III. DEMANDA ENERGÉTICA E PROJETO SOLAR FOTOVOLTAICO

A demanda energética dos equipamentos elétricos da casa foi computada a partir da quantidade média de habitantes, dos eletrodomésticos essenciais e inseridos na cultura doméstica brasileira como refrigerador e máquina de lavar roupas, e dos equipamentos eletrônicos de entretenimento e informação como o televisor e o rádio. A demanda previu ainda a iluminação da unidade habitacional e reserva energética para inserção de outros aparelhos eletrônicos. Todos os equipamentos foram selecionados considerando-se ainda a sua eficiência energética. Assim sendo, as lâmpadas escolhidas foram de LED e os eletrodomésticos com baixo consumo de energia.

TABELA II
Cálculo da demanda energética básica da residência modelo

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE	POTÊNCIA (W)	TOTAL (W)
Lâmpada LED	7	10	70
Geladeira 260L	1	90	90
Máquina de Lavar Roupas	1	100	100
Televisão LED 32"	1	77	77
Tomadas de Uso Geral	4	100	400
TOTAL			737

O sistema de geração de energia solar fotovoltaico é composto pelos painéis fotovoltaicos, por um controlador de carga, pelo inversor que transforma a corrente contínua para corrente alternada e pelo sistema de armazenamento de energia (banco de baterias).

O controlador é o responsável por regular a energia fornecida pelos painéis que será armazenada nas baterias. Os painéis geram energia em corrente contínua, sendo necessária a conversão em corrente alternada, que é o padrão de uso doméstico no Brasil. O inversor é de fácil manuseio e operação, bastando o “reset” da configuração para reinício das operações em caso de alguma irregularidade, funcionando

de modo plenamente automático, com segurança contra surtos e descargas elétricas.

O armazenamento de energia é realizado em baterias estacionárias, monitoradas por um controlador de carga, projetadas especificamente para este tipo de operação. Usualmente utiliza-se baterias seladas evitando-se a emissão de gases, não demandando manutenção. O projeto da residência prevê local adequado para a locação das baterias, na parte externa da casa.

O projeto foi elaborado considerando uma descarga de 40% da capacidade das baterias, de forma a preservar a vida útil.

Para recarga das baterias, os painéis foram dimensionados de modo a proporcionar energia suficiente para toda a demanda energética da residência nos horários de pico solar mais a recarga das baterias a 10% da capacidade por hora, o que garante recarga total em dia de sol, mesmo com a demanda energética de todos os equipamentos da residência. As baterias foram dimensionadas ainda para suprir energia durante dois dias à residência (significa que a geração é capaz de carregar o banco caso seja totalmente descarregado), ainda que não faça sol neste período.

Os painéis solares possuem facilidade de limpeza e manutenção, e modularidade. A manutenção pode ser feita pelo próprio usuário da residência, pois o material é resistente e lacrado. A modularidade do sistema permite a ampliação da capacidade de geração de energia, que pode acompanhar o crescimento da família e da própria residência, também projetada para futuras ampliações.

Conforme dados do INMETRO [6], segue na Tabela III o dimensionamento do sistema:

TABELA III

Cálculo do consumo para dimensionamento do sistema

EQUIPAMENTO	TOTAL DE W/Dia	TOTAL DE Kwh/Mês
Geladeira	830	24,9
Televisão	539	16,17
Lava Roupa	200	6
Iluminação	150	4,5
Tomadas de Uso Geral	400	12
TOTAL	2119	63,57

Considerando-se baterias de 12V, temos a quantidade de Ah (amperes hora) ao dia calculada pela divisão do consumo diário por essa tensão. O consumo diário foi calculado inicialmente desconsiderando-se a energia a ser armazenada nas baterias:

$$2119 / 12 = 176,58\text{Ah/dia}$$

Para um banco com baterias de 120Ah de capacidade, tem-se a quantidade destas dividindo-se a quantidade de amperes hora (Ah) ao dia pela capacidade da bateria:

$$176,58 / 120 = 1,47 \text{ baterias}$$

As baterias possuem uma profundidade de descarga máxima para garantir a durabilidade da mesma. Para tanto, deve-se considerar uma profundidade de descarga de 40%. Assim sendo, aplica-se um fator de segurança de descarga de 40% ao valor da quantidade de baterias:

$$1,47 / 0,40 = 3,67 \text{ baterias}$$

Como proposto, o sistema deverá garantir autonomia para até dois dias consecutivos, para o caso de ausência de sol neste período. Assim sendo, o banco de baterias deverá ser dobrado.

$$3,67 * 2 = 7,35 \text{ baterias}$$

Aproximando o valor para o número imediatamente superior, temos um banco de 08 (oito) baterias, de 12V cada, arranjadas em série/paralelo para uma tensão de 24V, devidamente condicionadas no espaço projetado ao lado do acesso externo da cozinha.

Os painéis devem ser dimensionados considerando-se as demandas energéticas dos equipamentos da residência, mas também a capacidade de suprir energia suficiente para recarregar as baterias.

Este ponto é crítico, pois não basta aumentar a capacidade de geração de energia dos painéis, visto que o banco de baterias tem capacidade de recarga de 10% da capacidade por hora. Isto significa que para otimizar a recarga das baterias seria necessário mais tempo de insolação e não necessariamente mais potência de energia gerada. É o chamado C10, característica das baterias, ponto crítico do sistema.

Desta forma, a demanda energética da residência aumentará com a necessidade de recarga das baterias. Considerando-se 05 horas de insolação útil, as baterias serão recarregadas a 12Ah por hora. Ao todo são oito baterias, cada uma com 12V, o que totaliza 480 Wh/dia.

A energia a ser recolocada no banco corresponde ao 40% da capacidade nominal, isto é, 384Ah em um dia. Isso corresponde a uma carga de 4.608Wh/dia, que somado com a carga dá uma estimativa da dimensão do conjunto de painéis.

O modelo escolhido de painel fotovoltaico possui potência de pico de 240 W. Para cinco horas de insolação diária, temos o seguinte cálculo aproximado de potência:

$$240 \times 5 = 1200 \text{ Wh/dia}$$

A demanda total a ser suprida pelo conjunto de painéis é:

$$4708 + 2119 = 6727 \text{ Wh/dia}$$

Logo, o número de painéis FV é estimado como segue:

$$62727 / 1200 = 5,6 \text{ painéis}$$

Aproximando para o número inteiro superior, o arranjo fotovoltaico será formado por 6 painéis de 240Wp conectados em série/paralelo para fornecer uma tensão CC equivalente de 24V.

IV. MODELO INTEGRADO

A eficiência energética da edificação, através da otimização do conforto ambiental é capaz de reduzir a demanda energética das placas solares, de modo a reduzir a necessidade de geração de energia elétrica, compactando o sistema de painéis fotovoltaicos e evitando desperdícios de energia.

O modelo integrado proporciona em prazo imediato conforto ao usuário e isenção de contas de energia. A longo prazo, poderá proporcionar oferta de energia a toda a população isolada das redes de distribuição elétrica, auxiliará na redução do custo da energia elétrica para o consumidor com a popularização da tecnologia fotovoltaica e na redução de poluentes e redução do aquecimento global.

V. ASPECTOS FINANCEIROS

Os materiais a serem aplicados na construção de casas eco-eficientes devem ser escolhidos, levando-se em consideração os custos, mas principalmente as funções, qualidades e disponibilidade de acesso na região, priorizando recursos locais.

Deve-se considerar a utilização de materiais em grande escala, pois empreendimentos de habitação popular têm a característica da repetitividade do projeto para viabilização econômica da implantação. O orçamento analítico para o projeto apresentado foi realizado levando-se em consideração os valores de mercado do mês de dezembro de 2015, para o município de São Luís – MA, com base nas medianas dos valores das composições dos serviços constantes do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI [4], sistema de referência para obras públicas, mantido pela Caixa Econômica Federal.

O valor calculado para a unidade habitacional, sem considerar o sistema de abastecimento de energia elétrica foi de R\$49.361,55 (quarenta e nove mil, trezentos e sessenta e um reais e cinquenta e cinco centavos).

O valor do sistema de minigeração de energia fotovoltaico integrado à edificação proposto, conforme especificações, foi estimado em R\$9.103,78 (nove mil, cento e três reais e setenta e oito centavos), em janeiro de 2016. Quanto maior a quantidade de sistemas demandados, maior a escala de produção, o que reduz os custos de produção.

O valor final calculado para a unidade habitacional com o sistema de geração de energia fotovoltaico, incluindo sistemas de conversão e armazenamento de energia, foi de

R\$58.465,33 (cinquenta e oito mil, quatrocentos e sessenta e cinco reais e trinta e três centavos). O projeto arquitetônico proposto possui 45,35m² de área construída. O custo do metro quadrado do projeto proposto é de R\$1,289,20 (mil, duzentos e oitenta e nove reais e vinte centavos).

Comparando-se este valor ao Custo Unitário Básico – CUB [15], do Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Estado do Maranhão, no mesmo período (dezembro de 2015), para construção de unidade residencial popular, de R\$1.105,88 (mil, cento e cinco reais e oitenta e oito centavos) por metro quadrado, temos uma diferença financeiramente equivalente a 16,5% (dezesesseis vírgula cinco por cento). Esta diferença pode ser interpretada como o custo do conforto ambiental e qualidade de vida aos usuários fornecidos pela edificação proposta.

O valor total inclui mão de obra e aquisição de materiais para os serviços necessários. Há de se observar que os programas de habitação de interesse social na zona rural podem utilizar o próprio beneficiário da unidade habitacional como mão de obra na construção das casas, em regime de mutirão assistido ou autoconstrução assistida [10], reduzindo desta forma até 35% do valor orçado.

O custo total da construção da casa com arquitetura eco-eficiente e geração de energia elétrica autônoma através da energia do sol nos painéis fotovoltaicos é insignificante diante do benefício social que pode advir deste sistema.

O desenvolvimento social é a base para o desenvolvimento econômico. Uma comunidade rural isolada que não possui energia elétrica e condições mínimas de habitabilidade não tem condições suficientes para o desenvolvimento sustentável da população nos moldes da cultura atual. Uma vez com acesso à energia elétrica e moradia digna, a comunidade é capaz de produzir mais empregos e consequentemente renda. Condição fundamental para proporcionar melhor alimentação, saúde, educação, lazer e oportunidades de crescimento.

VI. CONCLUSÕES

O modelo de projeto proposto para unidade habitacional autossuficiente em geração e consumo de energia elétrica, atendendo critérios de conforto ambiental e eficiência energética, para localidades isoladas dos grandes centros urbanos, viabiliza aos possíveis usuários qualidade de vida.

Trabalhos similares têm sido desenvolvidos e reportados em inúmeros artigos e relatórios. Entretanto, o valor do presente artigo está no fato de abordar um problema real e sistêmico nos programas de habitação rural, que exclui tacitamente uma importante parcela da população rural, atrasando ou simplesmente obstaculizando o acesso dela a melhores condições de vida.

O modelo proposto, além de contribuir com eco-eficiência e autonomia energética, apresenta custo muito competitivo, e está sendo proposto como solução ao Programa Nacional de Habitação Rural, para tornar elegíveis para este o programa todos os residentes em área rural, sem exclusão.

É notória a importância da arquitetura das edificações para a eficiência energética dos sistemas solares fotovoltaicos. A integração do sistema à edificação é essencial para o bom desempenho da edificação e da geração de energia.

Para tanto, observa-se que a escolha adequada dos materiais de construção, aliada às técnicas de elaboração de projetos arquitetônicos sustentáveis, é fundamental para tal integração.

O planejamento de utilização da energia fotovoltaica no Brasil está por demais lento e deve ser priorizado tanto em pesquisas como em implantação efetiva. Não bastam as políticas serem aplicadas somente em textos se não forem aplicadas na prática.

O crescimento da demanda por painéis fotovoltaicos estimulará a indústria e o comércio, bem como fomentará novas políticas de incentivos à geração de energia limpa, a exemplo de países desenvolvidos que incluíram definitivamente a geração de energia fotovoltaica em sua matriz energética, concedendo tarifas-prêmio, isenções de impostos e outras formas de incentivo aos geradores de energia limpa.

VII. REFERÊNCIAS

- [1] ARVIZU, D., P. BALAYA, L. CABEZA, T. HOLLANDS, A. JÄGER-WALDAU, M. KONDO, C. KONSEIBO, V. MELESHKO, W. STEIN, Y. TAMAURA, H. XU, R. ZILLES, 2011: Direct Solar Energy. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Partes 1 a 5. Rio de Janeiro, 2003.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações Habitacionais — Desempenho. Partes 1 a 5. Rio de Janeiro, 2013.
- [4] CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível em <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em 28 de janeiro de 2016.
- [5] HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. dos. Energia e Meio Ambiente. São Paulo: Cengage Learning, 2010, 708p.
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Informação ao Consumidor. Tabelas de Consumo / Eficiência Energética. Brasil. 18/01/2016. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>. Acesso em 26/01/2016.
- [7] IZIDORO, Bruna C.; ORSI, Gustavo C.; CORDEIRO, Leandro R. Estudo do panorama nacional para sistemas fotovoltaicos conectados à rede após a resolução 482/2012 da ANEEL. 2014. 171 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Bacharelado em Engenharia Industrial Elétrica – Ênfase Eletrotécnica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- [8] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3ª Edição. Eletrobras Procel. 2014.
- [9] LEAL, U. Três não é demais. Construção Mercado, São Paulo, n. 109, p. 20-24, ago. 2010. C. E. S. Análise de Viabilidade Técnica / Econômica. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2007.
- [10] MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa Nacional de Habitação Rural. Brasília. 2009. Cartilha do PNHR. MCMV. Disponível em http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/cartilha_pnhr_2.pdf. Acesso em 28 de janeiro de 2016..
- [11] SAAVEDRA, O. R.; OLIVEIRA, S. H. de; MATOS, J. G. de. A Geração Solar e Eólica como Vetor de Desenvolvimento Sócio-Econômico em Comunidades Isoladas no Maranhão: O Projeto da Ilha dos Lençóis.. I CBENS - I Congresso Brasileiro de Energia Solar. Fortaleza. 8 a 11 de abril de 2007.
- [12] SAAVEDRA, O. R.; OLIVEIRA, S. H. de; MATOS, J. G. de. Energia Solar e Eólica como vetor de desenvolvimento de comunidades isoladas no Maranhão: O Projeto da Ilha dos Lençóis. Revista Inovação, São Luís, v. 02, p. 32 - 34., 2006.
- [13] SAAVEDRA, O. R.; MATOS, J. G. de; RIBEIRO, L. A. de S.; MARTINS, A. S.; GABIATTI, G.; BONAN, G. Inversores para aplicações em sistemas solar-eólicos em regiões isoladas. Geração solar eólica_Correta_3_Fevereiro_pag 160 a 171. 23/02/2009.
- [14] SILVA, A. L. P. Brasília Frente ao novo Paradigma da Arquitetura Eco-Eficiente. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias. https://www.grancursospresencial.com.br/novo/upload/Artigo_ALEJANDRO_LUIZ_20090624074158.pdf. Acesso em 28 de janeiro de 2016.
- [15] SINDUSCON/MA. Custo Unitário Básico do Maranhão por metro quadrado de área construída. São Luís, 2015. Disponível em <http://www.sinduscon-ma.com.br/site/downloads/cubvigente.pdf>. Acesso em 28 de janeiro de 2016.
- [16] VILLALVA, M. G. e GAZOLI, J. R.; Energia Solar Fotovoltaica. Conceitos e Aplicações. São Paulo: Editora Érica Ltda. 1ª Edição, 2013.