

A VIABILIDADE E EFICIÊNCIA DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA O EQUIPAMENTO PÚBLICO DE ILUMINAÇÃO

Kyane Bomfim Santos – kyanebomfim@gmail.com

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Laboratório de estudos avançados em Cidade, Arquitetura e Tecnologias Digitais (LCAD)

Conversão fotovoltaica da energia solar

Resumo. *Por popular experimentação e ampla difusão na Europa, principalmente na Alemanha, a energia fotovoltaica é uma tecnologia que já pode ser considerada uma das mais eficientes nos âmbitos ecológicos e socioeconômicos de uma nação. Diferentemente da Alemanha, o Brasil possui altas taxas de irradiação solar, mas utiliza como principal fonte a energia hidrelétrica, ficando à mercê dos períodos de seca e das grandes obras de barragem. Conforme o IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento (2013), a incidência solar na região mais ensolarada da Alemanha é 40% menor do que na região menos ensolarada do Brasil. Porém, esse tipo de energia não é a mais desenvolvida no Brasil em razão dos altos custos de investimento inicial. Com isso, o objetivo desta pesquisa é simular por meio de dados obtidos da concessionária de energia, analisando a viabilidade da substituição de equipamentos públicos convencionais de iluminação por postes abastecidos por energia fotovoltaica. Os resultados obtidos validam a troca de equipamentos apesar do alto custo inicial de investimento. Questões da sustentabilidade, como aspectos ambientais, sociais e econômicos, tornam-se critérios relevantes para o direcionamento da pesquisa para autossuficiência energética da cidade de Salvador.*

Palavras-chave: *Energia fotovoltaica, Eficiência energética, Potencial energético brasileiro.*

1. INTRODUÇÃO

A energia do sol que atinge a superfície terrestre é de aproximadamente 120 petawatts (PW), que é muitas vezes maior do que o atual consumo de energia da humanidade. Segundo Rüther (2004), tal fonte abundante levaria aproximadamente 12 minutos para que se incidisse sobre a Terra, em uma quantidade de energia solar equivalente à demanda energética mundial anual. Logo, demonstra a importância do aproveitamento da tecnologia fotovoltaica para aproveitamento do recurso solar na geração de eletricidade no Brasil. A energia fotovoltaica (foto = luz; voltaica = tensão ou eletricidade) é gerada através da conversão de radiação solar em eletricidade usando semicondutores em um circuito de corrente contínua, processo, que acontece nas células fotovoltaicas, chamado de efeito fotovoltaico. As células fotovoltaicas são criadas a partir de materiais especiais, como silício (ou outro material semicondutor) misturado a outros elementos que, quando expostos à luz solar produzirão a corrente elétrica. A união dessas células se chama módulo ou painel fotovoltaico. Estes painéis proporcionam corrente elétrica contínua, a qual pode ser armazenada em baterias e/ou transformada em corrente alternada através de um aparelho chamado inversor. Deste modo, a corrente elétrica produzida pelo sistema fotovoltaico pode ser injetada na rede elétrica e consumida por seus usuários.

A geração de energia solar fotovoltaica reduz o gasto com energia elétrica convencional e a emissão de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono e o metano. O processo de produção da energia fotovoltaica não é poluente e os componentes utilizados em suas placas são resistentes às adversidades atmosféricas, demandando pouca manutenção.

De acordo com Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2017), a energia hidrelétrica permanece ainda como o recurso energético mais utilizado no Brasil (Fig. 1). A obtenção dessa energia é feita através do aproveitamento do potencial hidráulico de um rio. Com isso, torna-se indispensável, a construção de usinas em rios volumosos e que possuam desníveis no seu curso. Essas usinas são construídas em locais distantes dos grandes centros urbanos, o que acarreta no custo elevado para transmitir a energia gerada até esses centros.

Assim como a energia fotovoltaica, a energia hidrelétrica dispõe também de um investimento inicial alto e é considerada como energia renovável por ter como fonte de produção um recurso natural, a água. Porém, a geração de energia hidrelétrica provoca maiores e significantes impactos socioambientais. Diversos problemas são consequências da instalação de usinas hidrelétricas, como destruição de extensas áreas de vegetação natural, desabamento das margens, matas ciliares, assoreamento do leito dos rios, mudanças nos percursos dos rios, danos à flora, realocação das populações ribeirinhas e extinção de animais nativos, além da possibilidade de transmissão de doenças. Além dos fatores ambientais impactantes para a instalação das usinas hidrelétricas, há também a dependência que elas possuem dos ciclos de recursos naturais, como por exemplo, as ações previstas em períodos de seca como racionamento ou complementação de energia por usinas termelétricas, que mesmo quando pouco utilizadas, possuem fortes consequências negativas.

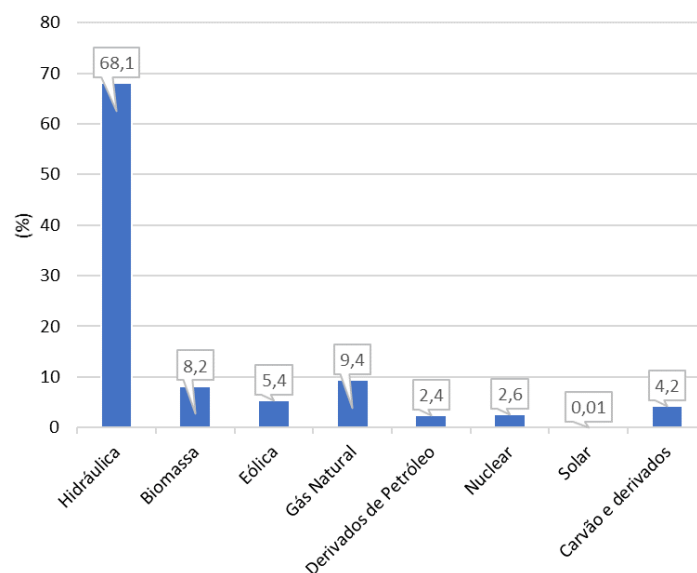


Figura 1 - Oferta interna de energia elétrica por fonte

“O setor elétrico brasileiro tem enfrentado regimes hidrológicos desfavoráveis desde o ano de 2013, acarretando na baixa acentuada do nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas, que atingiram em 2015 o nível de armazenamento mais baixo já observado na última década. O risco de racionamento era iminente devido ao reduzido regime de chuvas, o que levou o Operador Nacional do Sistema (ONS) a priorizar o despacho das usinas térmicas, buscando com isso poupar ao máximo a geração hidráulica e os níveis dos seus reservatórios. Como consequência, houve uma elevação no valor do Preço de Liquidação de Diferenças (PLD), referência para a negociação de energia no Mercado de Curto Prazo” (COELBA, 2015, p. 38).

Ainda de acordo com a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia - COELBA (2015), as perdas na distribuição de energia elétrica são definidas pela diferença entre a energia injetada e a vendida ou entregue. As perdas provêm de origem técnica (distribuição, transporte, transformação de tensão, etc.) ou não-técnica (furtos, erros de medição, unidades sem equipamento de medição, entre outros). Esse cenário traz à tona problemas de ordem financeira por conta da insuficiência de recursos energéticos alocados pelo Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), que busca repartir a produção de energia entre as usinas hidrelétricas proporcionalmente à garantia física de cada empreendimento, independentemente do seu regime de produção individual. Quando usinas não conseguem produzir energia suficiente para sua demanda, estabelece-se uma situação de déficit que resulta em exposições financeiras negativas. Importante destacar que esse processo também impacta nas usinas termelétricas. Assim, as atuais formas de geração e distribuição de energia são completamente expostas às adversidades naturais e quando há períodos de seca como em 2014, a dificuldade é revertida no aumento do preço da energia para os consumidores, situações de racionamento e, em alguns casos, de falta da energia. O lado positivo para quem usufrui do sistema fotovoltaico é a compensação de energia elétrica que foi proposta pela ANEEL. Na Resolução Normativa nº 482/2012, permite que a energia gerada a mais pela unidade consumidora com micro ou minigeração seja injetada na rede da distribuidora, a qual funcionará como uma bateria, armazenando esse excedente. Quando a energia injetada na rede for maior que a consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário (para consumidores com tarifa horária) ou na fatura dos meses subsequentes. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses (ANEEL, 2016). Em meio às vantagens existentes e propostas pela energia fotovoltaica, é necessário que esteja em progresso o desenvolvimento de estudos e tecnologias voltados a explorar recursos para melhorar sua eficiência energética, além de possibilidades multidisciplinares funcionais e estéticas para que haja uma maior inclusão desse sistema nas cidades.

2. OBJETIVOS

O foco deste artigo é fazer uma comparação de custos entre a energia da rede elétrica distribuída e a energia solar fotovoltaica, apontando as vantagens e desvantagens da utilização e funcionamento dos dois tipos de energia. A possibilidade de captação de energia solar aconteceria com a simulação da instalação de painéis fotovoltaicos nas luminárias da cidade, direcionando-os para uma posição mais propícia à incidência solar, como por exemplo a Fig. 2.



Figura 2 - Poste Solar com Luminária LED

Este trabalho tem como objetivos secundários apresentar as principais características dos sistemas propostos e estudos de viabilidade, obtendo assim, uma série de informações sobre potencial energético, custo, investimento X retorno econômico. O conhecimento, adquirido por consequência da pesquisa, serve também para confirmar as informações dos dados coletados durante a revisão bibliográfica, mostrando a importância que é o estudo das alternativas sustentáveis de geração de energia, das quais garantem soluções para a situação atual alarmante na qual muitos países se encontram. A difusão de informação também gera o aumento no uso de tecnologia e, conseqüentemente, sua melhora em eficiência e preço, uma vez adquirido o investimento e interesse das cidades.

3. MÉTODO

Este artigo foi fundamentado em dados disponibilizados pelo Relatório de Sustentabilidade – 2014 e 2015, e também no endereço eletrônico da COELBA. Com base nos dados coletados, esta pesquisa segue uma linha indutiva e experimental, fundamentada não apenas na observação, levantamento de questões e hipóteses, como também na simulação da questão abordada com a finalidade de encontrar comprovação por meio do método científico, uma possível aplicação prática na cidade. Este experimento se baseia em dados reais coletados para comparar aspectos sustentáveis (ambientais e socioeconômicos) e eficiência da energia fotovoltaica frente à energia convencional utilizada. Apresenta como exemplo, a possibilidade da troca do equipamento público convencional de iluminação e distribuição de energia por postes fotovoltaicos. Desse modo, propõe-se uma menor dependência das concessionárias/redes de distribuição energética convencional, visando uma autossuficiência energética, além da redução de gastos municipais da conta de luz.

4. ANÁLISE DE DADOS

Para o desenvolvimento do experimento foram utilizados dados disponibilizados pela COELBA e pela Citelum. Embora a COELBA, seja a concessionária de distribuição de energia no Estado, alguns equipamentos de iluminação pública em Salvador (cidade estudada) e região, pertencem à segunda empresa, que possui dados mais recentes sobre a quantidade de postes. Esses dados foram analisados, e em alguns casos, mesclados, com a finalidade de obter números o mais próximo possível da situação real da cidade. Porém o foco da análise é verificar a eficiência e a viabilidade da possível substituição de postes convencionais pelos abastecidos por energia fotovoltaica.

Apesar do fornecimento de energia ser feito pela COELBA, a manutenção do sistema (como troca de lâmpadas, e equipamentos) é de total responsabilidade das prefeituras. Bem como o custo decorrente do sistema de manutenção. Todos os procedimentos de intervenção são informados à concessionária e avaliados por ela. A prefeitura é responsável perante terceiros que venham a ser contratados para a execução dos serviços. Todo o rigor deve ser mantido para evitar acréscimos ou decréscimos de carga na rede, que podem provocar problemas no funcionamento da rede pública. A COELBA poderá fazer a vistoria das ferramentas e equipamentos de proteção utilizados pelas equipes de manutenção, própria e/ou contratada pela prefeitura, podendo suspender os serviços que estejam sendo executado em desacordo com as disposições técnicas e de segurança fixadas pela ABNT, das normas do Ministério do Trabalho e normas e padrões da COELBA.

Na Tab. 1 estão apresentadas as principais informações sobre a área estudada.

Tabela 1 - Bahia - Síntese

Capital	Salvador
População Estimada 2016	15.276.566
População 2010	14.016.906
Área 2015 (Km ²)	564.732,642
Densidade Demográfica 2010 (Hab/Km ²)	24,82
Rendimento Nominal Mensal Domiciliar Per Capita Da População Residente 2016 (Reais)	773
Número de Municípios	417

Os dados da Tab. 1 foram coletados das informações sintetizadas disponibilizadas pelo Censo 2010 do IBGE.

Tabela 2 - COELBA – Dados da concessão

Área de concessão	563.000	km ²
Municípios atendidos	415 de 417	un
Quantidade de clientes	5.654.000	un
Linhas de subtransmissão	9.313	km
Subestações	331	un
Transformadores de força	482	un
Potência instalada	5.619	MVA
Linhas de distribuições	260.082	km
Quantidade de postes	3.365.426	un
Agências de atendimento	45	un
Agências móveis	15	un

De acordo com os dados obtidos, há 3.365.426 postes oferecidos pela COELBA, sendo que são atendidos em 415 dos 417 municípios do Estado. A área de concessão atinge 563.000 de 564.732,642 km² do território total.

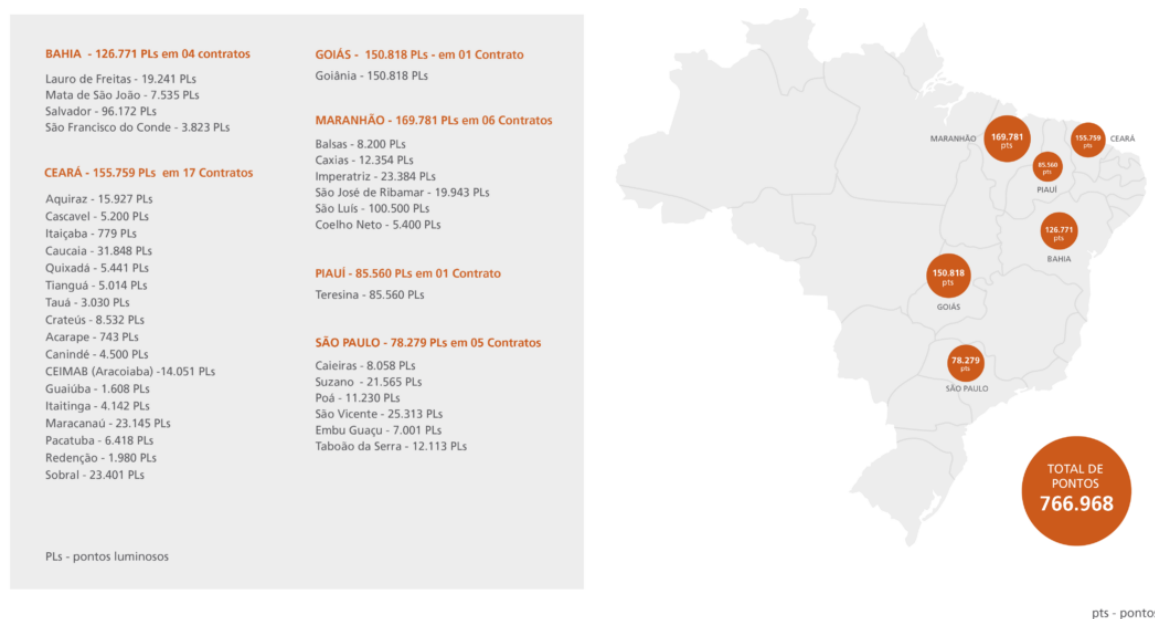


Figura 3 - Mapa de atuação – Citelum Brasil

Conforme as informações apresentadas na Fig. 3, há na Bahia 126.771 pontos luminosos (iluminação pública) aplicados pela Citelum, sendo eles distribuídos em quatro cidades: Lauro de Freitas – 19.24; Mata de São João – 7.535; Salvador – 96.172; e São Francisco do Conde – 3.823 postes de iluminação.

Mesclando os dados fornecidos pela COELBA e Citelum, é possível fazer estimativas a respeito da quantidade total de postes em Salvador:

$$\left[\frac{Q_s}{Q_S} \right] = \left[\frac{Q_b}{Q_B} \right] \quad (1)$$

Onde,

Q_s = quantidade de postes da Citelum em Salvador;
 Q_S = quantidade total de postes em Salvador;
 Q_b = quantidade de poste da Citelum na Bahia;
 Q_B = quantidade total de postes na Bahia.

$$\left[\frac{96172}{Q_S} \right] = \left[\frac{126771}{3365423} \right]$$

$$Q_S = 2553105,59 \ 4118529$$

Logo, em Salvador há um total de aproximadamente 2.553.105 postes de iluminação na rede elétrica.

Tabela 3 - ANEEL - Indicadores Ambientais do Relatório de Sustentabilidade da COELBA

Indicadores ambientais	2014	2013	2012
Uso de recursos no processo produtivo e em processos gerenciais da organização			
Consumo total de energia por fonte			
Hidrelétrica (em kWh)	15.677.284	15.437.371	14.326.749
Combustíveis fósseis (litros)	0	0	0
Fontes alternativas (gás, energia eólica, energia solar etc.) (em kWh)	0	0	0
Consumo total de energia (em kWh)	15.677.284	15.437.371	14.326.749
Consumo de energia por kWh distribuído (vendido)	0,001	0,001	0,001
Consumo total de água por fonte (em m3)			
Abastecimento (rede pública)	43.672	50.477	46.998
Fonte subterrânea (poço)	NA	NA	NA
Captação superficial (cursos d'água)	NA	NA	NA
Consumo total de água (em m3)	43.672	50.477	46.998
Consumo de água por empregado (em m3)	17	20	18,68
Redução de custos obtida pela redução do consumo de energia, água e material de consumo (R\$ Mil)	ND	ND	ND

Tabela 4 - Dados gerais de Salvador

População (hab.)	2.675.656
Área (km ²)	692,819
Bioma	Mata Atlântica

Sendo que o consumo total de energia por fonte hidrelétrica (em kWh), no ano de 2014, foi:

$$\left[\frac{CM}{CT} \right] = \left[\frac{1}{12} \right] \quad (2)$$

Onde,

CM = consumo mensal; CT = consumo anual.

$$\left[\frac{CM}{15677284} \right] = \left[\frac{1}{12} \right]$$

$$CM = 1306440,33 \text{ 3333333}$$

Assim, estima-se que o consumo mensal por fonte hidrelétrica na Bahia seja de aproximadamente 1.306.440,33 kWh.

Sabendo que Salvador há um total de aproximadamente 2.553.105 postes de iluminação na rede elétrica, então, supõe-se que em Salvador, mensalmente, é consumido:

$$\left[\frac{CS}{QS} \right] = \left[\frac{CB}{QB} \right] \quad (3)$$

Onde,

CS = consumo mensal em Salvador; CB = consumo mensal na Bahia; QS = quantidade total de postes em Salvador; QB = quantidade total de postes na Bahia.

$$\left[\frac{CS}{2553105} \right] = \left[\frac{1306440,33}{3365426} \right]$$

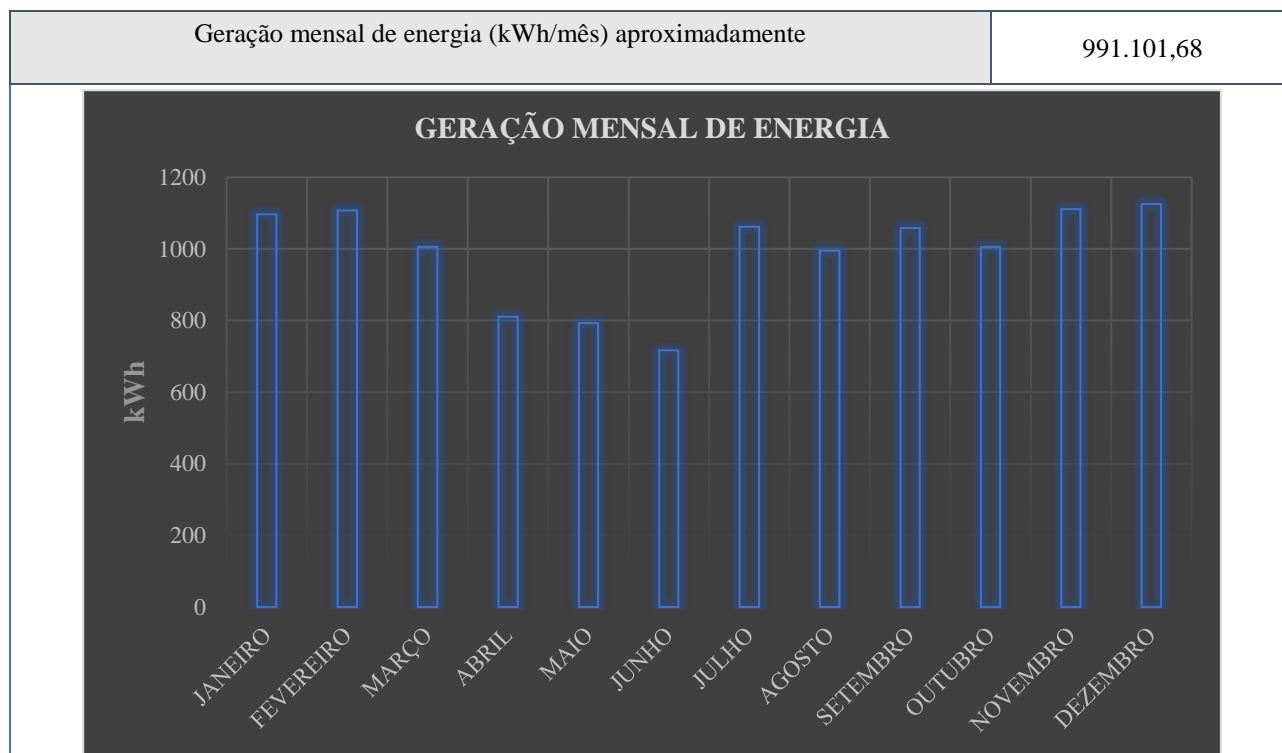
$$CS = 991101,672 \text{ 9307523}$$

Logo, supõe-se que em Salvador, mensalmente, é consumido por fonte hidrelétrica aproximadamente 991.101,68 kWh.

Obtendo-se o valor do consumo médio de energia em kWh, por meio de um simulador solar, preenche-se o formulário no endereço eletrônico (nesse caso, o utilizado foi o simulador solar do Portal Solar), inserindo esse valor mensal, Estado e a cidade (para terem conhecimento da latitude da região estudada). Assim, gera-se um quadro informativo – Tab. 5 – cujo possui as demandas necessárias para que se tenha um sistema fotovoltaico adequado e eficiente.

Tabela 5 - Ficha técnica do sistema gerador

Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de (kWp) ou potência instalada	7.477,53
O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de (R\$)	29.162.367,00 até 37.387.650,00
Quantidade de painéis fotovoltaicos (de 260 Wp)	28.760
Produção anual de energia (kWh/ano) aproximadamente	11.893.220,16
Área mínima ocupada pelo sistema (m ²) aproximadamente	59.820,24
Peso médio por metro quadrado (kg/m ²)	15



O gráfico da tabela: Geração Mensal de Energia – Tab. 5 – demonstra o alto potencial energético solar da cidade de Salvador ao longo do ano, e mostra que, mesmo nos períodos de chuva, a cidade sustentaria uma alta geração desta energia. Meses como maio e junho apresentam ter um menor índice de produção de energia, o que pode acarretar a necessidade de complementação pela rede elétrica tradicional, enquanto que em outros meses como fevereiro e dezembro, há maiores condições de geração de energia, atendendo a demanda mensal da iluminação pública, mas também compensando os períodos que produzem em menor quantidade.

Na Tab. 6 é indicado um modelo de poste solar ideal para iluminação pública, pois suas especificações atendem à demanda proposta.

Tabela 6 - Ficha técnica de poste solar duplo para uso na iluminação pública



Poste Solar Duplo 2x LED 24W (2x 1789 lm) - 6 metros - 3 dias / 12h

por: R\$ 10.290,00

em até de 3X de R\$ 3.430,00 sem juros

à vista: R\$ 9.878,40

Descrição técnica do produto	Altura total do poste/ Altura da montagem da lâmpada (m)	Luminária com lâmpada de LED	Painel fotovoltaico	Autonomia/ Capacidade da bateria	Tempo de operação (h/dia)
Gerador fotovoltaico para iluminação, composto por: * 2 Painéis fotovoltaicos SV-140D12	6 5	2 x 24W 2 x 1789lm	2 x 140Wp	3 dias 1 x 240Ah	12

* 1 Controlador de iluminação 20A/12-24V					
* 1 Bateria Freedom 240Ah/12V					
* 2 Luminárias LED 24W/12V					
* 1 Poste com altura 6 m, com 2 braços a 120°					
* Caixa de bateria, suporte, cabos, conjunto de chumbadores					

Considerando que são necessários 28.760 painéis fotovoltaicos para atender ao sistema de geração de energia fotovoltaica para a iluminação pública de Salvador e que cada poste contém 280Wp (2 painéis fotovoltaicos de 140Wp cada):

$$CP = CI \times QF \quad (4)$$

Onde,

CP = custo total dos postes com painéis fotovoltaicos; CI = custo de cada poste com painéis fotovoltaicos; QF = quantidade de painéis fotovoltaicos.

$$CP = 9878,40 \times 28760$$

$$CP = 284102784$$

Deste modo, gasta-se aproximadamente, R\$ 284.102.784,00 com a instalação de postes com painéis fotovoltaicos (como a luminária tem 2 painéis fotovoltaicos, diminui-se à metade a quantidade: de 28.760 para 14.380 postes) na iluminação pública de Salvador.

Por meio da obtenção dos dados necessários para o experimento, iniciou-se com o cálculo de estimativa de valores da nova proposta que prevê a implantação de iluminação pública com dispositivos de captação da energia solar, fazendo assim uma comparação de custos e viabilidade em relação ao sistema tradicional já implantado na cidade. Então, de acordo com as estimativas feitas com base nas informações publicadas pela COELBA e pela a empresa Citelum, apresenta-se uma estimativa de 2.553.105 pontos luminosos públicos em Salvador, descritos na Eq. (1). O custo de um poste tradicional é cerca de R\$ 1.500,00. Logo, quando se multiplica esses números, paga-se R\$ 3.829.657.500,00 para a instalação da rede atual da cidade.

A estimativa de gasto mensal encontrada na pesquisa foi 991.101,68 kWh/mês – Eq. (3). Logo, é necessário saber quantos postes equipados com painéis fotovoltaicos precisariam ser implantados para suprir tal demanda. Trabalhando com o simulador solar para elaborar o sistema fotovoltaico, obtém-se 7.477,53 kWp de potência instalada – Tab. 5. Isto é, seriam necessários 28.760 painéis fotovoltaicos para suprir a atual demanda mensal de iluminação pública. Levando em consideração que os postes com painéis possuem hastes duplas, encontra-se um número total de 14.350 postes que precisariam ser instalados durante a substituição. Só com esse primeiro resultado, já é possível perceber a obtenção da mesma potência consumida hoje, só que com uma quantidade muito inferior de equipamentos, ou seja, em um processo de mudança gradual seria gerado mais energia que o necessário com os painéis, e essa energia armazenada nas baterias poderia ser convertida para mais equipamentos públicos que solicitassem sua carga, ajudando assim, a diminuir gastos públicos, o que traz mais rapidamente o retorno financeiro do investimento.

Por fim, cada poste equipado com painéis fotovoltaicos custa em média R\$ 9.878,40 – Tab. 6. Esse valor faz referência à unidade, embora o custo de produção e instalação em larga escala o faz diminuir. Com isso, para atender a energia necessária calculada anteriormente, gasta-se R\$ 142.051.392,00 para que o serviço seja prestado corretamente na cidade. Sendo assim a diferença de custo entre a instalação do sistema tradicional para o fotovoltaico é de R\$ 3.687.606.108,00.

5. CONCLUSÃO

Com o resultado das simulações, é notória a diferença entre os custos e mostra-se válido o investimento financeiro nos equipamentos públicos de iluminação com recursos de geração de energia solar fotovoltaica. E apesar do alto custo inicial com a proposta dos novos equipamentos, questões de sustentabilidade, aspectos ambientais, sociais e econômicas, tornam-se fatores relevantes para direcionar o rumo da pesquisa. O sistema sucede de forma decrescente. No início há um investimento oneroso com todo o equipamento necessário para geração da energia fotovoltaica, mas conforme o decorrer do tempo de emprego do equipamento, esses custos vão sendo pagos com a própria geração de energia que, mensalmente, vai se compensando, sendo possível a sua autossuficiência e redução de custos futuros.

Frente ao sistema tradicional de distribuição, a proposta oferecida por esta pesquisa, além de se gerar energia por uma fonte mais limpa e renovável, o impacto ambiental é muito menor em relação às predominantes hidrelétricas e termelétricas instaladas e utilizadas no Estado.

Porém, ao diminuir a quantidade de postes pela metade, é importante observar se não existirão trechos escuros e obsoletos que podem intensificar a violência urbana. Considerando assim, as distâncias entre os postes e a potência energética da luminária, de modo a evitar esses acontecimentos.

No quesito de manutenção, os dois postes se igualam em termos de necessidade de cuidado com fios, distribuição, troca de lâmpadas e sensores. A bateria de armazenamento e os painéis são feitos para ter alta durabilidade e a quantidade de unidades diminui proporcionalmente o custo com equipamentos. O gasto com fios de cobre para distribuição também diminui e colabora para a redução do alto índice de furto deste material.

Após as análises feitas, o que se deve ter como pontos relevantes são o conjunto de fatores que influenciam na troca e que vão muito além do preço de custo. Eles se relacionam com valor. Valor de investimento em algo que, de forma simples, traz um grande significado em avanço tecnológico, sustentabilidade e independência do homem aos métodos mais tradicionais de realizar suas atividades cotidianas.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica. 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigeração+Distribuida+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>>. Acesso em: 07 fev. 2017.
- ASOLAR ENERGY. Poste Solar com Luminária Led. 2017. Disponível em: <<https://www.asolar.es/projetos-instalacoes/solucoes-fotovoltaicas>>. Acesso em: 10 mai. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6023: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14724: Informação e documentação - Trabalhos Acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2011.
- BRASIL. IBGE. Bahia: Síntese. 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=ba>>. Acesso em: 7 maio 2017.
- BRASIL. IBGE. Bahia » Salvador » infográficos: dados gerais do município. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=292740&search=bahia|salvador|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 7 maio 2017.
- BRASÍLIA. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2017: Ano Base 2016. Rio de Janeiro: EPE, 2017. 292 p.
- CITELUM (Brasil). Mapa de atuação: Citelum Brasil. 2016. Disponível em: <<http://citelum.com/resources/files/2017/01/Mapa-de-atuacao-atual-02-1110x650.png>>. Acesso em: 10 maio 2017.
- COELBA (Bahia). Grupo Neoenergia. Principais Números: Coelba - Dados da concessão. 2013. Disponível em: <http://www.coelba.com.br/Pages/A_Coelba/principais-numeros.aspx>. Acesso em: 1 maio 2017.
- COELBA (Bahia). Grupo Neoenergia. Relatório de sustentabilidade: 2014. Salvador, 2014. 91p. Disponível em: <http://www.coelba.com.br/arquivos_externos/Relatorio_Sustentabilidade_2014.pdf>. Acesso em: 1 maio 2017.
- COELBA (Bahia). Grupo Neoenergia. Relatório de sustentabilidade: 2015. Salvador, 2014. 92 p. Disponível em: <http://www.coelba.com.br/Sustentabilidade/Documents/relatorios/Relat%C3%B3rio%20de%20Sustentabilidade%20Neoenergia_2015.pdf>. Acesso em: 1 maio 2017.
- NEOSOLAR (São Paulo). Poste Solar Duplo 2x LED 24W (2x 1789 lm) - 6 metros - 3 dias / 12h. [201-]. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/loja/poste-solar-duplo-2x-led-24w-2x-1789-lm-6-metros-3-dias-12h.html>>. Acesso em: 12 maio 2017.
- PORTAL SOLAR (Brasil). Simulador Solar. [201-]. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>>. Acesso em: 8 maio 2017.
- RÜTHER, Ricardo. Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: Editora UFSC/LABSOLAR, 2004.

VIABILITY AND EFFICIENCY OF PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY FOR PUBLIC LIGHTING EQUIPMENT

Abstract. Due to popular experience and wide diffusion in Europe, mainly in Germany, a photovoltaic energy is a technology that can already be considered one of the most efficient in the ecological and socioeconomic scopes of a nation. Different from Germany, Brazil has high rates of solar irradiation, but uses hydropower as the main source, being at the mercy of periods of drought and major dam works. According to the Brazilian Institute of Environmental and Sanitation Studies (IBEAS), the solar incidence in the sunniest region of Germany is 40% lower than in the less sunny

region of Brazil. However, this type of energy is not the most developed in Brazil because of the high initial investment costs. Thus, the objective of this research is to simulate through data obtained from the power distribution company, analyzing the feasibility of replacing conventional public lighting equipment with photovoltaic ones. The results obtained to validate the equipment exchange despite the high initial cost of investment. Sustainability issues, such as environmental, social and economic aspects, become relevant criteria for the direction of energy self-sufficiency research in the city of Salvador.

Keywords: *Photovoltaic energy, Energy efficiency, Brazilian energy potential*