Unisanta Science and Technology, **2016, 6, December**
Published Online 2016 Vol.5 N°2 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Estudo de viabilidade para utilização de sistemas solares fotovoltaicos no Porto de Santos-SP Brasil

Cauê Cartocci D'Avila; Gerson Prando; José Carlos Morilla

UNISANTA - Universidade Santa Cecília – Departamento de Pós-Graduação - Especialização em Engenharia de Produção
Rua Oswaldo Cruz, 266 – Santos-SP, Brasil

E-mail*:* cauecartocci@gmail.com
Received march, 2015

Resumo: O Porto de Santos tem papel fundamental nas atividades comerciais do Brasil. Sua expansão e modernização foram acompanhadas por uma crescente demanda de energia elétrica. A Usina Hidrelétrica de Itatinga, construída para gerar energia para o porto, conseguiu atender essa demanda durante décadas, o que já não ocorre atualmente devido à expansão das atividades do Porto de Santos. A energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia renovável e que não emite poluentes durante o processo de geração e vem se tornando cada vez mais competitiva no mercado energético. Sendo assim, o objetivo desse artigo é analisar a viabilidade da instalação de sistemas fotovoltaicos no Porto de Santos, de forma a sanar ou diminuir o problema de abastecimento elétrico em suas operações. Nesse estudo, a metodologia utilizada foi uma pesquisa bibliográfica em publicações científicas e jornalísticas sobre o porto santista e seu consumo energético; e também sobre energia solar fotovoltaica e seu respectivo desenvolvimento e aplicação no Brasil, no mundo e em outros complexos portuários.

Palavras chave: Porto de Santos, Energia solar fotovoltaica, Fonte energética renovável.

Feasibility Study for use of solar photovoltaic Systems in the Port of Santos–SP Brazil

Abstract: The Port of Santos has a main role on Brazil's commercial activities. Its expansion and modernization was followed by a rising demand of electric energy. The Hydroelectric Power Plant of Itatinga, built for generate energy to the port, was capable to meet this demand over decades; which does not occur nowadays due the harbor activities expansion. The photovoltaic solar energy is a renewable energy source which does not emit pollutants during the generation process, becoming more and more competitive in the energy market. Thus, the aim of this article is to analyze the viability of photovoltaic systems installation in the Port of Santos, in a way to solve or reduce the energy supply problem in port operations. In this study, the methodology used was a literature research in scientific and journalistic publications about the Port of Santos and its energetic consumption; and also about the photovoltaic solar energy and its development and application in Brazil, the world and other port complexes.

Keywords*:* Port of Santos, Photovoltaic solar energy, Renewable energetic source.

1. Introdução

O Porto de Santos é o principal porto da América Latina e, consequentemente, também o principal do Brasil. É responsável pela movimentação marítima de um quarto de toda balança comercial do país, se destacando tanto em cargas conteinerizadas como a granel, sólidas e líquidas.

A Usina de Itatinga foi construída em 1910, na cidade de Bertioga, com o objetivo de produzir energia elétrica para o Porto de Santos, atendendo com sobras durante várias décadas a demanda energética do complexo portuário, apresentando-se como um diferencial estratégico para a gestão das atividades portuárias.

Copyright © 2016 ISESC.

A partir da década de 90 o porto iniciou um processo de expansão de suas atividades, investindo em novas instalações e em equipamentos modernos e mais eficientes. Isso resultou no aumento da demanda de energia elétrica de todo o porto, obrigando a compra de energia elétrica de concessionárias para que seja possível realizar os trabalhos de movimentação de carga, uma vez que a Usina de Itatinga não foi mais capaz de fornecer, por si só, toda a energia necessária para o porto. Dessa forma, se torna conveniente estudar os aspectos que envolvem o Porto de Santos e seu abastecimento energético, buscando fontes alternativas que possibilitem o pleno funcionamento das atividades portuárias.

Uma das principais fontes de energia renovável é a energia solar fotovoltaica, que não emite poluentes durante o processo de produção, e que vem se tornando cada vez mais competitiva face ao aumento do custo de outras fontes. Portanto, o objetivo deste artigo é abordar a atual realidade do consumo de energia elétrica do Porto de Santos, de forma a analisar a viabilidade de utilização de sistemas solares fotovoltaicos em suas instalações para atendimento de sua demanda energética. Para isso, serão analisados livros, publicações científicas e jornalísticas sobre o porto santista e seu consumo energético, sobre a usina de Itatinga e também sobre o desenvolvimento e aplicação da energia solar fotovoltaica no mundo, no Brasil e em outros complexos portuários.

2. O Porto de Santos e seu Consumo de Energia Elétrica

O Porto de Santos está localizado na área central da Região Metropolitana da Baixada Santista, distante 70 km da capital do Estado de São Paulo. De acordo com CODESP (2015a), o Porto de Santos é responsável por cerca de um quarto da participação na Balança Comercial Brasileira em valores, movimentando no ano de 2014 o total de US$ 116,3 bilhões do comércio internacional brasileiro, correspondendo a 32,4% do total de US$ 358 bilhões do modal marítimo.

Atualmente, segundo Gonçalves e Nunes (2008); é o maior porto da América Latina, com 13 km de cais acostável e ocupando áreas em três municípios: Cubatão no continente, Santos na Ilha de São Vicente e em Guarujá na Ilha de Santo Amaro. O Porto de Santos teve fundamental papel para o desenvolvimento econômico da região, sendo até hoje um dos principais geradores de riqueza da Região Metropolitana da Baixada Santista.
Sua autoridade portuária é a CODESP - Companhia Docas do Estado de São Paulo – uma sociedade de economia mista, vinculada à Secretaria de Portos da Presidência da República. De acordo com CODESP (2014), o diretor presidente da CODESP, relatou que o Porto de Santos bateu recordes de movimentações no mês de agosto e que os resultados foram atingidos em função da disponibilização de novas infraestruturas portuárias (os terminais da Embraport e Brasil Terminal Portuário – BTP), além de investimentos efetuados pelos demais terminais que operam essa modalidade de carga. Segundo CODESP (2015b), em outubro de 2015, a diretoria relatou que havia a estimativa de bater mais um recorde de movimentação no Porto de Santos, superando o ano de 2013 com 114 milhões de toneladas.

De acordo com CODESP (2011), existe o comprometimento da administração do porto com a evolução e com a conclusão dos planos de expansão, de forma a consolidar sua posição de porto concentrador e distribuidor do Brasil e do cone sul.

Considerando o aporte financeiro público e privado, as instalações do Porto Organizado de Santos estão sendo expandidas e modernizadas de forma acelerada. Para os próximos anos, estima-se cerca de R$ 7 bilhões em investimentos para atender a demanda de carga até o ano de 2024, quando o porto poderá atingir a movimentação de 230 milhões de toneladas. Esses números não incluem o projeto de expansão nas ilhas de Barnabé e Bagres que garantirá o aporte de cerca de R$ 4,8 bilhões em investimentos.

A respeito do consumo energético do complexo portuário santista, é indispensável citar a Usina Hidrelétrica de Itatinga, situada na cidade de Bertioga, no sopé da Serra do Mar a uma distância de 30 km do Porto de Santos. Segundo Castilho (2011), foi construída em 1910 pela Companhia Docas de Santos (CDS), com o objetivo de gerar energia elétrica para o Porto de Santos, tendo como responsável pela obra o Engº Guilherme Benjamin Weinschenck. Os sócios majoritários da CDS eram os empresários Candido Gaffrée e Eduardo Palassim Guinle, que tinham como estratégia de negócio a ampliação do monopólio das atividades correlatas do porto como transporte e eletrificação. Dessa forma, juntamente com o período de construção do porto, a Gaffrée, Guinle & Cia planejou o investimento e a possibilidade de implantação da usina hidrelétrica.

Atualmente a Usina de Itatinga tem capacidade nominal de produção de 15 MW, com dependência da vazão natural do Rio Itatinga conforme projeto original.
De acordo com CODESP (2006), a usina é classificada como Pequena Central Hidrelétrica (PCH) pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, sendo isenta do pagamento de taxas pelo uso da rede de transmissão e distribuição e do pagamento de taxas ao Estado e municípios pelo uso dos recursos hídricos.

Segundo CODESP (2006), de 1910 até 1975, toda a energia consumida pelo Porto de Santos era gerada na Usina Hidrelétrica de Itatinga, quando aconteceu a interligação da mesma ao sistema elétrico do Sudeste.

Copyright © 2016 ISESC

Isso possibilitou, junto à concessionária, a venda da energia gerada excedente ou a compra de energia em períodos de pico.

De acordo com CODESP (2015c), em 2014, após dois anos de obras, a Usina Hidrelétrica de Itatinga teve concluída sua modernização de seu sistema de acionamento, sendo este agora digital no lugar do antigo eletromecânico.

A modernização trouxe maior confiabilidade ao sistema e proporcionou o alcance da atual capacidade nominal de produção de 15 MW. Segundo Balbino (2015), em outubro de 2015, a CODESP aguardava, por parte da ANEEL, a renovação do direito de exploração e operação da Usina de Itatinga, visto que esse havia vencido em julho de 2015.

De acordo com CODESP (2006), a partir de 1997 o consumo geral de energia elétrica do Porto de Santos aumentou. Apesar da CODESP diminuir seu consumo próprio, a modernização e investimento em novos equipamentos, além da expansão dos terminais operados por terceiros, puxou o consumo de energia para além do proporcionado pela Usina de Itatinga. Tal cenário elevou as compras de energia junto à concessionária CPFL, como pode ser visto na figura 1:

Em CODESP (2006) relatou a necessidade da ampliação da oferta de energia para o Porto de Santos, face ao cenário de expansão da época - que veio a se confirmar com o passar dos anos - além da garantia de fornecimento contínuo de energia aos usuários por obrigação contratual. Também se levou em conta a necessidade de minimização de custos para a movimentação portuária e a maximização do rendimento operacional na área portuária. Concluiu-se que o nível de fornecimento de energia elétrica da Usina de Itatinga para o Porto de Santos chegou a patamares de esgotamento, onde em situações de falta de energia, a continuidade das movimentações e operações portuárias é fornecida pela CPFL.

Em 2011, segundo ABTTC (2011) houve o investimento de R$58,5 milhões da CPFL para atender a nova demanda de energia do porto. Na ocasião, estavam em construção os terminais da BTP e da Embraport. Esses novos terminais iriam dobrar a capacidade operacional do Porto e consumir mais energia do que todo o complexo consumia. O investimento seria para atender as instalações portuárias das empresas Cargill, Dow Química, Louis Dreyfus Commodities (LDC), Citrosuco e o Terminal de Granéis de Guarujá (TGG), que já não eram atendidos pela Usina de Itatinga.

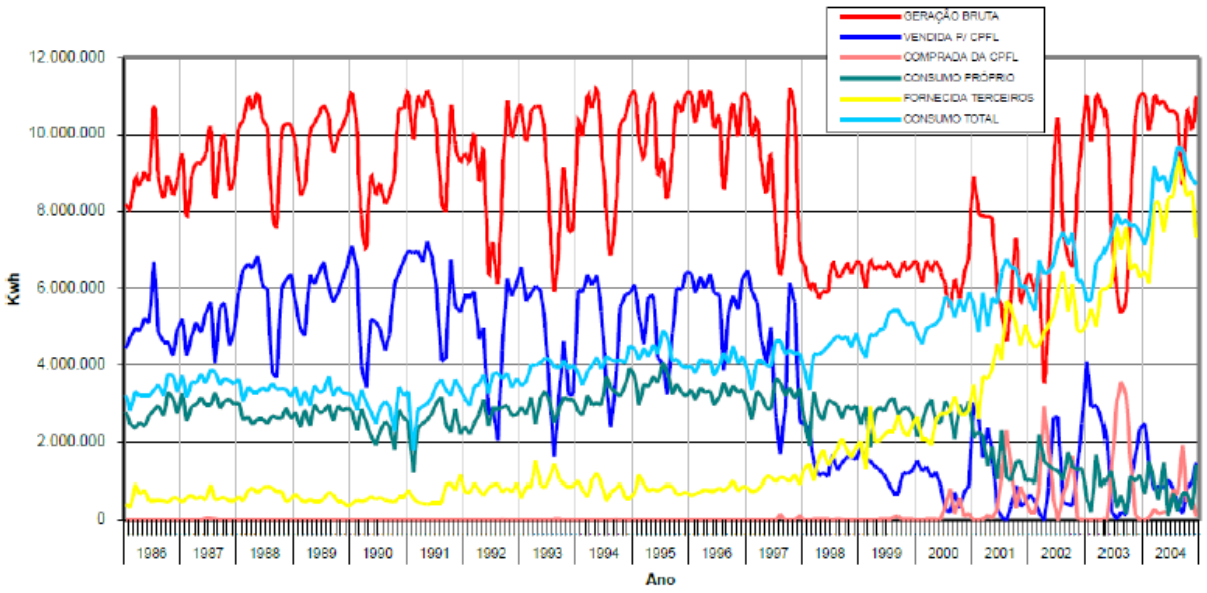


Figura 1. Evolução do consumo de energia elétrica no Porto de Santos.
Fonte: CODESP (2006)

Copyright © 2016 ISESC

A CPFL fornece energia para as margens direita e esquerda, enquanto a Elektro também fornece para a margem esquerda (Guarujá). De acordo com A Tribuna em 2014, o consumo mensal do Porto de Santos era, em 2014, de 23 MW, sendo 15 MW (cerca de 65%) provenientes da Usina de Itatinga, enquanto os 8 MW restantes (cerca de 35%) enviados por circuitos em paralelo que interligam o sistema do porto às concessionárias de energia elétrica.

Segundo Wolfgang (2014), em 2014 a Usina de Itatinga estava fornecendo ao porto somente 9 MW por causa do baixo nível do reservatório provocado pela estiagem. Na época, o secretário de Assuntos Portuários e Marítimos da Prefeitura de Santos, citou a defasagem tecnológica da Usina de Itatinga e citou que os operadores que recebem a energia elétrica diretamente da usina estavam sem abastecimento no horário de pico, paralisando as atividades portuárias até o restabelecimento do sistema. Na ocasião, o secretário alertou para a necessidade de se buscar fontes alternativas, como uma usina termelétrica a gás natural, ou outros meios para evitar problemas logísticos existentes principalmente durante a safra de grãos.

O diretor de infraestrutura da CODESP, da época disse que a estiagem prejudicou a produção e distribuição de energia; e que enquanto não forem encontradas alternativas, os terminais continuarão com a situação de paradas programadas no fornecimento de energia. De acordo com A Tribuna em 2014, como são usados equipamentos elétricos para a descarga de caminhões e o carregamento de navios, as quedas no fornecimento provocaram atrasos na programação, causando filas nos acessos dos terminais e prejuízos às instalações.

3. Energia Solar

A energia solar é a principal fonte de energia molecular para o estabelecimento da vida no planeta terra. Sem ela não haveria a fotossíntese, o que impossibilitaria a existência de fontes de energia como o álcool, o petróleo e seus derivados, o carvão vegetal ou mineral; uma vez que todas essas fontes de energia são provenientes de seres vivos. E mesmo os cursos d'água não existiriam se o calor do sol não fosse o responsável pelo ciclo da água, que se inicia na evaporação da água na superfície terrestre. A energia solar se manifesta sob a forma de luz visível de raios infravermelhos e de raios ultravioleta e, de acordo com Lopez (2012), é possível captar essa luz e transformá-la em energia térmica ou elétrica.

A energia solar térmica tem, principalmente, o objetivo de aquecimento de um fluido para acionamento de turbinas e consequente geração de energia elétrica. Para isso é necessário a captação do calor através de materiais escuros. Caso sejam utilizadas placas fotovoltaicas, o resultado será a geração de eletricidade de forma direta. Segundo Pinho e Galdino (2014), a célula fotovoltaica é um dispositivo fabricado com material semicondutor, cujo efeito foi primeiramente descoberto em 1839 pelo físico francês Edmond Becquerel.

A geração eletricidade se dá pela diferença de potencial nos terminais de uma célula eletroquímica causada pela absorção de luz. Não é emitido nenhum tipo de poluente durante esse processo, sendo uma fonte de energia limpa e renovável, e com viabilidade de geração a partir do ponto de consumo, de acordo com Mendonça (2011).

Inicialmente desenvolvida pelo setor de telecomunicações, com o objetivo de levar energia a lugares remotos, teve grande impulso durante a corrida espacial, sendo até hoje a principal fonte de energia em diversas instalações espaciais por ser o meio mais adequado em termos de custo e peso para longas permanências em órbita celeste.

Para Jannuzzi (2009), a crise energética na década de 70 despertou a necessidade de se obter fontes alternativas aos combustíveis fósseis, impulsionando o desenvolvimento de sistemas de energia solar fotovoltaica para uso residencial e comercial, em aplicações autônomas e conectadas à rede elétrica. De acordo com Jannuzzi (2009), na década ocorreu o crescimento de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica para uso residencial e comercial nos países desenvolvidos, de forma a reduzir os impactos ambientais e pela preocupação com as mudanças climáticas, em especial com a intensificação do efeito estufa na atmosfera.

Com o passar dos anos, diversos tipos de células fotovoltaicas foram sendo desenvolvidas, sendo que de acordo com Pinho e Galdi (2014), a eficiência energética saltou de 1% na década de 1940, passando por 15,7% em 1973, chegando a 40% em 2008.

Atualmente, 95% do mercado de células fotovoltaicas têm como matéria-prima o silício cristalino, com rendimento superior a 20%. O grande empecilho para a energia solar fotovoltaica é o custo das células. Porém, segundo Pinho e Galdino no (2014), o preço está decrescendo em face ao aumento dos custos de geração de energia usuais. Ao final de 2013, no Brasil, o custo de um módulo fotovoltaico, que é um painel de células fotovoltaicas ligadas em série ou paralelo para produção de tensões e correntes elétricas, era menos de 3,00 R$/Wp no Brasil. No ano de 2000, o mundo possuía 1,4 GWp de capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos. Atualmente, a potência instalada no mundo é mais de 100 GWp, sendo que Alemanha e Itália correspondem por 74% dessa capacidade.

No Brasil, de acordo com ABINEE (2012), a capacidade instalada acumulada de sistemas fotovoltaicos, até o final de 2011, é de aproximadamente 31,5 MW.

Copyright © 2016 ISESC

Desse valor apenas 1,5 MW estão conectados à rede, evidenciando que a energia solar fotovoltaica ainda não está adequadamente inserida no planejamento energético do país, mesmo este recebendo bons níveis de irradiação solar durante todo o ano. A figura 2 mostra a média anual de irradiação diária recebida pela superfície terrestre no Brasil. Quando comparado com os dados de irradiação em todo o globo terrestre, que podem ser observados na figura 3, fica evidente que os países europeus recebem menos irradiação solar que o Brasil.

Conforme observado por ABINEE (2012), o nível de concentração de irradiação média diária no Brasil fica entre 4,8 e 6,0 kWh/m2, enquanto que na Alemanha, o país com maior capacidade instalada em energia fotovoltaica em todo o mundo, o valor máximo recebido por dia é de apenas 3,4 kWh/m2.

Dessa forma, é possível afirmar que o Brasil possui os requisitos necessários para fomentar o desenvolvimento tecnológico de sistemas fotovoltaicos, bem como expandir a capacidade instalada em todo o país.

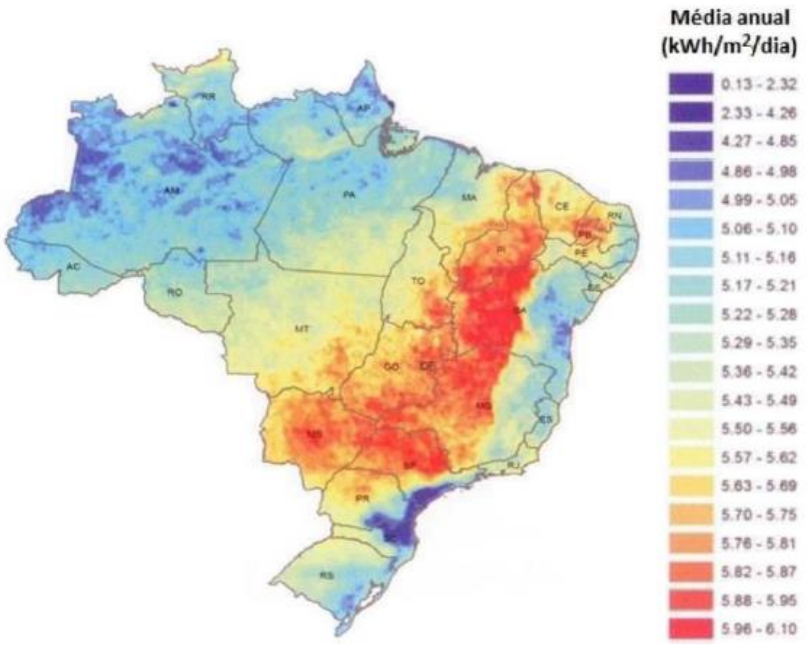


Figura 2. Irradiação solar incidente sobre superfície com inclinação igual à latitude do local e voltada para o equador. Fonte: ABINEE (2012)

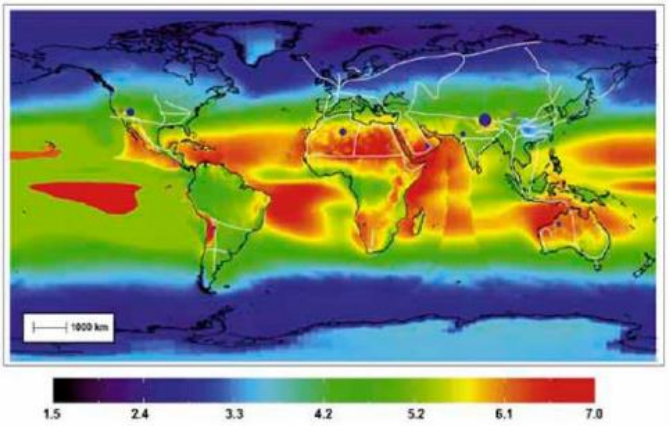


Figura 3. Irradiação média anual em plano horizontal (KWh/m²/dia). Fonte: ABINEE (2012)

Copyright © 2016 ISESC

4. Sistemas Fotovoltaicos em Instalações Portuárias

Existem alguns exemplos da aplicação da energia solar fotovoltaica em diversas instalações portuárias pelo mundo. Uma delas é no terminal da empresa Kloosterboer no porto de Roterdã na Holanda.

A Kloosterboer é especializada em logística, armazenamento e transporte de cargas frigorificadas como peixes, frutas, sucos e outros alimentos.

Conforme Kloosterboer (2014), foram instalados 1800 painéis no teto do armazém da empresa, com capacidade instalada de 450 kWp e estimativa de produção anual de 430 MWh. De acordo com Porto de Rotterdã (2014) os painéis atenderão 6% do consumo da Kloosterboer e respectivas instalações refrigeradas. Quando não houver demanda, a energia excedente é passada à rede, em um acordo idealizado junto à autoridade portuária. Essa instalação irá poupar a emissão de 140 toneladas de CO2 por ano.

Outro exemplo de um sistema fotovoltaico em um complexo portuário pode ser encontrado no Porto de Los Angeles, na Califórnia. É considerado o principal porto dos EUA, com a maior movimentação de volume de contêineres e maior valor de carga daquele país. Segundo Sanfield (2010), o Porto de Los Angeles instalou em dezembro de 2010, no topo do terminal de passageiros de cruzeiros marítimos, um conjunto de 5140 painéis solares fotovoltaicos, ocupando uma área de aproximadamente 6642 m².

Na época, a instalação fotovoltaica teve um custo de U$10,8 milhões com a expectativa de economizar U$200.000 em custo de energia anualmente. Com capacidade instalada de 1,0 MWp, irá reduzir a emissão de 22.800 toneladas de carbono durante sua vida útil, uma vez que a matriz energética dos EUA são os combustíveis fósseis.

Os navios de turismo, quando atracados ao terminal de passageiros, poderão ter sua energia conectada a rede elétrica do porto, em vez de utilizarem seus geradores a diesel; deixando de eliminar na atmosfera cerca de 1 tonelada de óxido nitroso (NOx) e reduzindo em 85% a emissão de óxido sulfúrico (SOx) por dia de atracação.

De acordo com Sanfield (2015), em outubro de 2015, o Porto de Los Angeles fechou um contrato de 20 anos com a empresa Hecate Energy Harborside LLC, especializada em energia solar fotovoltaica.

A Hecate irá construir, operar e manter sistemas fotovoltaicos em 12 locais espalhados pelo porto, como topo de prédios e armazéns, estacionamentos e áreas sem utilização, gerando 10 MWp - energia correspondente a um sexto da demanda atual do porto.

A energia produzida será repassada a rede local, operada pela Los Angeles Department of Water and Power (LADWP) - Departamento de Águas e Energia de Los Angeles, e o porto receberá até 7% do valor da energia vendida pela Hecate.

A projeção é de receber mais de U$2,8 milhões com venda de energia elétrica proveniente dos sistemas fotovoltaicos durante o contrato.



Figura 4. Teto de armazém frigorífico da Kloosterboer no Porto de Roterdã.
Fonte: PORT OF ROTTERDAM (2014)

Copyright © 2016 ISESC

5. Proposta de Aplicação de Energia Solar Fotovoltaica no Porto de Santos

A proposta desse artigo é o uso de energia solar fotovoltaica nas instalações do Porto de Santos, como solução para sua atual realidade energética. Conforme exposto anteriormente, o Porto de Santos possui uma crescente demanda de energia elétrica.

A Usina de Itatinga não é capaz de fornecer energia ao porto de forma plena, por causa da expansão de terminais e aumento do número de equipamentos elétricos inerentes à operação portuária. Épocas com fortes estiagens comprometem a produção de energia da Usina de Itatinga causando desabastecimentos de energia e interrupções das movimentações no cais. Não obstante, não há a possibilidade de expansão da Usina de Itatinga ou aumento de sua eficiência em produção energética. Esses fatores resultam em um crescimento constante da quantidade de energia comprada pela CODESP junto às concessionárias de energia.

O custo de um sistema fotovoltaico, principalmente por causa das placas, ainda é elevado. Porém, se comparado o crescimento do custo de outras fontes de energia, somado ao fato de não emitir poluentes durante o processo de geração, possuindo fonte totalmente renovável, esse sistema se coloca como importante alternativa energética. De acordo com Porto de Roterdã (2014), o diretor da Kloosterboer, na ocasião da instalação dos painéis fotovoltaicos no armazém de Roterdã, citou não só a importância do investimento em energia sustentável, mas também na imagem da empresa e do porto como instituições "verdes", preocupadas com o meio ambiente. O diretor também citou que muitos clientes buscam parceiros que trabalham de forma sustentável. Portanto, um sistema fotovoltaico no Porto de Santos proporcionaria benefícios energéticos, ambientais e também comerciais, impactando positivamente a imagem institucional do porto e demonstrando para a sociedade local e também para as empresas de transporte em todo o mundo a importância dada pelo porto ao uso de uma matriz energética renovável e de baixo impacto ambiental. Em CODESP (2014), o departamento de Planejamento Estratégico e Controle da CODESP, atentou para o setor de utilidades e seu respectivo centro de custo, que envolve o abastecimento de energia, citando que são serviços que necessitam de uma gestão que os converta em fonte de recursos. O diretor também citou a possibilidade de investimento em outras matrizes energéticas, expandido o negócio de abastecimento energético.

Segundo CODESP (2009), o total de área ocupada por armazéns do Porto de Santos é de 499.701 m², incluindo silos. Considerando, em livre estimativa, que apenas 50% desses armazéns tenham condições de instalação de painéis fotovoltaicos em seus topos e que no Porto de Los Angeles foram instalados 6642 m² de placas fotovoltaicas com capacidade de gerar 1,0 MWp; conclui-se que o Porto de Santos tenha pelo menos, nessas condições, aproximadamente 250.000 m² para instalações de painéis que gerariam cerca de 37,6 MWp. Mais que o dobro da capacidade instalada da Usina de Itatinga. Em um cenário otimista de abastecimento hídrico, o total de capacidade de produção de energia elétrica produzida pelo próprio Porto de Santos chegaria a 52,6 MW, valor maior que o dobro da atual demanda energética de suas instalações.

De acordo com ABINEE (2012), o custo de uma instalação de 30 MW é de aproximadamente R$162 milhões, ou 5,37 R$/W. Portanto, pode-se calcular que uma instalação de 37,6 MWp custaria em torno de R$202 milhões. A energia produzida excedente poderia vir a tornar-se uma fonte de renda para o Porto de Santos, justamente como comentado pelo diretor da CODESP .

O Porto de Santos possui ainda 981.603 m² de área de pátios, que, dependendo de análises mais criteriosas, também pode receber sistemas fotovoltaicos. Portanto, dependendo das possibilidades de investimento em melhoria energética no porto, é factível a instalação tanto de pequenos sistemas fotovoltaicos que possam atender diretamente algumas instalações ou terminais, ou um grande sistema que possibilitaria suprir toda a demanda portuária e ainda transformar a geração de energia em mais uma fonte de recursos para o Porto de Santos.

6. Conclusões

A análise do aumento do consumo de energia elétrica do Porto de Santos nos últimos anos, por si só, já justificaria atenção especial por parte dos gestores portuários, pela simples razão de que as movimentações no porto não são realizadas em regime de normalidade sem um abastecimento energético eficiente e confiável. Tanto os recentes investimentos na modernização da Usina Hidrelétrica de Itatinga, como as novas linhas de transmissão para os novos terminais, não evitaram a compra de energia elétrica junto às concessionárias para suprir o consumo médio atual de 23 MWh mensais do Porto de Santos. É evidente a necessidade de se buscar uma fonte alternativa de energia para o fortalecimento da competitividade do porto santista. Dessa forma, a instalação de sistemas solares fotovoltaicos no Porto de Santos possibilitaria o uso de uma fonte energética limpa e renovável, que auxiliaria na redução dos custos operacionais, proporcionando maior modicidade de tarifas e menor impacto ambiental das atividades realizadas dentro do complexo. A aplicação bem-sucedida de sistemas fotovoltaicos em outros importantes complexos portuários

Copyright © 2016 ISESC

mundiais, como Roterdã e Los Angeles, exemplificam a viabilidade técnica do empreendimento.

A viabilidade econômica da instalação de sistemas fotovoltaicos no Porto de Santos, entretanto, poderia ser atingida de diversas formas: através de isenções fiscais para a aquisição dos componentes; incentivos às operadoras de terminais para projetarem seus próprios sistemas; parcerias com empresas especializadas em fontes renováveis para a instalação, manutenção e exploração dos sistemas fotovoltaicos de forma semelhante à realizada no porto de Los Angeles; financiamentos junto ao BNDES; entre outros.

O custo estimado de R$ 202 milhões, baseado numa hipotética disponibilidade de 250000 m² para distribuição de painéis fotovoltaicos que gerariam 37,6 MWp, é factível em um planejamento à longo prazo, de 20 anos ou mais. Dependendo do valor investido, além de sanar os problemas de abastecimento energético, há a possibilidade de transformar o custo de consumo de energia elétrica em uma fonte de renda ao porto, com a venda de energia excedente, abrindo assim um espaço para análises técnicas mais aprofundadas a respeito do retorno econômico desse tipo de instalação no porto santista.

No Brasil ainda há pequena capacidade instalada de sistemas fotovoltaicos, em contraste com a grande irradiação solar recebida pelo território nacional, que coloca essa fonte de energia em situação promissora para o futuro da matriz energética brasileira. Portanto, aplicar essa fonte de energia no principal complexo portuário do país seria um importante marco tecnológico, uma vez que a busca de alternativas energéticas ambientalmente menos impactantes por parte de instituições governamentais e privadas é uma das principais chaves para a sustentabilidade do planeta.

Referências

ABINEE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA IN-DÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. **Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira.** Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos da ABINEE, jun. 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf> Acesso em: 17 nov. 2015

ABTTC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS TERMINAIS RETROPORTUÁRIOS E DAS EMPRE-SAS TRANSPORTADORAS DE CONTÊINERES. **Para o Porto ter energia e crescer, R$58,5 mi.** Santos, 07 jun 2014. Disponível em: <http://www.abttc.org.br/noticias-do-setor-integra.asp?id=1204> Acesso em: 19 nov. 2015

A Tribuna. Queda de energia prejudica embarque da safra agrícola. Santos, 14 fev 2014. Disponível em: <http://www.atribuna.com.br/noticias/noticiasdetalhe/porto%26mar/queda-de-energia-prejudica-embarque-da-safraagricola/?cHash=a9ebced69c7e2cfd04ddf6e2eb140a11> Acesso em: 19 nov. 2015

BALBINO, Fernanda. **CODESP aguarda definição sobre futuro de Itatinga.** Santos, A Tribuna, 13 out. 2015. Disponível em: <http://www.atribuna.com.br/noticias/noticias-detalhe/porto%26mar/codesp-aguarda-definicao-sobre-futuro-de-itatinga-1/?cHash=0347fe5ba1a2301cb5f70ea15cf445a4> Acesso em: 19 nov. 2015

CASTILHO, A. L. H.. **Itatinga**: **a hidrelétrica e seu legado.** Neotropica, 2011

CODESP – COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **A porta de comércio do Brasil.** Santos, 12 maio 2015a. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/mercado.php?pagina=02> Acesso em: 15 nov. 2015

_____. **Características gerais do Porto de Santos.** Santos, 14 dez. 2009. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/imprensa.php?pagina=caract> Acesso em: 26 nov. 2015

_____. **Modernização da gestão e novos projetos de infraestrutura marcam o ano de 2014 no Porto de Santos.** Santos, 29 dez. 2014. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/pressRelease.php?idRelease=818> Acesso em: 15 nov. 2015

_____. **Panorama do Porto de Santos.** Santos, 12 mar. 2015c. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/down/imprensa/panorama_porto.pdf> Acesso em: 31 out. 2015

[9] _____. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos – PDZPS**. Santos, 21 mar. 2006. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/pdzps/PDZPS2006.PDF> Acesso em: 31 out. 2015

_____. **Porto de Santos deve registrar novo re-corde anual de movimentação de cargas. Santos,** 26 out. 2015b. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/pressRelease.php?idRelease=885> Acesso em: 15 nov. 2015

GONÇALVES, A.; NUNES, L.A.P.. **O Grande Porto**: **a modernização no Porto de Santos. Santos**, SP: Realejo, 2008

Copyright © 2016 ISESC

JANNUZZI, G.M. (Coord.). **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica no Brasil**: panorama da atual legislação. Campinas: Pro Cobre, out. 2009. Disponível em: <http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/RELATORIO_PROJETO_2_FINAL.pdf> Acesso em: 16 nov. 2015

KLOOSTERBOER. **Largest solar plant in South Holland on Kloosterboer roof**. Ijmuiden, 24 abr. 2014. Disponível em: <http://www.kloosterboer.com/en/about-us/news/103-largest-solar-plant-in-south-holland-on-kloosterboer-roof> Acesso em: 17 nov. 2015

LOPEZ, R. A.. **Energia solar para produção de eletricidade**. São Paulo: Artliber, 2012

MENDONÇA, L.. **A energia que vem do sol. O Setor Elétrico.** São Paulo, jun. 2011. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/681-a-energia-que-vem-do-sol.html> Acesso em: 18 nov. 2015

PINHO, J. T. (org.); GALDINO, Marco Antonio (org.). **Manual de Engenharia para sistemas fotovol-taicos.** Rio de Janeiro, mar. 2014. Disponível em:<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf> Acesso em: 18 nov. 2015

PORT OF ROTTERDAM. **Keeping it cool with solar energy**. Roterdã, Holanda, 13 maio 2014. Dispo-nível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/keeping-it-cool-with-solar-energy >. Acesso em: 19 nov. 2015

SANFIELD, P.. **Port of Los Angeles advances clean-energy solar power projects.** San Pedro, Califór-nia, 15 out. 2015. Disponível em: <https://www.portoflosangeles.org/newsroom/2015_releases/news_101515_solar_power_projects.asp> Acesso em: 31 out. 2015

SANFIELD, P.. **Port of Los Angeles completes one megawatt solar project on rooftop of World Cruise Center**. San Pedro, Califórnia, 09 dez. 2010. Disponível em: <https://www.portoflosangeles.org/newsroom/2010_releases/news_120910_Solar_Project.asp> Acesso em: 31 out. 2015

WOLFGANG, W.. **Usina de Itatinga apresenta problemas para abastecer demanda elétrica do Porto de Santos**. Santos, Canal Rural, 14 nov. 2014. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/usina-itatinga-apresenta-problemas-para-abastecer-demanda

Copyright © 2016 ISESC