



Revista Tecnologia e Sociedade

ISSN: 1809-0044

ISSN: 1984-3526

rts-ct@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Brasil

Ramos Maia de Almeida, Layssa; Ribeiro Magalhães, Filipe;  
Duarte Teixeira, Christiane; Nogueira Machado, Renata  
Luz à Solano Trindade: contribuições da universidade em um projeto de geração  
de energia para uma ocupação do Movimento Nacional de Luta pela Moradia  
Revista Tecnologia e Sociedade, vol. 14, núm. Esp.32, 2018, pp. 98-121  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Curitiba, Brasil

DOI: <https://doi.org/10.3895/rts.v14n32.7867>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496659123007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

## Luz à Solano Trindade: contribuições da universidade em um projeto de geração de energia para uma ocupação do Movimento Nacional de Luta pela Moradia

### RESUMO

**Layssa Ramos Maia de Almeida**  
[laysarma@gmail.com](mailto:laysarma@gmail.com)

Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Rio de Janeiro, Brasil.

**Filipe Ribeiro Magalhães**  
[filipe.magalhaes@unirio.br](mailto:filipe.magalhaes@unirio.br)

Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Rio de Janeiro, Brasil.

**Christiane Duarte Teixeira**  
[rahdarte@gmail.com](mailto:rahdarte@gmail.com)

Universidade Federal do Rio de Janeiro –

Rio de Janeiro, Brasil.

**Renata Nogueira Machado**  
[renatanmd@gmail.com](mailto:renatanmd@gmail.com)

Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Rio de Janeiro, Brasil.

O presente artigo descreve o desenvolvimento de um projeto de geração de energia como parte da parceria estabelecida entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Ocupação Solano Trindade, em Duque de Caxias, coordenada pelo Movimento Nacional de Luta pela Moradia. A parceria com a UFRJ tem colaborado para estruturar as ações no território e para reforçar as bases de uma outra prática extensionista. O projeto propõe a instalação de um sistema fotovoltaico no Centro de Formação Politécnica da ocupação, como alternativa para sua sustentabilidade, uma vez que poderá cobrir o principal custo de funcionamento do prédio. Apresentamos as escolhas financeiras e estruturais envolvidas na construção do projeto, além de apontar sua contribuição à proposta pedagógica de formação pelo trabalho, por meio da realização de atividades que vinculem a formação teórica formal à formação prática, a partir da montagem, instalação e manutenção dos equipamentos necessários à utilização do sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Fotovoltaica. Movimentos Sociais. Extensão Universitária. Reforma Urbana. Sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

A sociedade atual, onde a demanda tecnológica é cada vez mais crescente, apresenta grandes desafios com relação a sua própria sustentabilidade. Nesse contexto, um dos segmentos que mais tem recebido destaque e relevância é a questão energética mundial. A demanda por energia é cada vez maior e, portanto, a comunidade científica tem sido motivada a pesquisar e desenvolver estratégias para o aproveitamento de fontes alternativas de energia, menos poluentes, renováveis e que provoquem menor impacto ambiental.

Para além da questão energética, este artigo traz em seu bojo, pelos atores envolvidos, mais duas discussões bastante centrais que, apesar de distintas, apresentam suas conexões: o papel da extensão universitária e a luta dos movimentos populares pela reforma urbana. Qual a relevância do papel da universidade no apoio à luta dos movimentos sociais? De que maneira as demandas dos movimentos que lutam pela reforma urbana se encontram com os projetos e pesquisas desenvolvidos pela universidade?

O que se percebe historicamente na universidade é uma prática bastante internalizada e orientada a seus pares, de formação voltada para o mercado e distanciada da reflexão sobre as demandas da sociedade. A definição de extensão que temos atualmente já pode ser considerada uma conquista, uma vez que rompe com o paradigma anterior que a enxergava como uma prática de transferência de conhecimento e não reconhecia que as comunidades com as quais se trabalhava eram dotadas do saber popular, do conhecimento de sua realidade e vivência, fundamentais para construção dos projetos em seus territórios. Apesar disso, as raízes dessa definição ainda não parecem bem fixadas na prática universitária, uma vez que se nota uma grande dificuldade no alinhamento entre o ensino e a pesquisa para produzir uma atividade extensionista orientada à ruptura do status quo e da redução das desigualdades sociais.

Já no campo da reforma urbana, o último trabalho divulgado em 2016, pela Fundação João Pinheiro, responsável pelo levantamento do Déficit Habitacional no Brasil, realizado nos anos de 2013 e 2014, apontou que o estado do Rio de Janeiro possui um déficit de 460 mil unidades habitacionais. A estatística parece explicar o aumento do número de ocupações empreendidas por movimentos populares em imóveis abandonados que não cumprem a sua função social, além de reforçar a necessidade da atuação desses movimentos e tornar ainda mais urgente o atendimento de suas pautas pelo governo.

Em um cenário de encontro entre essas duas realidades se constituiu uma parceria entre a Ocupação Solano Trindade, em Duque de Caxias, coordenada pelo Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLM) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em um acordo de cooperação técnica para estruturar as ações e projetos no território. Este artigo tem por objetivo apresentar uma proposta de geração de energia fotovoltaica para Ocupação, em um projeto desenvolvido de modo participativo, como um dos desmembramentos da parceria estabelecida. Inicialmente, fazemos uma breve descrição acerca da reforma urbana, enfocando a luta por um novo modelo de cidade. Na sequência, descrevemos a Ocupação Solano Trindade, suas frentes de trabalho e como se iniciou o vínculo com a UFRJ. Por fim, detalhamos o projeto de geração de energia solar para o Centro de Formação Politécnica da ocupação, local escolhido para a

implementação do sistema, com destaque para a viabilidade econômica e interação dos envolvidos nas decisões do projeto.

### **REFORMA URBANA: LUTA POR UM NOVO MODELO DE CIDADE**

O aumento vertiginoso das populações nos grandes centros urbanos por cerca de 50 anos, causou o incremento de mais de 40% na população urbana nacional e o crescimento desordenado das cidades brasileiras (SAULE JUNIOR, UZZO, 2009). A partir da dificuldade da população da época, em sua maior parte migrantes de zonas rurais, em atender às exigências e comprovações contratuais de propriedades escrituradas para habitar a cidade formal, foi sendo produzida a dispersão e o natural assentamento das populações em áreas vazias da cidade, situação que era agravada pela precária infraestrutura de transportes necessária ao deslocamento casa-trabalho e pelos baixos salários recebidos. “Assim foi sendo produzida a cidade “fora da cidade”, eternamente desprovida de infraestrutura, equipamentos e serviços que caracterizam a urbanidade” (ROLNIK RAQUEL, 2009, p.33).

A intensificação da luta dos movimentos sociais no campo pela reforma agrária, nos anos 70 e 80, impulsionou também uma considerável evolução nas conquistas para o direito à moradia e à cidade na década de 90. Foram inseridos na Constituição Federal de 1988 os princípios da função social da cidade e da propriedade, reconhecendo assim os direitos de posse dos moradores de assentamentos urbanos informais e a participação direta dos cidadãos nos processos decisórios sobre a política urbana, ambas conquistas estruturantes na agenda da reforma urbana. No entanto, a década de 90 também abrigou a consolidação da configuração econômica de caráter liberal, onde poderes locais foram fortalecidos e políticas públicas substituídas pelo Terceiro Setor, decisões que pertenciam a um discurso que justificava a valorização da sociedade civil, mas acabava por reduzir a participação federal, causando um enorme impacto nas já existentes desigualdades sociais.

Apesar dos avanços historicamente conquistados, o cenário atual parece remontar as dificuldades iniciais encontradas: cidades estruturadas sob uma lógica que não privilegia as conexões interpessoais e que limita profundamente o acesso a uma série de direitos básicos como ao transporte, à cultura, à moradia digna e o de planejar e decidir a cidade de maneira coletiva. Basta observar os locais de construção dos grandes conjuntos habitacionais, resultados das políticas públicas atuais, para perceber essa realidade: afastados dos locais de trabalho dos moradores, fazendo com que percam horas no deslocamento a partir de suas casas e sejam, muitas vezes, descartados de vagas de emprego; distantes dos pontos de cultura e ainda mais apartados das decisões sobre a produção e o cotidiano da cidade.

Em um campo cada vez mais dominado pela influência do capital especulativo imobiliário, inclusive nas políticas públicas, torna-se urgente a luta contra a permanência da compreensão de cidade como mercadoria, reduzindo a centralidade das grandes empreiteiras e aumentando a voz dos movimentos que buscam construir a reforma urbana.

Um dos principais movimentos populares desse campo, o Movimento Nacional de Luta pela Moradia (MNLM) tem exercido papel fundamental na

conquista de direitos, desde a sua fundação na década de 90. Organizado atualmente em 18 estados do país, seu objetivo é:

Estimular a organização e articulação da classe trabalhadora na busca da unidade de suas lutas, pela conquista de uma política habitacional de interesse social com reforma urbana, sob o controle dos trabalhadores, que garanta a universalização dos direitos sociais, contribuindo para a construção de uma sociedade socialista, igualitária e democrática" (MNLM, 2010).

Em sua atuação no estado do Rio de Janeiro, o MNLM mantém mais três ocupações, além da Solano Trindade, em Duque de Caxias: a ocupação Manuel Congo, em um edifício na Cinelândia; a ocupação Mariana Crioula, na Gamboa e a Ocupação Nove de Novembro, em Volta Redonda.

### A OCUPAÇÃO SOLANO TRINDADE

A Ocupação Solano Trindade nasceu em agosto de 2014, no antigo terreno do Centro Pan-americano de Febre Aftosa, em Caxias, no Rio de Janeiro. Com cerca de 45.000m<sup>2</sup>, o terreno, sob responsabilidade do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), foi ocupado por um grupo de 50 famílias. Localizado no bairro de São Bento, em Caxias, está próximo da região central da cidade, de uma Escola Municipal, da Fundação Educacional de Duque de Caxias e da Refinaria Duque de Caxias. A ocupação é organizada pelo MNLM que constatou, após uma série de visitas, que o terreno estava abandonado há mais de 15 anos, negligenciando o cumprimento da Função Social da Propriedade e o Direito Fundamental à Moradia Digna (Art. 182 e 183 da Constituição Federal).

O ano de 2014 ficou marcado pelo aprofundamento das discussões políticas e da articulação com possíveis parceiros que poderiam ajudar a construir coletivamente o espaço. Um mês depois da ocupação, iniciou-se a negociação junto à Secretaria de Patrimônio da União (SPU), e durante os meses de outubro e novembro ocorreram as primeiras discussões para mapear os possíveis projetos.

Durante os meses de abril de 2015 a janeiro de 2016 foram realizadas cinco fases de mutirões para tratamento do terreno: limpeza, cercamento, instalações hidráulicas, recuperação do telhado do edifício principal e realização de projeto para outros edifícios existentes. Em maio de 2016, iniciou-se o projeto participativo, onde começaram a ser realizadas reuniões periódicas com a equipe de assessoria técnica para discutir as demandas do espaço e dos moradores, além da definição dos espaços de uso comum. Foram realizadas oficinas para reconhecer o entorno da ocupação, apresentar outras experiências de moradia e trabalho, e as contribuições extraídas desses momentos foram a base para o desenho do masterplan do terreno e das unidades habitacionais, realizado pela equipe técnica da UFRJ. Ao longo de 2017 foram realizadas vivências de agroecologia e também a mobilização para a construção do projeto de financiamento coletivo para a plataforma Benfeitoria e para o edital do programa da Caixa "Minha Casa, Minha Vida - Entidades".

Recentemente, o MNLM obteve êxito na negociação junto à SPU para executar sua proposta de construção de um projeto habitacional e de um espaço de geração de renda para os moradores no terreno da ocupação. O movimento

segue reforçando suas articulações políticas e técnicas, além de buscar novas e sólidas fontes de financiamento para dar seguimento aos projetos delineados para a Ocupação.

Cabe ressaltar que nove famílias ainda permanecem cotidianamente na ocupação. A redução desse número, se comparado à quantidade de famílias que ocuparam inicialmente o terreno, não representa, contudo, desistência ou falta de organização e mobilização do movimento. Em geral, procura-se mobilizar um número maior de famílias para o momento da ocupação, com vistas a uma maior capacidade de organização e vigilância do terreno durante os primeiros momentos, quando ataques e tentativas de remoção são mais frequentes.

### A PARCERIA COM A UFRJ E AS FRENTE DE TRABALHO EM SOLANO

Para avançar na consolidação dos projetos para o território, o MNLM se uniu à UFRJ em um acordo de cooperação técnica para atuar em frentes distintas de trabalho. Esse acordo traz à tona o verdadeiro papel da universidade pública de articular sua produção científico-tecnológica às demandas da sociedade que a custeia, além de promover o diálogo entre saberes e a formação dos estudantes e dos moradores da ocupação.

Em síntese, o objetivo dessa parceria é o desenvolvimento de um projeto que reúne inovação tecnológica nos diversos componentes da habitação e nos projetos de sustentabilidade econômica e produção por autogestão. Para isso, a parceria abrange algumas unidades da UFRJ: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (PROURB/FAU), Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional (IPPUR), a Faculdade Nacional de Direito (FND), o Mutirão de Agroecologia da Engenharia Ambiental (MUDA) e o Núcleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social (NIDES).

Após o período de mapeamento e mobilização, o trabalho na ocupação foi delineado em três frentes de trabalho. A primeira, intitulada “Agroecologia e Eco Saneamento”, está direcionada para potencialização da produção de alimentos, para a compostagem de resíduos orgânicos e para a construção de biodigestores. O grupo MUDA tem apostado na alternativa dos Sistemas Agroflorestais (SAFs) para garantir a harmonia entre a produção de alimentos e a conservação do meio ambiente, além de auxiliar a recuperação das áreas degradadas e favorecer a segurança alimentar, uma vez que há controle e proximidade entre produção e consumo final.

Na segunda frente de trabalho, se encontra inserido o projeto da Fábrica de Cidades, que busca a produção de componentes construtivos alternativos e o desenvolvimento prático de técnicas inovadoras, gerando autonomia à ocupação, além de trabalho e renda a seus moradores.

A terceira frente está ligada à construção do Centro de Formação Politécnica (CFP) e à discussão sobre os possíveis usos do espaço para realização de cursos e oficinas, além de servir como um local de comercialização. É nessa terceira frente que se insere a perspectiva energética proposta neste trabalho, uma vez que procura oferecer uma alternativa no campo da geração de energia para o edifício onde será construído o Centro de Formação. O objetivo do CFP é se tornar um espaço de capacitação e formação para os moradores, oferecendo cursos de alfabetização de jovens e adultos (EJAs), pré-vestibulares, dentre outros, que

abordem as situações concretas, vivenciadas na prática do trabalho ou ofício para o qual, paralelamente, também estarão sendo formados.

Com vistas à construção do CFP, a estrutura de madeira que abrigava o Instituto Politécnico de Cabo Frio (2008-2017) foi doada pelo NIDES. Em fevereiro de 2017 toda a estrutura foi desmontada pela equipe da ocupação e está prestes a ser utilizada para erguer o primeiro módulo do edifício.

### O PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA PARA O CENTRO DE FORMAÇÃO POLÍTÉCNICA (CFP) EM SOLANO TRINDADE

A demanda pelo desenvolvimento do projeto surgiu a partir da preocupação, manifestada sobretudo pelas lideranças de Solano, com a sustentabilidade financeira da ocupação. A concretização do masterplan originalmente idealizado, ou seja, o andamento da construção do Centro de Formação Politécnica, da Fábrica de Cidades e das 105 unidades habitacionais previstas demanda uma complexa estrutura de serviços que precisa ser previamente instalada.

Quando aprofundamos o diálogo com os moradores, a solução para o saneamento e o abastecimento de água para as casas já havia sido discutida coletivamente e aparentava estar encaminhada. No entanto, não havia nenhuma proposta no campo da energia elétrica, considerada o principal custo fixo a ser arcado pela ocupação a médio prazo.

Foi diante desse cenário que decidimos, com o apoio dos moradores e lideranças da ocupação, aproveitar a possibilidade aberta por um edital que poderia financiar diferentes frentes de trabalho no território, inclusive a instalação de um sistema de geração de energia fotovoltaica. Assim, partindo do diálogo com os atores locais, iniciamos o desenvolvimento do projeto, já considerando o valor disponibilizado para financiamento da parte referente ao sistema de geração energética, cujo limite máximo era de R\$30.000,00.

A decisão dos moradores foi de realizar a instalação dos módulos em uma área comum da ocupação, e o Centro de Formação Politécnica foi o espaço escolhido, principalmente devido a sua previsão de construção mais recente, frente a outras instalações também planejadas. As vantagens do uso da energia fotovoltaica, os cálculos de custos e o processo de desenvolvimento técnico do projeto estão descritos abaixo.

#### Principais vantagens da geração fotovoltaica

A energia fotovoltaica figura no campo das fontes alternativas de energia, que tem se estruturado cada vez mais recentemente, haja vista a necessidade de encontrar caminhos que causem menores prejuízos ao meio ambiente. É notório que os impactos ambientais causados por essa fonte são consideravelmente baixos, quando comparados aos de outras fontes, já que enquanto a energia é gerada, não há emissão de poluentes, nem micropartículas materiais. Além disso, é importante mencionar que as plantas solares têm baixa intervenção no meio biótico, na fauna e flora local, onde se encontram instaladas.

Vale destacar também que os sistemas fotovoltaicos funcionam majoritariamente em horários de pico, mitigando possíveis problemas na geração da rede. No espectro socioeconômico, há geração de empregos considerados qualificados, em decorrência tanto das instalações de sistemas de geração fotovoltaica, quanto de sua fabricação, cada vez mais em nível nacional.

Esse tipo de geração elétrica pode se localizar perto dos centros consumidores, pois é adaptável em telhados, dispensando a necessidade de linhas de transmissão. Ainda em relação aos centros consumidores, todos os estados brasileiros possuem requisitos para suprir o seu consumo elétrico residencial. Após a instalação dos equipamentos, a manutenção é simples e a parte de medição do sistema pode ficar por conta da distribuidora de energia. Os módulos fotovoltaicos ficam expostos nos telhados, logo, eventualmente devem passar por um procedimento de limpeza para que a absorção da luz solar não seja prejudicada. Possíveis danos causados por ventos, raios ou qualquer outro fator exógeno também devem ser inspecionados.

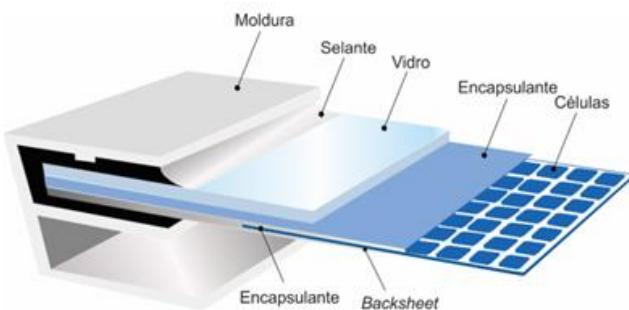
Por outro lado, refletindo a complexidade ainda existente de eliminar completamente os impactos ambientais causados pelos processos de geração de energia, os sistemas fotovoltaicos também apresentam seus pontos negativos, como poluição da água pela mineração, desmonte de maciços rochosos e terrosos compactados e emissão de poeiras e gases devido a perfuração de rochas. Os impactos decorrentes do processo de fabricação dos módulos fotovoltaicos, sobretudo, da extração de sílica para obtenção do silício metálico merecem atenção e precisam ser reduzidos para aumentar a legitimidade de aplicação desses sistemas. (BARBOSA FILHO, s/d).

O Brasil, em especial, possui um enorme potencial para energia fotovoltaica devido a sua localização geográfica, com altas incidências de radiação solar. O silício é o principal componente das placas e pode ser encontrado em abundância no território nacional, mas apesar disso e dos avanços regulatórios recentes, ainda não logramos consolidar uma cadeia produtiva do material, tanto em nível de fornecimento quanto de demanda, fator que explica a permanência dos altos custos de implantação dessas tecnologias. A consolidação de empresas de purificação de silício no Brasil poderia reduzir consideravelmente os custos e os impactos ambientais (OLIVEIRA, 2017).

### Estrutura Funcional de um módulo fotovoltaico

O módulo fotovoltaico é o responsável por transformar a energia solar em elétrica, sendo formado por células fotovoltaicas protegidas por uma moldura externa usada para fixação. O selante une as camadas internas com a moldura e impede a entrada de gases, umidade e choques mecânicos. O vidro possibilita a entrada da energia solar e é responsável por proteger as células e condutores, assim como o backsheets, material plástico que fica atrás da placa solar, que proporciona um isolamento elétrico adicional. As células também são envolvidas por um encapsulante, geralmente Etil Vinil Acetato (EVA) que as protege (TOLMASQUIM, 2016). A estrutura descrita é ilustrada a partir da figura 4:

Figura 4: Camadas de um módulo fotovoltaico



Fonte: Tolmasquim, 2016

O arranjo dos módulos é feito em série ou em paralelo e a corrente gerada pelas placas é contínua (CC). Com isso, usa-se inversores para transformar a corrente em alternada (CA), possibilitando a utilização da maior parte dos equipamentos eletroeletrônicos e a conexão com a rede elétrica. Já em sistemas não conectados à rede, é necessário que a energia seja armazenada em baterias ou capacitores (EPE, 2016). No Brasil, a maior parte dos sistemas fotovoltaicos é composta por sistemas autônomos, de baixa potência e destinados essencialmente à iluminação, refrigeração e ao bombeamento de água (SEGUEL, 2009).

Os módulos fotovoltaicos dispõem de uma vida útil de cerca de 25 anos tendo uma redução média anual de 0,5% de sua capacidade de geração, a depender das condições de manutenção. Os fabricantes com bons padrões de qualidade asseguram um potencial nominal de 80% após esse período. Já os inversores têm garantia de 5 a 10 anos, mas podem passar um pouco dessa faixa (EPE, 2016).

### **Dimensionamentos de um sistema de geração fotovoltaica para a Ocupação Solano Trindade**

Os cálculos apresentados a seguir foram estimados, estando sujeitos à influência de inovações tecnológicas, alterações legais e fiscais e também de preços dos componentes do sistema. Ademais, no cálculo dos custos não estão incluídos montantes para: instalação do sistema, que será realizado em forma de mutirão, sob a orientação dos professores, profissionais e técnicos em parceria com a UFRJ; projeto técnico, a ser desenvolvido a partir do dimensionamento apresentado, pelo mesmo corpo técnico da UFRJ; projeto arquitetônico e estrutural para recebimento do peso das placas, visto que será, posteriormente, desenvolvido junto com o corpo técnico da universidade, para que os painéis sejam instalados de forma a garantir tanto a segurança da edificação, quanto a acessibilidade para manutenção.

Iniciamos o dimensionamento do sistema pelo levantamento do recurso solar disponível no local, ou seja, pelo exame dos níveis de radiação solar incidentes obtidos por meio de consulta à plataforma do programa SunData – CRESEB/CEPEL e baseado no banco de dados Valores Medios de Irradiacion Solar Sobre Suelo Horizontal do Centro de Estudos de la Energia Solar (CENSOLAR, 1993), que fornece valores de irradiação solar, em kWh/m<sup>2</sup>/dia no plano horizontal, correspondentes às médias diárias para os 12 meses do ano, para cerca de 350 pontos no Brasil e em países limítrofes. Além dos valores para o plano horizontal, também são fornecidos valores de irradiação solar convertidos para planos inclinados com três diferentes ângulos de inclinação em relação ao plano horizontal: o ângulo igual à

latitude; o ângulo que fornece o maior valor médio diário anual de irradiação solar (orientação Norte) e o ângulo que fornece o maior valor mínimo diário anual de irradiação solar (orientação Sul).

Segundo a Plataforma,

Estas inclinações são apenas sugestões para a instalação dos painéis fotovoltaicos. A escolha de uma dessas inclinações depende principalmente da atividade fim da instalação e dos requisitos do projeto, exemplo: doméstica, turismo, industrial, etc. Em geral, o valor da latitude local é usado como ângulo de inclinação do módulo fotovoltaico. O ângulo com a maior média diária anual de irradiação solar costuma ser usado quando se deseja a maior geração anual de energia, o que seria o caso de aplicações de sistemas fotovoltaicos conectadas a rede de distribuição dentro do Sistema de Compensação de Energia, definido pela Resolução Normativa da Aneel nº 482/12. Já o ângulo com maior valor mínimo mensal de irradiação solar costuma ser uma medida conservadora, usado em situações onde o fornecimento contínuo de energia elétrica é crítico para atividade fim e por isso procura-se minimizar o risco de falta de energia (CEPEL, 2017).

A Figura 5 ilustra a tabela e o gráfico resultantes da simulação para a localização geográfica da Ocupação Solano Trindade. Destaque para a variação da série histórica mensal de valores de irradiação solar frente às diferentes configurações de inclinação descritas acima.

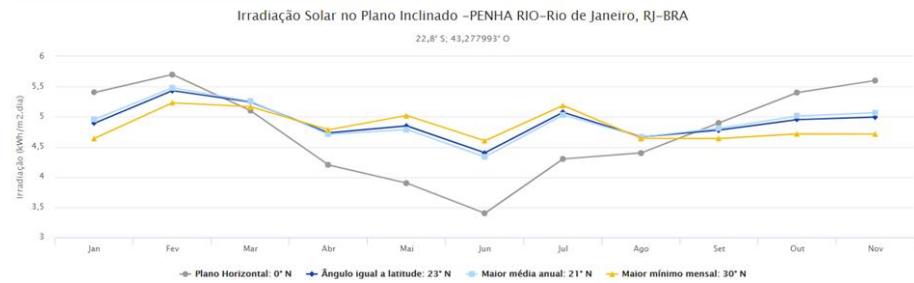
Figura 5 - Simulação para localização geográfica da ocupação

#### Cálculo no Plano Inclinado

**Estação:** PENHA RIO  
**Município:** Rio de Janeiro , RJ - BRA  
**Latitude:** 22,8° S  
**Longitude:** 43,277993° O  
**Distância do ponto de ref. ( 22,74° S; 43,31° O ):** 7,4 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m <sup>2</sup> .dia]					
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
<input checked="" type="checkbox"/>	Piano Horizontal	0° N	5,40	5,70	5,10	4,20	3,90	3,40
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	23° N	4,89	5,43	5,24	4,73	4,85	4,40
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	21° N	4,95	5,48	5,26	4,71	4,79	4,33
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	30° N	4,64	5,23	5,17	4,78	5,02	4,60

#	Ângulo	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
								Jan	Fev
<input checked="" type="checkbox"/>	Piano Horizontal	3,60	4,30	4,40	4,90	5,40	5,60	4,66	2,30
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	4,58	5,07	4,67	4,78	4,95	4,99	4,88	1,03
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	4,51	5,03	4,66	4,81	5,01	5,07	4,88	1,14
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	4,76	5,19	4,64	4,64	4,72	4,71	4,84	.63



Fonte: CEPEL (2017)

Visto que a ocupação não se encontra conectada à rede de energia, a opção inicial se deu no sentido de um sistema isolado e, portanto, orientado pelos valores correspondentes ao maior valor mínimo mensal de potência gerada pelo sistema

(Figura 5). O objetivo principal, nesse caso, seria garantir a maior segurança possível de fornecimento ininterrupto de energia, minimizando assim o risco de falta de eletricidade.

Nas imagens abaixo, é possível ver o estudo de posicionamento das placas para a estrutura do Centro de Formação Politécnica, de acordo com as diretrizes supracitadas:

**Figura 6: Ângulo de inclinação dos painéis = Maior mínimo mensal ( $30^{\circ}\text{N}$ ) em relação ao plano horizontal**



Fonte: imagem elaborada pelos autores.

**Figura 7: Ângulo de maior captação de irradiação solar (azimute= $0^{\circ}$ ). Implantação com os painéis voltados para o Norte.**



Fonte: imagem elaborada pelos autores

Como os custos do sistema em questão serão compostos apenas pelo valor de seus componentes, excluindo investimentos em instalação e projeto técnico, a etapa seguinte constituiu-se da realização da cotação de preços para painéis, baterias, inversores e controladores.

#### Dimensionamentos de um Sistema de Geração Fotovoltaica não conectado à rede elétrica

As figuras 8, 9, 10 e 11 apontam, em amarelo, os componentes escolhidos para a configuração de sistema isolado.

Figura 8: Cotação de Painéis Fotovoltaicos

P (W)	Preço (R\$)	W/R\$	Marca	Site/Loja
265	525,45	0,50433	Seraphim	Minhacasasolar
320	664,95	0,481239	Canadian	Minhacasasolar
265	606,47	0,436955	Seraphim	Energyshop

Fonte: tabela elaborada pelos autores

Figura 9: Cotação de Baterias

Ah	R\$	Ah/R\$	Marca	Site/Loja
220	1115,07	0,197297	Moura	Minhacasasolar
240	1289,99	0,186048	Freedom	Energyshop
105	567,9	0,184892	Moura	Energyshop

Fonte: tabela elaborada pelos autores

Figura 10: Cotação de Inversores off grid para um Sistema Isolado

W	V	R\$	W/R\$	Marca	Especificação	Site/Loja
1200	24/127	445,47	2,69378	Hayonik	onda modificada	Minhacasasolar
800	24/127	315,27	2,53751	Hayonik	onda modificada	Minhacasasolar
3000	12/127	1347,57	2,22623	Hayonik	onda modificada	Minhacasasolar

Fonte: tabela elaborada pelos autores

Figura 11: Cotação de Controladores

A	V	R\$	A/R\$	Especificação	Site/Loja
20	12/24	149,89	0,13343	pwm	Energyshop
30	12/24	239	0,12552	pwm	Energyshop
40	12/24	395,73	0,10108	pwm	Energyshop
60	12/24	596,92	0,10052	pwm	Energyshop
10	12/24	99,98	0,10002	pwm	Energyshop
45	12/24	454,77	0,09895	pwm	Minhacasasolar
60	12/24	640,77	0,09364	pwm	Minhacasasolar
50	12/24	587,37	0,08513	pwm	Energyshop
10	12/24	128,81	0,07763	pwm	Energyshop
40	12/24	724,47	0,05521	mppt	Minhacasasolar

Fonte: tabela elaborada pelos autores

A partir de então, foi iniciado o processo de escolhas técnicas quanto às especificações de cada componente e o melhor arranjo no sentido da otimização da potência gerada por valor investido. A figura 5 ilustra a tabela e o gráfico resultantes da simulação para a localização geográfica da Ocupação Solano Trindade, com destaque para a variação da série histórica mensal de valores de irradiação solar frente às diferentes configurações de inclinação descritas acima.

Nesse sentido, o controlador MPPT grifado foi considerado como a melhor escolha, uma vez que, embora seja mais caro, deve aumentar a produção de energia, além do investimento de sua compra poder ser amortizado em poucos anos. Quanto ao inversor, a opção se deu pelo de 1200W, 24V, também grifado, que apresentou um preço muito bom. Vale mencionar que, embora as lojas informem as especificações de forma diferente, onda modificada e off-grid são informações equivalentes.

De acordo com as especificações técnicas do controlador MPPT de 40A e 24V escolhido, o equipamento opera bem com até 72V e 1040W de entrada, sendo possível, portanto, ligar até 4 módulos de 265W na entrada de cada controlador. Dessa maneira, com conexões na forma 2Sx2P, a energia total gerada por dia desse conjunto ficaria em torno de 3,2kWh.

Quanto às baterias, sendo o sistema idealizado também para uso noturno, devem ter uma capacidade de armazenamento cerca de 5 vezes superior ao consumo diário. Desse modo, descarregam em média 20% por dia, percentual considerado ideal para o prolongamento máximo de sua vida útil. Assim, um banco de baterias para cada conjunto de placas deve ser capaz de armazenar aproximadamente 16kWh. Como a ligação é em 24V, a capacidade em Ah deve ser próxima de 16kWh/24V, ou seja, igual 666Ah. Dessa maneira, foram escolhidas baterias de 12V, 220Ah, em 4 unidades (2Sx2P) para cada arranjo. Em síntese, cada arranjo ou conjunto seria formado por 4 baterias de 220Ah e 4 módulos de 265W para um controlador de carga de 40A e um inversor de 1200W.

Com o intuito de aumentar a potência gerada pelo sistema, chegou a ser cogitada a utilização de apenas duas baterias por conjunto, ao invés de quatro, o que seria possível caso o CFP funcionasse apenas durante o dia, possibilitando, dessa maneira, a aquisição de uma quantidade maior de painéis e, consequentemente, o aumento do potencial de geração do sistema. Entretanto, a formação política, enquanto projeto político-pedagógico que norteia o CFP, busca a “educação pelo trabalho”, no sentido de romper com a “dicotomia histórica entre trabalho manual e intelectual” e com a educação fragmentada e estakeada, visando a assimilação prática-teórica (SAVIANI, 1986). Assim, como há uma rotina de trabalho formal durante o dia para alguns moradores e também vizinhos à ocupação, ao menos em dias úteis o turno da noite torna-se ideal para a associação entre prática e teoria, nas salas de aula do CFP.

### Dimensionamentos de um Sistema de Geração Fotovoltaica conectado à rede elétrica

Para que os residentes da ocupação tivessem uma visão mais ampla das opções que tinham disponíveis para o projeto energético, foi realizado também o dimensionamento de um sistema conectado à rede de energia. Uma vez que, dessa maneira, não haveria necessidade de adquirir baterias, liberando assim, parte da verba antes comprometida, para a aquisição de mais painéis, a fim de aumentar o potencial de geração instalado. Com a ressalva de que, nesse caso, a ligação com a rede elétrica seria imprescindível, sob o risco de interrupção de funcionamento do CFP, por falta de energia, sobretudo no inverno.

Partindo dessas considerações, foi elaborada uma nova cotação para inversores grid-tie, utilizados com a finalidade específica de composição de

sistemas de geração fotovoltaica conectados à rede de distribuição. O resultado dessa cotação é apresentado na Figura 12, juntamente com a opção selecionada.

Figura 12: Cotação de inversores *grid-tie* para um sistema conectado à rede elétrica

<b>W</b>	<b>V</b>	<b>R\$</b>	<b>W/R\$</b>	<b>Marca</b>	<b>Site/Loja</b>
5000	220	R\$ 5.849,70	0,854745	B&B Power	Minhacasasolar
20000	220	R\$ 28.500,00	0,701754	PHB	Energyshop
2000	220	R\$ 3.328,47	0,600877	Ecosolys	Minhacasasolar

Fonte: tabela elaborada pelos autores

Foi verificado que o mais vantajoso, em termos de custo benefício, seria adquirir um único inversor de 5.000W, que atenderia a totalidade do sistema. Dessa forma, visto que, segundo Solar Power World (2013), na prática, especificam-se inversores com potência maior ou igual a 80% da potência total do arranjo, seria possível a aquisição de até 23 módulos solares de 265W, totalizando 6.095W de potencial instalado, para composição de um conjunto único.

Outra vantagem do sistema conectado é que não utiliza os valores da série de maior valor mínimo mensal (Figura 5). Isso porque, uma vez conectado, o sistema é alimentado pela rede elétrica, eliminando, assim, o risco de falta de energia no CFP. Desse modo, portanto, será possível configurar a inclinação dos painéis com vista a uma maior média anual de geração, com uma inclinação de 21° N.

Ademais, para além do sistema aqui projetado, a parceria com a UFRJ disponibilizou ainda outro arranjo composto por mais três painéis fotovoltaicos, que operava normalmente até fevereiro de 2017 no antigo Instituto Politécnico de Cabo Frio (IPCF), mesma origem da estrutura de madeira que será utilizada para a construção do Centro de Formação Politécnica. Para dimensionamento físico e estrutural dos módulos doados pela UFRJ, foram consideradas placas de dimensões idênticas ao modelo escolhido, de 265W, enquanto que, para o cálculo da potência total gerada, devido ao tempo de uso acumulado, a contribuição dos painéis doados foi estimada com base no potencial médio gerado no IPCF, local onde se encontravam instalados anteriormente. Dessa maneira, a contribuição desses três módulos adicionais foi incluída nos cálculos que estimam a potência total gerada por cada configuração de sistema.

### A opção pelo Sistema de Geração Fotovoltaica mais adequado

As Figuras 13, 14, 15 e 16 ilustram, respectivamente, os cálculos de potencial de geração e de custos para as alternativas de sistema isolado, cogitadas inicialmente, e também para a possibilidade de um sistema conectado. Assim sendo, temos: na Opção 1, um sistema completo formado por 4 conjuntos, com 16 painéis, 16 baterias, 4 inversores off grid e 4 controladores; na Opção 2, também um sistema isolado, porém com 5 conjuntos incompletos, sendo 20 módulos, 12 baterias, 4 inversores off grid e 4 controladores, que não permitiria a utilização noturna do CFP; e, por fim, na Opção 3, um sistema conectado à rede de distribuição e composto por 23 painéis, 5 controladores e um único inversor grid-tie.

Figura 13: Cálculos de Potência Gerada para um Sistema Isolado - Opções 1 e 2

	SISTEMA ISOLADO - Potencial de Geração												Média	TOTAL / Ano [kWh]
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Opção 1: 4 novos conjuntos isolados	4,64	5,23	5,17	4,78	5,02	4,6	4,76	5,19	4,64	4,64	4,72	4,71	4,64	6.107,23
Conjunto do IPCB	487,91	549,94	543,64	502,63	527,86	483,70	500,52	545,74	487,91	487,91	496,32	495,27	508,94	4.580,42
<b>TOTAL Opção 1</b>	<b>853,83</b>	<b>962,40</b>	<b>951,36</b>	<b>879,60</b>	<b>923,76</b>	<b>846,47</b>	<b>875,92</b>	<b>955,04</b>	<b>853,83</b>	<b>853,83</b>	<b>868,56</b>	<b>866,72</b>	<b>890,64</b>	<b>10.687,65</b>
Opção 2: 5 novos conjuntos isolados	609,88	687,43	679,54	628,28	659,83	604,62	625,65	682,17	609,88	609,88	620,40	619,08	636,17	7.634,04
Conjunto do IPCB	365,93	412,46	407,73	376,97	395,90	362,77	375,39	409,30	365,93	365,93	372,24	371,45	381,70	4.580,42
<b>TOTAL Opção 2</b>	<b>975,81</b>	<b>1.099,89</b>	<b>1.087,27</b>	<b>1.005,25</b>	<b>1.055,73</b>	<b>967,40</b>	<b>1.001,05</b>	<b>1.091,48</b>	<b>975,81</b>	<b>975,81</b>	<b>992,63</b>	<b>990,53</b>	<b>1.017,87</b>	<b>12.214,46</b>

Fonte: tabela elaborada pelos autores

Figura 14: Cálculos de Custos para um Sistema Isolado - Opções 1 e 2

	Configuração	SISTEMA ISOLADO - Custos						Inversores	Controladores	TOTAL
		Geração Média [kWh/m2.mês]	Geração no mês crítico [kWh/m2.mês]	Painéis	Baterias	Inversores	Controladores			
Preço individual				R\$ 525,45	R\$ 1.115,07	R\$ 445,47	R\$ 724,47			
1 conjunto isolado completo				R\$ 2.101,80	R\$ 4.460,28	R\$ 445,47	R\$ 724,47	R\$ 7.732,02		
<b>Opção 1</b>	4 conjuntos isolados completos	<b>890,64</b>	<b>846,47</b>	R\$ 8.407,20	R\$ 17.841,12	R\$ 1.781,88	R\$ 2.897,88	<b>R\$ 30.928,08</b>		
	5 conjuntos isolados completos			R\$ 10.509,00	R\$ 22.301,40	R\$ 2.227,35	R\$ 3.622,35	<b>R\$ 38.660,10</b>		
<b>Opção 2</b>	5 conjuntos isolados com 12 baterias	<b>1.017,87</b>	<b>967,40</b>	R\$ 10.509,00	R\$ 13.380,84	R\$ 2.227,35	R\$ 3.622,35	<b>R\$ 29.739,54</b>		
	5 conjuntos isolados com 16 baterias			R\$ 10.509,00	R\$ 17.841,12	R\$ 2.227,35	R\$ 3.622,35	<b>R\$ 34.199,82</b>		

Fonte: tabela elaborada pelos autores

Figura 15: Cálculos de Potência Gerada para um Sistema Conectado à Rede - Opção 3

	SISTEMA CONECTADO - Potencial de Geração												Média	TOTAL / Ano [kWh]
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Conjunto único conectado e com 23 módulos	4,95	5,48	5,26	4,71	4,79	4,33	4,51	5,03	4,66	4,81	5,01	5,07	4,88	8.851,70
Conjunto do IPCB	748,22	828,33	795,08	711,94	724,04	654,51	681,71	760,31	704,39	727,06	757,29	766,36	737,64	4.618,28
<b>TOTAL Opção 3</b>	<b>1.138,60</b>	<b>1.260,51</b>	<b>1.209,91</b>	<b>1.083,39</b>	<b>1.101,80</b>	<b>995,99</b>	<b>1.037,39</b>	<b>1.157,00</b>	<b>1.071,89</b>	<b>1.106,40</b>	<b>1.152,40</b>	<b>1.166,20</b>	<b>1.122,50</b>	<b>13.469,97</b>

Fonte: tabela elaborada pelos autores

Figura 16: Cálculos de Custos para um Sistema Conectado à Rede - Opção 3

	Configuração	SISTEMA CONECTADO - Custos						Inversor	TOTAL
		Geração Média [kWh/m2.mês]	Geração no mês crítico [kWh/m2.mês]	Painéis	Inversor				
Preço individual				R\$ 525,45	R\$ 5.849,70				
1 conjunto conectado completo				R\$ 12.085,35	R\$ 3.328,47			R\$ 15.413,82	
<b>Opção 3</b>	Conjunto único conectado e com 23 módulos	<b>1.026,28</b>	<b>910,62</b>	R\$ 12.085,35	R\$ 5.849,70			<b>R\$ 17.935,05</b>	

Fonte: tabela elaborada pelos autores do artigo

Comparando as opções, é possível perceber que a Opção 3 demonstra ser a mais vantajosa, uma vez que, apresenta o maior potencial de geração, o menor custo de aquisição e o melhor custo benefício. Segue detalhamento da comparação entre as três alternativas:

Figura 17: Comparação entre as opções de arranjo 1, 2 e 3.

Opção	Configuração	Geração Média [kWh/m2.mês]	Custo TOTAL	Custo do kWh (R\$/kWh)
1	4 conjuntos isolados completos	890,64	R\$ 30.928,08	R\$ 34,73
2	5 conjuntos isolados com 12 baterias	1.017,87	R\$ 29.739,54	R\$ 29,22
3	um único conjunto conectado	R\$ 1.122,50	R\$ 21.557,40	R\$ 19,20

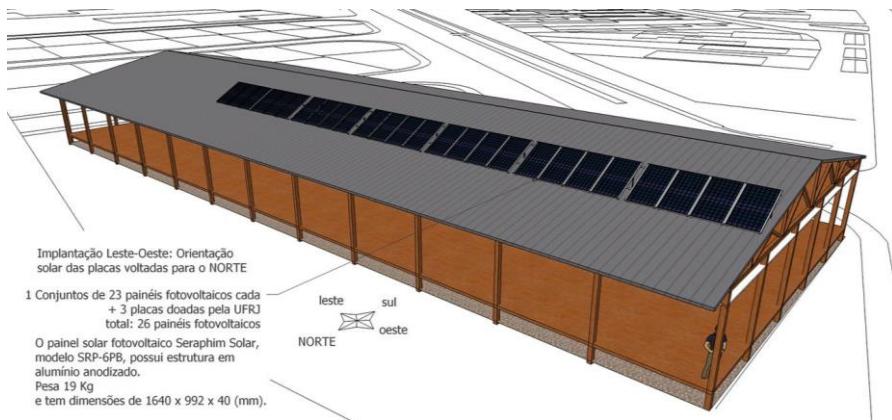
Fonte: Tabela elaborada pelos autores.

Com a configuração equivalente à Opção 3, tem-se um potencial médio de geração do sistema atingindo 1.122,5Wh/mês, o que corresponde a 48% da estimativa de consumo elaborada e detalhada a seguir.

Estimativas de consumo e dimensionamento do Sistema de Geração Fotovoltaica a ser instalado

A Figura 18 ilustra o projeto estrutural de instalação dos módulos, bem como sua disposição no telhado, a posição do CFP e sua implantação no terreno da ocupação.

Figura 18: Cobertura do Centro de Formação política com 26 painéis fotovoltaicos no total e estimativa de 50% de atendimento do consumo energético previsto.



Fonte: Imagem elaborada pelos autores

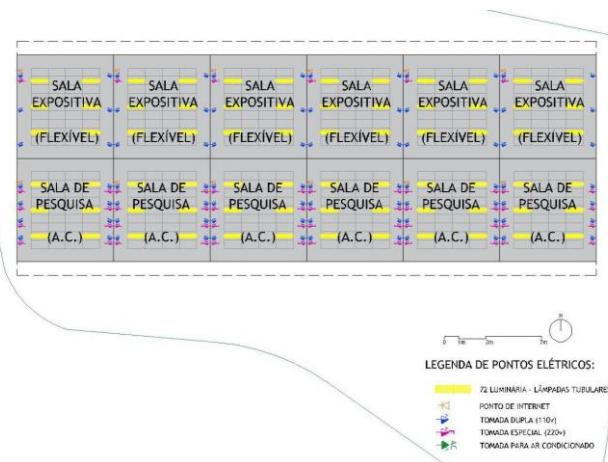
Como ainda há uma indefinição sobre as atividades que serão realizadas no CFP, foi identificada a necessidade de criação de um espaço flexível e multiuso. A partir disso, foi elaborada uma estimativa da quantidade de salas e seus respectivos usos, além dos equipamentos e pontos de eletricidade necessários, conforme podem ser visualizados nas figuras 19 e 20.

Figura 19: Pré-dimensionamento (estudo) de salas de aula para o Centro de Formação Politécnica com funcionamento ideal.



Fonte: Imagem elaborada pelos autores

Figura 20: Proposta ideal de layout de pontos elétricos.



Fonte: Imagem elaborada pelos autores

Desse modo, se por um lado, a flexibilidade almejada se mostra um complicador em relação às estimativas de consumo da estrutura em funcionamento, por outro, permitirá que as futuras instalações se adequem à capacidade e especificidades do sistema de geração fotovoltaica instalado, o que somado às escolhas técnicas do conjunto formado, contribuem para um bom aproveitamento da vida útil dos equipamentos e do sistema como um todo. O resultado da estimativa de consumo de energia do CFP se encontra ilustrado na figura a seguir.

Figura 21: Cálculo de consumo estimado pelo simulador COPEL.

Simulador de Consumo						
*Verificar os valores no site						
Escritório						
Item:	Unidades:	Potência em Watts:	Tempo de uso:	Período:	kWh por mês:	Custo por mês (R\$):
Aparelho de Som	6	80	10	Horas/Semana	19,20	R\$ 13,13
Ar Condicionado	6	1000	20	Horas/Semana	480,00	R\$ 328,37
Computador	54	300	20	Horas/Semana	1296,00	R\$ 886,59
Impressora	1	400	15	Minutos/Dia	3,00	R\$ 2,05
Ventilador	12	120	20	Horas/Semana	115,20	R\$ 78,81
Caregador de Celular	84	1,5	8	Horas/Dia	30,24	R\$ 20,69
Lâmpada Led Tubular	72	18	30	Horas/Semana	155,52	R\$ 106,39
Lâmpada Led Tubular	72	18	30	Minutos/Dia	19,44	R\$ 13,30
<b>TOTAL:</b>						<b>R\$ 1.449,33</b>
Cozinha						
Item:	Unidades:	Potência em Watts:	Tempo de uso:	Período:	kWh por mês:	Custo por mês (R\$):
Cafeteira elétrica	1	1000	60	Minutos/Dia	30,00	R\$ 20,52
Microondas	1	1200	20	Minutos/Dia	12,00	R\$ 8,21
Televisor	1	110	10	Horas/Semana	4,40	R\$ 3,01
<b>TOTAL:</b>						<b>R\$ 31,74</b>
Resultado da Simulação - tarifa com data de: 24/06/2017						
Soma total dos aparelhos elétricos adicionados em cada cômodo						
Consumo aproximado da conta de luz:	Valor aproximado:					
<b>2165,00 kWh</b>	<b>R\$ 1.481,07</b>					

Fonte: (<http://www.copel.com/hpcopel/simulador/>)

Sendo assim, dos 2.165kWh estimados para consumo mensal, em média, 1.122,5kWh seriam fornecidos pelo sistema de geração fotovoltaica proposto na Opção 3, o que equivaleria a uma cobertura de cerca de 50%. Considerando as diferentes faixas tarifárias de consumo, seria gerada uma redução média de aproximadamente R\$800,00 no valor cobrado mensalmente pela distribuidora de energia, podendo ultrapassar R\$900,00 nos meses de fevereiro, março e dezembro, o que permitiria uma economia superior a R\$10.000,00 por ano.

É importante destacar que haveria ainda a possibilidade de aquisição simultânea de dois conjuntos da Opção 3, o que, em termos práticos, consistiria em uma quarta opção. Nesse caso, seria exigido um investimento maior do que o inicialmente disponibilizado para o projeto, no valor de R\$35.870,00, contudo, o potencial de produção mensal médio seria de 2.245kWh e anual de 26.939,94kWh, por meio de um conjunto de 49 painéis, ao todo.

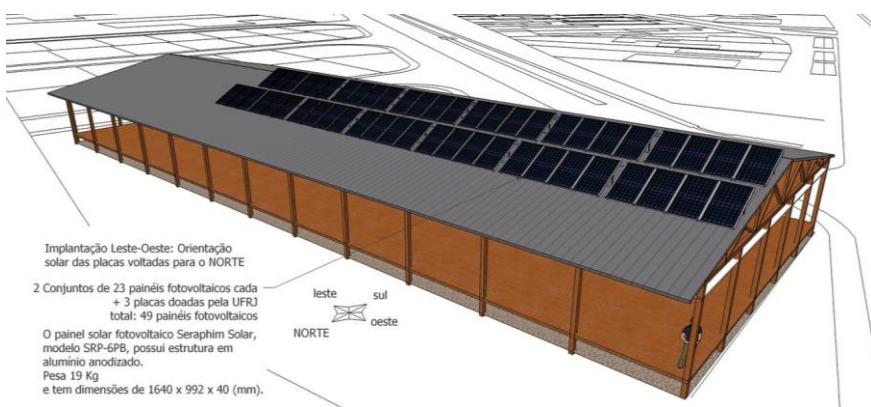
A partir, portanto, da escolha pela Opção 4 (Figura 22) seria possível atender a todo o consumo de energia elétrica previsto para o Centro de Formação Politécnica. Dessa forma, a rede de distribuição seria necessária apenas para eventuais compensações nos meses menos ensolarados, a serem pagos por meio dos créditos gerados junto à distribuidora de energia local, a partir de excedentes de energia gerada e não consumida. Esses excedentes devem ser recorrentes, sobretudo, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, quando a radiação solar está em seus maiores níveis e o CFP pode não estar funcionando com sua capacidade máxima, devido à cultura de férias escolares.

Vale mencionar ainda que a economia mensal média, com a instalação do sistema de geração fotovoltaica, corresponderia a cerca de R\$ 1.600,00 e que, por ano, a estimativa é que sejam economizados mais de R\$20.000,00. Esses valores podem ser considerados bastante significativos, uma vez que, pelo fato do CFP

contar com a participação de estudantes, professores e técnicos da UFRJ, além de outros voluntários e ocupantes, o custo com energia sempre foi estimado como o principal dentre os custos fixos do Centro.

Assim, com a implantação da geração fotovoltaica nas condições descritas por este trabalho, o dinheiro necessário para financiar a continuidade das operações do CFP, ou seja, seu capital de giro, seria, assim como seu custo fixo, significativamente reduzido, facilitando sua gestão financeira e contribuindo de modo substancial para a sua sustentabilidade econômica.

**Figura 22:** Cobertura do Centro de Formação politécnica com 49 painéis fotovoltaicos no total e estimativa de 100% de atendimento do consumo energético previsto.



Fonte: Imagem elaborada pelos autores

Por último, segue ilustrada na Figura 23 a comparação final entre as quatro opções apresentadas, indicando o potencial de geração média mensal (kWh), o custo total (R\$) e o custo da energia produzida (kWh):

**Figura 23:** Comparação final entre as opções de arranjo identificadas  
(Opções 1, 2, 3 e 4).

Opção	Configuração	Geração Média Mensal	Custo TOTAL	Custo do kWh (R\$/kWh)
1	4 conjuntos isolados completos	890,64	R\$ 30.928,08	R\$ 34,73
2	5 conjuntos isolados com 12 baterias	1.017,87	R\$ 29.739,54	R\$ 29,22
3	um único conjunto conectado	R\$ 1.122,50	R\$ 17.935,05	R\$ 15,98
4	2 conjuntos conectados	R\$ 2.245,00	R\$ 35.870,10	R\$ 15,98

Fonte: Tabela elaborada pelos autores

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muito além da economia gerada, é importante ressaltar o quanto o projeto de geração fotovoltaica de energia na Ocupação Solano Trindade se encontra alinhado aos objetivos do MNLM, bem como os da própria ocupação, à medida que abre caminhos para a autonomia das famílias atualmente residentes e das que ainda irão residir, a partir da construção das 105 unidades habitacionais previstas no projeto apresentado à SPU. A possibilidade que o projeto oferece da ocupação não depender do abastecimento da concessionária local de energia, por vezes intermitente e, sobretudo, não precisar arcar com seu significativo custo mensalmente pode representar uma enorme conquista para consolidação do espaço.

O Centro de Formação Politécnica pode se constituir, assim, em um espaço que ultrapasse os objetivos da qualificação profissional e do complemento da educação formal dos moradores da ocupação e de bairros vizinhos. Afinal, se por um lado, hoje os moradores lutam por sua sobrevivência, buscando uma alternativa de moradia digna, na qual tenham a oportunidade de opinar e decidir a respeito tanto de sua concepção projetual, quanto de sua execução física, por outro lado, buscam também caminhos para a geração de trabalho e renda que possibilitem o sustento de todos, assim como da ocupação enquanto espaço coletivo.

A relevância do projeto é incrementada, ainda, por sua relação direta com a projeção de uma demanda técnica, entre tantas necessárias à construção de um espaço dedicado à formação dos moradores da ocupação, sendo atendida por um grupo de professores, estudantes e técnicos da universidade. A possibilidade da implantação e execução de um projeto político-pedagógico baseado na Formação Politécnica (SAVIANI, 1989) em um espaço de luta pela reforma urbana e de um novo modelo de gestão coletiva é, sem dúvida, uma conquista para o movimento social, para a cidade e para o resgate do papel da universidade.

Além disso, o processo de implantação e manutenção do sistema fotovoltaico visa contribuir para o desenvolvimento desse modelo pedagógico, que defende a educação pelo trabalho, a medida que os moradores da ocupação poderão ter acesso tanto à educação formal, a partir dos temas que a aquisição e o uso do sistema de geração fotovoltaica podem gerar, quanto à formação técnico-profissional básica, direcionada para a instalação e manutenção dos equipamentos.

É importante destacar que os próprios moradores da ocupação, uma vez familiarizados ao sistema de geração fotovoltaica e devidamente capacitados a partir da experiência aqui proposta, não somente serão os responsáveis pela manutenção e bom funcionamento do sistema instalado no CFP, como estarão aptos a prestar serviços semelhantes, gerando trabalho e renda, por meio do trabalho associado na cooperativa Liga Urbana, que hoje já atua em outras ocupações do MNLM.

O objetivo a longo prazo é que sejam instalados sistemas de geração fotovoltaica em outros espaços, como na Fábrica de Cidades, nas praças, demais espaços coletivos e nas próprias unidades habitacionais a serem construídas. Esses sistemas poderiam ser interligados entre si, de forma a constituir uma rede, que compensando flutuações de oferta e demanda, garantiriam maior segurança e

---

estabilidade para todo o conjunto. Outra vantagem é que a geração fotovoltaica em espaços coletivos demandaria formas participativas de organização e gestão por parte dos moradores da ocupação, em contraposição à lógica da propriedade individual das casas, imposta por lei.

# Light to the Solano Trindade: contributions of the university in a project of energy generation for an occupation of the National Movement of Struggle for Housing

## ABSTRACT

The present article describes the development of an energy supply project as part of the partnership established between the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) and the Occupation Solano Trindade, in Duque de Caxias, coordinated by the National Movement of Struggle for Housing. The partnership with the UFRJ has worked to structure the actions on the territory and to strengthen the foundations of another practice extensionist. The project proposes the installation of a photovoltaic system at the Training Centre Polytechnic of the occupation, as an alternative to its sustainability, since that you can cover the main cost of running the building. We present the choices to the financial and structural aspects involved in the construction of the project, in addition to pointing to its contribution to the pedagogical proposal of training at work, through the implementation of activities that link the theoretical training of formal practical training, from the assembly, installation and maintenance of the necessary equipment to use the system.

**KEYWORDS:** Photovoltaic Energy. Social Movements. University Extension. Urban Reform. Sustainability.

## REFERÊNCIAS

ABINEE-Abinee - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. **Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira.** Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos da ABINEE, 2012.

Museu AFROBRASIL. **História e Memória** - Solano Trindade. Disponível em: <<http://www.museuafrobrasil.org.br/pesquisa/historia-e-memoria/historia-e-memoria/2014/12/30/solano-trindade>>. Acesso em: 01 set. 2017.

BENFEITORIA. **Fábrica Experimental**. Disponível em: <<https://benfeitoria.com/fabricaexperimentalmnldc>>. Acesso em: 06 set. 2017.

BLOGSPOT.COM.BR. **MNLM/RJ**. Disponível em: <<http://mnlmrj.blogspot.com.br/p/apresentacao.html>>. Acesso em: 03 set. 2017.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2018.

CEI, Informativos. **Déficit Habitacional**. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/informativos-cei-eventuais/634/-deficit-habitacional-06-09-2016/file>>. Acesso em: 05 set. 2017.

CEPEL. **Simulador de Gasto de Energia**. Disponível em: <CEPEL. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>>. Acesso em: 06 set. 2017.

EPE. **Balanço Energético Nacional - Relatório Síntese - ano base 2015, 2016.**

IEA - International Energy Agency's. **World Energy Outlook**, 2014.

IEA - International Energy Agency's. **World Energy Outlook**, 2016.

Ministério de Minas e Energia - MME. **Energia Solar no Brasil e no Mundo**, 2014.

REN21. **Renewables 2015 Global Status Report**, 2015.

---

ROLNIK, Raquel. Democracia no fio da navalha - Limites e possibilidades para a implementação de uma agenda de Reforma Urbana no Brasil. **Revista ANPUR: R.B. Estudos Urbanos e Regionais**, v.11, Novembro 2009.

SAULE, J.N.; UZZO, K. **A trajetória da reforma urbana no Brasil**, 2009. Disponível em: <<http://base.d-p-h.info/pt/fiches/dph/fiche-dph-8583.html>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

SAVIANI, Demeval. **Sobre a concepção de politecnicia**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ. Politécnico da Saúde Joaquim Venâncio, 1989.

SEGUEL, Julio Igor López. **Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital**. Master Degree Dissertation-Research Focus: Power Electronics, PPGEE-UFMG, 2009.

SOLAR POWER WORLD. **Solar Power World**, 2013. Disponível em: <[http://solectria.com//site/assets/files/1472/solectria\\_oversizing\\_your\\_array\\_july2013.pdf](http://solectria.com//site/assets/files/1472/solectria_oversizing_your_array_july2013.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2017.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Empresa de Pesquisa Energética – EPE: Rio de Janeiro, 2016.

VARÊLLA, António M.; BRITO, Miquel Centeno. **Meio século de Energia fotovoltaica**. CFMC - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2004.

OLIVEIRA, ADRIANA de S. **Avaliação de Impactos Ambientais do Módulo Fotovoltaico**: Produção e Uso como Fonte de Energia Elétrica. Dissertação de Mestrado em Ciências Mecânicas, Publicação ENM-DM 268/2017. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, Brasília- DF, 2017.

BARBOSA FILHO, Wilson P. **Impactos Ambientais em Usinas Solares Fotovoltaicas**. s/d. Disponível em: <[http://techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/1862](http://techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1862)> Acesso em: 08 abr. 2018.

**Recebido:** 20 fev. 2018.

**Aprovado:** 05 msi. 2018.

**DOI:** 10.3895/rts.v14n32.7867

**Como citar:** ALMEIDA, L., R., M., de; et al. Luz à Solano Trindade: contribuições da universidade em um projeto de geração de energia para uma ocupação do Movimento Nacional de Luta pela Moradia. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 14, n. 32, p. 98-121, Ed. Especial. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/7867>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Layssa Ramos Maia de Almeida

Segue o endereço de correspondência do primeiro autor, conforme solicitado: Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Bloco ABC, sala ABC112 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, 21941-909.

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

