

MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE ELÉTRICA NA CIDADE DE CURITIBA: RESULTADOS PRELIMINARES

Bruno Sabino Scolari¹, Édwin Augusto Tonolo², Roberto Chun Yan Pan³, Jair Urbanetz Junior⁴

¹ UTFPR, PPGEC, Curitiba, Brasil, brunoengutfpr@gmail.com

² UTFPR, PPGSE, Curitiba, Brasil, edwintonolo@gmail.com

³ UTFPR, PPGEC, Curitiba, Brasil, vcrp7@yahoo.com.br

⁴ UTFPR, PPGEC e PPGSE, Curitiba, Brasil, urbanetz@utfpr.edu.br

RESUMO:

Este trabalho apresenta o mapeamento dos sistemas fotovoltaicos conectados a rede (SFVCR) amparados pela Resolução Normativa (REN) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) N° 482/2012 na cidade de Curitiba. Primeiramente é efetuada uma breve introdução justificando os motivos que levaram ao desenvolvimento deste estudo, seguida pela explanação a respeito da metodologia, procedimentos e critérios adotados no trabalho. É apresentado um mapeamento geral de todos os SFVCR amparados pela REN N° 482/2012 instalados na cidade de Curitiba, identificados por classe, indicando como se dá a distribuição urbana destes SFVCR, sendo possível observar em quais regiões ocorre a maior prevalência de instalações. A partir daí é efetuada a caracterização geral destes sistemas fotovoltaicos (SFV), classificando-os por classe, quantidade de sistemas instalados, potência, quantidade de módulos, área total ocupada, potência média dos módulos e eficiência média dos SFVCR. Também são levantadas considerações a respeito da confiabilidade do Banco de Dados das Unidades Consumidoras com Geração Distribuída disponibilizado pela ANEEL.

Palavras chave: Energia Solar Fotovoltaica, Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede Elétrica, Resolução Normativa ANEEL N° 482 /2012.

ABSTRACT:

This work presents the mapping of grid connected photovoltaic systems supported by the Normative Resolution (NR) of the National Agency of Electric Energy (ANEEL) N° 482/2012 in the city of Curitiba. Firstly, a brief introduction was made justifying the reasons that led to the development of this study, followed by the explanation about the methodology, procedures and criteria adopted in the study. A general mapping of all on-grid photovoltaic systems supported by NR N° 482/2012 installed in the city of Curitiba, identified by class, is presented, indicating how the urban distribution of these photovoltaic systems occurs, and it is possible to observe in which regions the highest prevalence of installations occurs. From this, the general characterization of these photovoltaic systems is performed, classifying them by class, number of installed systems, power, number of modules, total occupied area, average power of modules and average efficiency of photovoltaic systems. Considerations are also raised regarding the reliability of the Database of Distributed Generation Consumer Units made available by ANEEL.

Key words: Photovoltaic Solar Energy, grid connected photovoltaic systems, Normative Resolution ANEEL N° 482/2012.

1. INTRODUÇÃO

O ano de 2012 foi um marco importante para a disseminação da Energia Solar Fotovoltaica (FV) no Brasil. A publicação da Resolução Normativa (REN) N° 482, de 17 de Abril de 2012 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e sua posterior atualização através REN N° 687, de 24 de Novembro de 2015 do mesmo órgão estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeração

distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, além do sistema de compensação de energia elétrica [1].

Na prática, essa resolução permitiu que desde os consumidores residenciais de pequeno porte até os consumidores industriais de grande porte pudessem instalar Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFVCR) em suas próprias unidades consumidoras (UC) com reduzida burocracia de

homologação. Além disso, a resolução implementou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, no qual a energia elétrica gerada e não consumida pela UC em um dado momento pode ser injetada no sistema de distribuição da concessionária local e posteriormente compensada em momentos em que a UC não esteja gerando energia elétrica através do sistema fotovoltaico (SFV). Estes dois fatores tornaram viável o uso da energia solar FV em larga escala para consumidores de pequeno e médio porte.

Antes da publicação da REN a instalação de SFVCR estava restrita à usos específicos de concessionárias e para pesquisas e testes em universidades e indústrias. Em apenas cinco anos da aprovação da REN já pode-se notar a disseminação dos SFVCR nos consumidores residências, comerciais e industriais de pequeno porte. A Tabela 1 mostra o aumento das instalações de SFVCR amparados pela REN N° 482 durante estes seis anos.

Tabela 1 – SFVCR amparados pela REN N° 482/2012 adicionados por ano.

| Ano | 2012 | | 2013 | | 2014 | | 2015 | | 2016 | | 2017* | | TOTAL* | |
|----------|-------|--------|------|--------|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | Local | Quant. | kW | Quant. | kW | Quant. | kW | Quant. | kW | Quant. | kW | Quant. | kW | Quant. |
| Brasil | 1 | 403 | 51 | 1.340 | 277 | 2.362 | 1.390 | 9.111 | 5.981 | 47.716 | 3.040 | 22.987 | 10.740 | 83.919 |
| Paraná | 0 | 0 | 2 | 4 | 15 | 87 | 108 | 559 | 538 | 3.315 | 221 | 1.400 | 884 | 5.365 |
| Curitiba | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 49 | 30 | 170 | 97 | 377 | 37 | 157 | 170 | 754 |

Fonte: Compilação de dados dos autores com base na referência [2].

* Até o dia 05 de Junho de 2017.

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2024 estima que a capacidade instalada de geração fotovoltaica chegue a 8.300 MW em 2024, sendo 7.000 MW de geração centralizada e 1.300 MW de geração distribuída. A proporção da geração FV chegará a 1% da total [3].

Os estudos do Plano Nacional de Energia (PNE) 2050, em elaboração pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), estimam que 18% dos domicílios de 2050 contarão com geração fotovoltaica, o que suprirá 13% do consumo residencial [3].

Estas projeções são corroboradas por estudos [4] que já confirmam tecnicamente a aplicabilidade da geração FV distribuída em ambientes urbanos.

Do ponto de vista do potencial de geração fotovoltaico, o Brasil e, mais especificamente o estado do Paraná, possuem valores de Irradiação e Produtividade Total Anual significativamente superiores àqueles obtidos em países da Europa como Alemanha, Itália e Espanha, que juntos representam 54% da potência instalada em energia fotovoltaica no mundo [5] [6].

Mesmo a cidade de Curitiba, reconhecida pelo seu clima frio e chuvoso, possui uma média de irradiação apenas 8,6% inferior à média do Brasil [7].

Pesquisas com abordagem da viabilidade econômica [8] também vêm confirmando a exequibilidade dos SFVCR para consumidores de pequeno porte. Porém, o custo ainda elevado da instalação e falta de incentivos governamentais acabam restringindo seu acesso às classes mais altas, o

que por sua vez, faz com que a expansão dos SFV instalados se dê em uma velocidade mais baixa do que poderia em circunstâncias mais favoráveis.

2. OBJETIVOS

Para que essa expansão se dê de maneira ordenada e possa ser melhor aproveitada em seus aspectos técnicos, urbanos e sociais, se faz necessário compreendê-la do ponto de vista espacial, determinando como se dá a distribuição urbana dos SFV em determinada cidade avaliada sobre diferentes aspectos.

O conjunto de análises em um determinado local efetuado sobre diferentes aspectos ampliará o entendimento de como essa expansão se dá, possibilitado direcionar de maneira mais eficaz políticas urbanas, planejamentos energéticos, programas de incentivo a instalação de SFV, etc.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um mapeamento geral de todos os SFVCR amparados pela REN N° 482/2012 instalados na cidade de Curitiba, identificados por classe, indicando como se dá a distribuição urbana destes SFVCR, sendo possível observar em quais regiões ocorre a maior prevalência de instalações. A partir daí é efetuada a caracterização geral destes SFV, classificando-os por classe, quantidade de sistemas instalados, potência, quantidade de módulos, área total ocupada, potência média dos módulos e eficiência média dos SFVCR.

Este trabalho apresenta os resultados parciais de um estudo em desenvolvimento que propiciará uma

visão completa da distribuição geográfica dos SFVCR instalados na cidade de Curitiba e Paraná avaliada por diferentes aspectos, como indicadores socioeconômicos, níveis de irradiação solar, aspectos urbanos da cidade, entre outros.

3. MÉTODOS

3.1 Levantamento de Dados e Mapeamento dos SFVCR na Cidade de Curitiba

Para que o objetivo deste trabalho fosse alcançado foi utilizado o banco de dados [2] disponibilizado pela ANEEL com o registro de todas as UC's que possuem geração distribuída amparadas pela REN N°482/2012.

Como este banco de dados está em constante atualização, foi utilizada a data de 05 de junho de 2017 para a obtenção dos dados, não foram consideradas as atualizações no banco de dados após esta data. É importante destacar também que durante este trabalho, quando forem citados números de consumidores com geração FV, estes referem-se somente aos sistemas FV com geração distribuída amparados pela REN ° 482/2012 e que constavam no banco de dados supracitado na data de consulta.

Este banco de dados possui diversas informações relevantes sobre os SFV instalados, como: estado, cidade e CEP da instalação, data de conexão à rede, potência, classe do consumidor, subgrupo de faturamento, nome do titular da UC, quantidade de módulos, quantidade de inversores e área ocupada pelo painel.

Como o banco de dados também considera outros tipos de geração distribuída (hidráulica, eólica, solar fotovoltaica e termoeletrica) ele foi filtrado por "Tipo de Geração" e selecionadas somente as unidades que possuem "geração solar fotovoltaica". Esta busca resultou em 10.740 sistemas FV instalados no Brasil conforme já demonstrado na Tabela 1. Este resultado foi transferido para uma planilha eletrônica, afim de que os dados pudessem ser tratados com maior flexibilidade.

A seguir, selecionaram-se apenas os SFV instalados na Cidade de Curitiba, o que resultou inicialmente em 178 sistemas.

A partir daí, iniciou-se o processo de mapeamento. Primeiramente procurou-se o endereço aproximado de cada sistema através de seu CEP utilizando o software de mapeamento Google Earth [9], o ponto de cada UC foi sendo marcado no mapa

através do cadastramento de um novo marcador. A seguir, a localização e o bairro de cada UC foram conferidos e ajustados através do aplicativo online de busca de CEP da Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT), que utiliza um banco de dados de endereçamento (DNE) de mais de 900 mil CEP de todo o Brasil, sendo esta, a base oficial e exclusiva dos Correios, portanto, sua informação é confiável e atualizada [10].

Como o CEP não indica o endereço exato do local, mas sim um intervalo numérico de uma determinada rua, os pontos mapeados foram posicionados em posições médias na sua rua correspondente. Criou-se também uma nova coluna na tabela eletrônica indicando o nome do bairro de cada UC.

Identificado o endereço aproximado dos 178 sistemas FV, verificou-se que, em oito UC's o CEP indicado não correspondia a cidade de Curitiba, mas sim a cidades da região metropolitana. Por este motivo estes oito sistemas foram excluídos desta análise, resultando em 170 sistemas FV instalados na cidade de Curitiba, conforme indicado na Tabela 1.

O mapeamento dos pontos foi efetuado de modo que pudessem ser adicionados filtros, para diferenciar visualmente no mapa os SFV por potência, classe, data de conexão e subgrupo de faturamento.

3.2 Caracterização dos SFVCR

A caracterização dos SFVCR baseou-se nas informações disponíveis sobre estes sistemas no banco de dados de UC's com geração distribuída [2]. Foi efetuada a caracterização de acordo com a classe (residencial, comercial, industrial ou poder público) à qual pertence o sistema. Os dados extraídos do banco de dados foram: Quantidade de SFVCR, Potência Total, Quantidade de Módulos e Área Ocupada Total. Para complementar a análise, foram calculados os seguintes parâmetros: Potência Média dos SFVCR (Eq. 1), Potência Média dos Módulos (Eq. 2) e Eficiência Média dos SFVCR (Eq. 3).

$$\text{Pot. Méd. SFVCR (kW)} = \frac{\text{Pot. Total dos SFVCR (kW)}}{\text{Quantidade de SFVCR}} \quad (1)$$

$$\text{Pot. Méd. Módulos (W)} = \frac{\text{Pot. Total dos SFVCR (W)}}{\text{Quantidade de Módulos}} \quad (2)$$

$$\text{Efic. Méd. SFVCR (\%)} = \frac{\text{Pot. Total dos SFVCR (W)}}{\text{Área Total SFVCR (m}^2\text{)} \times G_{\text{TOT}}} \times 100\% \quad (3)$$

Onde: G_{TOT} é a potência radiante solar total com as componentes direta, difusa e de albedo, recebido

em uma unidade de área em uma superfície. O G_{TOT} definido nas condições padrões de ensaio é de $1.000W/m^2$.

3.3 Distribuição dos SFVCR nas Regionais de Curitiba

A cidade de Curitiba possui 75 bairros, que estão agrupados em 10 regionais. As regionais de Curitiba são divisões administrativas do território da cidade, destinadas a operacionalização, integração e controle das atividades descentralizadas.

Embora possa haver diferenças socioeconômicas e urbanas dentro de uma mesma regional, cada regional tende a possuir características uniformes, visto que elas são formadas por bairros geograficamente próximos uns dos outros. Assim, é possível determinar aspectos socioeconômicos e urbanos característicos de cada regional.

Para que fosse possível distribuir geograficamente os SFV pelo mapa de Curitiba e traçar um paralelo com aspectos socioeconômicos e urbanos da respectiva região, optou-se por usar a divisão de regionais de Curitiba como limitador espacial de análise, assim, os SFV foram distribuídos de acordo com a regional na qual estão instalados.

Utilizar a divisão dos bairros de Curitiba para esta análise traria o inconveniente de um número muito pequeno de amostras de SFV em cada bairro, o que acarretaria em resultado pouco confiável. A tendência é de que, no futuro, com a ampliação do número de sistemas FV instalados, uma análise de distribuição por bairros seja possível.

Os dados cartográficos das divisões das regionais de Curitiba foram obtidos através do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) [11].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mapeamento e Caracterização dos SFVCR

Uma vez concluída a etapa de mapeamento e compilação de dados, pode-se partir para a apresentação e análise dos resultados obtidos. A Figura 1 apresenta o resultado de mapeamento geral dos SFV na cidade de Curitiba, incluindo os sistemas residências, comerciais, industriais e do poder público, distribuídos pelas regionais da Cidade de Curitiba. Esta figura oferece um panorama geral dos SFVCR, podendo-se observar as regiões de maior incidência.

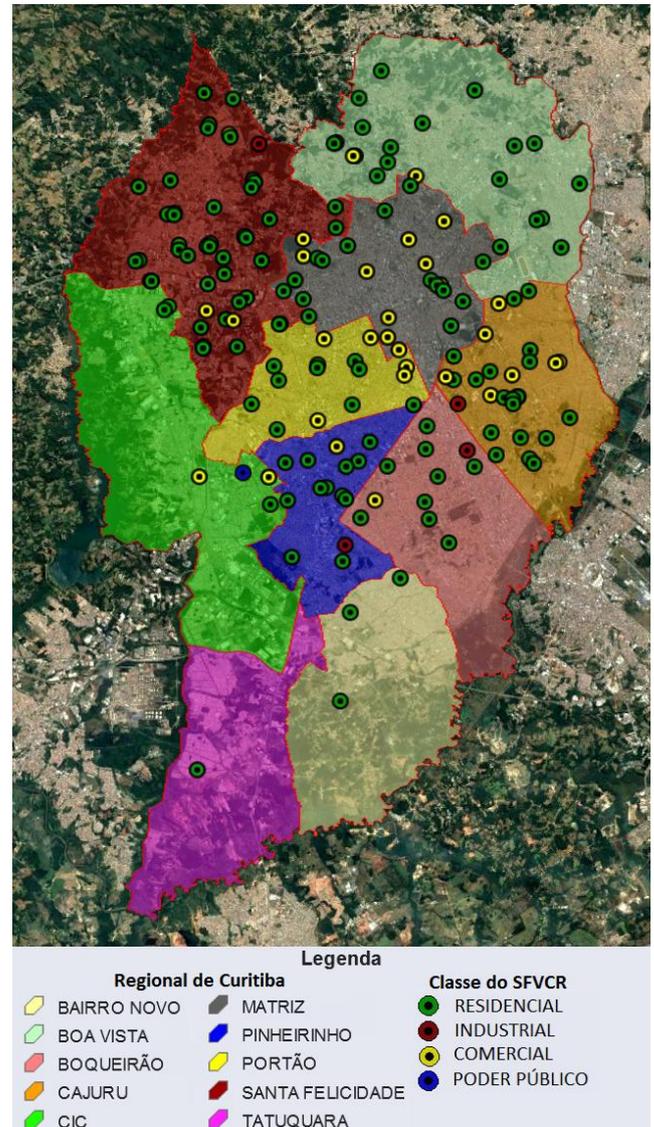


Figura 1 - Distribuição dos SFVCR instalados em Curitiba.
Fonte: Mapeamento do Autor. Imagem de satélite de [9].

Na Tabela 2 pode-se analisar o resultado da caracterização dos SFVCR divididos pela classe da UC.

Observa-se que os sistemas residenciais representam 78% dos sistemas instalados em quantidade absoluta e 52% da potência total instalada.

A potência média dos sistemas residências é significativamente menor do que a potência média nas outras categorias, o que é explicado devido a menor demanda energética de uma residência, quando comparada a consumidores comerciais, industriais e prédios públicos. A maior disponibilidade de recursos para investimento nos consumidores comerciais e industriais também justifica os SFV de maior potência instalados nestes setores.

Estudo aprofundado de caracterização técnica dos SFVCR na Cidade de Curitiba [4] aponta a predominância de sistemas FV com módulos de Silício Policristalino, que apresentam uma eficiência da ordem de 13% a 16,5% [12]. Estes valores vão de encontro com a Eficiência Média dos SFVCR calculada, que é de 14,73%. A Potência Média dos Módulos calculada, que é de 254W, também condiz com os valores comerciais médios dos módulos de Silício Policristalino disponíveis no mercado.

A baixa potência do menor sistema FV cadastrado chama a atenção. Observa-se que o sistema indicado possui dois módulos de apenas 25W cada, que ocupam uma área de aproximadamente 1 m² cada um. Estes valores não condizem com as características comuns dos SFV disponíveis comercialmente. Uma hipótese é que as informações foram cadastradas de maneira incorreta no banco de dados de UC's com geração distribuída.

Tabela 2 - Caracterização Geral dos SFVCR divididos por Classe da UC.

| Classe da UC | Quantidade de SFVCR | Potência Total dos SFVCR (kW) | Quantidade de Módulos | Área Total Ocupada (m ²) | Potência Média dos SFVCR (kW) | Potência Média dos Módulos (W) | Eficiência Média dos SFVCR (%) |
|---------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Residencial | 132 | 392,40 | 1.594 | 2.710 | 2,97 | 246 | 14,48% |
| Comercial | 31 | 293,82 | 1.141 | 1.950 | 9,48 | 258 | 15,07% |
| Industrial | 6 | 58,12 | 200 | 395 | 9,69 | 291 | 14,72% |
| Poder Público | 1 | 10,00 | 34 | 68 | 10,00 | 294 | 14,71% |
| Total | 170 | 754,34 | 2.969 | 5.123 | 4,44 | 254 | 14,73% |
| Maior Sistema | ----- | 50,00 | 168 | 336,0 | ----- | 298 | 14,9% |
| Menor Sistema | ----- | 0,05 | 2 | 1,9 | ----- | 25 | 2,6% |

Fonte: Compilação de dados do Autor com base na referência [2]

4.2 Considerações Sobre a Confiabilidade das Informações do Banco de Dados de UC com Geração Distribuída

O banco de dados de UC's com geração distribuída [2] é um recente e promissor banco de dados que fornece e fornecerá cada vez mais uma grande variedade informações para estudos e pesquisas com foco em geração distribuída e assuntos correlatos.

Porém, para que este banco de dados possa ser utilizado com segurança é necessário que as informações cadastradas sejam confiáveis. A solicitação do registro das UC's com geração distribuída é efetuada de forma descentralizada, sendo de responsabilidade de cada concessionária ou permissionária de distribuição. Assim, não se tem controle de qual setor e qual a qualificação do funcionário responsável pelo cadastramento dessas informações em cada concessionária. Portanto, estas informações estão sujeitas a erros de cadastramento por parte dos responsáveis, seja por negligência, imprudência ou imperícia.

Dos 178 SFVCR selecionados inicialmente na cidade de Curitiba, oito deles (4,5%) estavam com o cadastramento errado da informação da cidade.

Quando se calculou a eficiência de cada sistema, dois sistemas apresentaram eficiência menor do que 5% e oito sistemas apresentaram uma eficiência maior do que 25%, indicando claramente um erro de cadastramento ou de fornecimento de informação, seja da potência instalada ou da área ocupada pelo arranjo. Um dos sistemas chegou a apresentar uma eficiência calculada de 234%; a simples análise crítica das informações pelo responsável demonstraria incongruência dos dados informados, onde teoricamente um SFV de 2,5kW estaria ocupando uma área de apenas 1m².

Para a Cidade de Curitiba, fazendo a conferência dos dados somente sobre estes dois aspectos (cidade cadastrada e relação entre potência/área), em uma amostragem de 178 SFVCR, 18 sistemas apresentaram algum erro de cadastramento, o que indica que aproximadamente 10% dos dados analisados não são confiáveis. Sem considerar as outras informações cadastradas que não são passíveis de conferência.

A tendência seria de que quanto mais sistemas fossem cadastrados maior seria a amostragem para se fazer análises e conseqüentemente menores seriam os erros de amostragem. Porém, o que se evidencia é que se não forem tomadas as devidas providências, esses erros de cadastramento que podem fazer com que pesquisas acadêmicas apresentem resultados

incorretos, planejamentos energéticos não estejam baseados em informações corretas, políticas públicas não tenham a eficiência desejada, entre diversos outros impactos negativos.

Assim, é importante que se oriente os responsáveis por esses cadastramentos sobre a importância deste banco de dados, para que todo cadastramento de informações seja efetuado com senso crítico e com a devida prudência.

5. CONCLUSÃO

Através do mapeamento e caracterização geral dos SFVCR instalados na Cidade Curitiba, foi possível observar a sua distribuição urbana e as características usuais destes sistemas. Observou-se que o maior número dos SFV existentes está instalado em residências, estes SFV representam 78% do total de SFV instalados e 52% da potência total instalada. Enquanto os sistemas residenciais possuem uma potência média de 2,97kW, os sistemas comerciais e industriais apresentam uma potência média de 9,48kW e 9,69kW respectivamente. A média de potência dos SFV instalados na Cidade de Curitiba é de 4,44kW.

Por fim, foram efetuadas considerações a respeito da confiabilidade das informações cadastradas no Banco de Dados de UC's com geração distribuída [2]. Verificou-se que, da amostragem analisada, cerca de 10% das UC's cadastradas apresentaram algum erro de cadastramento. Assim, foi ressaltada a importância de se orientar os responsáveis pelo cadastramento sobre a importância deste banco de dados.

Este trabalho apresenta os resultados parciais de um estudo em desenvolvimento que propiciará uma visão completa da distribuição geográfica dos SFVCR instalados na cidade de Curitiba e Paraná avaliada por diferentes aspectos, como indicadores socioeconômicos, níveis de irradiação solar, aspectos urbanos da cidade, entre outros; ampliando o entendimento como se dá a expansão dos SFVCR.

6. REFERÊNCIAS

[1] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 482, de 17 de Abril de 2012. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

[2] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Outorgas e Registros de Geração: Unidades Consumidoras com Geração Distribuída. Disponível

em: <<http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/gd.asp>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

[3] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Energia Solar no Brasil e no Mundo - Ano de Referência 2015. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

[4] TONIN, F. S., URBANETZ JR, J. Caracterização de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica - SFVCR. Induscon, Curitiba, 2016.

[5] TIEPOLO, G. M., CANGIOLIERI JR, O., URBANETZ JR, J., VIANA, T., PEREIRA, E. B. Comparação Entre o Potencial de Geração Fotovoltaica no Estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha. CBENS, Recife, 2014.

[6] TIEPOLO, G. M., URBANETZ JR, J., PEREIRA, E. B., PEREIRA, S. V., ALVES, A. R. Potencial de Geração de Energia Elétrica Através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede no Estado do Paraná - Resultados Parciais. CBENS, Belo Horizonte, 2016.

[7] TIEPOLO, G. M. Estudo do Potencial de Geração de Energia Elétrica Através de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede no Estado do Paraná. Tese (doutorado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, PPGEPS, Curitiba, 2015.

[8] TEM-PASS, E. H.; SOUZA, M. B.; IATSKIU, T. Estudo Econômico para Implementação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica de Energia no Estado do Paraná. TCC, UTFPR, Curitiba, 2016.

[9] GOOGLE. Programa Google Earth Pro, Versão 7.1.8.3036. 2017. Disponível em: <<https://www.google.com/earth/>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

[10] EMPRESA BRASILEIRA DE CORREIOS E TELÉGRAFO (ECT). Busca CEP. Versão DNE: 1705. 2017. Disponível em: <<http://www.buscacep.correios.com.br>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

[11] INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). Arquivos Cartográficos de Curitiba - Divisa de Regionais. 2017. Disponível em: <<http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm/>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

[12] ALMEIDA et al. Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/eol/article/download/3574/1911>>. Acesso em: 15 jun. 2017.