

ANÁLISE DA ESTRUTURA DOS MAPAS SOLARES DA ALEMANHA E O MAPA SOLAR DO RIO DE JANEIRO: ESTRATÉGIAS DE PROMOÇÃO DA ENERGIA SOLAR

Barbara Simões de Breyer¹ – barbara.breyer@soulasalle.com.br
Jhennyfer Rodrigues Parente¹ – jhennyfer.parente@soulasalle.com.br
Luciane Martins do Pilar¹ – luciane.pilar@soulasalle.com.br
Diego Souza Caetano¹² – diego.caetano@lasalle.org.br
Louise Land Bittencourt Lomardo² – louiselandlomardo@id.uff.br

¹Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro, UNILASALLE-RJ

²Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, PPGAU/UFF

Resumo. *A implantação de mapas do potencial de energia solar no ambiente urbano gera oportunidades de economia de energia na cidade inteira através da geração fotovoltaica. Essa estratégia promove a evolução da sustentabilidade ambiental nas cidades, fomentando inclusive outras tecnologias como a solar térmica e, até mesmo, telhados verdes. A pesquisa tem como objetivo realizar uma análise de mapas solares existentes, a fim de desmembrar seus metadados para a compreensão de qual seria o padrão da estrutura de informações orientadas à sociedade civil. Através da metodologia adaptada encontrada na bibliografia foram analisados 161 mapas solares dentre cidades, distritos e comunidades locais da Alemanha e também o Mapa Solar do Rio de Janeiro, visto que das 27 capitais, apenas o município carioca possui. Os resultados apontam uma semelhança entre a estrutura de metadados analisados na Alemanha com a cidade do Rio de Janeiro em relação às tipologias de mapas. Os resultados apresentam também uma discussão sobre a metodologia do mapeamento carioca, demonstrando suas vantagens, mas também seus desafios e oportunidades que podem deixá-lo mais interativo e funcional. Por fim, espera-se que os dados deste artigo fomentem a discussão e a implementação de mais mapas solares nas cidades brasileiras.*

Palavras-chave: *Energia Fotovoltaica, Mapa Solar, Planejamento Urbano.*

1. INTRODUÇÃO

A Energia sempre foi um insumo importante no desenvolvimento da sociedade. O avanço das civilizações se realizou sobre a base de fontes de energia, desde a lenha que figura até hoje na matriz energética mundial, passando pela tração animal nas primeiras civilizações, os óleos, como o óleo de baleia para iluminação, da força do vento para expansão marítima ocidental, pelo carvão mineral e vapor d'água na Revolução Industrial, e mais recentemente pela força da água nas hidrelétricas e maremotriz, o petróleo e o gás natural, a energia nuclear, a energia solar e a energia geotérmica.

As fontes energéticas têm contribuído paulatinamente para a crise ambiental que se estabelece em nosso século, sendo personagem importante na degradação ambiental do planeta protagonizada pela sociedade. Desta forma, o enfrentamento da crise ambiental passa pela revisão de nossas matrizes energéticas, na busca de fontes renováveis, não fósseis e mais limpas, no contexto da forma como a geramos, a distribuimos e a consumimos. Fontes como a energia eólica, solar e geotérmica figuram como as menos poluidoras e de menor impacto ambiental.

O Brasil possui uma matriz relativamente limpa quando comparada a países com matriz de base fóssil. Dados do Banco Mundial apontam que o Brasil obteve 43,8% do total de seu consumo de energia final através de fontes renováveis de energia, acima da média de 18,0% do consumo mundial no ano de 2015 (Banco Mundial, 2021). Segundo o Balanço Energético Nacional, em 2019, a energia hidráulica foi a principal fonte de geração de energia elétrica no país, com 64,9% da geração da eletricidade. A Energia Solar figura em último lugar, atualmente com apenas 1% da geração. No entanto, a utilização da energia solar como fonte vem crescendo relativamente quando comparada a energia hidráulica. Entre 2017 a 2019, enquanto a produção de energia primária por base Solar mais que triplicou no país, a energia hidráulica manteve sua produção nos mesmos patamares (Brasil, 2020).

Segundo Silva (2018), o ano de 2017 foi o quarto ano consecutivo de forte seca em várias partes do país, o que impactou consideravelmente os reservatórios das hidrelétricas. A Empresa Brasileira de Comunicação noticiou recentemente que essas secas continuam afetando a capacidade de geração nacional. Segundo a EBC (2021), “as perspectivas climáticas para este ano e para 2022 indicam risco de crise hídrica para a maior parte da região central do país” e que a falta de chuva pode afetar a geração de energia, tendo em vista que no ano passado “os rios pelo país chegaram ao volume mais baixo dos últimos 91 anos, desde que começaram a ser monitorados.” A dependência da

energia hidráulica tem tido consequências como o aumento do uso das termelétricas, sistemas de geração com fonte fóssil e poluente, e o aumento do custo da energia para o consumidor. Segundo o Estadão (2020), o Brasil está na 37ª posição das mais caras tarifas de energia no mundo, num ranking de 110 países analisado pelo Global Petrol Prices de 2019. Segundo o ranking, “em média, o valor fica atrás do que é cobrado na maioria dos países europeus, mas à frente das nações em desenvolvimento”.

Em contrapartida, a energia solar desponta como alternativa importante para mitigar os impactos dos problemas relativos à geração de energia. Segundo Scheer (2002), as instalações solares integradas aos edifícios podem assumir funções de usinas produtoras de energia com condições de vender energia que não consomem, considerando o cenário de edifícios cada vez mais autossuficientes em energia e atendendo as suas necessidades de abastecimento elétrico. É importante destacar que, no consumo deste fluxo de energia elétrica, os edifícios corresponderam em 2019 a 43,5% da energia elétrica no Brasil, sendo os edifícios residenciais 21,9% (142,6 TWh) deste montante. Segundo Brasil (2018), a EPE aponta que “atualmente todos os estados teriam condição de suprir seu consumo elétrico residencial de forma integral com o advento da energia fotovoltaica”, sendo potencial técnico fotovoltaico residencial estimado em 287,8 TWh conforme a Nota Técnica PR 04/18.

O desenvolvimento de mapas de potencial solar tem sido uma estratégia internacional para a difusão da geração descentralizada de energia solar como alternativa para adoção dos sistemas nos edifícios de diferentes tipologias, privados e públicos. O uso de mapas solares como estratégia de promoção da energia solar ocorre em diversas cidades do mundo. Kanters et al (2014) listou 19 cidades com mapas solares e categorizou suas informações. Segundo Lange e Vasconcelos (2015), a disponibilidade de imagens de satélite de alta resolução espacial tem permitido um grande avanço nos estudos urbanos. O uso de sistemas de informação geográfica (SIG 's) têm permitido atrelar a cartografia diferentes dados configurando conteúdos caracterizados como metadados. No entanto, “são poucos os estudos que utilizam técnicas de sensoriamento remoto para mapeamento de telhados para fins de instalação de células fotovoltaicas.”. Lange (2012) considera como importante linha de investigação o aprimoramento dos estudos de telhados para implementação de sistemas de energia solar. O autor aborda aspectos como “estudos detalhados sobre a área de telhados por tipo de domicílio baseando-se em cadastros locais e regionais, classificação ou digitalização de imagens de satélite de alta resolução” e, ainda, a “diferenciação por indicadores socioeconômicos (renda p.ex.)”.

A estratégia do uso de mapas solares como ferramenta de promoção da energia solar tem se consolidado ao redor do mundo, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa. Dentre os diversos países europeus, se acentua a Alemanha em meio aos demais países. Mesmo com radiação solar baixa, o país é considerado um dos líderes do mercado mundial de energia renovável. Graças ao Plano de Ação Climática de 2050, o qual estabelece como meta a eliminação do uso do carvão e usinas nucleares como fonte de energia, a fim de reduzir a emissão de gases e realizar sua transição energética, a Alemanha tem desenvolvido diversas estratégias para fomentar a energia renovável em seu território e em todo mundo, por meio de subsídios e transferência de tecnologia. Dentre suas estratégias, os mapas solares são uma forte ferramenta presente em, pelo menos, 161 cidades, distritos e comunidades locais do país. Segundo Tetraeder (2021), os mapas solares alemães são ferramentas que apoiam cidades, distritos e comunidades “na conscientização sobre os tópicos de transição energética, proteção climática e adaptação às mudanças climáticas em suas regiões, formulando e atingindo metas de proteção climática e, assim, fortalecimento da economia local.”.

Assim, o artigo tem por objetivo analisar mapas solares alemães como benchmarking para promover a energia solar no Brasil através da estratégia dos mapas como ferramenta de apoio a sociedade civil, governos e empresas na transformação energética das cidades brasileiras.

2. METODOLOGIA E CRITÉRIOS DE ANÁLISE

A metodologia da presente pesquisa teve como objetivos: 1) A análise dos mapas solares da Alemanha; 2) A análise do Mapa Solar do Rio de Janeiro.

Para isso, foi realizada uma pesquisa em 200 portais de prefeituras de cidades, distritos e comunidades locais alemães. No Brasil, foi realizada a mesma pesquisa nas 27 capitais brasileiras, observando a existência no mínimo de sistemas de informações geográficas (SIG 's). Na seleção alemã, o estudo verificou a existência de 24 tipos de mapas solares, que permitiram compreender as diferenças entre as iniciativas de cada cidade. Destes 24 tipos, um deles representa sozinho um conjunto de 138 cidades, distritos e comunidades locais que contém o mesmo formato de metadados (informações estruturadas para o computador), configurando um padrão de mapas solares na Alemanha. Na seleção brasileira, foi encontrado somente um mapa solar referente a cidade do Rio de Janeiro, o qual tornou-se objeto de análise também deste artigo.

Esta análise seguiu os critérios utilizados em pesquisa realizada em bibliografia extensa analisada sistematicamente. Foram selecionadas as categorias de análise de Kanters (2014), em uma forma adaptada, conforme a seguir:

- Área de Cobertura informada;
- Disponibilização de Endereço;
- Formato do Telhado, diferenciando a inclinação de telhados;

- Área útil de Telhado, que avalia se o mapa considera os elementos de infraestrutura do telhado como caixas d'água e antenas;
- Incidência de Sombra, que avalia se o mapa foi desenvolvido considerando o autosombreamento entre edifícios e/ou a sombra de árvores;
- Potencial Solar da Cobertura, que informa o potencial solar da cobertura, sendo: Básico, classificação dos telhados (“Bem adequado”, “Adequado”, “Condicionalmente adequado” e “Não apropriado”) ou somente o potencial solar da cobertura (kWh/ano); Aprimorado, disponibiliza classificação dos telhados, o potencial solar e metragem quadrada do telhado; Detalhado, disponibiliza, além da classificação e metragem quadrada dos telhados, o potencial solar indicando por período do ano (mensal ou estações);
- Dados relativos a categoria de edifícios considerados Patrimônio;
- Tipologias de edifícios;
- Retorno Financeiro do investimento no sistema solar, como preço da energia, financiamentos, subsídios ou valor em moeda local do custo de investimento e o retorno do mesmo;
- E informações de educação solar disponibilizada para a população, seja através de um portal ou por meio de aplicativos de celular e Redes Sociais para disseminação da energia solar.

Esses critérios de análise foram utilizados para avaliar os mapas solares alemães e, também, o Mapa Solar do Rio de Janeiro. Os resultados dessas análises estão dispostos nos tópicos sobre a análise dos mapas solares da Alemanha e sobre o uso de mapas solares como estratégia de promoção da energia solar no Brasil.

3. ANÁLISE DOS MAPAS SOLARES DA ALEMANHA

Foram analisados 161 mapas solares alemães, sendo resumidos em 24 tipos de mapas, a partir da metodologia encontrada na bibliografia pesquisada e descrita no tópico da Metodologia e Critérios de Análise. Tendo isso em vista, os resultados estão apresentados na Fig.1 e Fig.2, demonstrando, respectivamente, os tipos de classificação do potencial solar dos mapas e os quantitativos referentes à presença de determinados tipos de metadados na estrutura destes mapas. Na Fig.1, observou-se que 54,2% dos mapas solares são classificados como básico, 37,5% como aprimorado e 8,3% como detalhados em relação aos 24 tipos de mapas analisados. Esse resultado denota que o padrão “Básico” em relação aos tipos implementados é comum. No entanto, dado que 138 mapas estão reunidos em um único tipo, formando um padrão em números absolutos, é notável o resultado da classificação “Aprimorado”, que possui um percentual menor se não considerarmos os 138 mapas citados. A presença de mapas detalhados é pequena, trazendo novas questões como “em que medida tornar mapas solares mais complexos auxiliam o cidadão na apropriação dos mesmos?”.

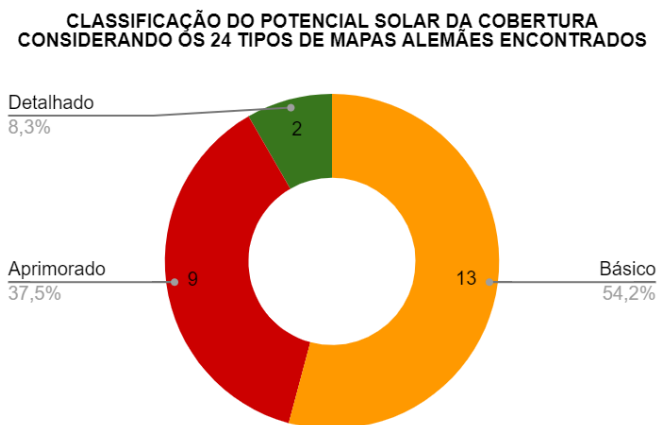


Figura 1 - Classificação do Potencial Solar da Cobertura em função do detalhamento das informações encontradas por tipos de mapas analisados.

Por meio da análise da Fig.2 foi constatado que 54% das cidades possuem informações em mapas solares sobre a área total de cobertura, 66% não disponibilizam o endereço em seus mapas, 58% diferenciam ou consideram a inclinação de telhados, 45% consideram a área útil do telhado, sem as interferências de áreas técnicas e 79% dos mapas consideram o sombreamento das coberturas, seja por autosombreamento ou sombras de árvores. Cerca de 4% dos mapas solares possuem dados de potencial de geração de energia para edifícios considerados patrimônio, 12% possuem dados que dividem os tipos de edifícios por tipologia como: Comércio, Residencial, Escolas, Institucional e etc; 33% dos mapas Possuem dados do retorno financeiro como por exemplo: preço da energia, financiamentos, subsídios, valor em moeda local levando em consideração o custo de investimento e o retorno do mesmo.

INFORMAÇÕES DOS MAPAS DE POTENCIAL SOLAR ALEMÃES CONSIDERANDO OS 24 TIPOS ENCONTRADOS

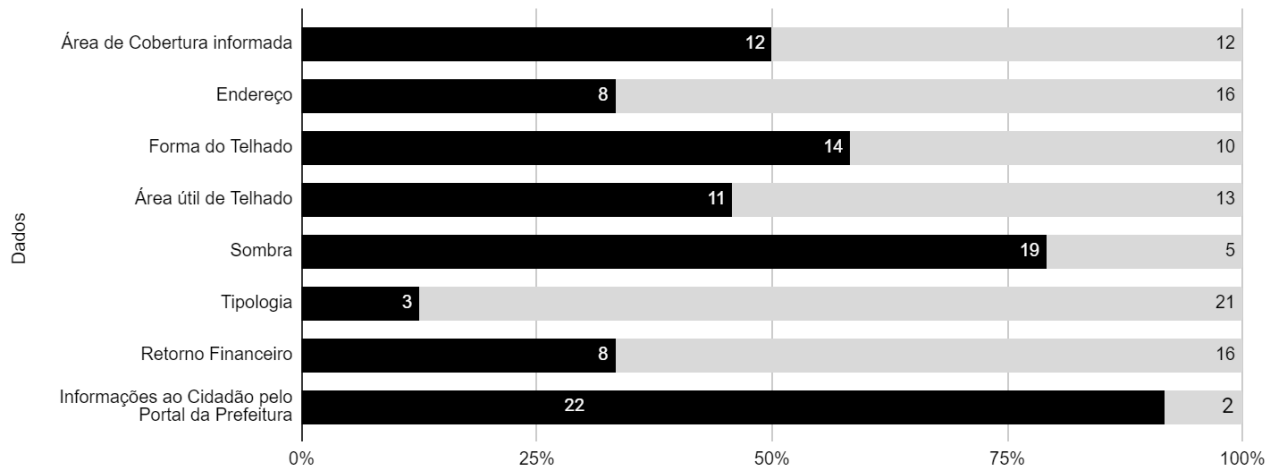


Figura 2 - Análise dos dados públicos encontrados nos mapas alemães segundo metodologia adaptada de Kanters et al. (2014).

Outros aspectos da estrutura dos mapas foram analisados, dentro da perspectiva da metodologia de Kanters (2014), como a presença de informações sobre tombamento de edifícios. Na Alemanha, destacam-se a presença de edifícios tombados pelos órgãos de patrimônio que possuem restrições para instalação de sistemas fotovoltaicos em seus telhados. Não estão apontados dentro dos mapas os edifícios que possuem tombamento, no entanto é informado no portal ou em links do próprio mapa ao proprietário que os mapas desconsideram essas restrições e, por isso, é necessário procurar os órgãos competentes antes de realizar a instalação dos sistemas, sejam eles térmicos ou fotovoltaicos.

Outro aspecto interessante está no tamanho das superfícies avaliadas para instalação dos painéis solares. Nota-se que nos mapas alemães mesmo telhados com 15m² possuem seu potencial analisado. Outro item da estrutura dos metadados dos mapas presente na maioria absoluta dos mapas estão os dados de emissão de CO₂ evitado, aspecto importante da energia solar no interesse de descarbonização das cidades.

Foram encontradas também nas pesquisas cidades como Rheinberg, Lage e Wiesbaden que possuem sistemas de acesso privado dos moradores, o que não permitiu a análise destes mapas. Os mapas que apresentaram dados de retorno financeiro em sua maioria estão colocados como anexo ao mapa a partir de uma calculadora de *payback* de energia solar.

4. O USO DE MAPAS SOLARES COMO ESTRATÉGIA DE PROMOÇÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

No Brasil, ainda não são promovidos mapas de potencial solar como política pública e estratégia de promoção de energias renováveis. Foi realizada pesquisa para este artigo em todos os sites das prefeituras de capitais brasileiras e não foi encontrado nenhum mapa deste tipo, além da cidade do Rio de Janeiro. Vale destacar que cidades como Belo Horizonte e São Paulo possuem sistemas de informações geográficas com camadas de diversos tipos, mas ainda não consta em suas bases nenhum tipo de informação a respeito do seu potencial fotovoltaico. Assim, o Rio de Janeiro desponta como a primeira cidade do país a desenvolver um mapa solar com potencial fotovoltaico, sendo selecionado para este artigo como objeto de estudo e análise, nos mesmos padrões dos mapas alemães.

4.1 Análise do mapa solar do Rio de Janeiro segundo os critérios adotados na bibliografia

O mapa de potencial solar fotovoltaico do Rio de Janeiro é resultado de um projeto coordenado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em parceria com a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), e com suporte e apoio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços do Governo do Estado do Rio de Janeiro (SEDEIS/RJ) e o Instituto Pereira Passos (IPP) da cidade do Rio de Janeiro, com o aplicativo em base ARCGis ESRI desenvolvido por TerraGIS Geoprocessamento e Consultoria Ltda.- ME. Segundo a EPE (2016), a escolha da cidade do Rio de Janeiro teve como objetivo o “refinamento das premissas utilizadas pela EPE nos seus estudos de penetração de longo prazo da tecnologia fotovoltaica na matriz energética nacional”. Esse estudo deu origem a ferramenta que veio como fruto do Programa Rio Capital da Energia, onde entidades se reuniram “para criar uma ferramenta que possibilitasse a visualização dos dados pelo público em geral.”

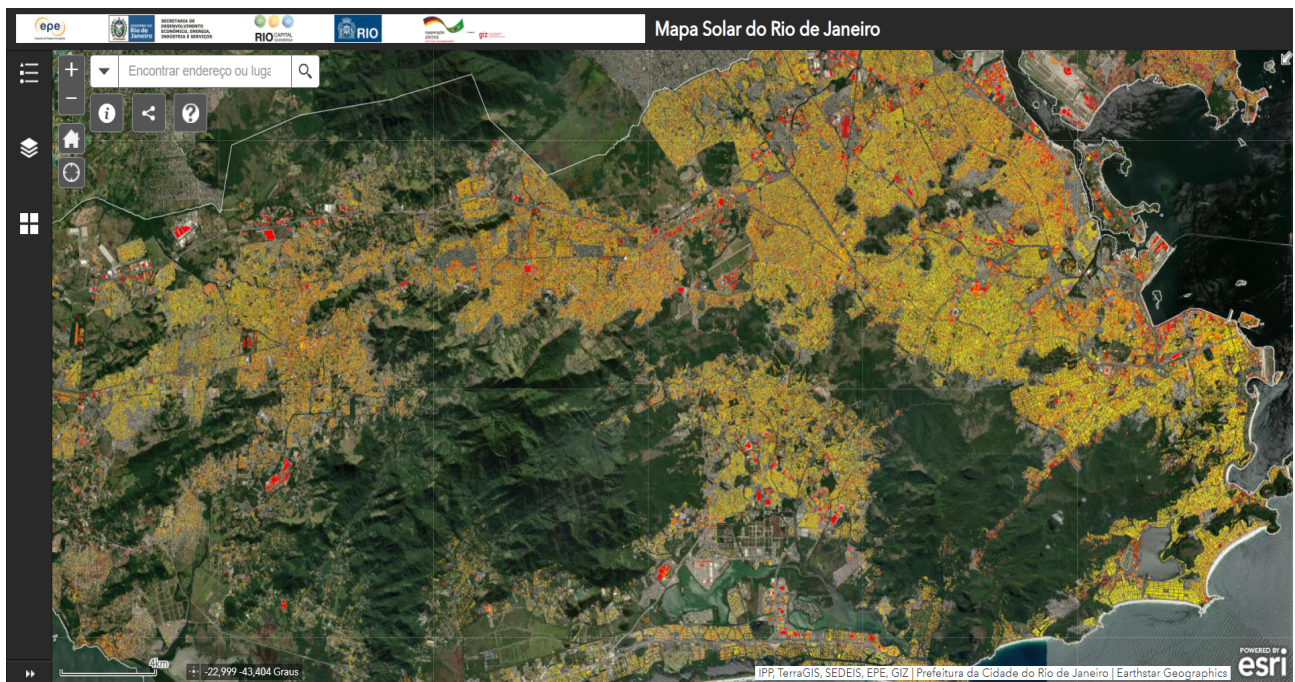


Figura 3 - Mapa Solar do Potencial de Energia Fotovoltaica do Rio de Janeiro

A metodologia e o modelo matemático utilizado para desenvolvimento do mapa estão disponíveis publicamente no próprio site do Mapa Solar do Rio de Janeiro. Segundo a EPE (2016), o mapeamento foi realizado através de “ferramentas de geoprocessamento que calculam a irradiação global incidente para os telhados das edificações da cidade do Rio de Janeiro considerando o sombreamento que edificações e demais obstáculos provocam em seu entorno.”. Segundo o autor, foram utilizados para os dados de entrada do algoritmo de análise modelos digitais de superfícies (MDS), que permitiram orientar com certa precisão o potencial fotovoltaico das edificações da cidade.

Comparando a ferramenta a partir da observação de outros mapas solares alemães, observamos que o mapeamento solar carioca possui semelhanças com os metadados apresentados em um conjunto significativo de mapas da Alemanha (ao total 138 mapas presentes na plataforma alemã solare-stadt.de). Esse padrão é fruto da parceria e experiência do GIZ e de Wolfram Johannes Lange, referências importantes no desenvolvimento do mapa do Rio.

Considerando a classificação adaptada de Kanters (2014), percebe-se que o Mapa Solar do Rio de Janeiro apresenta em boa parte informações referentes ao endereço dos polígonos indicadores do potencial fotovoltaico, e consideram sombreamento de árvores e auto sombreamento de edifícios na análise do potencial fotovoltaico. Observa-se ainda que os dados fornecidos ao cidadão carioca sobre o potencial solar são Detalhados, permitindo ao usuário quantificar a geração e analisar o retorno financeiro do sistema, por meio de uma calculadora externa para simular um sistema fotovoltaico e links com informações para auxiliar na implementação do sistema, seja a instalação ou dados de empresas do setor.

Conforme a metodologia disponível no Mapa Solar do Rio de Janeiro, a inclinação dos telhados não foi considerada em função da disponibilidade de dados vetoriais e das ortofotos, que tornam mais simples o desenvolvimento do mapa. Sobre os metadados ainda, informações como patrimônio histórico e tipologias de edifícios não são apresentadas no mapa. Notavelmente, o mapa não apresenta informações sobre o mapeamento solar de comunidades categorizadas como “favelas”, ponto sensível da malha urbana da cidade, sobretudo considerando a demanda de mapeamento solar dessas áreas consolidadas por iniciativas como a empresa INSOLAR e a ONG Revolusolar, que atendem essas áreas com a instalação de sistemas fotovoltaicos e já possuem, inclusive, cooperativas solares nestas regiões.

Por fim, destaca-se no Mapa Solar do Rio de Janeiro a falta de um portal de promoção do mapa e de iniciativas governamentais de políticas públicas para promoção da energia renovável, uma vez que o mapa não possui um portal próprio de educação solar e, também, aplicativos ou rede sociais que promovam o mapa como ferramenta de suporte a população para avaliar seus telhados, tornando incipiente o acesso da ferramenta pelos cariocas. Atualmente, diversas prefeituras brasileiras fazem o uso de redes sociais como *Facebook*, *Instagram* e outros aplicativos para divulgar as atividades relevantes em suas cidades, visando a maior inclusão de sua população em assuntos relacionados ao crescimento econômico e cultural. No entanto, vale ressaltar a inexistência de informações de educação solar por meio de aplicativos e redes sociais sobre a energia solar, tanto na Alemanha quanto no mapa do Rio de Janeiro. Esta ausência afeta a disseminação de informações importantes e a conscientização dos diferentes extratos sociais e sua capacidade de acesso à ferramenta, uma vez que é cada vez mais comum o uso de redes sociais e aplicativos tanto para a procura quanto para a disseminação de informações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia de mapas solares como ferramenta de promoção de energia limpa e renovável como a energia solar está consolidada em países onde a oferta de irradiação solar é menos generosa que no céu brasileiro. Entretanto, pode-se observar neste estudo que o Brasil ainda tem longo percurso para promoção de ferramentas como essa em nível nacional. A falta de sistemas de informações geográficas ainda é uma barreira importante até mesmo em capitais no país. Neste sentido, é fundamental trazer à tona essa discussão para promoção da energia solar no Brasil, sobretudo por meio da aproximação do cidadão com a fonte energética, desmistificando a energia solar fotovoltaica como algo caro e sem retorno financeiro. O aumento do custo da energia no Brasil paradoxalmente se apresenta como oportunidade de promoção das tecnologias solares, tornando financeiramente atrativa.

O estudo dos mapas solares alemães propiciaram a pesquisa observar a dinâmica dos metadados dos mapas auxiliando na compreensão dos metadados e da estrutura dos mapas. Como resultado, observou-se que mapas solares na Alemanha em sua maioria são simples em relação às informações prestadas ao cidadão e possuem portais de apoio ao cidadão para instalação de seus sistemas fotovoltaicos. Notou-se também a presença do cadastro solar como estratégia para identificação destes sistemas instalados e de cidadãos interessados em se tornar geradores individuais, o que pode ajudar aos municípios a monitorar o avanço da implementação de sistemas de geração de energia solar. Verificou-se ainda que a metodologia do Mapa Solar do Rio de Janeiro é similar a diversos mapas alemães, 138 mapas ao todo, o que aponta a solidez metodológica desenvolvida pelo atores, notavelmente os mais importantes setores de pesquisa a nível nacional. Contudo, a prática da análise dos mapas permitiu apreender sobre o método e perceber possíveis melhorias ao mapa carioca, como a adição das áreas favelizadas no contexto da geração fotovoltaica. Ressalta-se também que essa adição talvez tivesse em oportuno momento padrões metodológicos um pouco diferentes em função da dinâmica da malha urbana estabelecida nessas áreas e, também, a partir das lições aprendidas com as instituições que apoiam comunidades com sistemas fotovoltaicos citadas neste artigo.

Por fim, esperamos que este artigo possa contribuir na discussão de temática tão importante para o planejamento urbano de nossas cidades a partir de exemplos internacionais que tem se consolidado e promovido a energia limpa e renovável no planeta.

Agradecimentos

Gostaríamos de prestar o devido reconhecimento ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo fomento à Iniciação Científica, ao Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU/UFF) pelo suporte disponibilizado à pesquisa, a Prefeitura Municipal de Niterói (PMN/RJ) pelo investimento em pesquisas científicas como esta através do Programa de Desenvolvimento de Pesquisas Aplicadas (PDPA) e ao Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro (UniLaSalle-RJ) por disponibilizar espaço físico, licenças dos softwares e equipamentos para a realização deste artigo.

REFERÊNCIAS

- Banco Mundial. The World Bank | Data. Renewable energy consumption (% of total final energy consumption) - Brazil, World. Banco de Dados Sustainable Energy for All (SE4ALL) do projeto SE4ALL Global Tracking Framework liderado pelo Banco Mundial, Agência Internacional de Energia (IEA) e o Programa de Assistência à Gestão do Setor de Energia. 2021. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/EG.FEC.RNEW.ZS?end=2015&locations=BR-1W&start=2015&view=bar>> Acesso em: 01 jul.2021.
- Brasil. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019 / Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2020.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050. NOTA TÉCNICA PR 04/18. Rio de Janeiro: MME / EPE. 2018.
- EBC. Empresa Brasileira de Comunicação. Emergência: entidades alertam para período de seca no centro-sul. Órgãos estimam possibilidade de crise hídrica. Brasília: EBC. 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/meio-ambiente/audio/2021-05/emergencia-entidades-alertam-para-periodo-de-seca-no-centro-sul>>. Acesso em: 01 jul.2021.
- EPE. Empresa de Pesquisas Energéticas. Mapa Solar do Rio de Janeiro. Programa Rio Capital da Energia. Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://mapasolar.rio/>>. Acesso em: 14 dez. 2021.
- Estadão. Energia do Brasil é a 37ª mais cara do mundo. São Paulo: Estadão. 2020. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,energia-do-brasil-e-a-37-mais-cara-do-mundo,70003278265>>. Acesso em: 01 jul.2021.
- Kanters, Jouri; Wall, Maria; Kjellsson, Elisabeth. The solar map as a knowledge base for solar energy use. Energy Procedia, v. 48, p. 1597-1606, 2014.

- Lange, Wolfram Johannes. Metodologia de mapeamento da área potencial de telhados de edificações residenciais no Brasil para fins de aproveitamento energético fotovoltaico. Rio de Janeiro: Terragis, 2012.
- Lange, Wolfram Johannes; Vasconcelos, Adriano de Oliveira. Refinamento do mapeamento da área potencial de telhados de edificações residenciais no Brasil. In: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2015.
- Scheer, Hermann. Economia Solar Global: Estratégias para modernidade ecológica. Rio de Janeiro: Cresesb-Cepel. 2002. 323 p.
- Silva, Renan Cabral da. A transição energética dos emergentes no século XXI: Brasil e China em foco. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 2018. 147 p.
- Tetraeder. Solarpotenzialkataster. 2021. Disponível em: <<https://www.solare-stadt.de/home/Solarpotenzialkataster>>. Acesso em: 14 dez. 2021.

ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF SOLAR MAPS OF GERMANY AND THE SOLAR MAP OF RIO DE JANEIRO: STRATEGIES FOR PROMOTING SOLAR ENERGY

***Abstract.** The implementation of solar energy potential maps in the urban environment generates energy saving opportunities in the entire city through photovoltaic generation. This strategy promotes the evolution of environmental sustainability in cities, including promoting other technologies such as solar thermal and even green roofs. The research aims to carry out an analysis of existing solar maps, in order to break down their metadata to understand what would be the pattern of the structure of information oriented to civil society. Through the adapted methodology found in the bibliography, 161 solar maps from cities, districts and local communities in Germany were analyzed, as well as the Solar Map of Rio de Janeiro, since of the 27 capitals, only the city of Rio de Janeiro has it. The results point to a similarity between the structure of metadata analyzed in Germany and the city of Rio de Janeiro in relation to the typologies of maps. The results also present a discussion on the methodology of mapping in Rio de Janeiro, demonstrating its advantages, but also its challenges and opportunities that can make it more interactive and functional. Finally, it is hoped that the data in this article will encourage the discussion and implementation of more solar maps in Brazilian cities.*

Key words: Photovoltaic Energy, Solar Map, Urban Planning.