

NOVA BASE DE IRRADIAÇÃO SOLAR DO BRASIL – RESULTADOS PRELIMINARES

Rodrigo Santos Costa – rodrigo.costa@inpe.br

Antônio Maurício Zarzur

André Rodrigues Gonçalves

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Coordenação-Geral de Ciências da Terra, Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades

Fernando Ramos Martins

Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista, Instituto do Mar

Ricardo Almeida de Siqueira

Francisco José Lopes de Lima

Madeleine Sánchez Gácita Casagrande

Vinicius Rogério da Rocha

Helvécio Bezerra Leal Neto

Marcelo Pizzuti Pes

Guilherme Baggio Martins Machado

Enio Bueno Pereira

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Coordenação-Geral de Ciências da Terra, Divisão de Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades

1.1. Recurso solar e meteorologia da radiação solar

Resumo. O elevado potencial solar brasileiro e conseqüente crescimento da fonte solar no país demanda informações de qualidade sobre a disponibilidade e variabilidade do recurso. Atendendo a esta demanda, o LABREN/INPE utiliza o modelo de transferência radiativa BRASIL-SR como ferramenta confiável para a modelagem do recurso solar, tendo em suas simulações os dados de fomentaram a publicação das duas edições do Atlas Brasileiro de Energia Solar. Visando a melhoria das estimativas, diversas modificações e funcionalidades foram implementadas no modelo nos últimos anos e a nova versão do modelo será utilizada para o desenvolvimento de uma nova base de irradiação solar do Brasil. Este trabalho tem como objetivo realizar uma avaliação preliminar dos resultados já obtidos em relação àqueles que serviram como base para a segunda edição do Atlas. Observou-se melhorias nas simulações obtidas em relação a identificação e detalhamento de feições nos mapas de irradiação global média, tanto mensais como anuais. Também foram verificados aumentos nas simulações nas regiões e períodos do ano com menor nebulosidade, indicando que o modelo de céu-claro implementado trouxe maior confiabilidade as estimativas nestas condições. Ainda são necessárias avaliações de maiores períodos de simulação, mas os resultados são promissores e certamente contribuirão para um melhoramento são só das estimativas de potencial solar, como na geração de séries temporais consistentes e assertivas para o setor de energia, em suas diversas esferas.

Palavras-chave: energia solar, mapeamento de potencial solar, modelagem do recurso solar.

1. INTRODUÇÃO

Diante de um cenário de emergência climática por conta do aumento das concentrações de gases de efeito estufa no planeta Terra, resultado da atividade antrópica, a transição energética para fontes limpas é cada vez mais discutida na agenda mundial. O Brasil, apesar de uma participação de fontes renováveis em torno de 50% na matriz energética e de uma renovabilidade de aproximadamente 88% na matriz elétrica (Empresa de Pesquisa Energética, 2023), tem o setor de energia como sendo o seu terceiro maior emissor de gases de efeito estufa, segundo dados do Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). Este é, portanto, um dos pontos de atenção para o planejamento nacional. Outro desafio para a transição em curso é a segurança energética, em especial pela alta participação da fonte hídrica na renovabilidade das matrizes brasileiras. É extremamente importante que ocorra uma diversificação de fontes que considere a complementariedade entre os recursos e os cenários de mudança climática, já em curso.

Neste sentido, já é de conhecimento o elevado potencial brasileiro para a exploração de fontes renováveis de energia, em especial as fontes eólica e solar. A fonte solar fotovoltaica no Brasil experimentou um crescimento acentuado nos últimos 10 anos, saindo de 0,14 GW instalados em 2013 para 34,23 GW em 2023. Estes números consideram 10,39 GW de Geração Centralizada (GC) e 23,84 GW de Geração Distribuída (GD) (ANEEL, 2023) e foram alavancados pela diminuição dos custos de instalação e pela legislação em vigor, que permitia que o excedente da geração fosse injetado na rede de distribuição.

Logicamente, para que sejam definidos os locais para a instalação de qualquer empreendimento de geração por fonte solar, é necessário que se conheça o potencial de aproveitamento desta fonte na região de interesse. Entretanto, é

importante considerar a característica intermitente da geração por fonte solar – inerente à dependência das condições meteorológicas e climáticas – que trazem elevada variabilidade espacial e temporal ao recurso. Assim apenas conhecer o potencial pode ser insuficiente, visto que a gestão da geração demanda também o entendimento da sua variabilidade (Pereira et al., 2017).

Nesta direção, o Laboratório de Modelagem e Estudos em Recursos Renováveis de Energia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (LABREN/INPE) publicou duas edições do Atlas Brasileiro de Energia Solar; a primeira em 2006 e a segunda em 2017. As duas publicações utilizaram como base as estimativas do modelo de transferência radiativa BRASIL-SR (Pereira et al., 1996; Martins, 2001; Pereira et al., 2000; Costa, 2012), que foi desenvolvido com base no modelo IGMK (Stuhlmann et al., 1990) e teve a sua primeira versão adaptada pelos pesquisadores do LABREN em conjunto com a Universidade Federal de Santa Catarina para condições tropicais, em especial o território brasileiro. Por se tratar um modelo satelital existem vantagens consideráveis em relação a outros métodos, como menor erro associado quando comparados com mapas interpolados a partir de dados medidos em superfície (Pereira et al., 2017).

A primeira edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar (Pereira et al., 2006) contou com 11 anos de simulações do modelo BRASIL-SR, no período entre 1995 e 2005. A confiabilidade dos dados simulados foi avaliada em duas etapas – uma intercomparação entre modelos de transferência radiativa adotados no projeto SWERA (HELIOSAT, SUNNY/ALBANY e o DLR) e uma validação com estações de superfície (8 estações pertencentes à Rede SONDA e 98 Plataformas de Coleta de Dados operadas pelo INPE).

Em sua segunda edição (Pereira et al., 2017), o Atlas Brasileiro de Energia Solar trouxe uma nova versão do modelo BRASIL-SR, com melhorias significativas: uma nova parametrização de aerossóis atmosféricos (Costa, 2012); novas bases de dados ambientais; e um período de 17 anos (entre 1999 e 2015) de imagens de satélites geoestacionários da família GOES, com um aumento na resolução espacial e temporal. Um rigoroso processo de validação dos resultados também foi realizado utilizando um total de 503 estações de superfície, incluindo estações solarimétricas privadas, estações da rede SONDA e estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

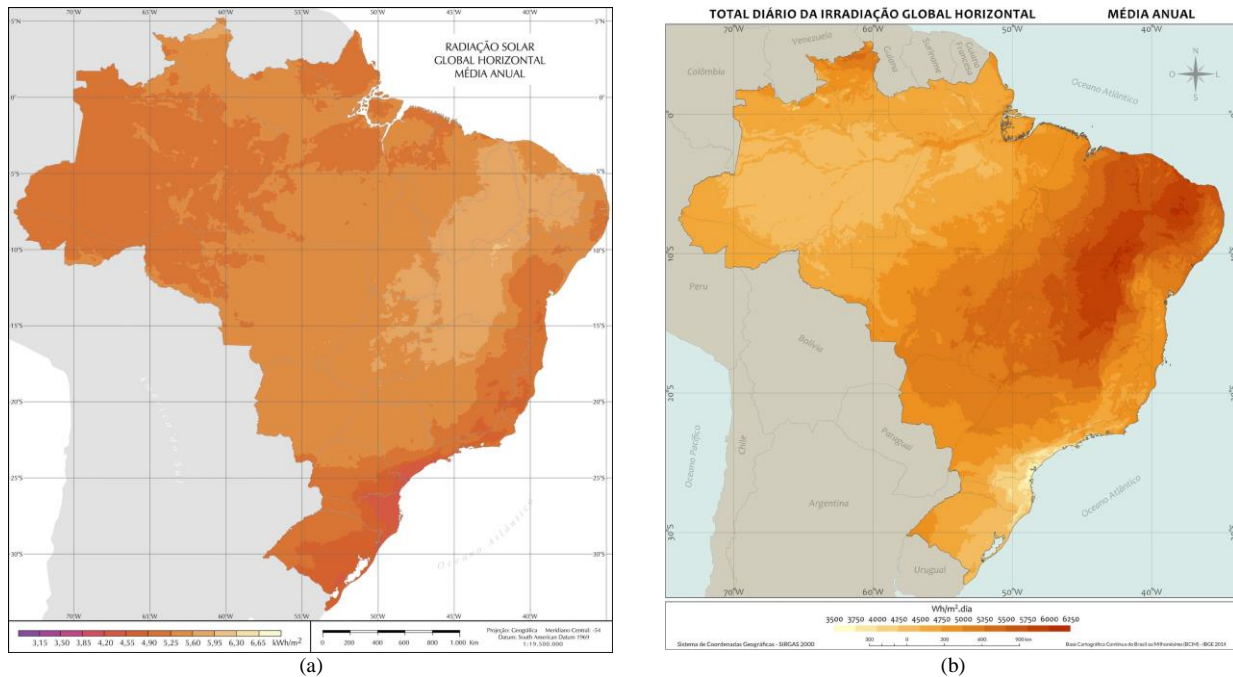


Figura 1 – Mapas de total diário da irradiação global média anual das duas edições do Atlas Brasileiro de Energia Solar – a primeira, (a) e segunda (b). Fonte: Pereira et al., 2006 e Pereira et al., 2017.

Os dados das edições do Atlas Brasileiro de Energia Solar foram amplamente difundidos e tornaram-se referência no Brasil em termos de qualidade e confiabilidade da informação do recurso solar, sendo inclusive aqueles utilizados nos documentos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em leilões do setor, dentre outras aplicações relevantes.

Apesar do baixo viés das estimativas realizadas no primeiro trabalho (Pereira et al., 2006), houve uma considerável melhoria nos resultados das simulações obtidas na segunda edição (Pereira et al., 2017). Entretanto, ainda foram observados pontos de atenção nos resultados, como aspectos relacionados à determinação da cobertura efetiva de nuvens, uma melhor caracterização e parametrização dos efeitos dos aerossóis atmosféricos, uma modelagem que considerasse a reflectância de regiões de grandes massas de água, dentre outros. Essas atividades permearam as pesquisas realizadas pelo LABREN nos últimos anos e foram o principal motivador para o desenvolvimento de novas parametrizações, avaliações de diferentes conjuntos de dados de entrada, dentre outras ações correlatas. Juntamente com a adaptação do modelo para utilização das imagens do satélite GOES-16, elas fazem parte da versão 3.0 do BRASIL-SR, que será ser utilizado para o desenvolvimento de uma nova base de irradiação solar do Brasil.

Desta maneira, este trabalho tem como objetivo principal apresentar resultados iniciais da elaboração desta nova base de irradiação solar – que será conhecida como a Base 3.0. Ainda que preliminarmente, serão apresentadas as

simulações do modelo considerando um período que compreende os anos de 2018 a 2022, que serão inicialmente intercomparados com os dados da base da segunda Edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar, exaustivamente validado nos anos anteriores.

2. MÉTODOS

Esta sessão apresentará uma breve descrição da atual versão do modelo BRASIL-SR, incluindo as melhorias implementadas nos últimos anos, juntamente com os dados utilizados nas simulações.

2.1 O Modelo BRASIL-SR versão 3.0: melhorias e dados de entrada

O BRASIL-SR é um modelo físico desenvolvido para estimativa da radiação solar na superfície e tem como principal característica o uso da aproximação de “dois-fluxos” (Meador e Weaver, 1980) para simplificar a resolução da equação de transferência radiativa (ETR). Através de uma combinação do uso da informação da cobertura efetiva de nuvens obtida pelas imagens de satélite com a parametrização de propriedades ópticas através das variáveis meteorológicas e informações ambientais complementares como ozônio, aerossóis atmosféricos e o albedo a partir de funções de distribuição de reflectância bidirecional, o modelo consegue obter estimativas confiáveis da irradiância em superfície. A cobertura efetiva de nuvens (C_{eff}) continua sendo o principal fator de modulação da transmitância atmosférica, sendo estimada a partir das imagens do satélite geoestacionário através da Eq. (1):

$$C_{eff} = \frac{\tau - \tau_{clear}}{\tau_{cloud} - \tau_{clear}} \quad (1)$$

onde τ é a reflectância do canal visível do satélite geoestacionário, τ_{clear} é a reflectância de céu claro e τ_{cloud} é a reflectância de céu encoberto. O BRASIL-SR realiza suas simulações para 37 intervalos espectrais, entre 200 a 3500 nm. Considera a absorção da radiação solar pelo vapor de água, ozônio, CO₂ e oxigênio a partir da metodologia proposta por Wiscombe (1977), Schreier (2019) e Gordon (2017).

Sobre novas bases de dados de entrada, foram implementadas no modelo o uso de dados de água precipitável total e ozônio total (que na versão anterior utilizava tabelas climatológicas); a opção do uso da espessura óptica dos aerossóis em 550 μm (AOD₅₅₀) e expoente de Angström (AE) a partir de bases de reanálises – neste trabalho, do MERRA-2 (Bright *et al.*, 2020); a classificação de bioma (IBGE, 2021); e parâmetros de kernel das funções de distribuição de reflectância bidirecional (BRDF) do sensor MODIS dos satélites TERRA e AQUA (Blank *et al.*, 2017). Também foi incluída no modelo a opção do uso de dados específicos para um determinado ponto de grade, como alternativa para permitir o uso de valores oriundos de campanhas experimentais.

Os dados espectrais no topo da atmosfera (TOA) foram implementados de acordo com Gueymard (2004) e os perfis verticais de temperatura do ar, pressão atmosférica e distribuição dos gases foram ajustados conforme definido em Anderson *et al.* (1986). Eles são distribuídos pelo BRASIL-SR para cinco atmosferas padrão, definidas a partir dos valores de temperatura e umidade relativa na superfície para cada ponto de grade.

O albedo espectral utilizado no particionamento das componentes da radiação solar (radiação direta e difusa) é gerado a partir dos parâmetros da BRDF de maneira independente ao comprimento de onda (Schaaf *et al.*, 2002). Estes parâmetros de superfície derivados do MODIS são interpolados linearmente para os 37 comprimentos de onda do e assim utilizados na definição do albedo espectral para cada comprimento definido no modelo. Já o AOD₅₅₀ é interpolado para os 36 comprimentos de onda restantes a partir do expoente de Angström e aqui é importante mencionar que o modelo tem um perfil de aerossol fixo para alturas entre 5 km e 50 km. Abaixo dos 5 km de altura é possível optar por dois métodos de decaimento: o coeficiente de extinção de aerossol máximo ocorre no primeiro km ou na segunda camada (definida como sendo 2 km acima da superfície), que costuma ser mais consistente com os perfis típicos de aerossóis de queima de biomassa (Darbyshire *et al.*, 2018). Sobre as demais propriedades ópticas dos aerossóis, o BRASIL-SR assume um conjunto padrão das mesmas que correspondem ao aerossol continental poluído e podem ser encontrados em Costa (2012). Também há a correção da razão entre a água precipitável e a altitude, como descrito em Martins (2001). As saídas do BRASIL-SR também incluem as componentes direta e difusa da irradiação solar (não apresentadas neste estudo). O usuário também pode contar com as saídas espectrais do modelo, se este for configurado para tal.

2.2 Imagens de satélite

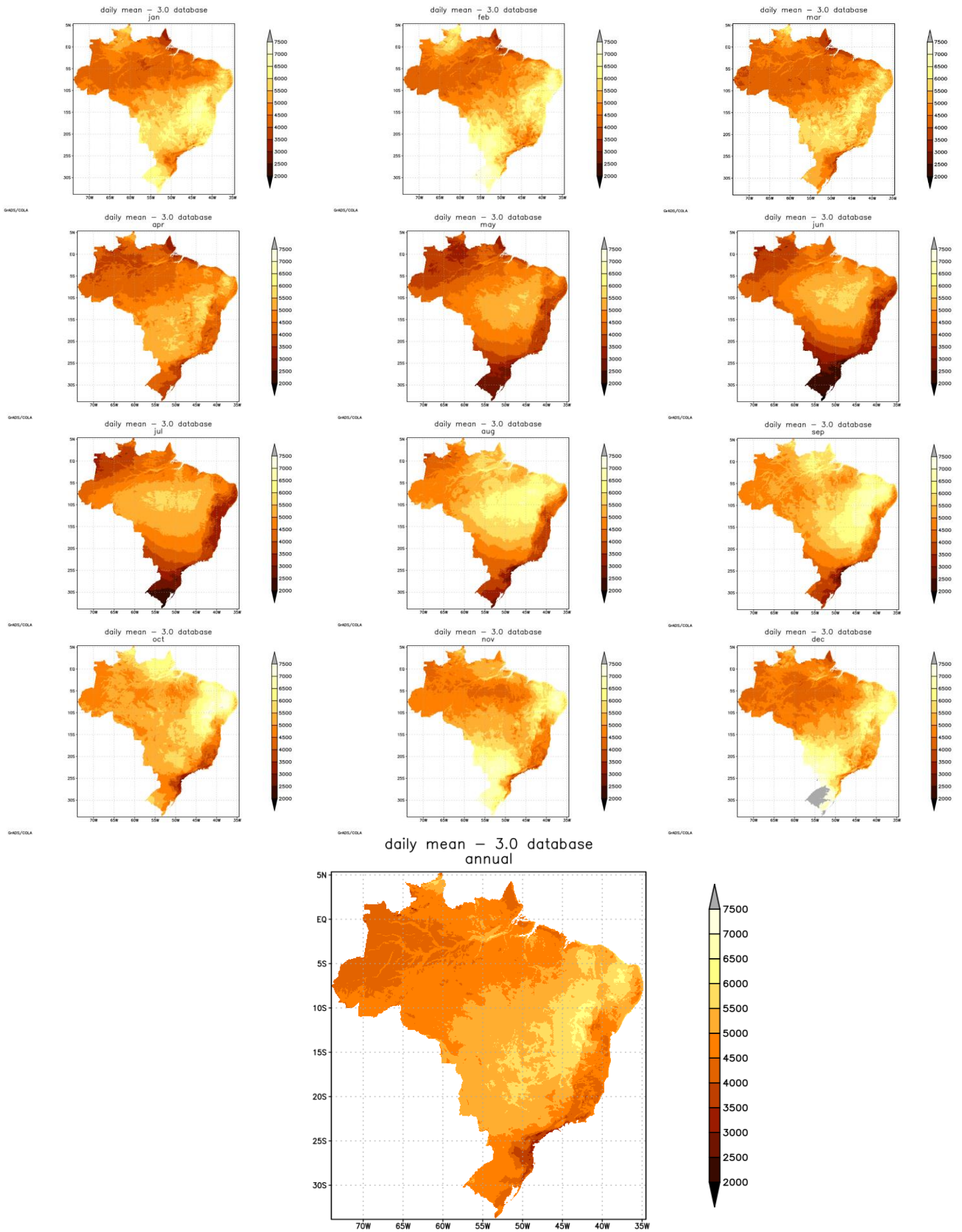
Como já mencionado, o modelo BRASIL-SR utiliza dados de satélite geoestacionário para a obtenção da cobertura efetiva de nuvens. Neste estudo foram utilizadas imagens do canal visível do satélite GOES-16 para os anos de 2018 a 2022, com resolução espacial de 1km e temporal de 10 minutos. Entretanto, para fins de avaliação dos experimentos iniciais, optou-se por interpolar espacialmente os dados de satélite para uma resolução de 4km – ainda assim, mais fina que a utilizada nas estimativas da segunda edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar. Da mesma forma, optou-se por utilizar imagens a cada 30 minutos, como avaliação inicial.

3. RESULTADOS

A Fig. 2 apresenta dos resultados dos totais médios mensais da irradiação solar global para o período simulado. Como esperado, o modelo consegue representar o ciclo anual da radiação solar, com os maiores valores observados nos meses de verão no hemisfério sul (ultrapassando totais diários de $7500 \text{ Wh/m}^2.\text{dia}$). Estes valores vão diminuindo gradativamente até o inverno e voltando a aumentar a partir do mês de julho. Também esperado, o mês de junho apresenta os menores valores na região Sul do país, chegando a valores de até $1980 \text{ Wh/m}^2.\text{dia}$.

É importante observar que o aumento da resolução espacial e uma série temporal mais consistente (sem as falhas dos períodos anteriores) das imagens permitiu que fossem identificadas detalhamentos e feições não observadas nas edições anteriores do Atlas Brasileiro de Energia Solar, inclusive na segunda edição. Estes aspectos são relevantes na identificação de pontos de maior interesse dentro de áreas de maior potencial já previamente observadas, mas que na realidade possuem padrões de nebulosidade que não eram devidamente mapeados nas simulações anteriores.

Estes aspectos ficam mais claros observando a Fig. 3, onde os mapas de irradiação solar global média anual da base 3.0 e da segunda edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar são apresentados juntamente com um mapa de diferença entre eles. São observadas feições em todas as regiões do Brasil, com a maior parte do território mostrando valores positivos (Fig. 3 c). Dentre essas áreas, destaca-se uma grande faixa norte-sul na região mais central do país, com diferenças superiores a $580 \text{ Wh/m}^2.\text{dia}$ em áreas alagadas. Este efeito já foi identificado em estudos publicados anteriormente como sendo resultado do efeito de brisa lacustre nestas regiões (Gonçalves *et al.*, 2020) e agora puderam ser melhor quantificados com as parametrizações incluídas na nova versão do modelo.



GrADS/COLA
Figura 2 – Mapas de total diário da irradiação global média mensais e anual da base 3.0.

Também é importante mencionar que o modelo identificou regiões com valores negativos entre a faixa leste do Nordeste e do Sudeste brasileiro, que chegam até $-390 \text{ Wh/m}^2\cdot\text{dia}$ no estado da Bahia. Valores próximos a estes também são observados no Rio de Janeiro e em pontos dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo.

Na região Norte, o destaque é o extremo oeste do estado do Amazonas, com diferenças que chegam a $-560 \text{ Wh/m}^2\cdot\text{dia}$ e um *hotspot* com valores positivos no estado de Roraima, que havia sido identificado anteriormente de maneira mais sutil.

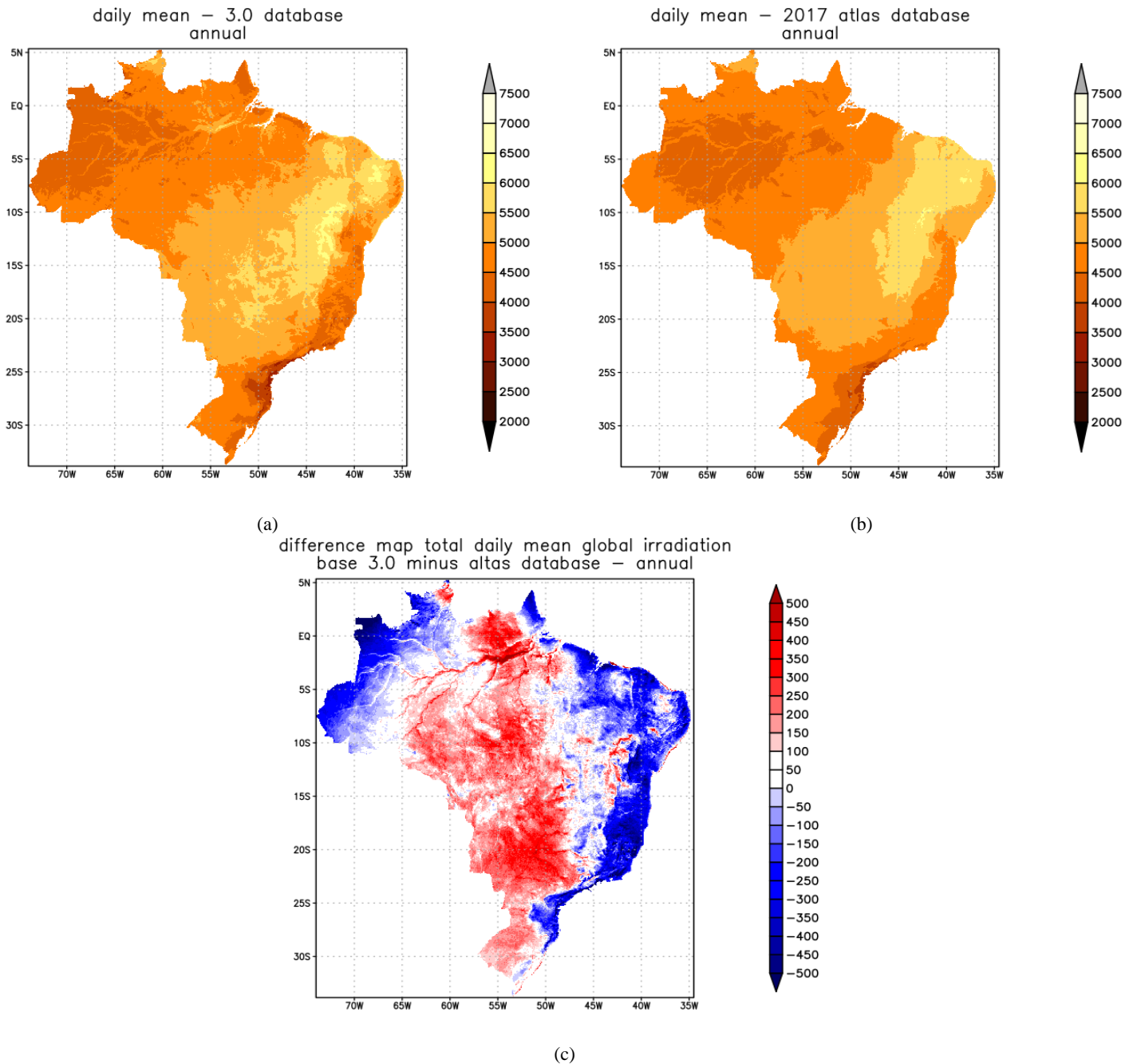


Figura 3 – Mapas do total diário da irradiação global média anual: estimativas da base 3.0 (a); Atlas Brasileiro de Energia Solar – segunda edição (b); e mapa de diferença entre elas (c).

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como principal objetivo a realização de uma avaliação preliminar da base de irradiação solar do Brasil em desenvolvimento pelo LABREN/INPE, a partir da nova versão do modelo BRASIL-SR. O modelo já possui longo histórico de desenvolvimento na Instituição, sendo utilizado na elaboração das bases de dados que originaram as duas edições do Atlas Brasileiro de Energia Solar. Estes resultados tem sido referência no setor energético brasileiro em termos de confiabilidade e assertividade.

Neste momento, a ideia era verificar a partir de um conjunto de cinco anos de imagens do satélite GOES-16 (entre 2018 e 2022) a efetividade das melhorias implementadas nesta versão 3.0 do BRASIL-SR considerando diferentes

aspectos meteorológicos e climáticos e tomando como base os resultados das simulações da segunda edição do Atlas (Pereira *et al.*, 2017). É importante mencionar que já eram esperadas diferenças apenas com a adaptação do código computacional para uso das imagens do GOES-16, por conta do aumento da resolução espacial e temporal das mesmas.

O novo código contém a implementação de parametrizações de céu claro que atuam na diminuição do viés em condições de baixa visibilidade, com especial aplicabilidade nas regiões que frequentemente sofrem com o aumento da espessura óptica dos aerossóis por conta da queima ou do transporte de biomassa e foram desenvolvidas e detalhadas por Casagrande *et al.* (2021). Outro aspecto que foi tratado nessa versão é melhoria das parametrizações relacionadas ao albedo de superfície, juntamente com a capacidade do modelo de realizar simulações específicas para regiões de grandes corpos de água através do uso de funções de distribuição de reflectância bidirecional (BRDF). Também foram implementadas novas opções de dados de entrada para as informações meteorológicas e ambientais do modelo, trazendo diferentes possibilidades para o usuário.

As principais características observadas nas simulações destes cinco anos estão relacionadas com uma melhor definição de feições e maior detalhamento das características da irradiação solar, consequência da maior disponibilidade de imagens e aumento da resolução espacial. Outro resultado relevante é o da implementação das novas parametrizações e o novo modelo de céu-claro, que juntamente com dados de entrada mais refinados também influenciaram os resultados obtidos. Isto pode ser observado nos meses que correspondem ao final do outono e inverno no hemisfério sul – meses com menores valores de precipitação em boa parte do país, que tiveram aumento dos totais de irradiação global média diária. Ainda precisam ser melhor avaliados os resultados nos meses chuvosos, por conta dos ajustes em andamento no coeficiente efetivo de nuvens – em especial na sua componente τ_{cloud} , referente à reflectância de céu encoberto. Obviamente, também é necessário avaliar períodos maiores que cinco anos de simulações para incluir diferentes condições e fenômenos climáticos com ciclos mais longos.

Os resultados são promissores e certamente contribuirão para um melhoramento não só das estimativas de potencial solar, como na geração de séries temporais consistentes e assertivas para o setor de energia, em suas diversas esferas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao financiamento recebido através dos projetos “Avaliação do recurso fotovoltaico em reservatórios hidroelétricos com base em modelagem numérica e sensoriamento remoto” (CNPq 409711/2021-7), INCT-Mudanças Climáticas Fase 2 (FAPESP 2014/50848-9, CNPq 465501/2014-1, CAPES/FAPS No 16/2014), e FINEP “SOLTER - União por difusão de metais leves em acumuladores de energia solar compactos para a geração de eletricidade por fonte termossolar no Brasil” (FINEP 0018/21). Agradecem também ao financiamento recebido em bolsas de pesquisa nos processos CNPq (312929/2020-0, 310148/2020-0 e 300227/2024-8) e CAPES (Código de Financiamento 001 e PROEX 88887.601400/2021-00).

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Sistema de Informações de Geração (SIGA). Disponível online em <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQyYjYtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTYtNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiJkR9>. Acessado em novembro de 2023.
- Blanc, P.; Gschwind, B.; Ménard, L.; Wald, L.; Tournadre, B. MODIS-Derived Surface BRDF for Land and Water Masses; MINES ParisTech: Paris, France, 2017.
- Bright, J.M.; Bai, X.; Zhang, Y.; Sun, X.; Acord, B.; Wang, P. irradpy: Python package for MERRA-2 download, extraction and usage for clear-sky irradiance modelling. *Sol. Energy* 2020, 199, 685–693.
- Costa, R.S., 2012. Influência dos aerossóis atmosféricos na quantificação do recurso energético solar – experimentos em modelo de transferência radiativa. Tese de Doutorado, PGMET, INPE, São José dos Campos.
- Darbyshire, E.; Morgan, W.T.; Allan, J.D.; Liu, D.; Flynn, M.J.; Dorsey, J.R.; O’Shea, S.J.; Lowe, D.; Szpek, K.; Marengo, F.; *et al.* The vertical distribution of biomass burning pollution over tropical South America from aircraft in situ measurements during SAMBBA. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.* 2018, 19, 5771–5790
- EPE. Balanço Energético Nacional - BEN2023. Ministério de Minas e Energia - MME, 2023
- Gonçalves, A. R. ; Assireu, A. T. ; Martins, F. R. ; Casagrande, M. S. G. ; Mattos, E. V. ; COSTA, R. S. ; Passos, R. B. ; Pereira, S. V. ; PES, M. P. ; LIMA, F. J. L. ; PEREIRA, E. B. . Enhancement of Cloudless Skies Frequency over a Large Tropical Reservoir in Brazil. *Remote Sensing*, v. 12, p. 2793-2820, 2020.
- Gordon, I.E.; Rothman, L.S.; Hill, C.; Kochanov, R.V.; Tan, Y.; Bernath, P.F.; Birk, M.; Boudon, V.; Campargue, A.; Chance, K.; *et al.* The HITRAN2016 molecular spectroscopic database. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transf.* 2017, 203, 3–69.
- Gueymard, C. The sun’s total and spectral irradiance for solar energy applications and solar radiation models. *Sol. Energy* 2004, 76, 423–453
- IBGE. Biomas do Brasil. Disponível online: <https://www.ibge.gov.br/en/geosciences/maps/brazil-environmental-information/18341-biomes.html?=&t=acesso-ao-produto> (acessado em 20/03/2021)

- Martins, F. R. Influência do processo de determinação da cobertura de nuvens e dos aerossóis de queimada no modelo físico de radiação BRASIL-SR. Tese de Doutorado apresentada no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, Agosto 2001.
- MEADOR, W.E; WEAVER, W. R. Two stream approximations to radiative transfer in planetary atmospheres: A unified description of existing methods and a new improvement. *Journal Atmospheric Science*, New York, v.37, p. 630-643, 1980.
- Schaaf, C.B.; Gao, F.; Strahler, A.H.; Lucht, W.; Li, X.; Tsang, T.; Strugnell, N.C.; Zhang, X.; Jin, Y.; Muller, J.P.; *et al.* First operational BRDF, albedo nadir reflectance products from MODIS. *Remote Sens. Environ.* 2002, 83, 135–148
- Schreier, F.; García, S.G.; Hochstaffl, P.; Städt, S. Py4CATS-PYthon for computational ATmospheric spectroscopy. *Atmosphere* 2019, 10, 262
- Stuhlmann, R.; Rieland, M.; Raschke, E. An improvement of the IGMK model to derive total and diffuse solar radiation at the surface from satellite data. *J. Applied Meteorology*, 29(7): 586-603, 1990.
- Pereira, E. B., Abreu, S. L., Stuhlmann, R., Rieland, M. ; Colle, S. Survey of The Incident Solar Radiation In Brazil by use of Meteosat Satellite Data. *Solar Energy*, Phoenix, v. 57, n.2, p. 125-132, 1996.
- Pereira, E. B.; Martins, F. R.; Abreu, S. L.; Couto, P.; Stuhlmann, R.; Colle, S. Effects of burning of biomass on satellite estimations of solar irradiation in Brazil. *Solar Energy*, 68(1): 91-107, 2000.
- Pereira, E. B., Martins, F. R., Abreu, S. L., Rüther, R. Atlas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos: INPE, 2006. v. 1. 66p.
- Pereira, E. B.; Martins, F. R.; Gonçalves, A. R.; Costa, R.S.; Lima, F. L.; Rüther, R.; Abreu, S. L.; Tiepolo, G. M.; Pereira, S. V.; Souza, J. G. Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2nd ed.; INPE: São José dos Campos, Brasil, 2017; p. 88. DOI: 10.34024/978851700089.
- Wiscombe, W.J.; Evans, J.W. Exponential-sum fitting of radiative transmission functions. *J. Comput. Phys.* 1977, 24, 416–444

NEW SOLAR IRRADIATION DATABASE FOR BRAZIL - PRELIMINARY RESULTS

Abstract. *Brazil's high solar potential and the consequent growth of the solar source in the country demand quality information on the availability and variability of the resource. In response to this demand, LABREN/INPE uses the BRASIL-SR radiative transfer model as a reliable tool for modeling the solar resource. Its simulations include the data that led to the publication of the two editions of the Brazilian Solar Energy Atlas. In order to improve estimates, several modifications and functionalities have been implemented in the model in recent years and the new version of the model will be used to develop a new solar irradiation base for Brazil. The aim of this work is to carry out a preliminary evaluation of the results already obtained in relation to those that served as the basis for the second edition of the Atlas. Improvements were seen in the simulations obtained in relation to the identification and detailing of features in the average global irradiation maps, both monthly and annually. There were also increases in the simulations in regions and periods of the year with less cloudiness, indicating that the clear-sky model implemented brought greater reliability to the estimates in these conditions. Evaluations of longer simulation periods are still needed, but the results are promising and will certainly contribute to improving not only the estimates of solar potential, but also the generation of consistent and assertive time series for the energy sector in its various areas.*

Keywords: *solar energy, solar potential assessment, solar resource modeling*