

## UTILIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E PRESSÃO ATMOSFÉRICA PARA ESTIMATIVA DE RADIAÇÃO SOLAR VIA REDES NEURAS ARTIFICIAIS

Kaio Martins Ramos<sup>1</sup>, Arini De Menezes Costa<sup>2</sup>, Hugo Hermano Da Costa Castro<sup>3</sup>, Antonio Alison Pessoa Guimarães.<sup>4</sup>

**Resumo:** Ao passar dos anos, a sociedade anseia por mais energia. Diversificar a matriz energética é importante e com isso, os investimentos em novas formas de energia fazem-se necessário. Um desses investimentos é em energia solar, uma fonte renovável. Para isso, faz-se necessário obter informações sobre a radiação solar da região a qual se queira explorar energeticamente. Em muitos casos, o uso da previsão de radiação solar pode se tornar uma ferramenta indispensável. Contudo, tem-se um problema com a previsão: ela não está disponível em todos os locais devido as dificuldades em relação as estações meteorológicas. Com o intuito de sanar esse problema, é necessário o desenvolvimento de modelos analíticos de estimação que possam responder de forma eficaz aos métodos convencionais. Diante de todo esse contexto, o presente projeto compreende o estudo de previsão de radiação solar por modelagem computacional baseada em Redes Neurais Artificiais (RNA) para a região do Maciço de Baturité. A precisão de estimativa dos modelos de RNA leva-se em consideração a combinação dos parâmetros de entrada e o estudo das multicamadas mediante as várias arquiteturas existentes. Por meios dos aspectos meteorológicos e geográficos, pode-se obter uma previsão para a radiação com um certo grau de erro aceitável e solucionar o problema apresentado.

**Palavras-chave:** Previsão, Energia Solar, Redes Neurais Artificiais, Modelagem.

<sup>1</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e desenvolvimento sustentável, e-mail: kayomartyns@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e desenvolvimento sustentável, e-mail: atalaia.ce@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e desenvolvimento sustentável, e-mail: hermanocastro@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Engenharias e desenvolvimento sustentável, e-mail: alisson@unilab.edu.br

## INTRODUÇÃO

A demanda por energia na sociedade atual vem crescendo. Diversificar a matriz energética é importante, uma vez que ficar restrito a apenas algumas fontes podem acarretar grandes problemas a sociedade. A energia solar tem um lugar importante nessa diversificação, a qual tem um impacto benéfico no que diz respeito à visão técnica, ambiental e política.

Com a da iminência do mercado de energia solar, ferramentas de estimativa com um ótimo grau de precisão são extremamente importantes para a concepção dos sistemas solares. Em sumo, é necessária uma estimativa de radiação nos locais os quais se queiram explorar. Isto normalmente é possível através de equipamentos de medição, mas estes dispositivos não estão disponíveis em lugares remotos ou zonas rurais que especialmente possuem potencial de instalação de usinas. Portanto, é essencial para prever a radiação solar, em um determinado local, fazer uso de várias variáveis climáticas (MENEZES NETO; COSTA; RAMALHO, 2009).

Diante desse contexto, pode-se introduzir o uso de redes neurais artificiais (RNA) para a previsão de radiação com valores plausíveis. Redes neurais artificiais são definidas como uma técnica computacional no qual o seu modelo matemático se assemelha a estrutura neural de organismos inteligentes, que por meio de experiência ganham conhecimento. Uma RNA fornece uma maneira computacional de determinação empírica, utilizando-se de um relacionamento possivelmente não linear entre as variáveis de entrada e saída. Com todo esse poder, pode-se explorá-la afim de obter-se uma previsão de radiação de uma determinada área por meio de variáveis meteorológicas, sendo esse o objetivo do presente trabalho.

## METODOLOGIA

O reconhecimento e aquisição de dados é um dos passos mais importantes para a escolha do tipo de rede. Tomou-se como variáveis do referido modelo, os dados de precipitação (mm), radiação solar (kWh/m<sup>2</sup>) e pressão atmosférica (mmHg), para as cidades do maciço de Baturité no período de maio a agosto dos anos 1995 a 2014, representando assim 19 anos. Os dados meteorológicos foram coletados por meio de uma estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Após a coleta dos dados, fez-se necessário um pré-processamento afim de tonar a rede mais eficaz. Foram resolvidos os problemas de preenchimento de falhas e normalização. Nessa fase, notou-se que alguns anos estavam com problema de alocação de dados, e se colocados no programa dariam erros por tamanho distinto de matrizes. Tais anos foram excluídos de tal forma que não interferisse na performance da rede. Após as fases anteriores completadas, deu-se início a construção da RNA. Para isso, foi-se especificado: uma camada oculta, um neurônio em cada camada, os pesos e a função de treinamento.

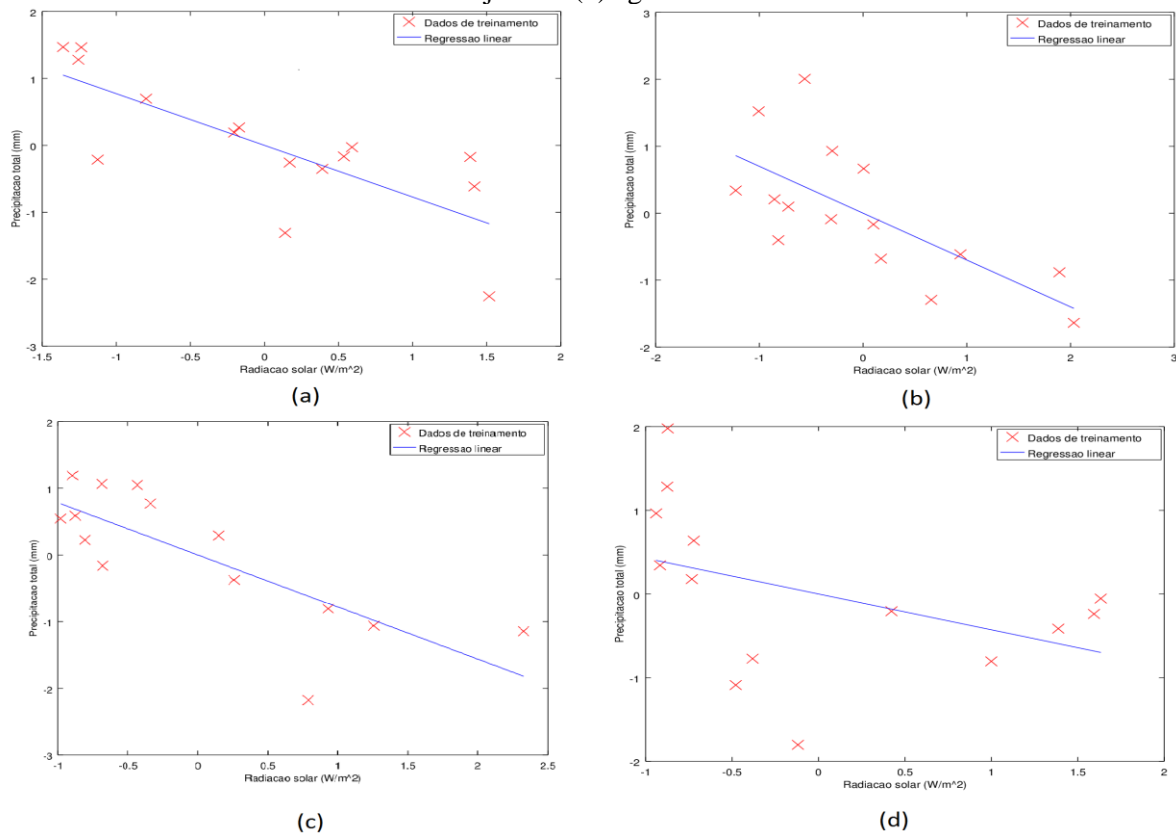
Concluída a construção do algoritmo, foi-se resolvido a questão dos pesos, uma vez que é imprescindível para maior precisão da rede em relação aos valores reais. A rede foi alimentada com os 17 anos e o algoritmo entrou com um par de tetas, teta 0 e teta 1, minimizando a função dos pesos, gerando assim o ponto ótimo, significando que a rede aprendeu. Com todos os processos terminados, veio-se a análise dos resultados obtidos. Foram-se feitas comparações e comentários das respostas obtidas, e isso será de suma importância, uma vez que poderá perceber se a rede é eficaz e caso negativo, verificar qual os problemas que resultaram nisso e com isso, melhorar a rede em trabalhos futuros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se ter um desempenho aceitável, seguiu-se no presente trabalho a regra ADELIN. Ela é similar ao Perceptron (tipo de rede neural), diferenciando apenas pelo seu algoritmo de treinamento. A ADELIN utiliza-se da regra delta para minimizar o erro médio, e com isso, ocorre o ajuste dos pesos de acordo com o erro. A aplicação da regra delta nesse trabalho garantiu a convergência do erro quadrático para o valor mínimo, em outras palavras, os valores obtidos em muitos casos apresentam uma boa aproximação dos valores reais.

A figura abaixo representa os gráficos de regressão linear para radiação solar normatizada (eixo x) e precipitação (eixo y).

Figura 1 – Regressão Linear para precipitação x radiação solar: (a) maio, (b) junho, (c) julho e (d) agosto.



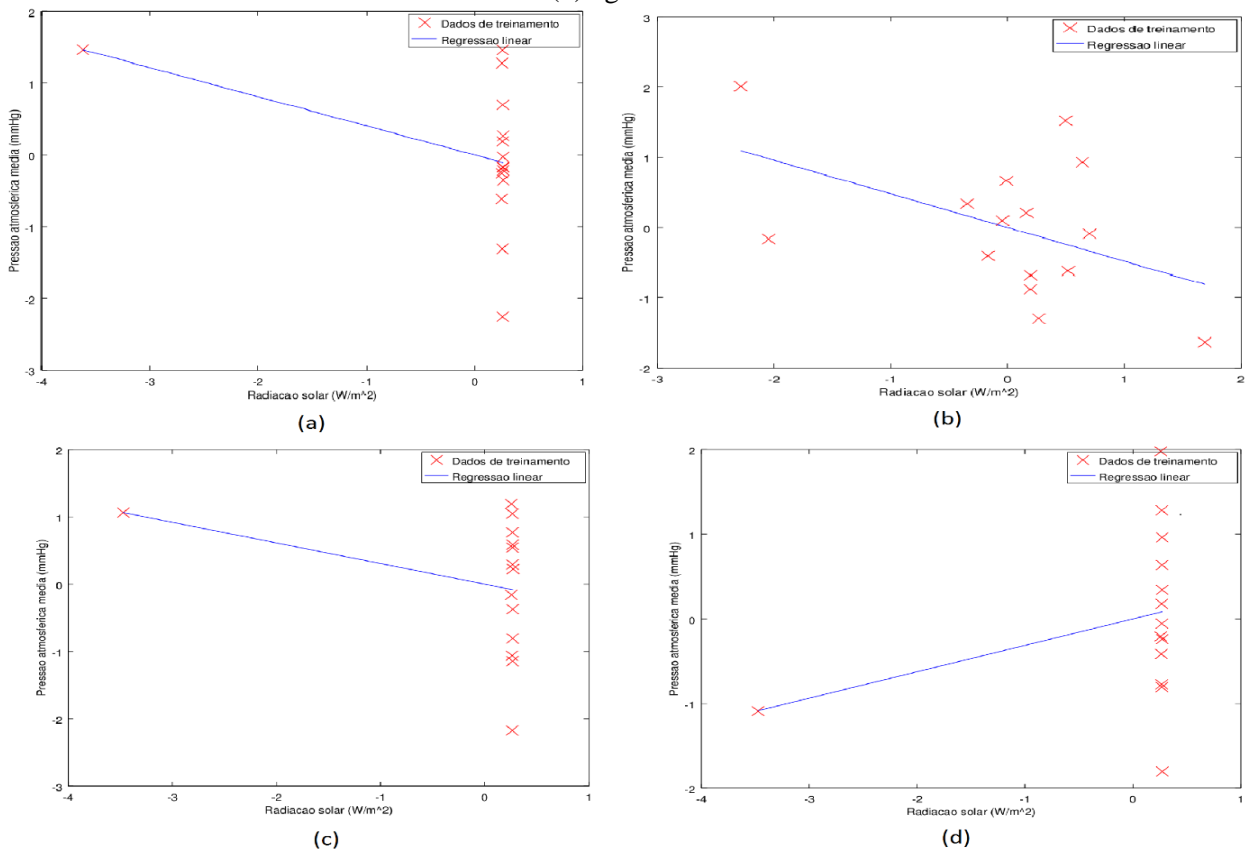
Fonte: Autor

Observar-se uma reta e os valores de treinamento próximo a ela. A reta tem a função de minimizar o erro médio entre os valores considerados. Nota-se que os valores estão relativamente próximos a mesma, salvo o mês de agosto que se encontram um pouco despeço. Isso demonstra que os valores obtidos para radiação normatizada se encontram com uma margem de erro aceitável. Observar-se também que a radiação é inversamente proporcional a precipitação, em outras palavras, a medida que a precipitação cresce, a radiação segue o caminho inverso. Foram-se obtidos também gráficos de superfície e curvas de nível. Notou-se que o ponto ótimo (situação na qual a rede aprende) se modifica a cada mês, indicando-se assim que a rede aprendeu com treinamento.

A figura 2 encontra-se a regressão linear entre a radiação solar normatizada (eixo x) e a pressão (eixo y). A reta tem a mesma função, minimizar o erro. Observa-se que os valores

estão o quanto que distantes da reta. Com isso, percebe-se que obtenção de radiação solar por meio da variável pressão não é tão eficiente quanto por a precipitação. Com relação aos gráficos de superfície e curvas de nível, notou-se que o ponto ótimo se modifica também, sendo um sinal de aprendizado. Com tudo, os gráficos de regressão demonstraram que o aprendizado não foi eficiente, apresentando valores defasados.

Figura 2 – Regressão Linear para pressão x radiação solar: (a) maio, (b) junho, (c) julho e (d) agosto



Fonte: Autor

## CONCLUSÕES

Por meio desse estudo, pode-se observar que o processo de se obter radiação por meio de modelagem computacional se mostra promissora, uma vez que os resultados obtidos se mostram satisfatórios. Observa-se que os erros se minimizam, logo se adequando as condições impostas e ocorrendo o aprendizado da rede. A metodologia usada mostrou-se eficiente para avaliar os parâmetros através da regressão linear com rapidez, assim permitindo que a intensidade de radiação solar seja obtida para o local de interesse. Com os dados analisados, observou-se que a pressão atmosférica não é uma variável interessante, uma vez que ao se observar os gráficos de regressão nota-se que os valores estão muito dispersos, assim causando erros os quais não são aceitáveis.

## AGRADECIMENTOS

Aos colegas Arini Costa, Hugo Hermano e ao orientar Antonio Alison, aos quais sem a participação deles o trabalho não seria possível.

## REFERÊNCIAS

CARACIOLO, MARCEL **Introduzindo Redes Neurais e Adaline**, disponível em << <http://aimotion.blogspot.com.br/2008/12/oi-todos-nesse-post-irei-apresentar.html>>>

HINKELMAN, L. M.; ACKERMAN, T. P.; MARCHAND, R. T.; **An evaluation of NCEP Eta model predictions of surface energy budget and cloud properties by comparison with measured ARM data**, *Journal of Geophysical Research*, vol.104, n. D16, pp. 19535-19549, 1999.

GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; CHAN, C. S. **Previsões de Radiação Solar Utilizando Modelo de Mesoescala: Refinamento com Redes Neurais**. I Congresso Brasileiro de Energia Solar, Fortaleza-CE, Abril, 2007

MENEZES NETO, O. L.; COSTA, A. A.; RAMALHO, F. P; **Estimativa de Radiação Solar via Modelagem Atmosférica de Mesoescala**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n. 3, p. 339-345, 2009.

MUBIRU, J.; Using **Artificial Neural Networks to Predict Direct Solar Irradiation**, Hindawi Publishing Corporation, *Advances in Artificial Neural Systems*, Volume 2011, Article ID 142054, 2011.

PORTALENERGIA. **Energias Renováveis**. Disponível em: <http://www.portal-energia.com/teoria-funcionamento-energia-solar-fotovoltaic/> Acesso em: 22 ago. 2016

PORTALCAPITAL. **Geração de energia**. Disponível em: <http://www.cartacapital.com.br/blogs/outras-palavras/por-que-a-energia-solar-nao-deslanchno-brasil-3402.html> Acesso em: 23 ago. 2016.

SILVA, IVAN NUNES DA. **Redes Neurais Artificiais para engenharia e ciências aplicadas**. Artliber, 2010.

SOLAR TAUÁ. **Preparando-se Para o Futuro**. Energia, MPX. Rio de Janeiro, 2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO; **Redes Neurais Artificiais**, disponível em << <http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/andre/research/neural/>>

WANG, F.; MI, Z.; SU, S.; Zhao H. **Short-Term Solar Irradiance Forecasting Model Based on Artificial Neural Network Using Statistical Feature Parameters**. *Energies*, 2012, n. 5, p. 1355-1370.