

## **ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA E DA UTILIZABILIDADE UTILIZANDO DADOS DE RADIAÇÃO DA CIDADE DE PESQUEIRA-PE**

**M. H. O. Pedrosa Filho**

<sup>1</sup> Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Pesqueira.  
BR 232, km 208, Prado, Pesqueira-PE, Brasil.  
e-mail: manael.henrique@yahoo.com.br

*Recibido 03/09/15, aceptado 05/10/15*

**RESUMEN:** Este trabajo inicial realiza un estudio básico sobre la distribución de frecuencia de la radiación solar y utilizabilidad, indicador importante que permite hacer la predicción de la cantidad de energía que puede ser convertida en energía térmica útil. Utilizase los valores medidos de la radiación solar global en la ciudad de Pesqueira-PE en el período 2013-2015 para obtener la distribución de frecuencia de los valores del  $K_{td}$  (diario) haciendo comparaciones con los modelos de Bendt y Saunier. Fueron calculadas correlaciones entre la utilizabilidad diaria con los valores del  $K_{td}$  para diversos niveles de la radiación crítica. Al final, fue obtenida la utilizabilidad mensual. Se observó que el modelo de Bendt es el que representa los datos de distribución de frecuencia con menor error, presentando pequeñas diferencias cuando se considera la correlación de Herzog.

**Palabras-clave:** Distribución de frecuencia da radiación solar, utilizabilidad, radiación solar.

### **INTRODUÇÃO**

Com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de projetos otimizados e prezar pela redução do esforço de computação, foram desenvolvidas diversas metodologias que são utilizadas para estimar o desempenho de sistemas de aquecimento de água e assim prever a quantidade de energia que será aproveitada. O método da utilizabilidade apresenta-se como uma técnica simplificada, porém não restrita, que pode ser utilizada em situações em que não se dispõe de informações detalhadas da radiação e dos parâmetros do equipamento que permitam o desenvolvimento de simulações mais completas Ruethsch et al. (2012).

O método da utilizabilidade foi desenvolvido por (Whillier (1953); Hottel e Whillier (1955)) e está baseado em métodos estatísticos, foi definido inicialmente para valores horários próximos ao meio dia. Liu e Jordan (1963) realizaram uma generalização do método para permitir a obtenção de valores horários a partir de dados diários para qualquer local e mostraram a dependência com o índice de claridade.

Mais recentemente Bendt et al. (1981) utilizaram medições de 90 localidades nos EUA e obtiveram curvas genéricas que relacionam a distribuição de frequência da radiação solar com o  $kt$ , observaram que os resultados concordam com os apresentados por Liu e Jordan (1963).

Ruethsch et al. (2012) apresentaram valores da utilizabilidade diária, calculados a partir de valores medidos do desempenho de um coletor solar para aquecimento do ar. Realizando a comparação com valores teóricos apresentados por Karatasou et al. (2006), seus resultados se apresentaram concordantes.

Suehrcke e McCormick (1989) apresentaram em seu trabalho uma discussão sobre as diferenças encontradas quando se considera o cálculo da utilizabilidade horária, diária, fazem considerações sobre a utilizabilidade instantânea, os seus resultados mostraram que, quando se considera a utilizabilidade instantânea, esta apresenta valores que divergem da utilizabilidade horária. Os autores

ainda discutem sobre a resposta do coletor térmico às variações da radiação solar quando se considera um intervalo sub-horário de coleta.

Com o intuito de avaliar a aplicabilidade dos modelos de distribuição de frequência, este trabalho apresenta resultados da metodologia de cálculo da distribuição de frequência dos valores de  $k_t$  obtidos a partir dos valores da radiação solar medida na cidade de Pesqueira-PE. Tais resultados são comparados com modelos matemáticos existentes: Bendt et al. (1981) e Saunier et al. (1987). Adicionalmente, foi observada a existência de uma relação entre a utilizabilidade diária e o índice de claridade diário. Ao final, foi calculada a utilizabilidade mensal em função da radiação crítica para um mês no verão e outro no inverno na localidade.

## DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR

Durante a análise dos valores da radiação solar, uma ferramenta interessante que pode ser empregada, é a distribuição de frequência da radiação solar, estudada inicialmente por Liu e Jordan (1963) como método para prever valores de radiação de longo prazo. Eles obtiveram uma série de curvas experimentais que permitem calcular a utilizabilidade. Os autores utilizaram como parâmetro de estudo a relação  $X = \frac{H_t}{H_t}$ .  $H$  representa a radiação horária, obtida pela integração dos valores minuto a minuto em determinada hora.

Bendt et al. (1981) utilizando dados de radiação de 90 estações nos Estados Unidos com aproximadamente 20 anos de observações, desenvolveram uma relação matemática que permite determinar o desempenho dos coletores solares, utilizando a distribuição de frequência da radiação. Diferentemente de Liu e Jordan (1963), Bendt et al. (1981) utilizaram como parâmetro de estudo o índice de claridade ( $K_{td}$ ).

A relação obtida por Bendt et al. (1981) é apresentada na Eq. 01. Onde o parâmetro  $K_{td}$  corresponde ao valor do índice de claridade diário.

$$f(K_{td}, \bar{K}_{td}) = \frac{e^{\gamma \cdot K_{td, \min}} - e^{\gamma \cdot K_{td}}}{e^{\gamma \cdot K_{td, \min}} - e^{\gamma \cdot K_{td, \max}}} \quad (1)$$

A Eq. 1 permite calcular o percentual de dias em que é possível encontrar valores do índice de claridade diário, menores que  $K_{td}$ . Os autores sugerem que o valor de  $K_{td, \min}$  seja de 0,05, o que corresponde a um dia nublado. E  $K_{td, \max}$  seja referente a um dia de céu claro na localidade durante o mês em estudo.  $\bar{K}_{td}$  é o índice de claridade diário médio mensal.

$\gamma$  é denominada constante de quantização, pode ser obtida pela resolução numérica da equação transcendental apresentada na Eq. 2.

$$\bar{K}_{td} = \frac{\left(K_{td, \min} - \frac{1}{\gamma}\right) e^{\gamma \cdot K_{td, \min}} - \left(K_{td, \max} - \frac{1}{\gamma}\right) e^{\gamma \cdot K_{td, \max}}}{e^{\gamma \cdot K_{td, \min}} - e^{\gamma \cdot K_{td, \max}}} \quad (2)$$

Herzog (1985) propôs uma relação explícita para o valor de  $\gamma$ , obtida a partir de um ajuste de curva (Eq. 3).

$$\gamma = 11,498 + \frac{1,184 \cdot \xi + 27,182 \cdot e^{-1,5 \cdot \xi}}{K_{td, \max} - K_{td, \min}} \quad (3)$$

Onde

$$\zeta = \frac{K_{td,max} - K_{td,min}}{K_{td,max} - \bar{K}_{td}} \quad (4)$$

O gráfico da Figura 1 apresenta a comparação entre os resultados obtidos a partir do tratamento dos valores de radiação por Liu e Jordan (1963) e os valores obtidos pela função desenvolvida por Bendt et al. (1981).

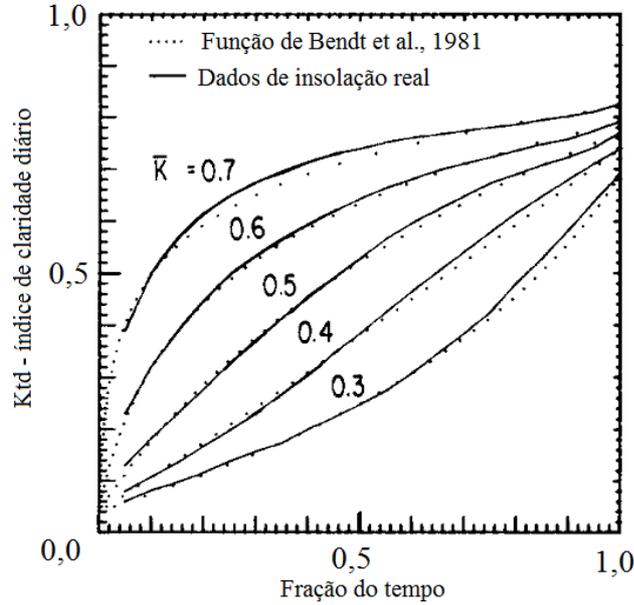


Figura 1 - Comparação entre dados medidos e a função de Bendt et al. (1981).

Alternativamente, Hollands e Huget (1983) apresentaram a expressão da Eq. 5, que permite a determinação do  $K_{td,max}$  em função do  $\bar{K}_{td}$ .

$$K_{td,max} = 0,6313 + 0,267 \cdot \bar{K}_{td} - 11,9 \cdot (\bar{K}_{td} - 0,75)^8 \quad (5)$$

Saunier et al. (1987) desenvolveram uma nova expressão (Eq. 6) para a função de distribuição de probabilidade de Bendt et al. (1981), a qual permite obter tais valores para localidades com clima tropical, onde são comuns altos valores de irradiação solar.

$$f(x, \bar{x}) = C_1 \cdot (x - x^2) e^{\gamma_1 \cdot x} \quad (6)$$

Onde:  $x = \frac{K_{td}}{K_{td,max}}$  e  $\bar{x} = \frac{\bar{K}_{td}}{K_{td,max}}$ .

Na expressão de Saunier et al. (1987),  $\gamma_1$  é obtida, também, pela resolução numérica da equação transcendental apresentada na Eq. 7.

$$\bar{x} = \frac{e^{\gamma_1} \cdot (\gamma_1^2 - 4 \cdot \gamma_1 + 6) - 2 \cdot \gamma_1 - 6}{\gamma_1 \cdot [e^{\gamma_1} \cdot (\gamma_1 - 2) + \gamma_1 + 2]} \quad (7)$$

O parâmetro  $C_1$  depende apenas de  $\gamma_1$  (Eq. 8).

$$C_1 = \frac{\gamma_1^3}{e^{\gamma_1} \cdot (\gamma_1 - 2) + \gamma_1 + 2} \quad (8)$$

## UTILIZABILIDADE

A utilizabilidade pode ser definida como a fração da energia disponível que poderá ser aproveitada por um sistema de conversão solar. Klein e Beckman (1984) definem utilizabilidade como sendo a fração da radiação solar incidente em um sistema que excede um patamar especificado ou um nível crítico. A formulação para o cálculo da utilizabilidade baseia-se em um sistema de aquecimento, cuja curva de desempenho está apresentada na Figura 2.

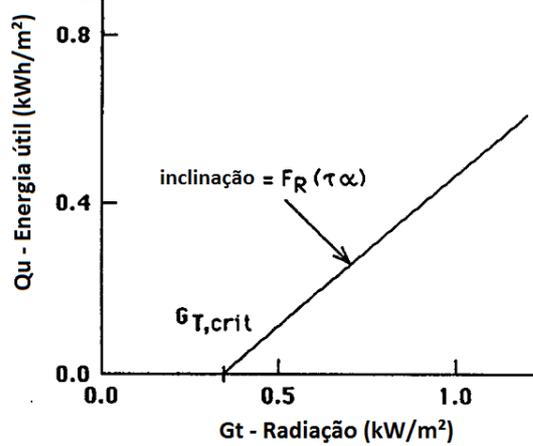


Figura 2 - Desempenho característico de um coletor solar térmico.

Devido às perdas térmicas do coletor solar, de toda a energia que é coletada pelo sistema, apenas uma parcela será convertida em energia útil. Esta parcela se refere à proporção da energia que está acima do nível crítico do sistema. Ruethsch et al. (2012) utilizam a Eq. 9 para o cálculo do nível crítico de um coletor plano solar térmico.

$$I_c = \frac{F_R U_L (T_I - T_A)}{F_R (\tau \alpha)} \quad (9)$$

Na Eq. 9, o termo  $F_R$  (fator de remoção de calor) no numerador e no denominador não precisa ser cancelado, pois os termos  $F_R U_L$  e  $F_R (\tau \alpha)$  podem ser obtidos teoricamente ou por meio de ensaios (Klein e Beckman 1984). Observa-se que, embora os autores tratem o nível crítico como constante, ele depende da temperatura de entrada do fluido ( $T_I$ ) e da temperatura ambiente ( $T_A$ ). Neste trabalho, consideramos o nível crítico constante como forma de simplificação dos cálculos.  $I_c$  é o nível crítico da radiação incidente no plano do coletor. Neste trabalho,  $I$  é utilizado para representar valores da radiação solar medidos a cada minuto.

Guiando-se pela definição, a Eq 10 apresenta a forma de cálculo da utilizabilidade horária desenvolvida por Hottel e Whillier (1955).

$$\phi_h = \frac{(H_T - H_{TC})^+}{H_T} \quad (10)$$

Na Eq. 10,  $H_T$  é a radiação horária e  $H_{TC}$  é a radiação horária crítica, ambas considerando que o coletor não está na horizontal e  $\phi_h$  representa a utilizabilidade horária. O sinal + no numerador da expressão indica que apenas as parcelas positivas é que são consideradas para o cálculo, ou seja, só os instantes que a radiação é maior do que o nível crítico. Esta equação pode ser mais bem entendida pela representação da Figura 3.

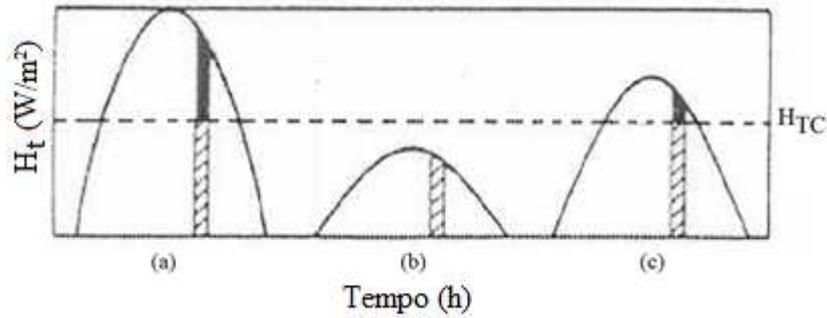


Figura 3 - Utilizabilidade na base horária.

Na Figura 3, pode-se observar o comportamento da radiação solar para três dias distintos. Na Figura 3a, um dia de céu claro, para o intervalo de tempo hachurado, a utilizabilidade foi maior do que no caso da Figura 3c. Já na Figura 3b, observa-se um dia em que a radiação foi menor do que o nível crítico, a utilizabilidade é zero.

## METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizados dados medidos na estação solarimétrica do IFPE campus Pesqueira, localizada no município de Pesqueira-PE, o clima local é do tipo semiárido, classificado como BSh, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger. A precipitação pluviométrica média é de 700 mm, a temperatura média compensada anual é de 23 °C e os meses chuvosos estão situados entre fevereiro e julho.

A estação solarimétrica é composta por um rastreador Solys2 no qual estão instalados um piranômetro PB Eppley para medição da radiação global, um pireliômetro CHP1 da Kipp&Zonen para medição da componente difusa e um piranômetro CMP3 da Kipp&Zonen sombreado por uma esfera para medição da componente difusa da radiação solar, as coordenadas da estação são: latitude de -8:21:59,87, longitude de -36:40:50,34 e altitude de 660m.

Foram utilizados dados de radiação global no período de março de 2013 a junho de 2015, qualificados seguindo a metodologia apresentada por Raichijk (2012), sendo considerados válidos valores da radiação global obtidos para  $\theta_z < 80^\circ$ .

Os índices de claridade instantâneo ( $kt$ ), horário ( $Kt_h$ ) e diário ( $Kt_d$ ) foram calculados respectivamente,

$$kt = \frac{I_{global}}{I_{0,eff} \cdot \cos(\theta_z)} \quad (12) \quad , \quad Kt_h = \frac{H_{global}}{H_0} \quad (13) \quad \text{e} \quad Kt_d = \frac{G_{global}}{G_0} \quad (14)$$

Onde,  $I$  denota o valor da radiação solar registrada minuto a minuto pelo data logger,  $H$  representa a radiação horária, obtida pela integração dos valores minuto a minuto em determinada hora e  $G$  representa a radiação diária, obtida pela integração dos valores minuto a minuto em determinado dia.

Para o cálculo da utilizabilidade diária foi utilizada a expressão da Eq. 15.

$$\phi_d = \frac{\sum_{horas} \sum_{minutos} (I_{global} - I_{crit})^+}{G_{global}} \quad (15)$$

Na Eq. 15, o numerador é o somatório das diferenças positivas tomadas para cada minuto relativo a todas as horas do dia no qual está sendo realizado o cálculo e  $\phi_d$  é a utilizabilidade diária.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das expressões apresentadas, foi obtida inicialmente, a distribuição de frequência dos valores de  $kt$  (instantâneo) para duas condições de massa de ar.

A primeira é para a massa de ar 1 (Figura 4), neste caso foi definida uma faixa de massa de ar menor do que 1,1; considerou-se valores distintos para os três anos em estudo.

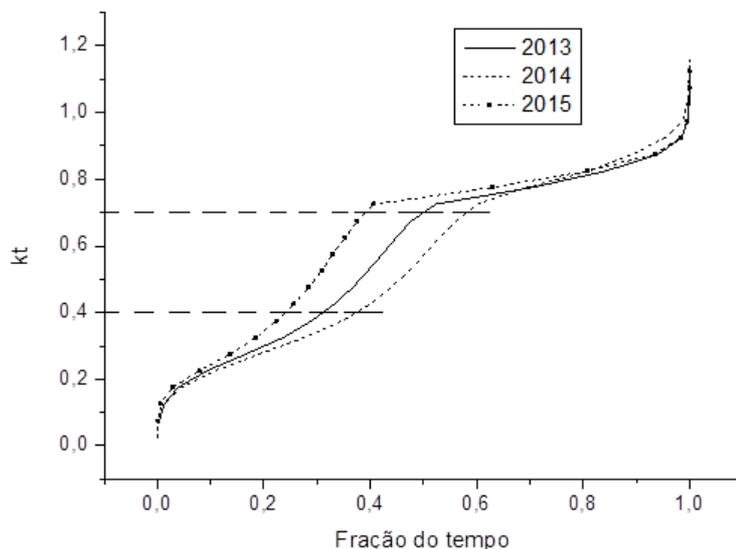


Figura 4 - Distribuição de frequência do  $kt$  (instantâneo) para massa de ar 1 para três anos.

Observa-se na Figura 4, que na faixa de  $kt$  entre 0,4 e 0,75 ocorre uma variabilidade mais acentuada entre os três anos em estudo. Para o ano de 2014, 58% dos instantes (minutos) apresentaram  $kt$ 's menores que 0,7, por exemplo, já para 2015, esse percentual cai para 38%, o que indica, comparando-se os trechos mais extremos do gráfico, que o ano de 2015 ocorreu menos momentos de céu claro, nos instantes em que a massa de ar é próxima à unidade. A Figura 5 apresenta a distribuição de frequência para a massa de ar 2.

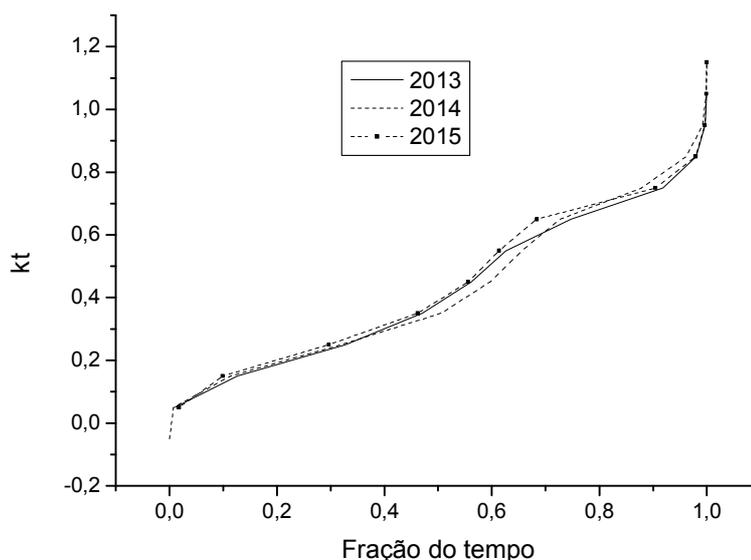


Figura 5 - Distribuição de frequência do  $kt$  (instantâneo) para massa de ar 2 para três anos.

Para a massa de ar 2, utilizou-se uma faixa entre 1,9 e 2,1 de valores da massa de ar. O gráfico da Figura 5 indica que não ocorreram diferenças significativas da frequência de ocorrência dos valores de  $kt$ , considerando-se a massa de ar 2. As condições da atmosfera foram mais regulares entre os anos observados.

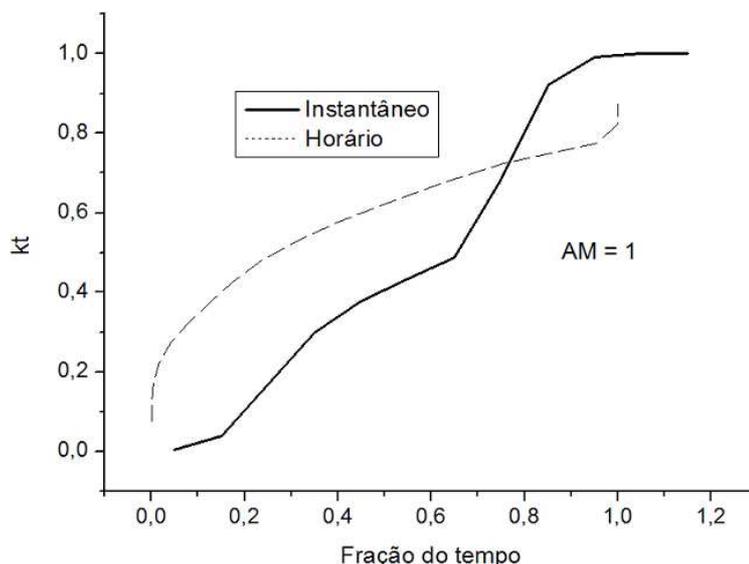


Figura 6 - Comparação da distribuição de frequência dos  $kt$ 's instantâneos e horários para massa de ar 1.

A Figura 6 apresenta uma comparação entre a distribuição de frequência dos  $kt$ 's para a massa de ar 1. Nestas duas curvas foram considerados todos os anos juntos. O MBE obtido foi de 14,9% e o RMSE foi de 45,8%, o que indica que existe uma grande diferença entre as duas distribuições, confirmada pelas diferenças das curvas apresentada na Figura 6. Pode-se inferir que existe uma grande variabilidade das condições atmosféricas dentro do intervalo de uma hora, ocorrendo possivelmente muita instabilidade de nuvens quando se observa o horário próximo do meio dia solar na localidade. Situação diferente a esta é apresentada na Figura 7, quando são considera a massa de ar 2.

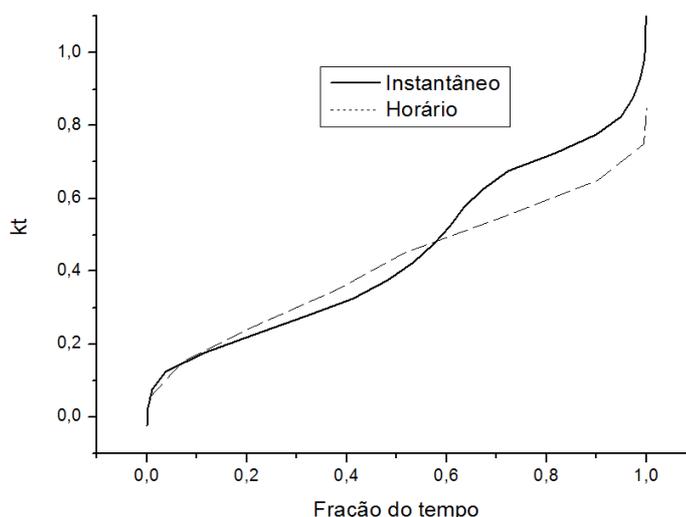


Figura 7 - Comparação da distribuição de frequência dos  $kt$ 's instantâneos e horários para massa de ar 2.

Observa-se que as distribuições de frequência horária e instantânea detêm uma concordância melhor até valores de  $kt$  menores que 0,5. No geral, o MBE foi de 3,34% e o RMSE de 24,6%, que embora

sejam menores do que os valores encontrados na comparação da massa de ar 1, ainda se apresentam com uma diferença significativa.

Este fato foi discutido por Suehrcke e McCormick (1989). Considerando que os sistemas térmicos respondem bem a variações da radiação solar no intervalo horário, os autores indicaram que tais sistemas também são influenciados por variações da radiação no intervalo sub-horário (minuto a minuto), as quais também podem afetar o desempenho do sistema. Os gráficos das Figura 6 e Figura 7 mostram que existe realmente uma diferença significativa, quando se considera a distribuição de frequência dos valores instantâneos e horários. Observa-se que, ao utilizar o método da utilizabilidade, pode-se incorrer em uma subestimação ou superestimação do desempenho do sistema quando se emprega o método da utilizabilidade, utilizando-se valores horários.

A Figura 8 apresenta a relação entre  $Kt_d$  e a utilizabilidade diária para três valores de radiação crítica.

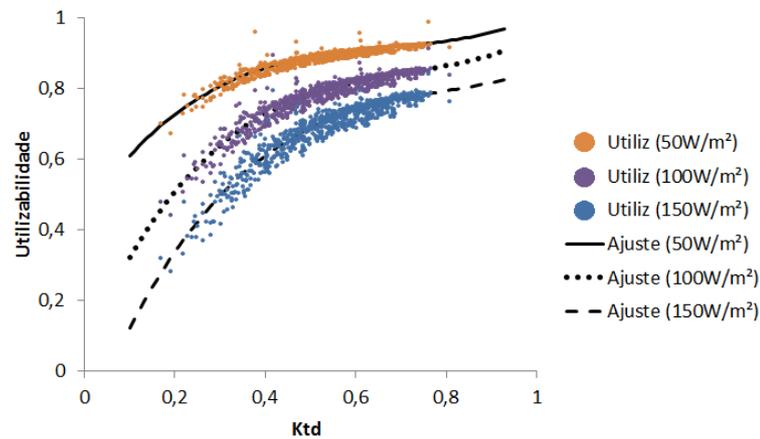


Figura 8 - Utilizabilidade diária para valores de rad. crítica em função de  $Kt_d$ .

Considerando-se valores diários, obtiveram-se valores da utilizabilidade para os três anos, considerando como valores fixos da radiação crítica:  $50\text{W/m}^2$ ,  $100\text{W/m}^2$  e  $150\text{W/m}^2$ . Realizou-se um ajuste de curvas para cada nível de radiação crítica como função do  $Kt_d$ . Verifica-se que, os valores da utilizabilidade diária são bem relacionados com os valores de  $Kt_d$ . A dispersão apresenta-se diretamente proporcional ao valor da radiação crítica, para menores valores da radiação crítica, menor dispersão.

$$\text{Para radiação crítica de } 50\text{W/m}^2: \phi_d = 1,2732.Kt_d^3 - 2,5664.Kt_d^2 + 1,8483.Kt_d + 0,4487 \quad R^2 = 0,52$$

$$\text{Para radiação crítica de } 100\text{W/m}^2: \phi_d = 1,7141.Kt_d^3 - 3,6697.Kt_d^2 + 2,8264.Kt_d + 0,0729 \quad R^2 = 0,79$$

$$\text{Para radiação crítica de } 150\text{W/m}^2: \phi_d = 1,5238.Kt_d^3 - 3,6462.Kt_d^2 + 3,1278.Kt_d - 0,1567 \quad R^2 = 0,86$$

A Figura 9 e a Figura 10 apresentam uma comparação entre os modelos/procedimentos que permitem calcular a distribuição de frequência de  $Kt$ . Foram obtidas a partir dos valores medidos (local) e a partir dos modelos de Saunier et al. (1987) denominado Saunier. Bendt et al. (1981) denominado Bendt e da junção do modelo de Bendt et al. (1981) e Herzog (1985), denominado Bendt-Herzog.

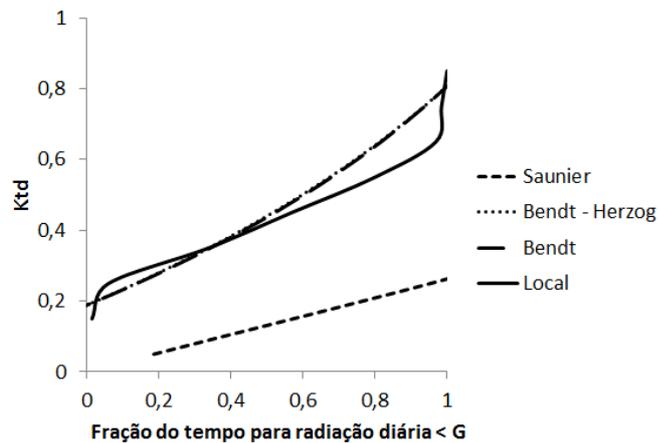


Figura 9 - Comparação entre modelos de Saunier e Bendt para radiação diária de Janeiro.

A Figura 9 apresenta a distribuição de frequência dos valores de  $K_{td}$  obtidas para os dias dos meses de janeiro (verão). Como parâmetros de entrada dos modelos utilizaram-se:  $\bar{K}_{td} = 0,5874$  ( $K_{td}$  médio para o mês de janeiro),  $K_{td,max} = 0,7368$  e  $K_{td,min} = 0,3896$ . Para o mês em questão, o modelo que apresentou menor erro foi o de Bendt (RMSE = 16,5% e MBE = 1,1%), os outros modelos apresentaram-se com erros maiores que estes valores, portanto verifica-se que existe uma boa concordância entre os valores obtidos a partir dos dados medidos em relação aos modelos de Bendt. O modelo de Saunier não se apresentou adequado para representar os dados, pois o RMSE = 127% e MBE = 19,1%, fato que visivelmente nota-se a partir do gráfico.

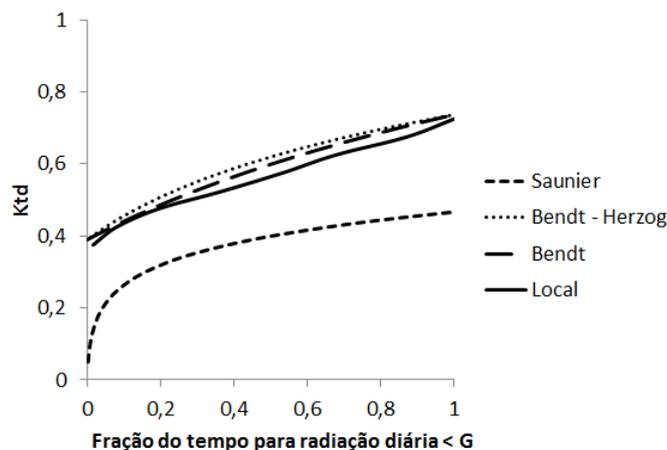


Figura 10 - Comparação entre modelos de Saunier e Bendt para radiação diária de junho.

Os gráficos da Figura 10 representam a distribuição de frequência dos valores de  $K_{td}$  para o mês de junho (inverno). Como parâmetros de entrada dos modelos utilizaram-se:  $\bar{K}_{td} = 0,4563$  ( $K_{td}$  médio para o mês de junho),  $K_{td,max} = 0,8068$  e  $K_{td,min} = 0,1883$ . Da mesma forma, o modelo de Bendt apresentou os menores desvios (RMSE = 13,6% e MBE = 1,78%) seguido do modelo Bendt-Herzog (RMSE = 14% e MBE = 1,89%) pode-se afirmar que o modelo de Bendt continua válido para as condições climáticas do local, enquanto que o modelo de Saunier também não se apresentou adequado (RMSE = 137% e MBE = 28%).

A Figura 11 apresenta o comportamento da utilizabilidade mensal e a média anual para a localidade em estudo.

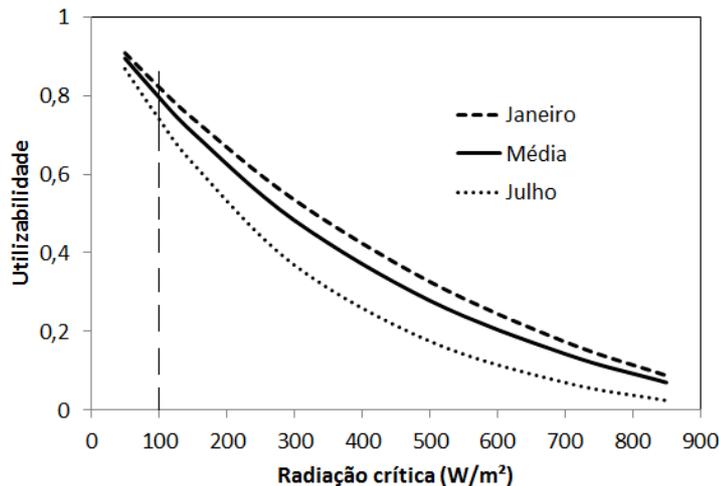


Figura 11 - Utilizabilidade mensal em função da radiação crítica.

Foi obtida a utilizabilidade para o mês com maior (janeiro) e com menor (julho) radiação na cidade de Pesqueira, observa-se pela Figura 11, que para valores da radiação crítica menor que  $100 \text{ W/m}^2$ , o aproveitamento médio esperado da radiação solar varia entre 72% e 82%. Anualmente espera-se um aproveitamento de 80%. Isso indica que para esta localidade e para coletores térmicos com baixa radiação crítica, o comportamento esperado não é muito influenciado pela sazonalidade climática local.

## CONCLUSÕES

Foram apresentados alguns modelos que permitem o cálculo da distribuição de frequência dos valores de  $K_{t_d}$ . Estes modelos foram aplicados aos dados da radiação solar obtidos no período de 2013 a 2015. Comparando-se os resultados, observou-se que o modelo de Bendt et al. (1981) mostrou-se adequado para representar os valores de frequência da localidade de Pesqueira-PE, seguido de perto pelo modelo que considera a aproximação para o cálculo do parâmetro  $\gamma$  (Herzog 1985).

Embora o modelo de Saunier et al. (1987) tenha sido desenvolvido para climas tropicais, ele não se apresentou adequado para a representação dos valores de distribuição de frequência diários.

Verificou-se que existe uma boa correlação entre os valores de utilizabilidade diária, calculados utilizando-se a expressão da definição, com os valores de  $K_{t_d}$  medido, considerando-se três valores de radiação crítica, durante o desenvolvimento deste trabalho, observou-se que para outros valores de radiação crítica, sempre existe uma correlação com o índice de claridade.

Constatou-se que existe uma diferença considerável entre os valores da distribuição de frequência obtidos com dados minutários e horários, confirmando-se o que foi discutido por Suehrcke e McCormick (1989) em seu trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Bendt, P., M. Collarespereira e A. Rabl (1981). "The Frequency-Distribution of Daily Insolation Values." *Solar Energy* 27(1): 1-5.
- Herzog, M. E. (1985). Estimation of hourly and monthly average daily insolation on tilted surfaces. Mestrado, Universidade de Trinity.
- Hollands, K. G. T. e R. G. Huget (1983). "A Probability Density-Function for the Clearness Index, with Applications." *Solar Energy* 30(3): 195-209.
- Hottel, H. C. e A. Whillier (1955). "Evaluation of flat plate collector performance." *Transactions of the Conference on the Use of Solar Energy Materials and Solar Cells* 2(1): 74.

- Karatasou, S., M. Santamouris e V. Geros (2006). "On the calculation of solar utilizability for south oriented flat plate collectors tilted to an angle equal to the local latitude." *Solar Energy* 80(12): 1600-1610.
- Klein, S. A. e W. A. Beckman (1984). "Review of Solar-Radiation Utilizability." *Journal of Solar Energy Engineering-Transactions of the Asme* 106(4): 393-402.
- Liu, B. Y. H. e R. C. Jordan (1963). "A Rational Procedure for Predicting the Long-Term Average Performance of Flat-Plate Solar-Energy Collectors - with Design Data for the United-States, Its Outlying Possessions and Canada." *Solar Energy* 7(2): 53-74.
- Raichijk, C. (2012). "Control de calidad de mediciones de radiación solar." *Avances en Energía Renovables y Medio Ambiente* 16.
- Ruethsch, L., A. Lema, M. Pontin e J. Morsetto (2012). "Cálculo de la utilizabilidad para colectores solares planos orientados al Norte e inclinados 45°." *Avances en Energía Renovables y Medio Ambiente* 14.
- Saunier, G. Y., T. A. Reddy e S. Kumar (1987). "A Monthly Probability-Distribution Function of Daily Global Irradiation Values Appropriate for Both Tropical and Temperate Locations." *Solar Energy* 38(3): 169-177.
- Suehrcke, H. e P. G. McCormick (1989). "Solar-Radiation Utilizability." *Solar Energy* 43(6): 339-345.
- Whillier, A. (1953). *Solar energy collection and its utilization for house heating*. Ph. D., M.I.T.

## ABSTRACT

This preview work makes a basic analysis about the frequency distribution of solar radiation and utilizability, an important indicator which allows determining the energy amount which could be converted into useful thermal energy. It's used the global solar radiation measured in Pesqueira-PE in the period 2013-2015 to obtain the  $K_{td}$  (daily) frequency distribution. Comparisons with the values calculated with Bendt and Saunier models were done. It was gotten correlations between the daily utilizability and  $K_{td}$  for many levels of critical radiation. In the end, it was calculated the monthly utilizability. The Bendt model represents the frequency distribution data with less error and presenting lower difference when joined to Herzog's correlation.

**Key words:** Solar radiation frequency distribution, Utilizability, Solar radiation.