

CARACTERIZAÇÃO DO BALANÇO DE RADIAÇÃO E DAS PROPRIEDADES RADIOMÉTRICAS NA REGIÃO DO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO

Jean Rafael Romão Peres e Jacyra Soares

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, Brasil.
jean@model.iag.usp.br e jacyra@usp.br

RESUMO: No âmbito do projeto FluTuA (Fluxos Turbulentos sobre o Atlântico) este trabalho tem como objetivo estudar o balanço de radiação na região do ASPSP (Arquipélago de São Pedro e São Paulo), bem como comparar os diferentes dados obtidos por projetos distintos. Neste trabalho constam dados de bóias oceanográficas do programa PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic), de reanálise do NCEP (National Centers for Environmental Prediction) e de modelos usados no projeto SRB (Surface Radiation Budget) pertencente a NASA (National Aeronautics and Space Administration). Com estas três fontes de dados, pôde-se verificar o quão difícil é obter valores confiáveis de radiação nesta região, já que os resultados apresentados diferem significativamente entre si ao longo do ano.

ABSTRACT: Under the Project FluTuA (Fluxos Turbulentos sobre o Atlântico) this work has as object to study the radiation balance of the region of the ASPSP (Arquipélago de São Pedro e São Paulo), as well to compare the different data of distinct projects. This work include data of oceanographical buoys of the PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic) program, reanalysis data of NCEP (National Centers for Environmental Prediction) and used models in SRB (Surface Radiation Budget) project of NASA (National Aeronautics and Space Administration). With this three datasets, it was verified how difficult it is to obtain accurate values of radiation in this region because the datasets are different along the year.

Palavras-Chave: FluTuA, Arquipélago de São Pedro e São Paulo, radiação e albedo.

1. INTRODUÇÃO

Para avaliar a incerteza dos valores climáticos das componentes do balanço de radiação são necessários dados de medidas *in situ*, mas de acordo com MacWhorter and Weller (1991) medidas de radiação solar sobre o oceano, realizadas em navios ou bóias, contém muitos erros devido ao movimento da plataforma. Com o intuito de minimizar estes erros, o projeto FluTuA (Fluxos Turbulentos sobre o Atlântico) realizará medidas de radiação no ASPSP.

O FluTuA (Soares et al. 2004) tem como objetivo investigar a interação oceano-atmosfera através da determinação observacional direta e contínua de parâmetros meteorológicos e oceanográficos no oceano Atlântico tropical, utilizando a torre micrometeorológica de 10 metros de altura, instrumentada com sensores de resposta rápida e lenta.

O ASPSP localiza-se em mar aberto, a cerca de 1.100 quilômetros do litoral do Estado do Rio Grande do Norte (00° 56' N e 29° 22' W). É formado por um pequeno grupo de ilhas rochosas, desabitadas e desprovidas de qualquer tipo de vegetação. Devido a sua formação a partir de uma falha tectônica (deformação da crosta terrestre) em uma região de mar aberto, esta região é considerada privilegiada para o desenvolvimento de pesquisas meteorológicas e oceanográficas.

Os objetivos deste trabalho são caracterizar a intensidade de radiação de onda longa e onda curta, estimar o albedo da superfície do mar e calcular o balanço de radiação para a região do ASPSP, a partir de dados obtidos por diferentes fontes. Esses dados serão comparados com os dados do projeto FluTuA.

2. METODOLOGIA

Para a execução deste estudo, foram utilizadas três fontes de dados que possuem diferentes métodos de obtenção. Além de verificar a evolução dos parâmetros radiométricos e das componentes do balanço de

radiação, estas fontes também foram comparadas entre si, a fim de verificar se possuem características semelhantes ao longo do ano para a região do ASPSP.

Uma das fontes de dados é o PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic) que possui uma rede de quinze bóias oceanográficas espalhadas pelo oceano Atlântico. Para este trabalho foram escolhidas as duas bóias mais próximas do ASPSP: a bóia B35W localizada em 0°N e 35°W e a bóia B23W localizada em 0°N e 23°W. Ambas as bóias amostram seis dados por hora de radiação de onda curta e trinta dados por hora para a temperatura da superfície do mar. Estes dados são disponibilizados no site <http://www.pmel.noaa.gov/pirata/>.

O NCEP (National Centers for Environmental Prediction) também foi uma das fontes de dados deste trabalho para localização 0°N e 30°W. Seu método de obtenção de dados é a reanálise (programas de pesquisa que estimam variáveis utilizando diferentes algoritmos) e os dados estão disponíveis de seis em seis horas, totalizando quatro dados por dia durante sessenta anos (1948-2007). Estes dados foram obtidos do site <http://www.ncep.noaa.gov/>.

Utilizou-se também dados do SRB (Surface Radiation Budget) que são obtidos através de modelos numéricos pertencentes a NASA (National Aeronautics and Space Administration). Estes dados estão disponíveis em uma resolução de oito dados por dia e o período utilizado mais próximo do ASPSP foi de cinco anos e meio (jan/2000-jun/2005). Foram extraídos dois pontos de grade do modelo: 1°N,30°W e 1°N,29°W. O site usado para obter estes dados foi o http://eosweb.larc.nasa.gov/HPDOCS/projects/rad_budg.html.

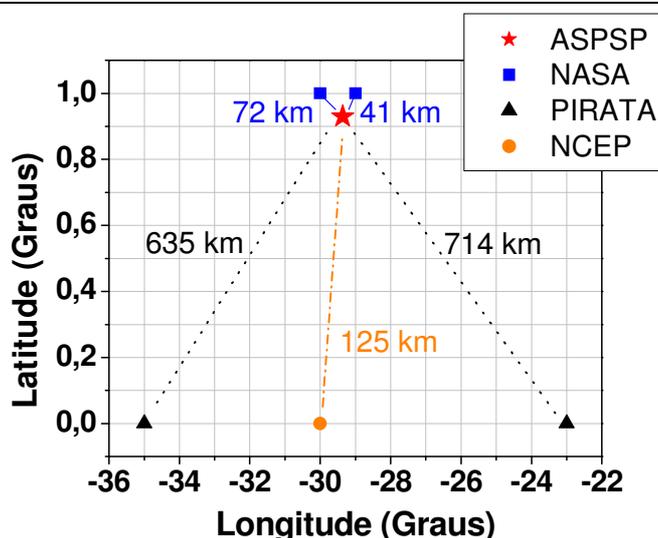


Figura 1: Localização geográfica dos dados utilizados no trabalho. NASA (azul), PIRATA (cinza) e NCEP (laranja), e suas respectivas distâncias do ASPSP (vermelho).

Foram feitos programas em linguagem Fortran para extrair os dados dos arquivos brutos e separá-los para realização dos cálculos necessários. Posteriormente, foram feitas médias horárias por mês, a fim de avaliar a característica da evolução diurna das componentes do balanço de radiação em cada mês.

Como todos os dados brutos estavam em horário GMT (Greenwich Mean Time), os dados correspondentes à hora foram atrasados em duas horas para obedecer ao fuso horário da região e obter a hora local.

Apesar de todos os dados serem trabalhados da mesma forma, os dados obtidos do SRB são obtidos na forma binária e com coordenadas geográficas de todo o mundo, portanto antes de serem manuseados, teve-se que transformar os dados em arquivo ASCII e separar a região desejada para, posteriormente, realizar as médias necessárias.

3. RESULTADOS

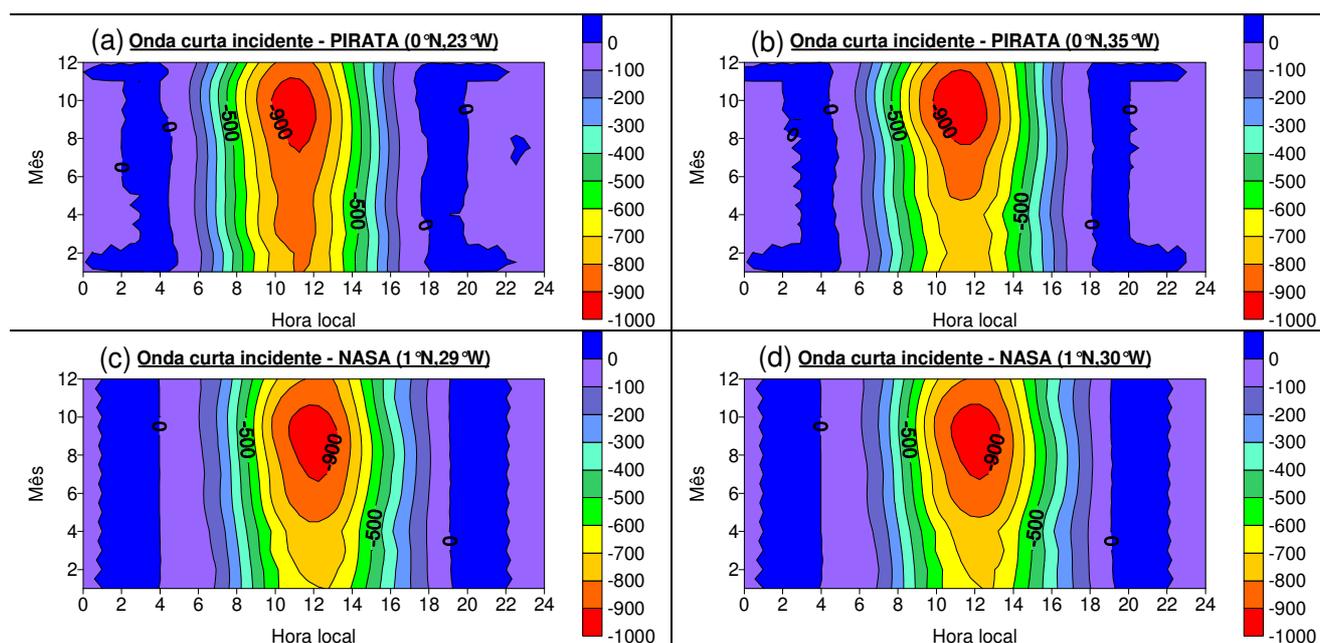
A Tabela 1 apresenta todos os dados obtidos nos três projetos. Alguns dados apresentam interrupções por problemas instrumentais.

Tabela 1: Dados utilizado no trabalho com suas fontes e coordenadas geográficas.

Parâmetro	Símbolo	Projeto	Posição geográfica	Período
Onda longa emitida pela atmosfera.	O L↓	NCEP	0°N e 30°W	1948-2007
		NASA	1°N e 29°W / 1°N e 30°W	2000-2005
Onda longa emitida pela superfície.	O L↑	NCEP	0°N e 30°W	1948-2007
		NASA	1°N e 29°W / 1°N e 30°W	2000-2005
Onda curta incidente.	O C↓	PIRATA	0°N e 23°W / 0°N e 35°W	1999-2007
		NCEP	0°N e 30°W	1948-2007
		NASA	1°N e 29°W / 1°N e 30°W	2000-2005
Onda curta refletida.	O C↑	NCEP	0°N e 30°W	1948-2007
		NASA	1°N e 29°W / 1°N e 30°W	2000-2005
Temperatura da superfície	TSM	PIRATA	0°N e 23°W / 0°N e 35°W	1999-2006
		NCEP	0°N e 30°W	1948-2007
Radiação líquida	RN	NCEP	0°N e 30°W	1948-2007
		NASA	1°N e 29°W / 1°N e 30°W	2000-2005
Albedo da superfície	ALB	NCEP	0°N e 30°W	1948-2007
		NASA	1°N e 29°W / 1°N e 30°W	2000-2005

Neste trabalho as componentes do balanço de radiação são consideradas positivas quando dirigidas para a atmosfera, e negativa na direção inversa. A líquida é dada por: $RN = O L \downarrow + O L \uparrow + O C \downarrow + O C \uparrow$.

A figura 2 apresenta a evolução da média horária mensal de onda curta incidente obtida com os dados de cada fonte.



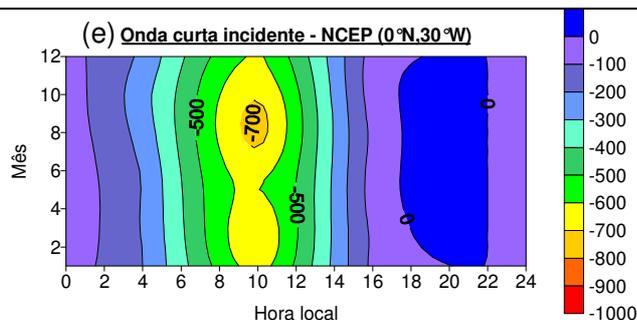


Figura 2: Evolução diurna média horária de $OC\downarrow$ ($W\ m^{-2}$) para cada mês do ano com os dados do (a) PIRATA (bóia B23W), (b) PIRATA (bóia B35W), (c) NASA ($1^{\circ}N, 29^{\circ}W$), (d) NASA ($1^{\circ}N, 30^{\circ}W$) e (e) NCEP ($0^{\circ}N, 30^{\circ}W$).

A radiação líquida foi calculada apenas com dados da NASA e do NCEP, já que o PIRATA não possui todas as componentes necessárias para este cálculo ($O\ L\ \downarrow$, $O\ L\ \uparrow$, $O\ C\ \downarrow$ e $O\ C\ \uparrow$). A figura 3 apresenta a evolução média horária mensal da RN. É importante notar que todos os gráficos estão na mesma escala.

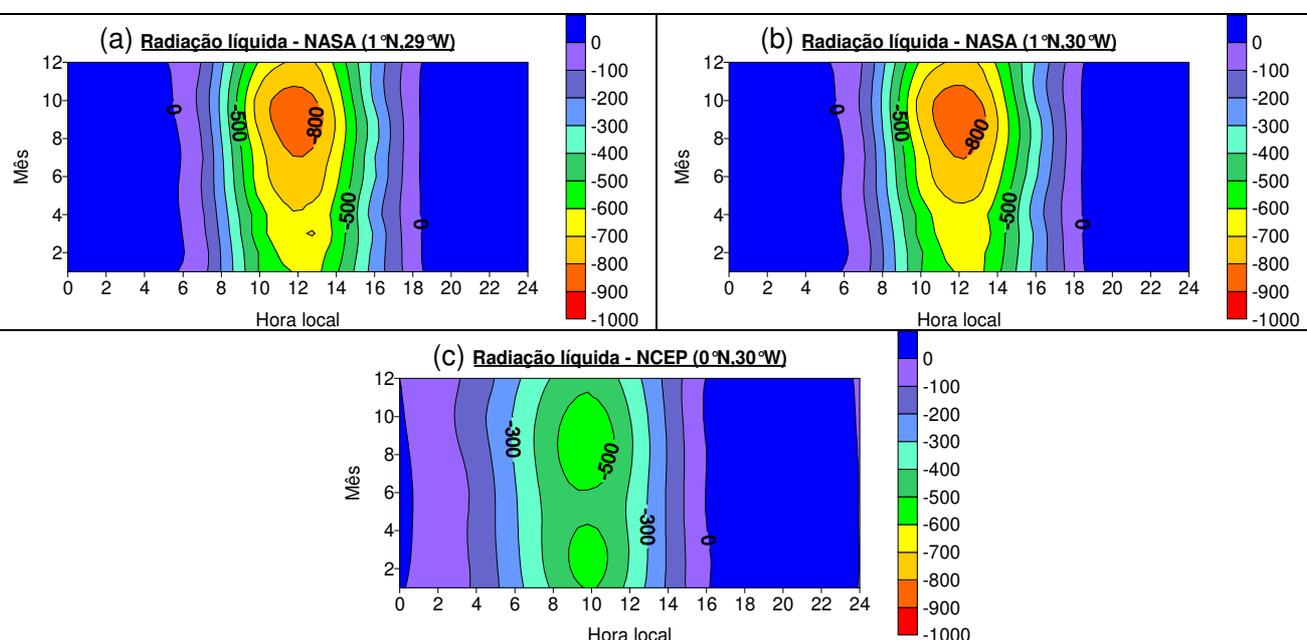


Figura 3: Evolução diurna média horária de RN ($W\ m^{-2}$) para cada mês do ano com os dados da (a) NASA ($1^{\circ}N, 29^{\circ}W$), (b) NASA ($1^{\circ}N, 30^{\circ}W$) e (c) NCEP ($0^{\circ}N, 30^{\circ}W$).

O albedo da superfície foi calculado como a razão entre a onda curta incidente e a onda curta refletida ($ALB = O\ C\ \downarrow / O\ C\ \uparrow$). Os histogramas da figura 4a e 4b mostram a distribuição do albedo estimado, respectivamente, para as localizações $0^{\circ}N, 30^{\circ}W$ do NCEP e $1^{\circ}N, 30^{\circ}W$ da NASA.

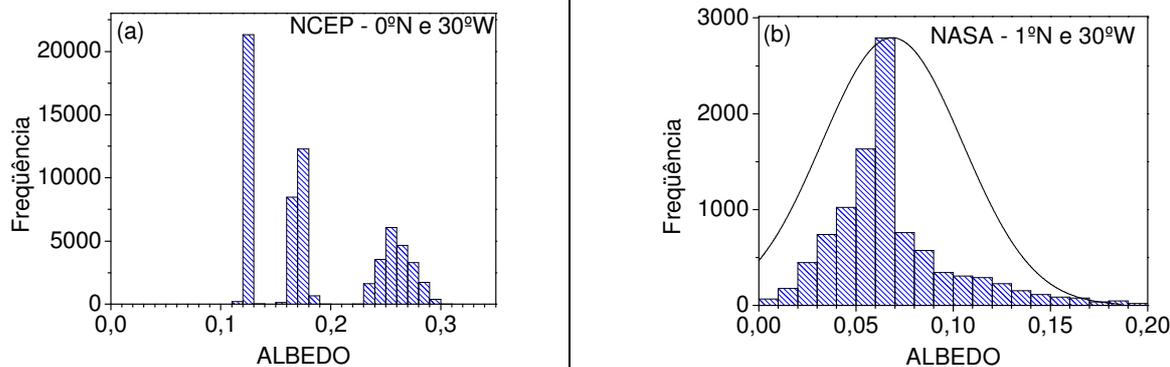


Figura 4: Histogramas do albedo calculado com os dados existentes nos períodos utilizados do (a) NCEP ($0^{\circ}N, 30^{\circ}W$) e da (b) NASA ($1^{\circ}N, 30^{\circ}W$).

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que a resolução (ou frequência) dos dados é um fator significativo na análise da evolução da $OC\downarrow$ e da radiação líquida. Ao analisar os dados de $OC\downarrow$ (*figura 2*), percebe-se que o gráfico do NCEP (que possui menor resolução de dados), tendo um desvio no horário do pico máximo, enquanto os dados das fontes com maior resolução concentram sua intensidade máxima próximo ao meio dia, como esperado.

Outro fator importante é em relação à intensidade de radiação. Os dados de maior resolução possuem valores máximos de pico em torno de 900 a 1000 W m^{-2} , já o do NCEP, de menor resolução, apresentou pico entre 700 a 800 W m^{-2} . Essa diferença de intensidade acontece, pois não há dados do NCEP ao meio dia da hora local. Caso houvesse, provavelmente, esse valor de pico seria maior.

Analisando o conjunto de gráficos de $OC\downarrow$, nota-se que ao longo do ano há uma maior intensidade desta componente no segundo semestre quando a zona de convergência intertropical não se encontra sobre a região e dessa forma a nebulosidade é menor. Este fato é melhor observado nos gráficos da NASA e NCEP, já que a diferença de intensidade de radiação entre o primeiro semestre e o segundo é maior.

Na *figura 3*, os gráficos da evolução de RN apresentam características semelhantes aos gráficos da evolução de $OC\downarrow$ (*figura 2*). Os últimos meses do ano apresentam maior intensidade de pico tanto para $OC\downarrow$ quanto para RN. Sabe-se que inclusive que durante o dia, a $OC\downarrow$ possui maior influência no cálculo da RN, enquanto durante a noite esta influência vem da onda longa emitida pela superfície e pela atmosfera.

Observa-se também que a radiação líquida estimada na região é negativa durante o dia (*figura 3*), ou seja, o sentido de RN é da atmosfera para a superfície. A noite a RN tem menor intensidade e é positiva.

Nos histogramas do albedo estimado (*figura 4*) é visível a diferença entre os resultados obtidos pela NASA e pelo NCEP. Os dados da NASA apresentaram uma distribuição em torno de um valor representativo durante os cinco anos e meio estudados, enquanto os dados do NCEP produziram distribuições em torno de três valores significativos. Isso ocorre, pois dos quatro dados diários desta fonte, um deles corresponde ao período da noite, restando apenas três outros horários para o cálculo do albedo. Como estes três horários possuem intervalo de seis horas, o resultado do histograma apresenta três diferentes intensidades para o albedo (*figura 4a*). Se houvesse dados com menor intervalo de tempo, a distribuição do albedo seria mais próxima a uma gaussiana. Vale lembrar que o albedo varia com relação à posição do sol (próximo ao zênite os valores são baixos e longe do zênite os valores são altos).

O valor estimado para o albedo pelo histograma da *figura 4b* (NASA) foi de 0.061 , enquanto pelo histograma da *figura 4a* (NCEP) não é possível determinar um único valor. O albedo obtido pela NASA é compatível com a literatura (Arya, 2001), cujos valores de albedo na superfície do mar variam de $0,03$ - $0,1$ para ângulos perto do zênite e $0,1$ - $1,0$ para ângulos longes do zênite.

AGRADECIMENTOS: Agradecimentos são dedicados ao CNPq, a agência financiadora do projeto de iniciação científica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARYA, S. P. *Introduction to Micrometeorology*. 2^o Edition, Academic press, 2001.

MACWHORTER, M. A. and WELLER R. A., 1991: Error in Measurements of Incoming Shortwave Radiation Made from Ships and Buoys; *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 8, 108-117.

SOARES J., OLIVEIRA A.P., SERVAIN J. e BACELLAR S.A., 2004: Resultados preliminares do balanço de energia sobre o oceano Atlântico tropical (PROJETO FluTuA); In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza, Ceará. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Em CD.