

Universidade de São Paulo – USP  
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – IAG  
Departamento de Ciências Atmosféricas - ACA

**Estudo das propriedades radiométricas na região Antártica**

**Caio Jorge Ruman**

Orientadora: Jacyra Soares

Bolsa CNPq N°: 101614/2010-1  
Vigência: 2010

Relatório Parcial de atividades  
Período: Fevereiro de 2010 a Abril de 2010

**Abril de 2010**

**ACA-IAG-USP**

## ÍNDICE

<b>1. Introdução</b> .....	02
1.1 Objetivos .....	03
1.2 Região e dados de estudo .....	03
1.2.1 Região de estudo .....	03
1.2.2 Dados utilizados .....	04
<b>2. Resultados</b> .....	04
<b>3. Discussão</b> .....	11
<b>4. Referências</b> .....	11
<b>5. Outras atividades</b> .....	12
5.1 Disciplinas cursadas .....	12

## 1. Introdução

A região Antártica não só exporta sinais climáticos, afetando o clima global, mas também importa sinais climáticos globais, sofrendo suas consequências. Os impactos ambientais antrópicos ocorrentes no planeta são refletidos na Antártica, sobretudo aqueles provenientes da América do Sul. O continente gelado responde a essas agressões de forma potencializada.

A pesquisa científica realizada nas regiões polares tem tido grande valor na compreensão das implicações das mudanças ambientais percebidas nessas regiões e sua importância ambiental e econômica. As séries temporais longas, por sua vez, reduzem as incertezas dos modelos de previsão, além de permitirem a avaliação mais acurada de implicações futuras, subsidiando as tomadas de decisão.

Monitorar os sistemas terrestre, marítimo e atmosférico é fundamental para detectar e compreender mudanças climáticas e ambientais. Para medir tais mudanças é necessário coletar dados continuamente, com qualidade controlada e por um longo prazo. Para se ter uma compreensão global integrada, é necessária uma rede abrangente de sistemas de monitoramento e observação (Setzer e Kayano, 2010).

O presente projeto de Iniciação Científica se encaixa dentro do recém-criado Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA) [http://www.cnpq.br/programas/inct/apresentacao/inct\\_pesq\\_amb\\_antartica.html](http://www.cnpq.br/programas/inct/apresentacao/inct_pesq_amb_antartica.html). O INCT-APA é uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia e é constituído por pesquisadores que atuam de forma integrada na educação, difusão da ciência e na avaliação de impactos ambientais locais e globais nos ambientes atmosférico, terrestre e marinho da região Antártica Marítima. O principal objetivo do Instituto é estudar as mudanças climáticas que ocorrem na Antártida. Seu campo de estudo é a Ilha Rei George, onde está instalada a Estação Antártica Brasileira Comandante Ferraz (EACF). Essa é uma região bastante sensível às variações climáticas e o estudo de suas particularidades pode trazer respostas às mudanças globais do clima.

## **1.1 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho é descrever e analisar as propriedades radiométricas da atmosfera na região Antártica com ênfase na investigação das mudanças climáticas. Para a efetivação da presente proposta de pesquisa pretende-se:

- Realizar um levantamento bibliográfico relativo à região Antártica. Através desse levantamento será possível conhecer melhor a região de estudo;
- Obter nos bancos de dados meteorológicos disponíveis as componentes do balanço de radiação na região Antártida;
- Realizar o tratamento dos dados de radiação de onda curta e de onda longa;
- Obter o balanço de radiação e as propriedades radiométricas da região;
- Comparar a evolução diurna das propriedades radiométricas da atmosfera (transmissividade) e da superfície (albedo e emissividade) com expressões gerais disponíveis na literatura.

A atual fase do trabalho teve como objetivos:

- Familiarização com a linguagem de programação FORTRAN;
- Estudo das componentes de radiação de onda curta (OC) da região da EACF;
- Verificar a média da radiação de OC na região, no período dos dados utilizados.

## **1.2 Região e dados de estudo**

A seguir são descritos a região de estudo e os dados utilizados neste relatório.

### **1.2.1 Região de estudo**

Neste relatório foram utilizados dados da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF). Essa estação encontra-se na Ilha Rei George, no Arquipélago das Shetlands do Sul, na Península Antártica (62°05'07" S, 58°23'33" W) e está a 20 m acima do nível médio do mar. O arquipélago está situado a 130 km do continente Antártico e a 849 km do ponto mais ao sul do continente americano (Cabo Horns).

### **1.2.2 Dados utilizados**

Este trabalho utiliza dados de onda curta incidente na superfície retirados do banco de dados disponível em <http://antartica.cptec.inpe.br/~rantar/weatherdata.shtml>. Esses dados foram obtidos pelo projeto "Meteorologia na EACF" do CNPq/PROANTAR, coletados na estação meteorológica situada na estação Antártica Comandante Ferraz.

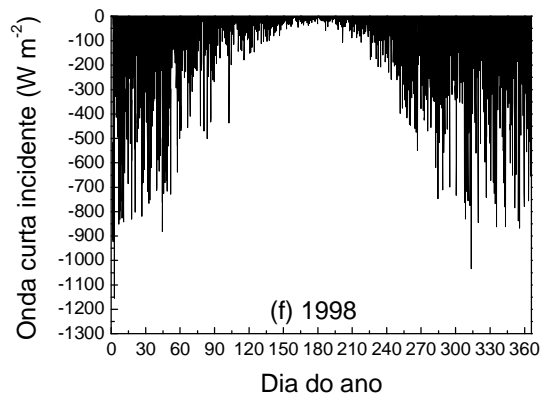
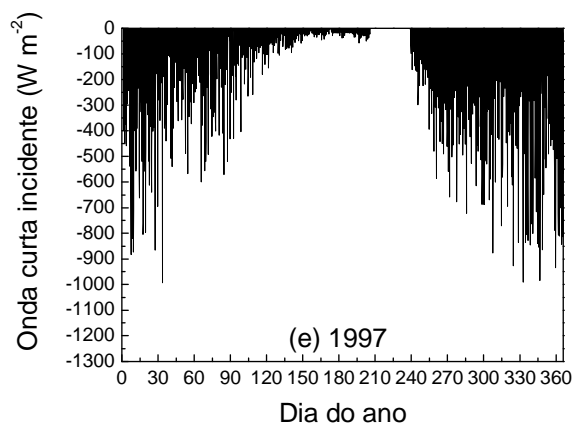
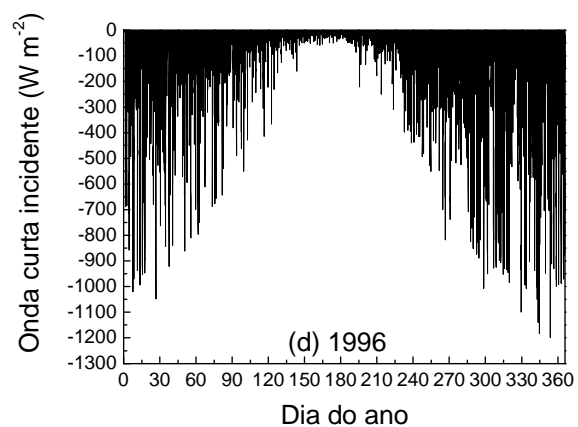
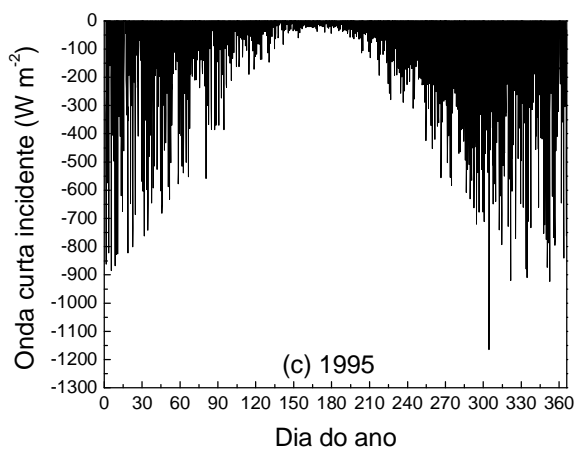
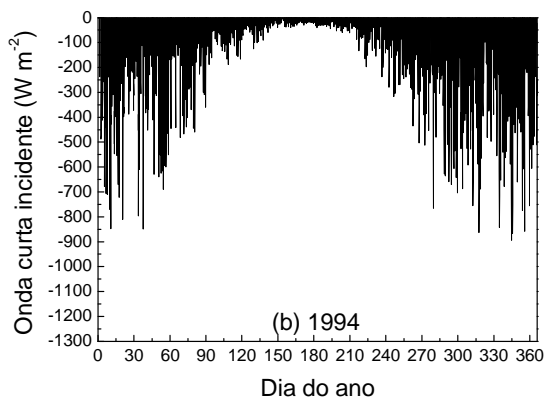
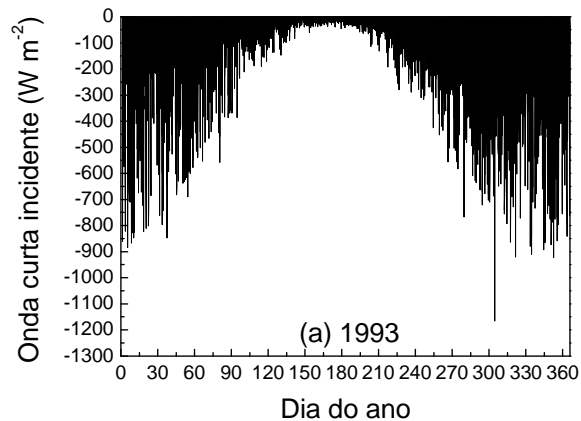
Os dados correspondem à média de 10 minutos antes da hora exata, num total de 600 medições, uma a cada segundo. Foram utilizados dados dos anos de 1993 até 2009. Entre 1993 e 1999, a resolução dos dados é de 3 horas. A partir de 2000, a resolução passa a ser de 1 hora.

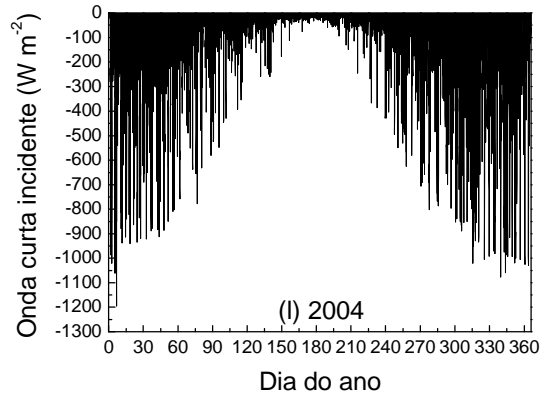
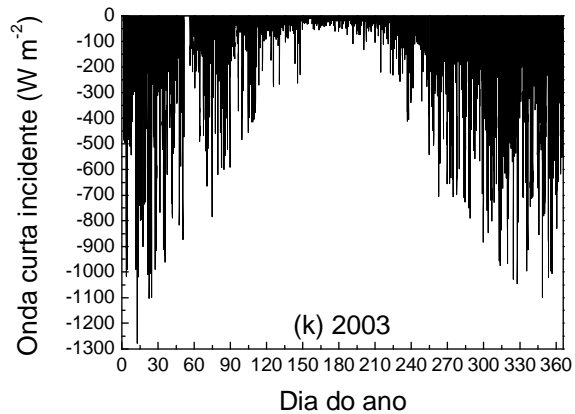
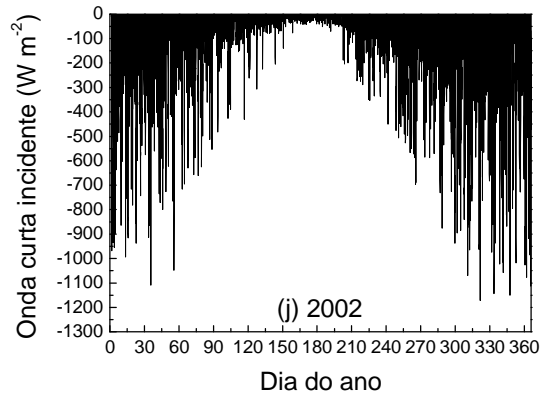
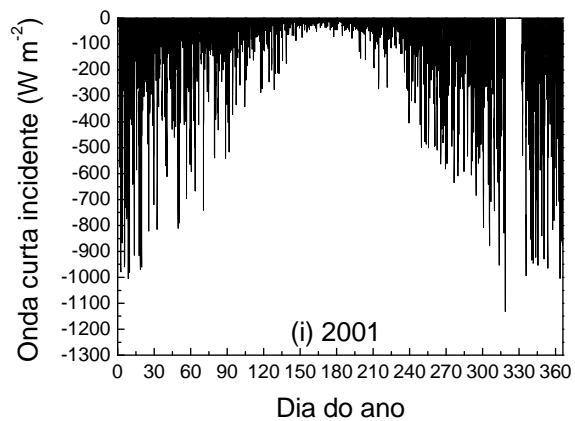
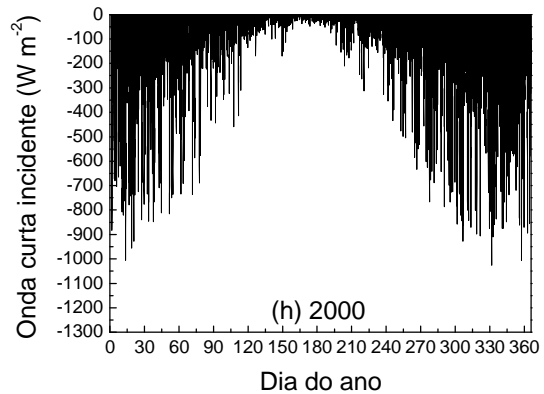
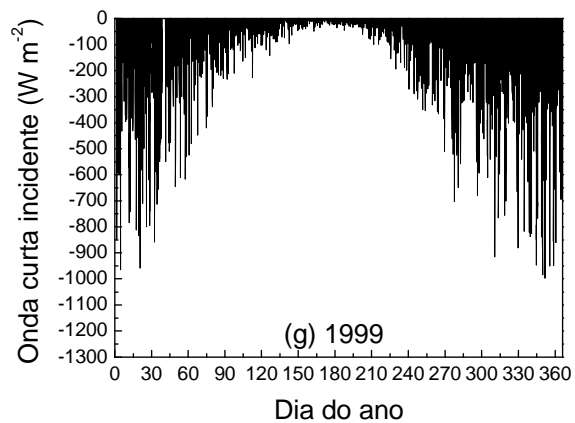
## **2. Resultados**

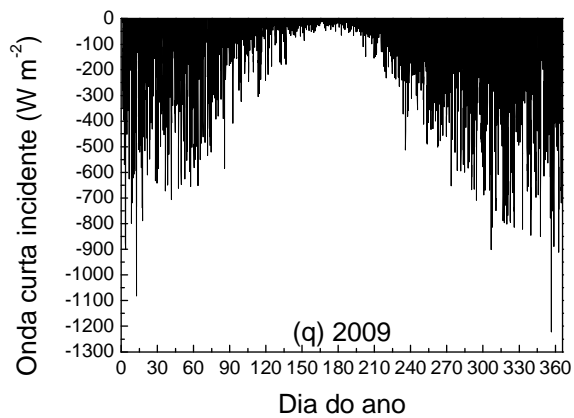
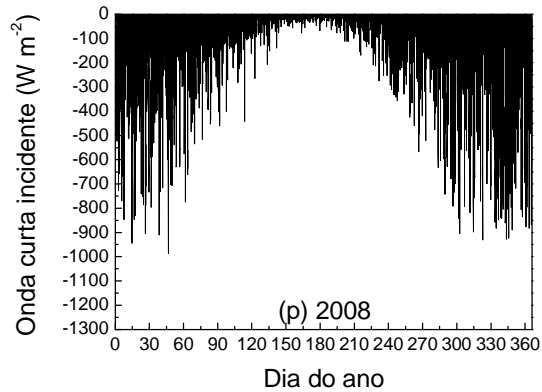
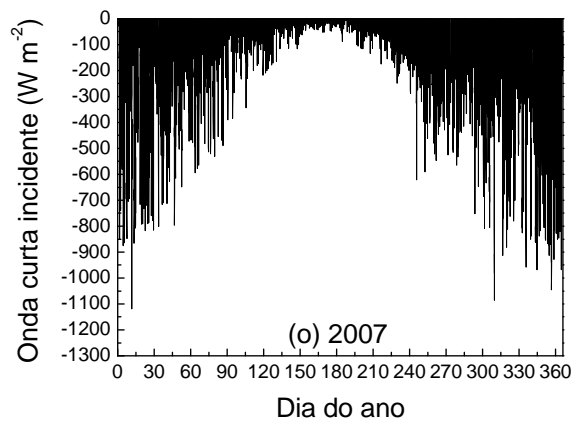
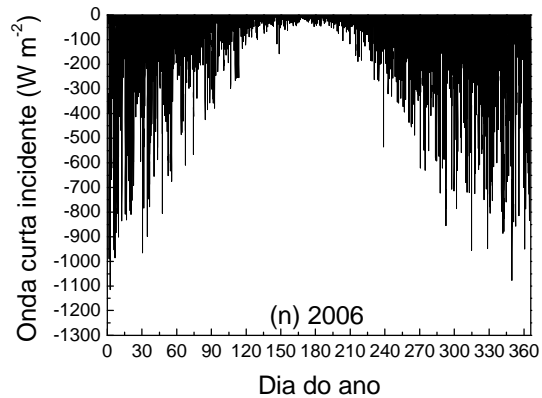
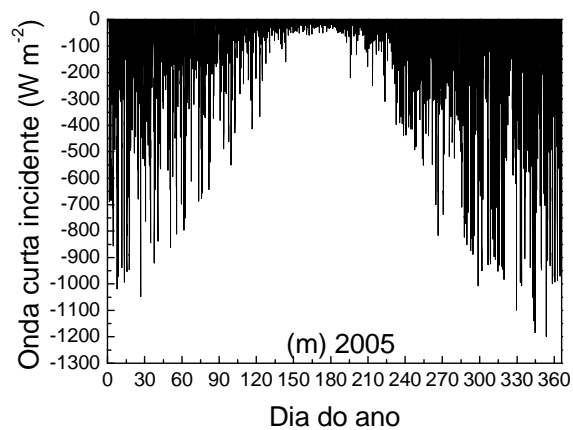
Neste trabalho, os valores de onda curta incidente na superfície ( $OC\downarrow$ ) foram considerados negativos, pois essa componente está orientada no sentido contrário ao referencial utilizado.

A Figura 1a-q apresenta a variação temporal de  $OC\downarrow$  para o período de 1993 a 2009. Os dados foram utilizados na sua resolução original, 3 horas para o período de 1993-1999, e 1 hora para o período 2000-2009.

A Figura 1 foi utilizada para uma primeira verificação dos dados. Dados visualmente errados, como por exemplo, com a presença de dados negativos, foram retirados das séries;







**Figura 1:** Variação temporal da onda curta incidente na superfície. De 1993 a 2009.



Os períodos em branco nos anos de 1997, 2001 e 2003 correspondem a períodos sem dados.

Tendo em vista a localização geográfica da EACF, região de alta latitude e próxima do círculo polar Antártico, os valores de radiação de onda curta incidente variam conforme a duração do dia e da noite, ou seja, valores baixos no inverno (dias curtos e noites longas) e valores relativamente mais altos no verão (dias longos e noites curtas).

Os picos de radiação nos gráficos indicam provavelmente dias de céu mais claro no horário medido.

Na Figura 2a-1 encontra-se a variação horária média da  $OC\downarrow$  e do desvio padrão da média, para cada mês do ano.

A média foi considerada como:

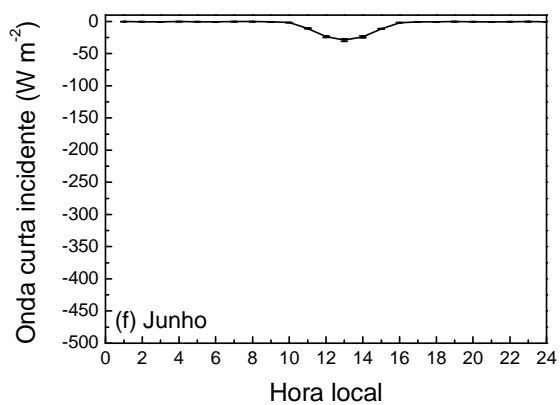
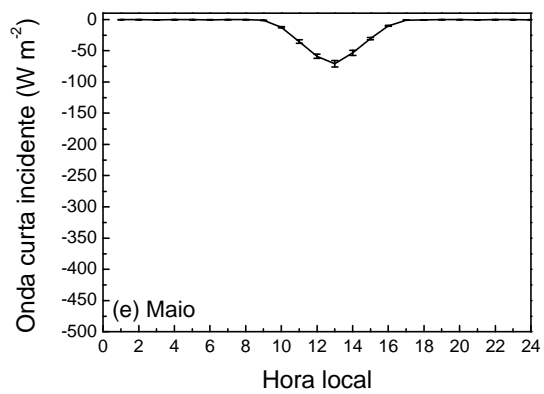
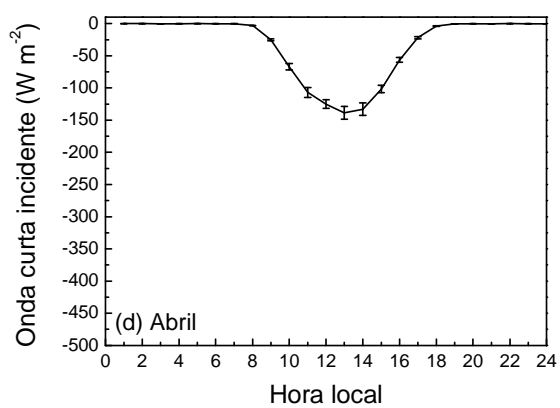
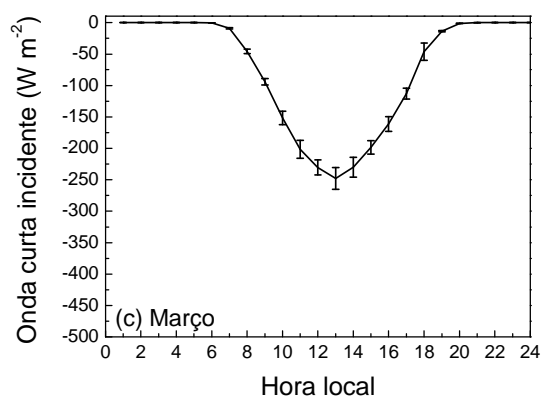
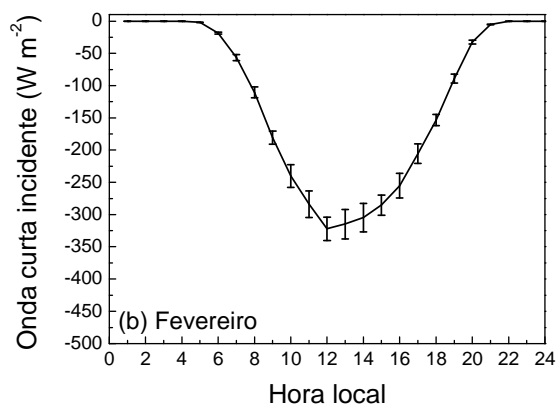
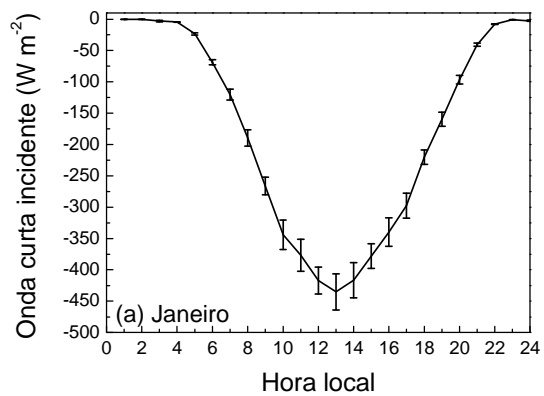
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

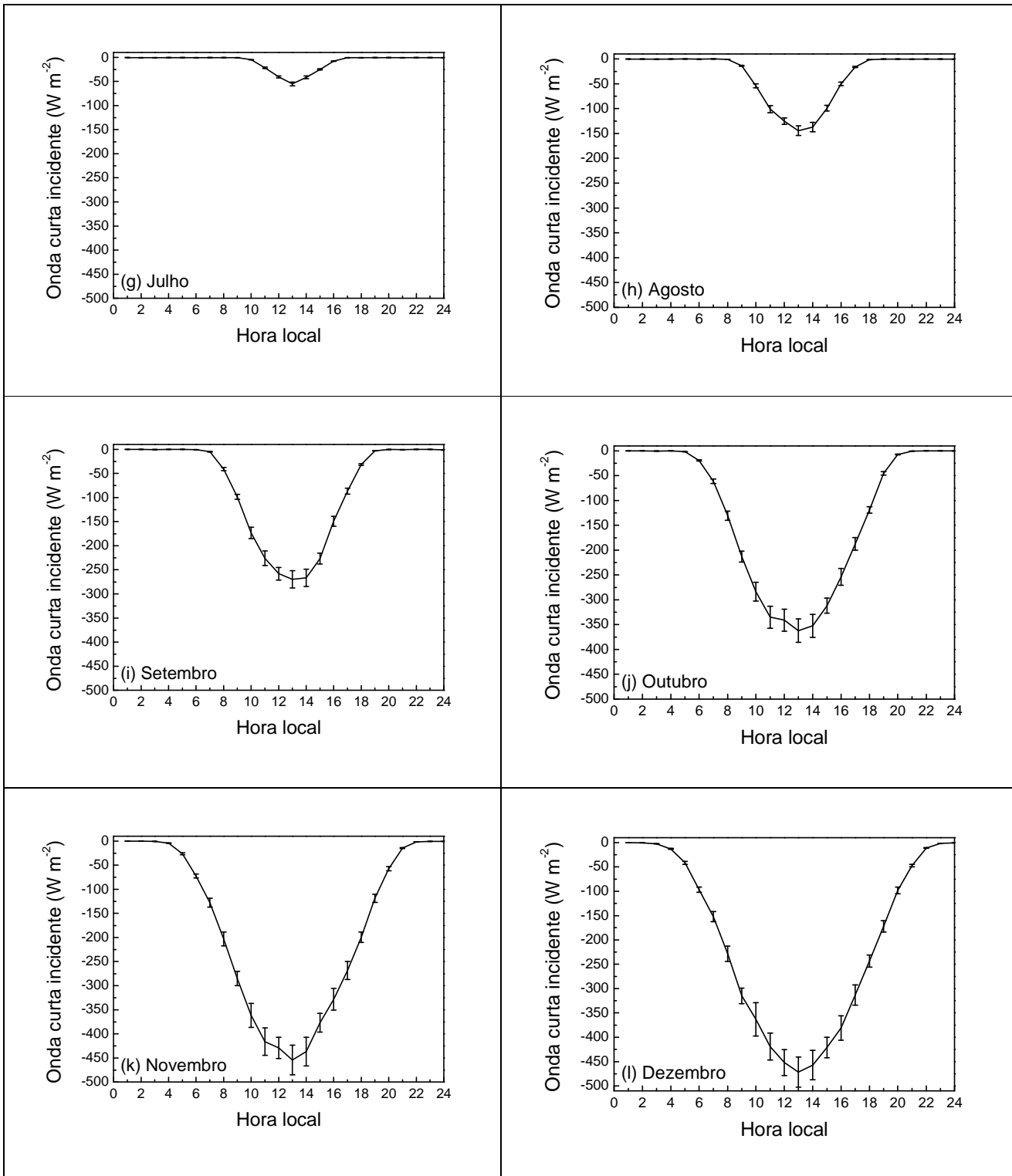
onde  $n$  é o número total de dados utilizados para o horário a se calcular a média e  $x_i$  é o valor de  $OC\downarrow$ .

O desvio padrão foi calculado como (Helene e Vanin, 2004):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

onde  $n$  é o número total de dados utilizados para o horário,  $x_i$  é o valor de  $OC\downarrow$  e  $\bar{x}$  é a média do horário que se está calculando o desvio padrão.





**Figura 2:** Variação horária média da  $OC_{\downarrow}$  e o desvio padrão da média. Hora local (GMT-3) Janeiro - Dezembro

Analisando os gráficos das médias de  $OC\downarrow$ , verificamos que o pico de radiação ocorre às 13h, sendo o mês de dezembro aquele de maior incidência de  $OC\downarrow$  ( $-471\pm 31 \text{ W m}^{-2}$ ) e o mês de junho o de menor incidência de  $OC\downarrow$  ( $-29 \pm 2 \text{ W m}^{-2}$ ).

### 3. Discussão

A investigação inicial da componente de  $OC\downarrow$  na região da EACF é apresentada neste relatório.

Os dados utilizados foram obtidos *in situ* na EACF. Após a familiarização com a linguagem de programação Fortran, foi criado um programa em Fortran para filtragem dos dados. A saída do programa continha os dados necessários para gerar a figura 1. A Figura 1 ilustra a variação anual de  $OC\downarrow$  na região estudada, com seus valores ligados ao ciclo sazonal da região.

Foi criado também outro programa em Fortran para gerar as médias horárias de cada mês, juntamente com o respectivo desvio padrão. Com esses dados foi gerada a figura 2.

A Figura 2 mostra a média horária mensal da radiação de onda curta incidente na superfície. Observa-se que junho possui os dias mais curtos do ano, assim como os menores valores médios de radiação e que janeiro

### 4. Referências

Setzer, A. e M. Kayano, 2009: . Limitações das reanálises para altas latitudes no Hemisfério Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 24 (3) 254-261, 2009.

Helene, O.A.M. e V.R.Vanin, 2004: *Tratamento estatístico de dados em Física experimental*. 2. Edição - Edgard Blucher.

## **5. Outras Atividades**

A seguir são descritas outras atividades acadêmicas realizadas durante a vigência da bolsa.

### **5.1 Disciplinas em curso**

- Física II
- Cálculo 3
- Cálculo numérico
- Climatologia I