

RELATÓRIO FINAL

Período: Agosto de 2002 a julho de 2003

**ESTUDO OBSERVACIONAL
DA RADIAÇÃO SOLAR NA CIDADE DE SÃO PAULO**

Georgia Codato

Amauri P. Oliveira - Orientador

Agosto/03

CNPq-PIBIC

Indicie

1. Introdução.....	2
2. Etapas Propostas	2
3. Etapas Concluídas.....	3
4. Metodologia.....	4
5. Resultados.....	5
5.1 Dias de Céu Claro.....	5
5.2 Totais Diários Médios Mensais.....	7
5.2.1 Valores Diários Mensais.....	9
5.2.2 Valores Horários Mensais.....	13
5.3 Frações dos Totais Diários Médios Mensais.....	17
5.3.1 Valores Diários Mensais.....	17
5.3.2 Valores Horários Mensais.....	24
6. Conclusão.....	27
7. Atividades Relacionadas.....	28
8. Referências.....	28

1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo efetuar uma comparação entre a evolução sazonal dos totais horários, diários e mensais da radiação solar global, difusa e direta nas cidades de São Paulo e de Botucatu.

Estes dois locais foram escolhidos porque:

(a) Observações de radiação solar estão sendo realizadas de forma simultânea e com o mesmo controle de qualidade desde 1994.

(b) A latitude e altitude da estação de medição de Botucatu são praticamente a mesma da estação de São Paulo (Tabela 1). Permitindo uma comparação das propriedades radiométricas da atmosfera destes dois locais.

(c) Estudos comparativos preliminares indicam que existem diferenças sazonais significativas entre estas duas localidades, provavelmente relacionadas com o contraste urbano-rural (Oliveira, *et al*, 2002b).

Tabela 1: Características geográficas de São Paulo e Botucatu

Cidade	Distancia do Oceano Atlântico	Latitude e Longitude	Altitude (m)	População
São Paulo	60 Km	(23°33'S,46°44'W)	742	*10,405,867
Botucatu	240 Km	(22°51'S,48°26'W)	786	108,112

(*18 milhões de habitantes na área metropolitana)

2. Etapas Propostas

A metodologia a ser utilizada nesta pesquisa consiste em:

- I. Calcular os totais horários, diários e mensais de radiação solar global, difusa e direta observados em Botucatu e São Paulo;
- II. Estimar a fração difusa, direta, o índice de claridade, e outros parâmetros que caracterizam as propriedades radiométricas das atmosferas em São Paulo e Botucatu;
- III. Calcular os erros das médias e das frações horárias, diárias e mensais;

- IV. Efetuar uma estimativa do número de dias de céu claro em Botucatu. O critério a ser utilizado neste caso será já usado para determinar os dias de céu claro em São Paulo (Oliveira, *et al*, 2002a);
- V. Determinar os totais horários e diários de radiação solar global, difusa e direta para os dias de céu claro e comparar com os parâmetros equivalentes da Cidade de São Paulo. Para completar esta análise será realizado um levantamento junto a CETESB dos dados de material particulado para a Cidade de São Paulo nos dias de céu claro. Pretende-se também efetuar um levantamento das observações de nuvens e outros parâmetros meteorológicos da Estação Meteorológico da IAG do PEFI, para completar a caracterização dos dias de céu claro observados nas Cidades de São Paulo e Botucatu simultaneamente;
- VI. Determinar a evolução diurna horária media mensal da radiação de onda longa emitida pela atmosfera, da temperatura, umidade relativa e umidade específica do ar observados em Botucatu.

3. Etapas Cumpridas

- i. Seleção dos dias de céu claro em São Paulo, para 6 anos de observações e para Botucatu, com 6 anos de observações;
- ii. Adaptação do programa em Linguagem Fortran para os cálculos dos totais diários e horários de radiação solar incidente no topo da atmosfera e na superfície na forma de radiação global, direta e difusa para as observações em São Paulo e Botucatu;
- iii. Adaptação do programa para os cálculos das frações diárias e horárias dos componentes da radiação para ambos os locais;
- iv. Adaptação do programa para o cálculo do erro estatístico associado aos valores médios mensais dos totais diários e respectivas frações;
- v. Efetuou-se cálculo das frações:
 - $K_T = \frac{E_G}{E_T}$: Radiação Global pelo Topo - Índice de Claridade;

- $K_D = \frac{E_D}{E_T}$: Radiação Difusa pelo Topo;
- $K_{DIR} = \frac{E_{DIR}}{E_T}$: Radiação Direta pelo Topo;
- $\frac{E_D}{E_G}$: Radiação Difusa pela Global;
- $\frac{E_{DIR}}{E_G}$: Radiação Direta pela Global;

4. Metodologia

Foi calculado para os totais médios mensais o erro estatístico do valor da média, que foi aplicados nas figuras 3, 4 e 5, da seguinte forma:

$$erro = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

onde

$$\sigma = \left[\frac{1}{n} \sum_i^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

Onde n é o número total de dias analisados no mês e x_i é o valor de cada medida da componente da radiação utilizada.

Calculou-se também os erros para as frações médias mensais das componentes da radiação distribuídas ao longo do ano. Calculados através da propagação de erro para divisão, temos:

$$erro = \frac{a}{b} \sqrt{\left(\frac{\sigma_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_b}{b}\right)^2} \quad (3)$$

onde σ é o foi definido na equação 2, a e b componentes da radiação solar.

5. Resultados

5.1 Dias de Céu Claro

O critério utilizado para definir dias de céu claro adaptado neste trabalho consiste em inspecionar visualmente os gráficos da evolução horária da radiação solar global e difusa e considerar um dia de céu claro aquele em que estes parâmetros apresentam uma evolução temporal suave ou sem variações de pequena escala de tempo associado a passagens de nuvens. Desta forma foram selecionados dias de céu claro nas cidades de São Paulo e Botucatu. Um exemplo de um dia em que as observações atendem a este critério é mostrado na Figura 1.

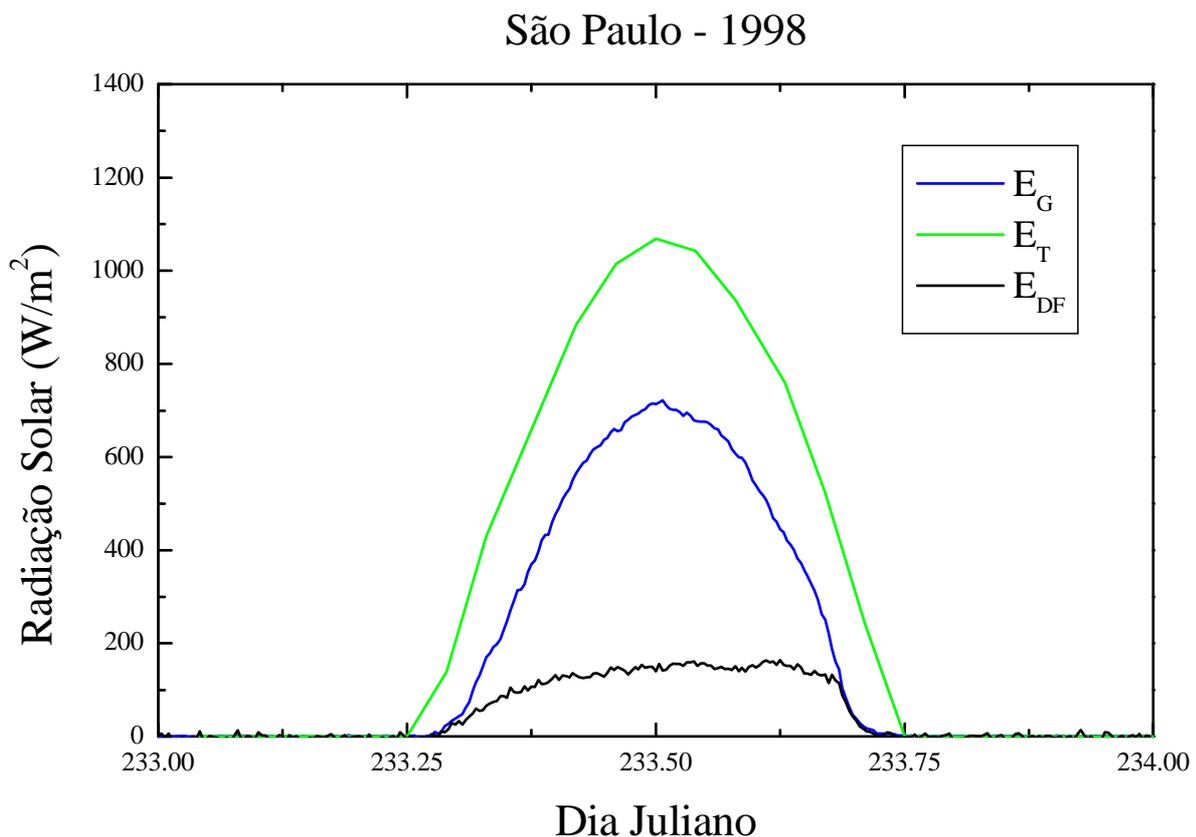


Figura 1: Evolução diurna da radiação solar global (E_G), radiação no topo (E_T) e radiação (E_{DF}), observada no dia 22 de agosto de 1998 em São Paulo.

Foi utilizado o mesmo critério de identificação, de dias de céu claro para as duas cidade, São Paulo e Botucatu, ambas com 6 anos de dados. Na Tabela 2 são apresentados os números de dias de céu claro para as duas cidades.

Tabela 2: Distribuição Anual dos Dias de Céu Claro em São Paulo e Botucatu.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
São Paulo	10	13	10	26	12	17	88
Botucatu	31	38	35	44	34	34	216

A distribuição mensal da frequência de dias de céu claro em função dos meses do ano é apresentado na Figura 2.

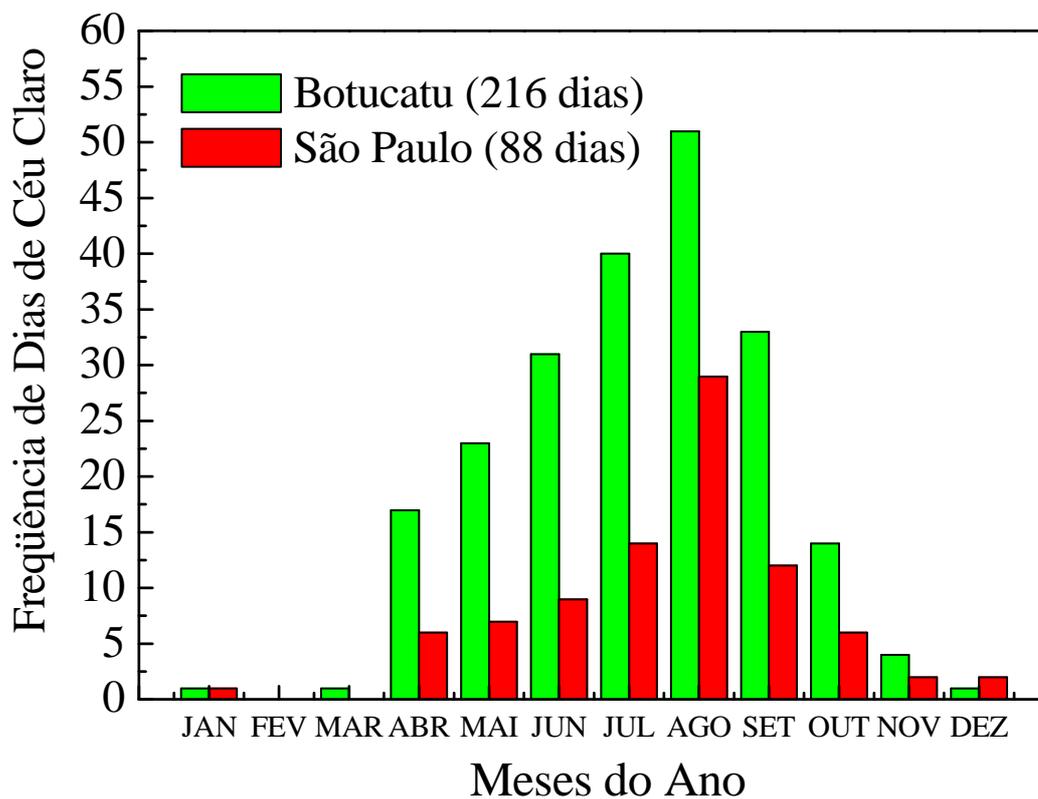


Figura 2: Distribuição mensal da frequência de dias de céu claro em função dos meses do ano. Dias de céu claro em Botucatu (barra verde), total de dias observados 216 e São Paulo (barra vermelha), total de dias observados 88.

Neste gráfico (Figura 2) podemos verificar que ocorrem mais dias de céu claro em Botucatu do que em São Paulo.

O maior número de dias de céu claro encontra-se nos meses de outono-inverno, pois neste período é umidade menor e a formação de nuvens menos freqüente. O valor máximo no número de dias de céu claro, em ambas as cidades, é dado no mês de agosto, sendo Botucatu com 51 dias e São Paulo com 29 dias, portanto ocorreram 56,7% menos dias de céu claro em São Paulo do que em Botucatu. Deve ser levado em conta que o número total de dias com observações em São Paulo (1876 dias) é muito maior do que em Botucatu (2162 dias)

5.2 Totais Diários e Horários Médios Mensais

Para a realização dos cálculos diários, e horário foram utilizado um programa já existente, em linguagem Fortran. Foram realizadas diversas alterações para que se pudesse utilizar para os dados de São Paulo e Botucatu.

Etapas realizadas na linguagem Fortran:

- a. Simplificação do código Fortran;
- b. Adaptação para cálculo dos totais diários de dias de céu claro;
- c. Adaptação do programa para leitura dos dados de Botucatu;
- d. Cálculo da radiação solar no topo da atmosfera.
- e. Inclusão do cálculo para os dias com 100% de observação;
- f. Cálculo dos erros das médias diárias mensais das componentes da radiação solar;
- g. Cálculo dos erros das médias das frações diárias mensais;
- h. Alteração completa do código já existem, em Fortran, para cálculos de totais horários, visando a simplificação e melhor compreensão do usuário;
- i. Simplificação dos códigos existentes de cálculo dos totais diários e horários;
- j. Cálculo dos erros das médias horárias mensais das componentes da radiação solar;
- k. Cálculo dos erros das frações das médias horárias mensais;
- l. Inclusão de uma tela inicial, para escolher o tipo de análise.

Toda análise a seguir foi baseada no fato de que as duas cidades recebem a mesma quantidade de radiação solar no topo da atmosfera. Podemos observar na figura (3) que esta hipótese esta correta.

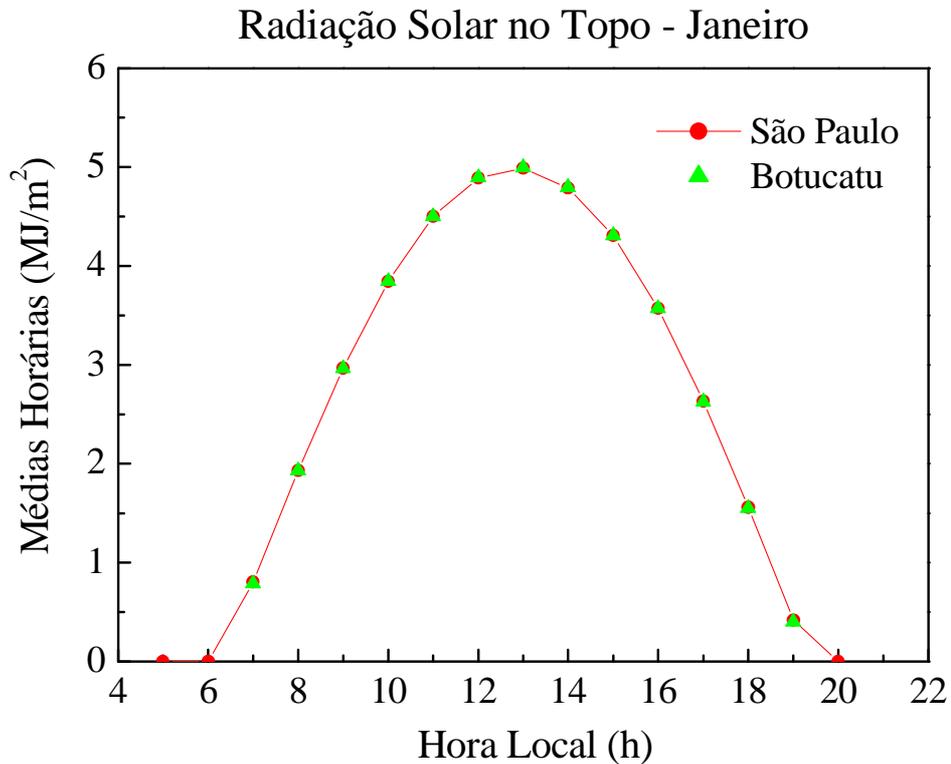


Figura 3: Média horária mensal da radiação no topo da atmosfera no mês de Janeiro em ambas as cidades.

Assim como não existem diferenças entre a radiação no topo nas duas cidades, podemos utilizar Botucatu como referência para estudar São Paulo.

5.2.1 Valores Diários Mensais

A média mensal diária da radiação solar global ($\langle E_G^d \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 4

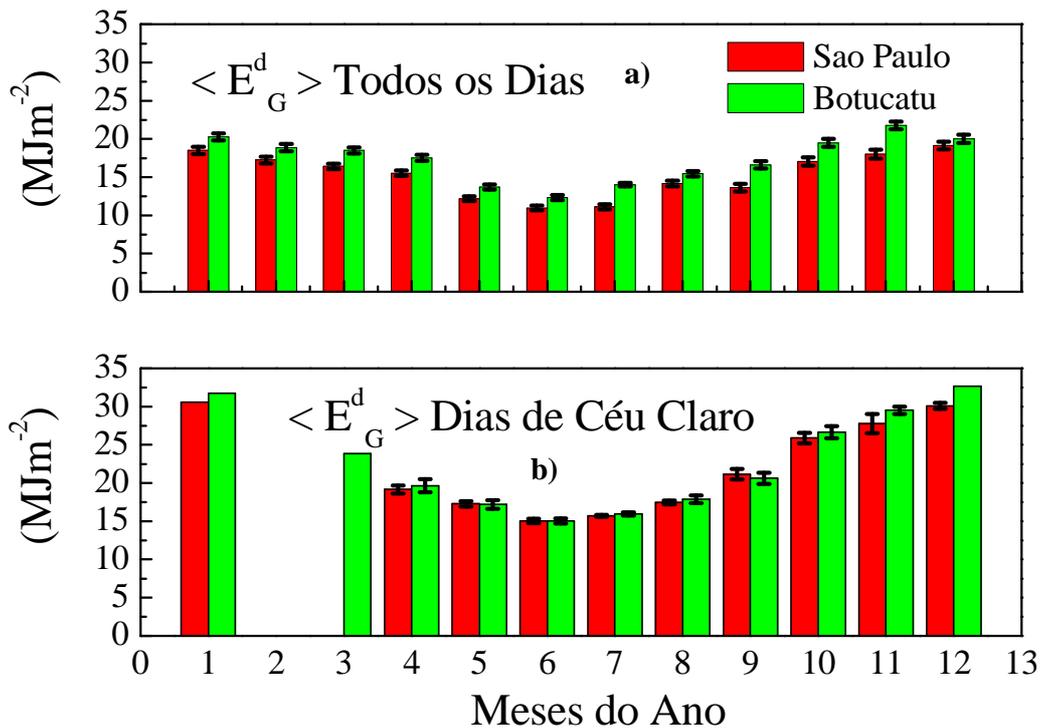


Figura 4: Média diária mensal da radiação global ($\langle E_G^d \rangle$) para os(a) dias com 100% de observação e (b) para os dias de céu claro para ambas as cidades.

A quantidade de radiação global ($\langle E_G^d \rangle$) na figura (4a), ao longo dos meses do ano, é sempre maior em Botucatu. Levando em conta que as duas cidades encontram-se localizadas em altitudes e latitudes muito próximas pode-se concluir que a atmosfera de São Paulo atenua mais radiação solar do que Botucatu.

Na figura 4b são considerados somente os dias de céu claro. Neste caso, verificou-se que não existem diferenças significativas entre estas cidades nestes dias.

Média mensal diária da radiação solar difusa ($\langle E_{DF}^d \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 5.

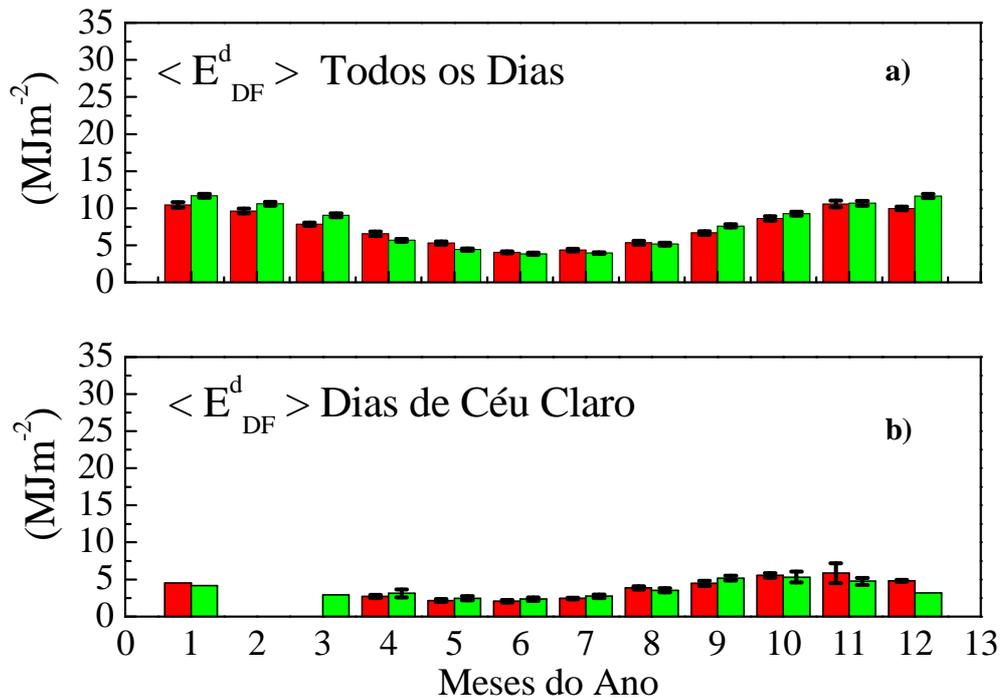


Figura 5: Média diária mensal da radiação difusa ($\langle E_{DF}^d \rangle$) para (a) os dias com 100% de observação e (b) os dias de céu claro para ambas as cidades.

Observando a figura 5a, vemos que os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro são os únicos a terem a radiação difusa ($\langle E_{DF}^d \rangle$) maior na cidade de Botucatu, os outros meses não existe diferenças significativas. Nos dias de céu claro (Figura 5b) não ocorrerem diferenças significativas entre os totais diários mensais para radiação difusa entre São Paulo

e Botucatu. Assim, em termos de total diário a quantidade de radiação que é espalhada pela atmosfera nas duas cidades é praticamente a mesma durante todo ano.

Média mensal diária da radiação solar direta ($\langle E_{DR}^d \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 6.

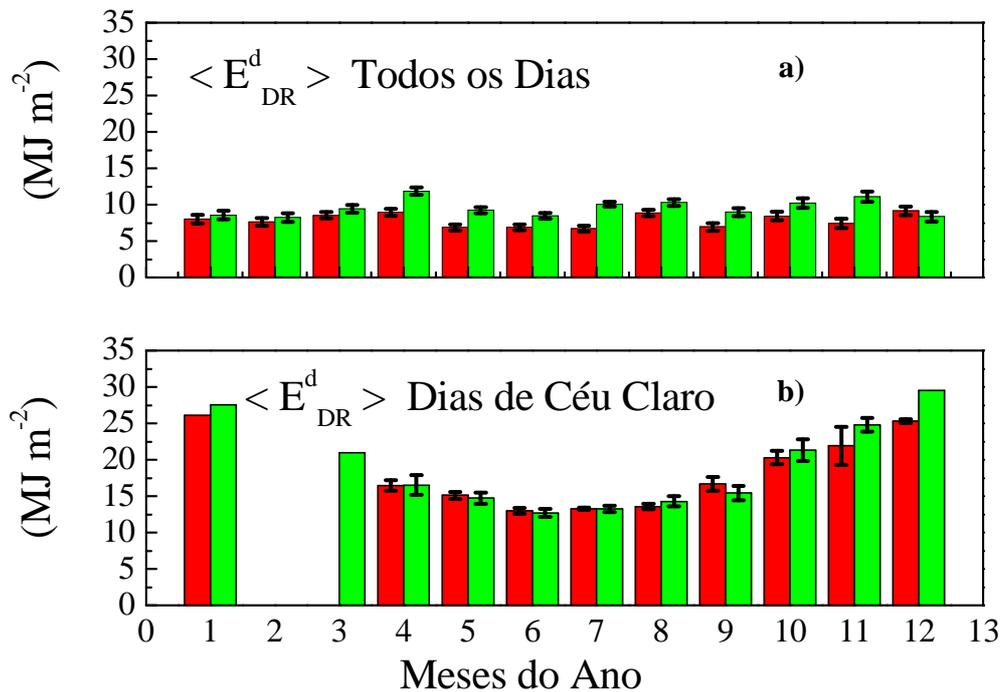


Figura 6: Média diária mensal da radiação direta ($\langle E_{DR}^d \rangle$) (a) dias com 100% de observação (b) dias de céu claro para ambas as cidades.

Verificou-se que nos meses de abril a novembro (Figura 6a), Botucatu recebe mais radiação direta ($\langle E_{DR}^d \rangle$) do que São Paulo. Isso significa que a atmosfera em Botucatu interfere menos na radiação que provem diretamente do Sol do que em São Paulo. Novamente não há diferenças nos dias de céu claro (Figura 5b).

Com base na análise de todos os dias concluímos que a radiação global em São Paulo é mais atenuada pela atmosfera do que Botucatu. A radiação direta apresenta as maiores variações. (Tabela 3).

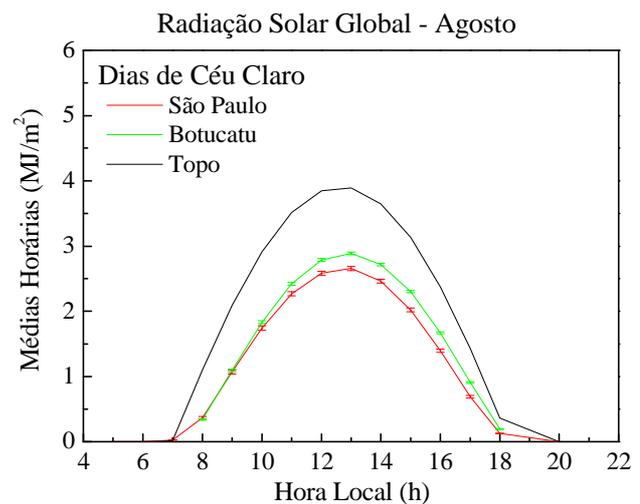
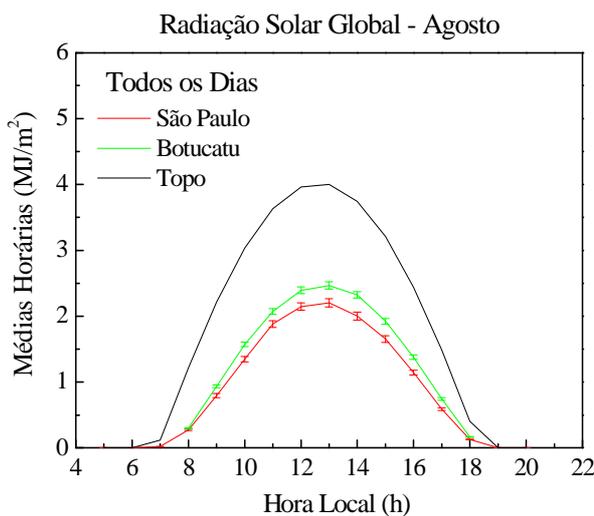
Tipo de Radiação	São Paulo				Botucatu			
	Dias de Céu Claro		Todos os Dias		Dias de Céu Claro		Todos os Dias	
	Julho	Dezembro	Julho	Dezembro	Julho	Dezembro	Julho	Dezembro
Global	15,710	30,097	11,079	19,128	15,964	32,667	14,000	20,001
Difusa	2,4175	4,7855	4,3682	9,9643	2,7121	3,1389	3,9400	11,651
Direta	13,292	25,311	6,7108	9,163	13,252	29,528	10,600	8,3498

Tabela3: valores máximos das médias diárias mensais das componentes da radiação solar

5.2.2 Valores Horários Mensais

Na análise dos valores horários utilizou-se como referência o comportamento observado no mês de agosto. Os demais meses estão indicados no Anexo I. O mês de agosto foi tomado como base das análises porque possui maior número de dias de céu claro (Figura 2).

Média mensal horária da radiação solar global ($\langle E_G^h \rangle$), para dias com 100% de observação



e dias de céu claro em função das horas

dos dias são apresentados na figura 7.

Figura 7: Ciclo diurno médio mensal da radiação global observada (a) em todos os dias e (b) nos dias de céu claro nas Cidades de São Paulo e Botucatu.

Analisando as figuras acima (7a e 7b), vemos que tanto para dias de céu claro como para todos os dias a radiação global é maior na Cidade de Botucatu. As diferenças são proporcionais a amplitude do sinal. (figura 7a). Por outro lado, nos dias de céu claro as diferenças aumentam no período da tarde (figura 7b).

Média mensal horária da radiação solar difusa ($\langle E_{DF}^h \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 8.

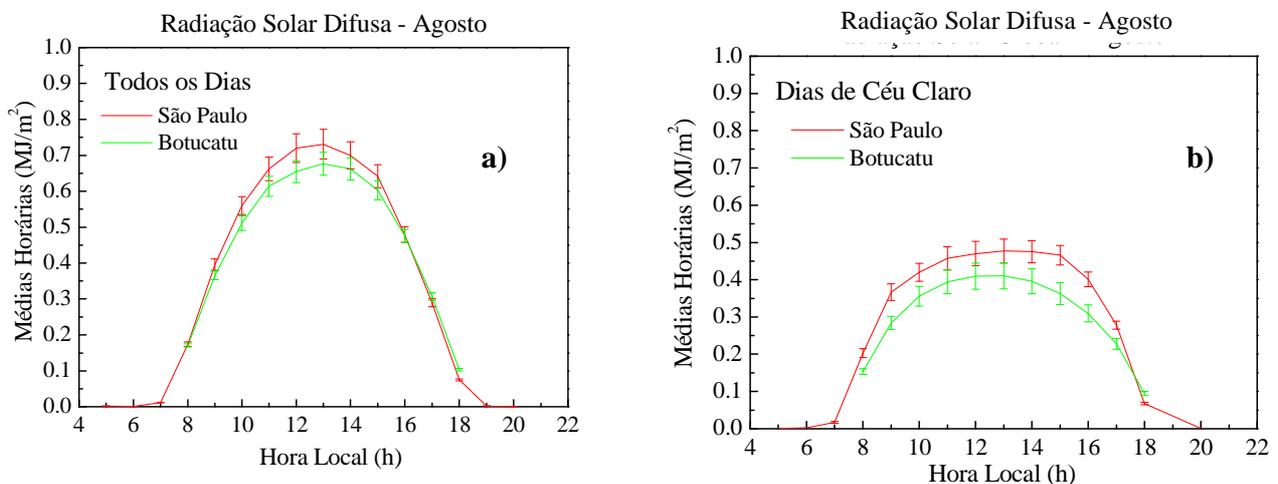


Figura 8: Ciclo diurno médio mensal da radiação difusa observada (a) em todos os dias e (b) nos dias de céu claro nas Cidades de São Paulo e Botucatu.

Considerando todos os dias as atmosferas de São Paulo e Botucatu espalham aproximadamente a mesma quantidade de radiação solar (figura 8a). Por outro lado, a evolução diurna da radiação difusa nos dias de céu claro (figura 8b) indica que a atmosfera espalha mais radiação solar do que a de Botucatu.

Média mensal horária da radiação solar direta ($\langle E_{DF}^h \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 9.

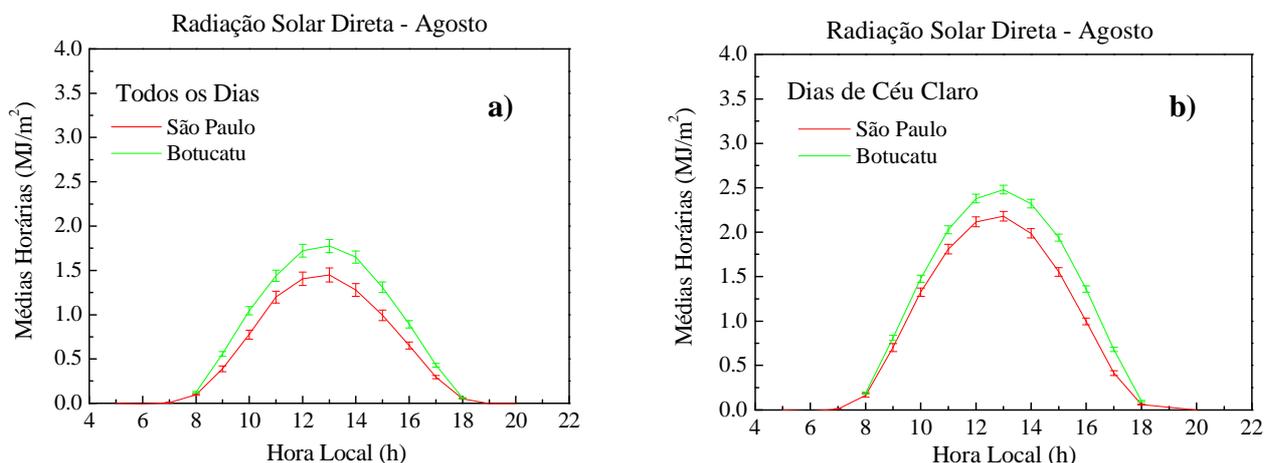


Figura 9: A figura (a) representa a evolução sazonal da radiação direta para todos os dias analisados e a figura (b) representa a evolução sazonal da radiação solar direta para os dias de céu claro.

As diferenças entre São Paulo e Botucatu são significativas tanto para todos os dias (Figura 9a) como para os dias de céu claro (figura 9b).

O comportamento apresentado pela evolução diurna média mensal da radiação global, difusa e direta no mês de agosto também é observado na maioria dos meses do ano (anexo I).

Este comportamento está associado a variação diurna do conteúdo de umidade causado pela penetração sistemática da brisa marítima na Cidade de São Paulo (Oliveira et al., 2003). Contudo não descartamos a possibilidade da evolução diurna da poluição atmosférica em São Paulo ser um fator importante nas diferenças entre São Paulo e Botucatu.

Observando o comportamento sazonal de todos os meses identificamos dois conjuntos de diferentes, como mostra a figura 10.

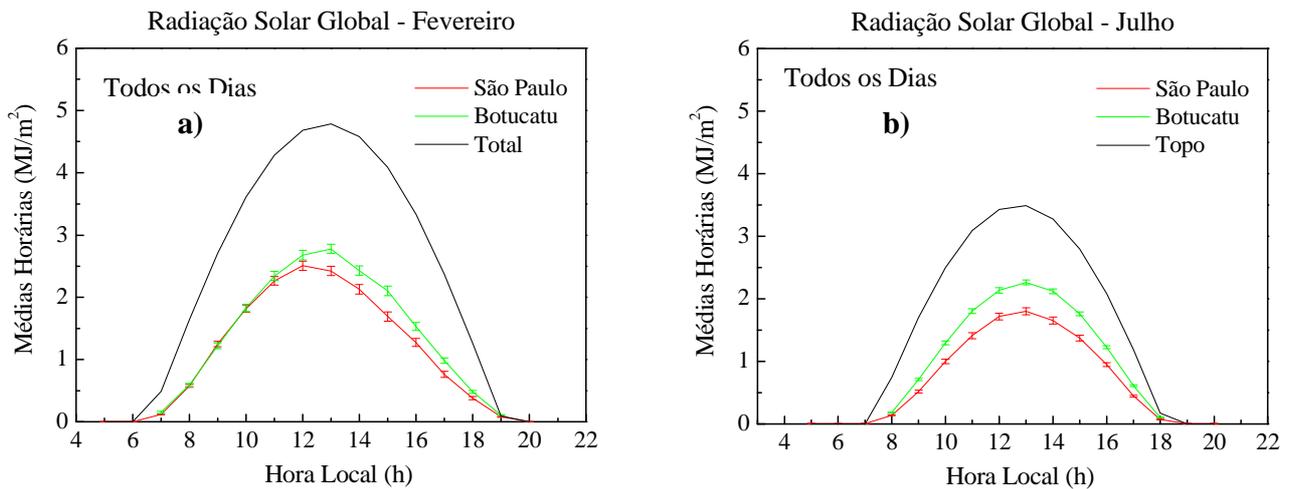


Figura 10: A figura (a) representa a evolução sazonal da radiação global para todos os dias analisados no mês de fevereiro e a figura (b) representa a evolução sazonal da radiação global para todos os dias analisados no mês de julho.

Podemos observar claramente que existem dois tipos de comportamento da radiação. A figura 10a tem o mesmo comportamento que da figura 7a (radiação solar global do mês de agosto para os dias de céu claro). Na figura 10b observamos diferenças entre as cidades no período da tarde. O que pode ser caracterizado pela entrada da brisa marítima em São Paulo. Já na figura 10a esta diferença permanece ao longo do dia. Os meses que seguem o comportamento a figura 10b são: maio, junho e julho. Os demais meses seguem o comportamento da figura 10a.

5.3 Frações dos Totais Diários e Horários Médios Mensais

5.3.1 Valores Diários Mensais

A evolução anual do K_T^d para as cidade de São Paulo e Botucatu apresentam uma maior diferença no período de inverno quando todos os dias são considerados na estatística (Figura 11a). Contudo nos dias de céu claro K_T^d em São Paulo e Botucatu não apresentam diferenças significativas (Figura 11b).

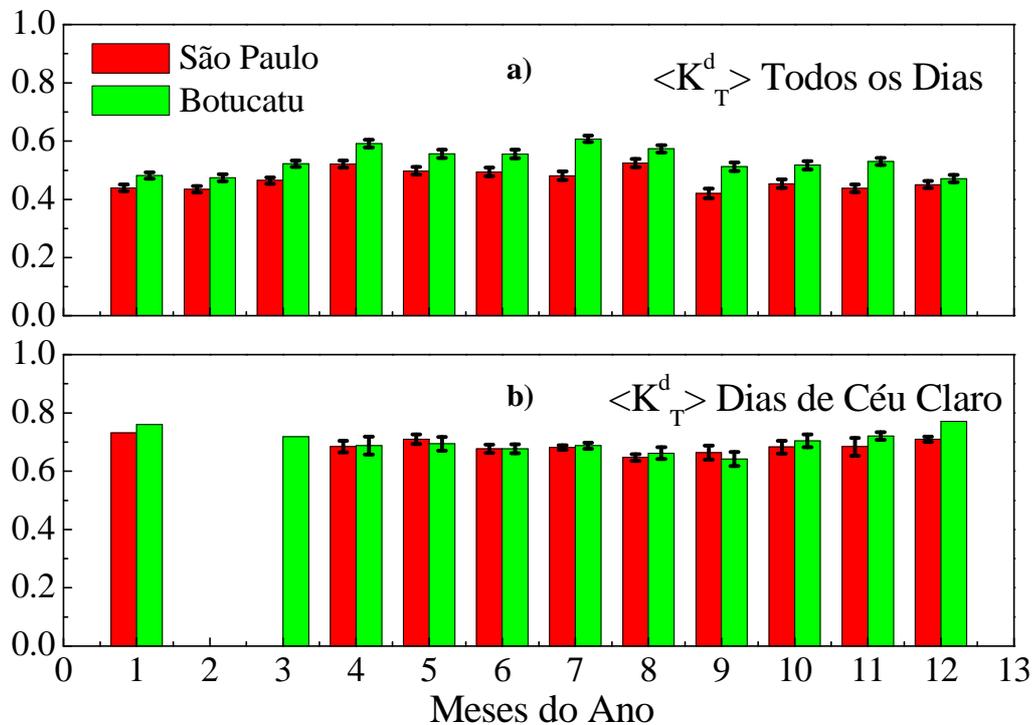


Figura 11: Fração da média diária mensal da radiação global pela radiação no topo ($\langle K_T^d \rangle = \langle E_G^d / E_T^d \rangle$) da Atmosfera (a) dias com 100% de observação (a) dias de céu claro.

As frações das média mensais diárias da radiação solar difusa pela radiação no topo ($\langle K_{DF}^d \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 12.

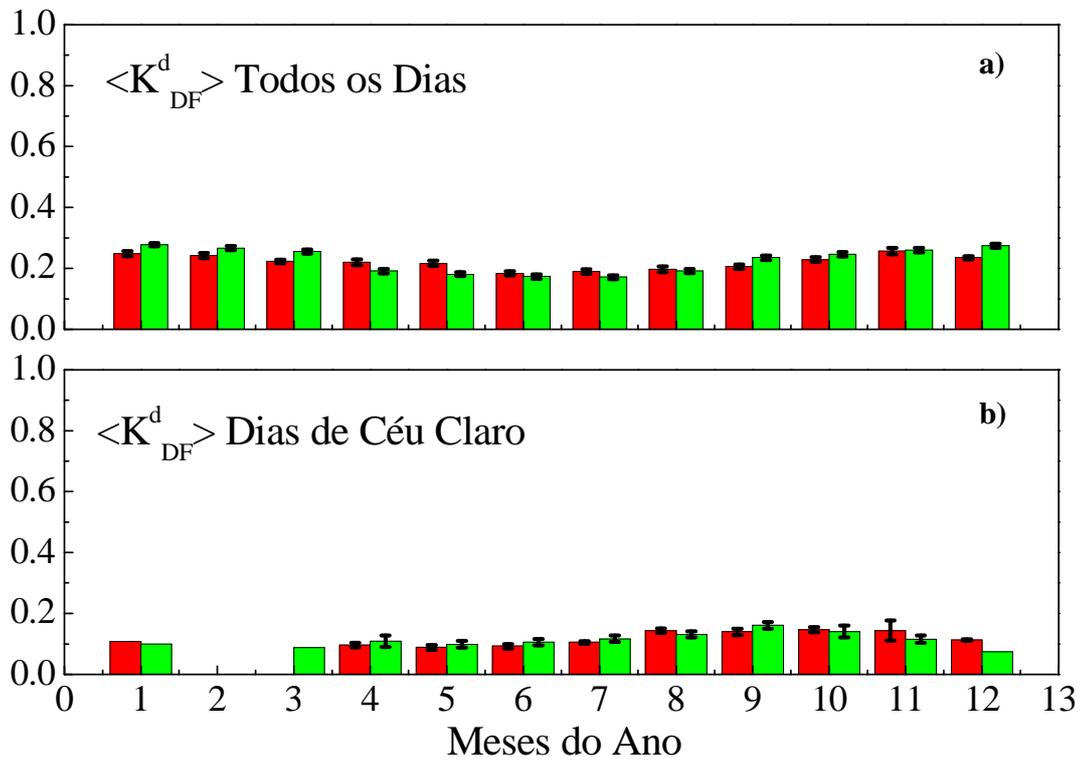


Figura 12: Fração da média diária mensal da radiação difusa pela radiação no topo ($\langle K_{DF}^d \rangle = \langle E_{DF}^d / E_T^d \rangle$) da atmosfera (a) dias com 100% de observação (b) dias de céu claro.

Concluimos que não existem diferenças significativas nos valores diários e horários médios mensais da radiação difusa observada na Cidade de São Paulo e Botucatu.

As frações da média mensais diárias da radiação solar direta pela radiação no topo ($\langle K_{DIR}^d \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 13

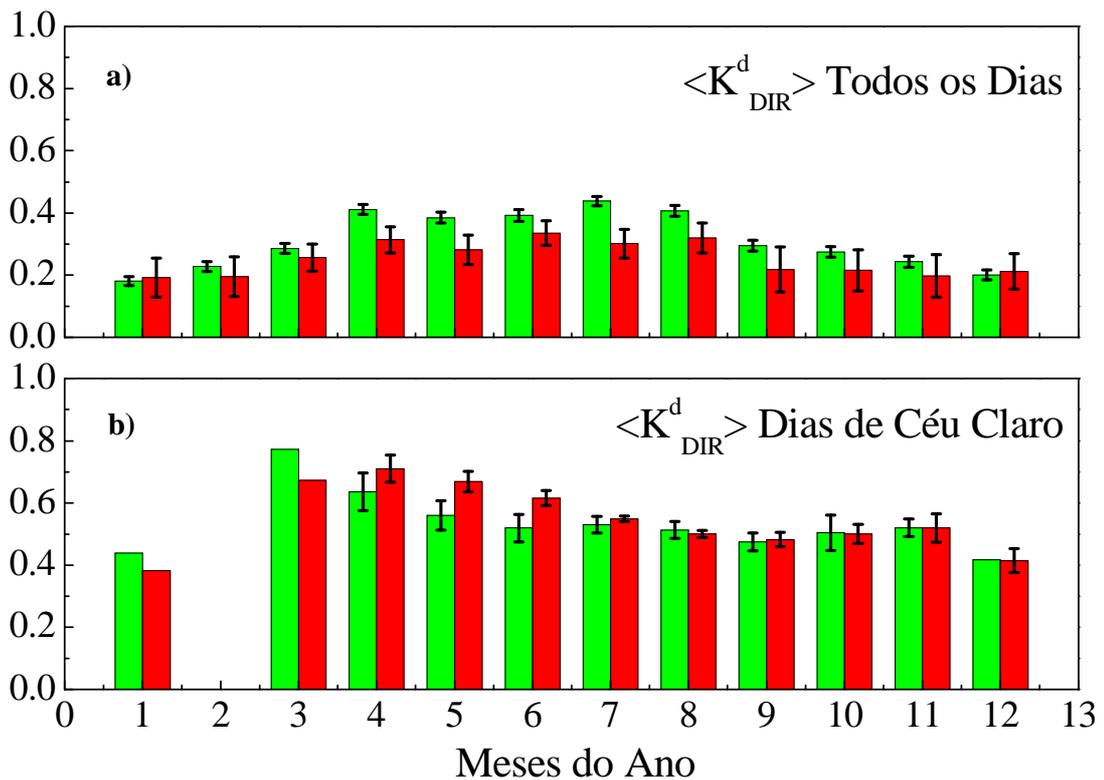


Figura 13: Fração da média diária mensal da radiação direta pela radiação no topo ($\langle K_{DIR}^d \rangle = \langle E_{DIR}^d / E_T^d \rangle$) da atmosfera (a) dias com 100% de observação e (b) para dias de céu claro.

Nos meses de inverno a fração da radiação do topo que chega na superfície como radiação direta é maior em São Paulo do que em Botucatu para todos os dias (Figura 13a). Para dias de céu claro, encontramos diferenças apenas nos meses de maio e junho (Figura 13b).

As frações das médias mensais diárias da radiação solar difusa pela radiação global ($\langle E_{DF}^d / E_G^d \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 14.

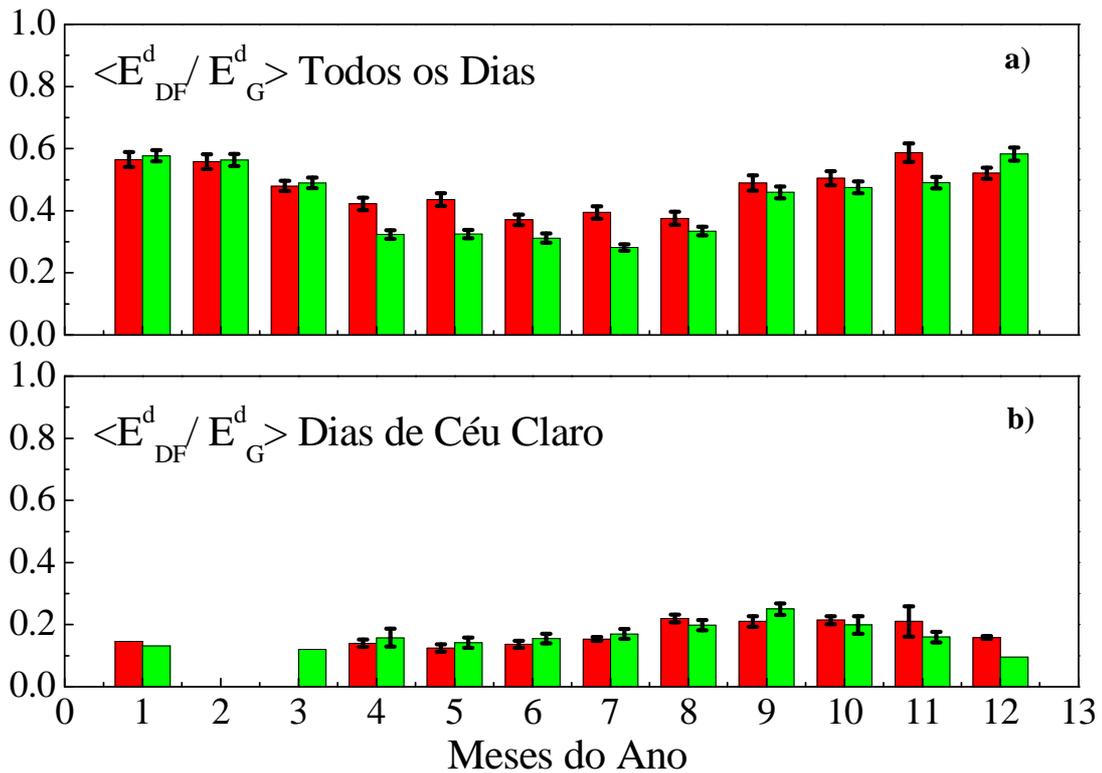


Figura 14: Fração da média diária mensal da radiação difusa pela radiação global ($\langle E_{DF}^d / E_G^d \rangle$) da atmosfera (a) dias com 100% de observação e (b) dias de céu claro.

A fração da radiação global que chega na superfície como difusa são maiores nos meses de inverno na cidade de São Paulo considerando todos os dias (figura 14a). Não existem variações significativas no comportamento de $\langle E_{DF}^d / E_G^d \rangle$ nestas duas cidades (Figura 14b).

As frações das média mensais diárias da radiação solar difusa pela radiação global ($\langle E_{DIR}^d / E_G^d \rangle$), para dias com 100% de observação e dias de céu claro em função dos meses do ano são apresentados na figura 15.

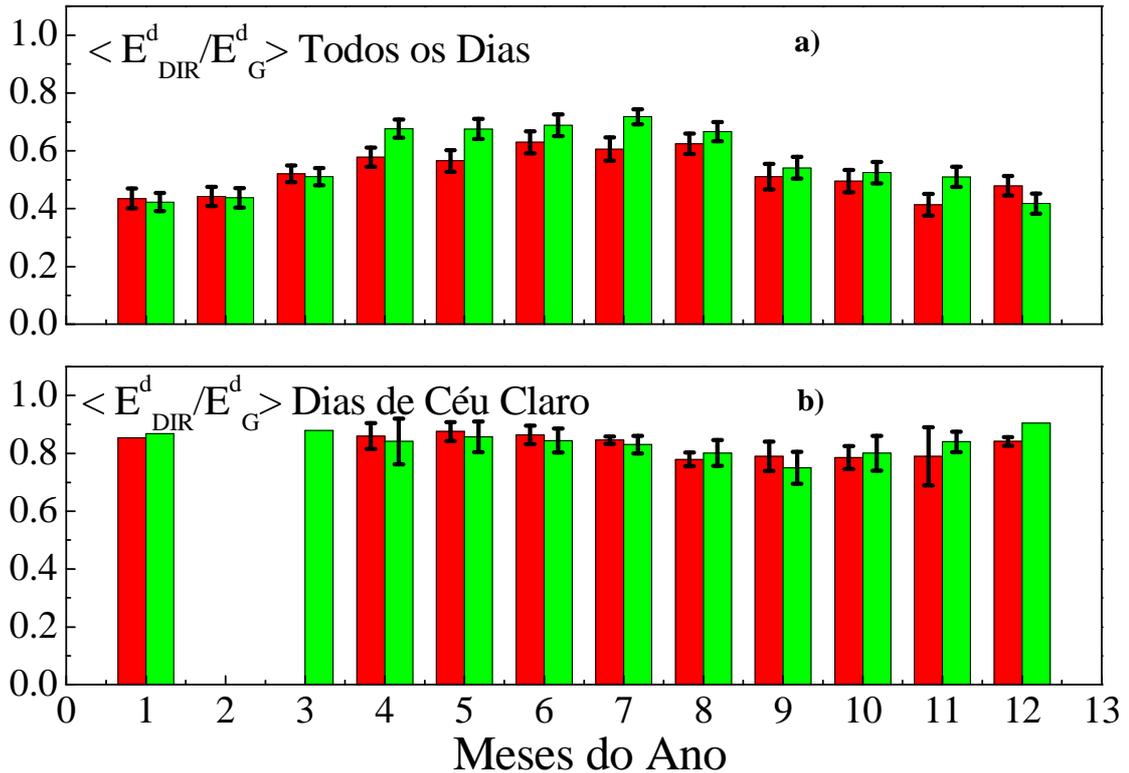


Figura 15: Fração da média diária mensal da radiação direta pela radiação global (E_{DIR}^d / E_G^d) da atmosfera (a) dias com 100% de observação e (b) dias de céu claro.

A fração da radiação direta pela global (Figura 15a), é maior em Botucatu nos meses de inverno. Porém, esta fração varia muito pouco durante o ano em torno de 0,8 (figura 15b).

A distribuição de frequência das frações diárias para dias de céu claro é apresentada na figura 16.

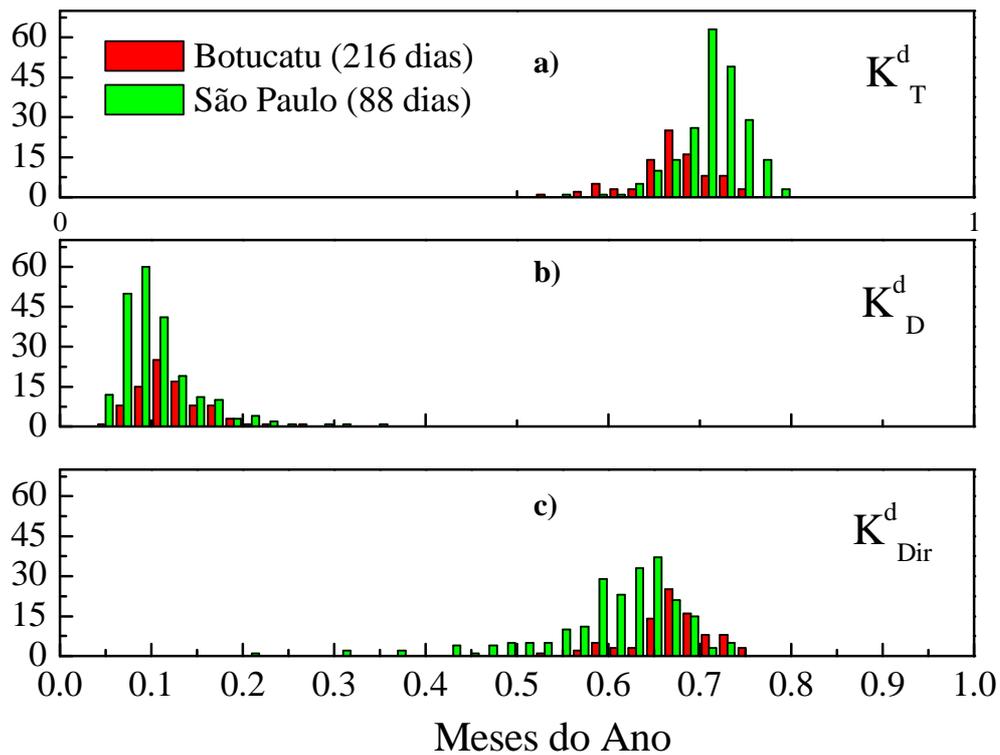


Figura 16: Número de Ocorrências das frações (a) K_T^d , (b) K_D^d (c) K_{DR}^d para os dias de céu claro.

Analisando os dias de céu claro (figura 16), observamos claramente que os picos de maior frequência de K_T^d e K_{DR}^d estão deslocados. Este comportamento é consistente a evolução sazonal dos totais diários médios mensais da radiação global e direta (Figuras 4 e 6). Este comportamento também foi observado quando todos os dias são considerados (figuras 17a e 17c). Os picos de maior frequência de K_D^d coincidem tanto para Botucatu quanto em São Paulo (figuras 16b e 17b). Esse fato comprova que a radiação difusa, em São Paulo e Botucatu, são similares (Tabela 4).

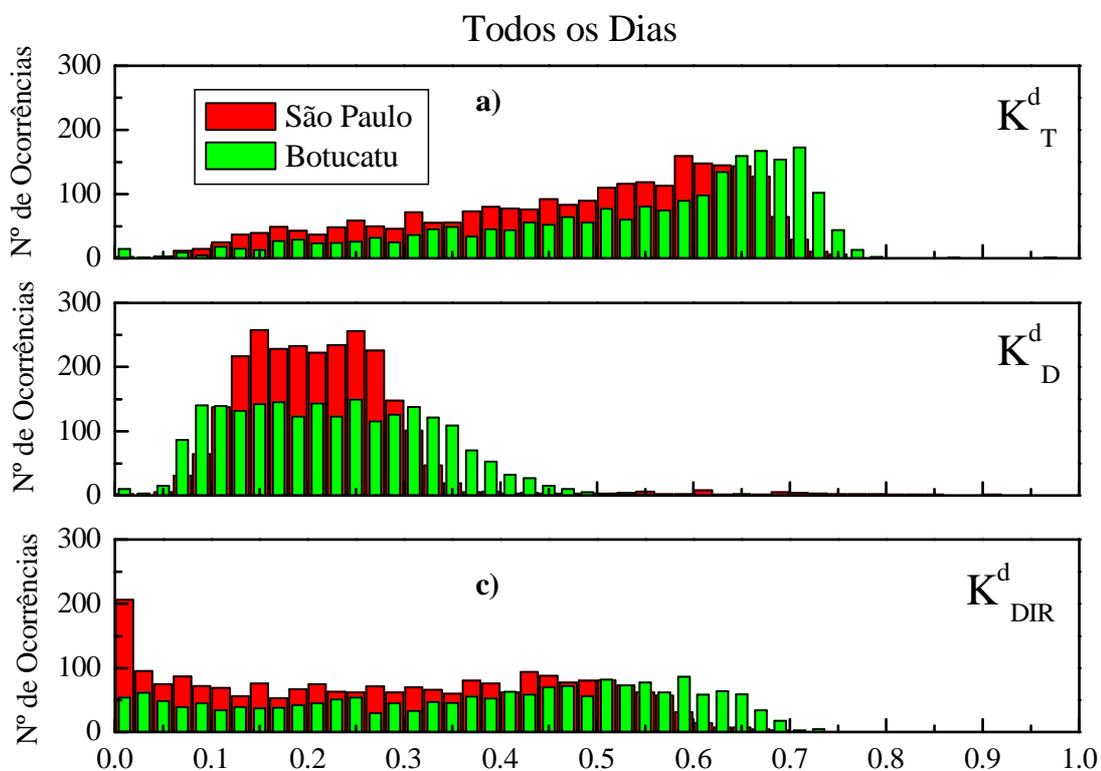


Figura 18: Número de Ocorrências das frações (a) K_T^d (b) K_D^d (c) K_{DR}^d para dias com 100% de observação.

Tabela 4: Média das frações das componentes da radiação solar.

Tipo de Radiação	São Paulo		Botucatu	
	Julho	Dezembro	Julho	Dezembro
K_T^d	$48,1 \pm 1,5$	$45,1 \pm 1,1$	$60,1 \pm 1,0$	$47,1 \pm 1,3$
K_D^d	$19,0 \pm 0,7$	$23,5 \pm 0,6$	$17,1 \pm 0,6$	$27,4 \pm 0,7$
K_{DIR}^d	$28,1 \pm 1,7$	$21,6 \pm 1,4$	$43,6 \pm 1,4$	$19,7 \pm 1,5$
E_{DF}^d / E_T^d	$39,4 \pm 0,2$	$52,1 \pm 1,8$	$28,1 \pm 1,1$	$58,3 \pm 2,1$
E_{DIR}^d / E_T^d	$60,6 \pm 4,1$	$47,9 \pm 3,3$	$71,9 \pm 3,0$	$41,8 \pm 3,4$

5.2.2 Valores Horários Mensais

Na análise das frações dos valores horários utilizou-se como referência o comportamento observado no mês de agosto. Os demais meses estão indicados no Anexo I. O mês de agosto foi tomado como base das análises porque possui maior número de dias de céu claro (Figura 2).

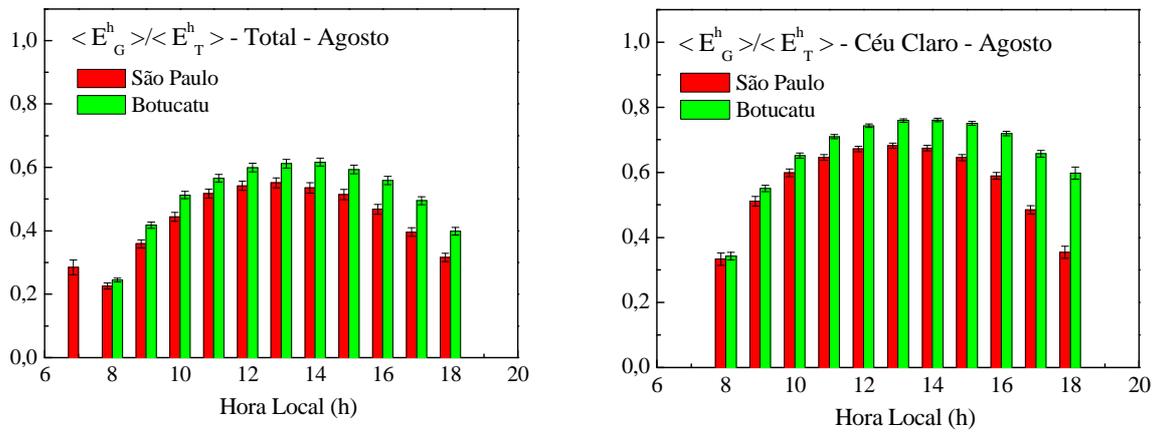


Figura 19: Fração da média horária mensal da radiação global pela radiação no topo da atmosfera ($\langle E_G^h \rangle / \langle E_T^h \rangle$) para dias (a) com 100% de observação e (b) de céu claro.

A evolução diurna de $\langle E_G^h \rangle / \langle E_T^h \rangle$ indica que as diferenças existentes entre Botucatu e São Paulo se intensificam após 12h (figuras 19a e 19b). Estas diferenças podem ser ocasionadas pela penetração da brisa marítima na Cidade de São Paulo (Oliveira et al., 2003). A evolução diurna de $\langle E_{DF}^h \rangle / \langle E_T^h \rangle$ não apresentou diferenças significativas (Figura 20). As frações E_{DR}^h / E_T^h se comportam como $\langle E_G^h \rangle / \langle E_T^h \rangle$ (Figura 21). O comportamento de E_{DF}^h / E_G^h e E_{DR}^h / E_G^h são consistentes com o comportamento de $\langle E_{DF}^h \rangle / \langle E_T^h \rangle$ e E_{DR}^h / E_T^h (Figuras 22 e 23).

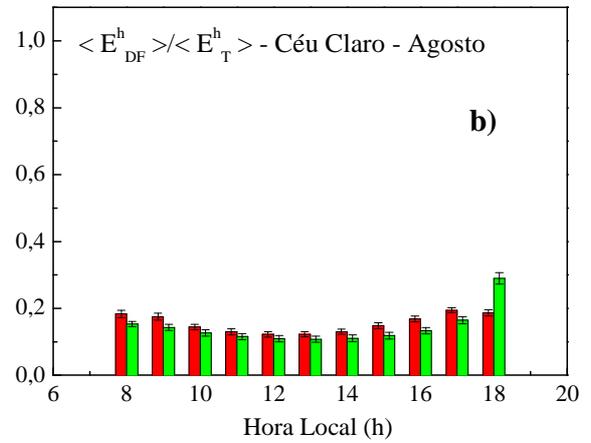
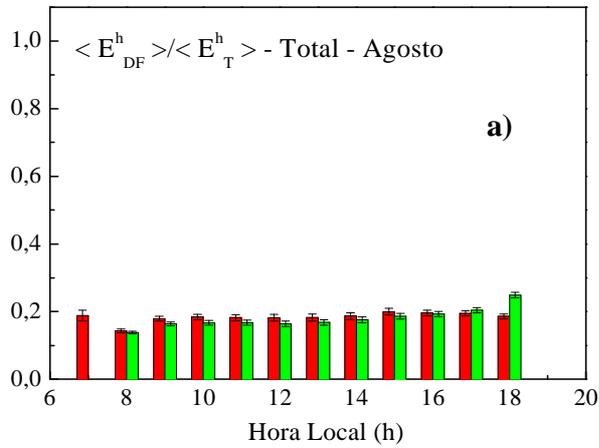


Figura 20: Fração da média horária mensal da radiação difusa pela radiação no topo da atmosfera ($\langle E_{DF}^h \rangle / \langle E_T^h \rangle$) para dias (a) com 100% de observação e (b) de céu claro.

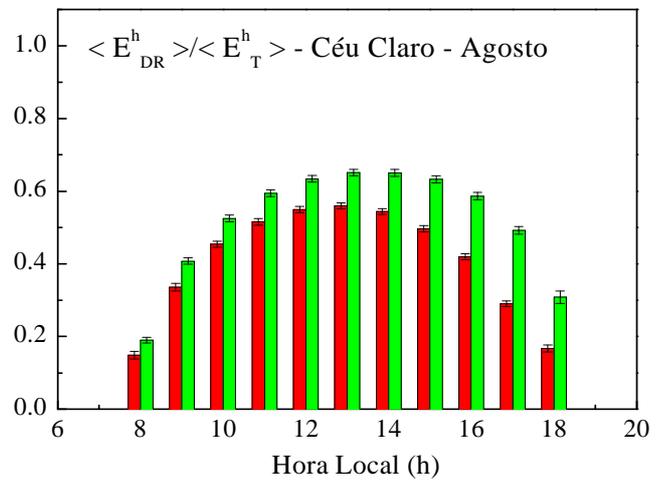
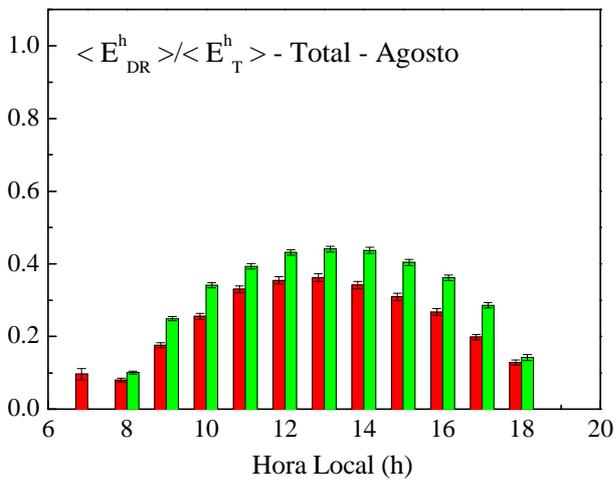


Figura 21: Fração da média horária mensal da radiação direta pela radiação no topo da atmosfera (E_{DR}^h / E_T^h) para dias (a) com 100% de observação e (b) de céu claro.

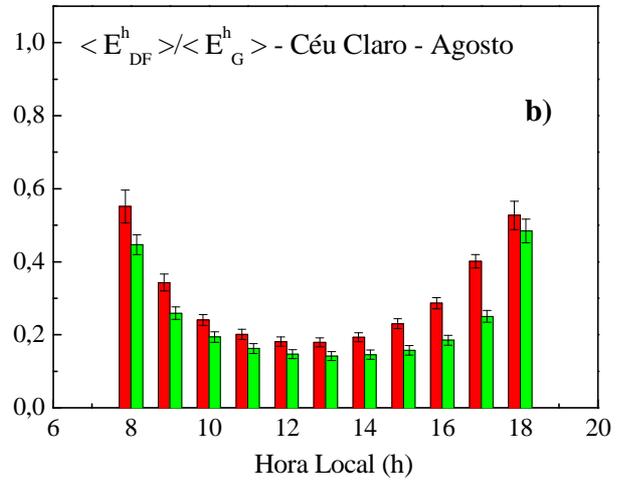
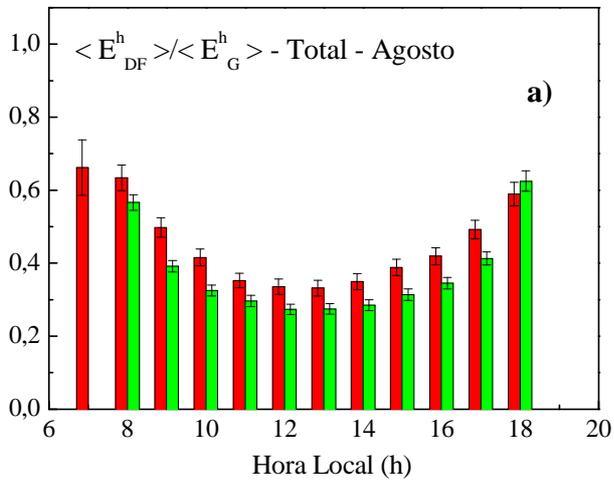


Figura 22: Fração da média horária mensal da radiação difusa pela radiação global (E_{DF}^h / E_G^h) para dias (a) com 100% de observação e (b) de céu claro.

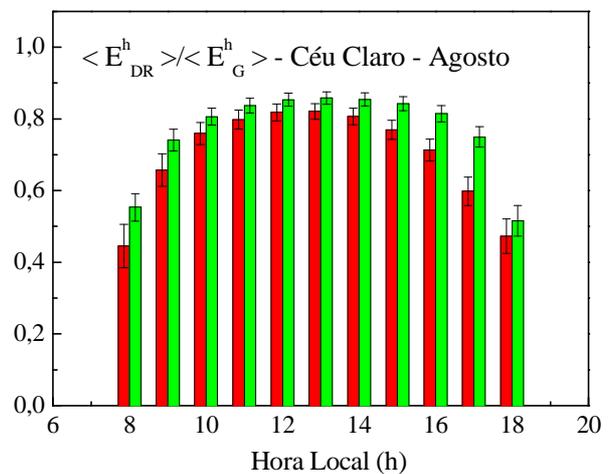
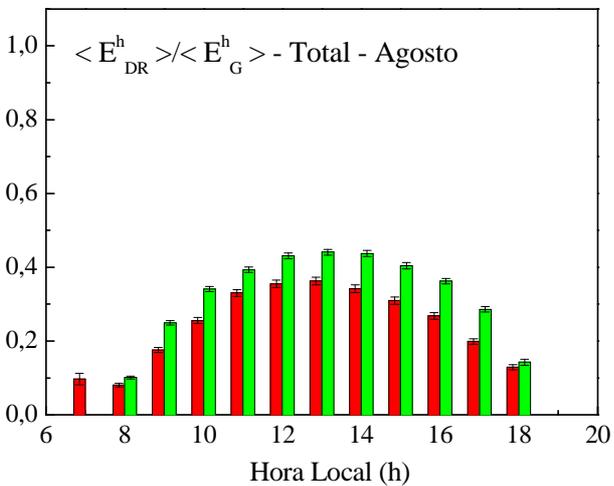


Figura 22: Fração da média horária mensal da radiação difusa pela radiação global (E_{DR}^h / E_G^h) para dias (a) com 100% de observação e (b) de céu claro.

6 Conclusão

- Observamos que ocorrem mais dias de céu claro em Botucatu do que em São Paulo, sabemos que o efeito da umidade é um fator bastante importante para este fato, mas ainda falta verificar se existe uma influencia da poluição;
- Verificou-se que São Paulo recebe menos radiação solar global e menos radiação direta, no entanto as diferenças entre as cidades em relação a radiação difusa são muito pequenas;
- A radiação global espalhada em São Paulo é cerca de 18% maior do que em Botucatu;
- A amplitude da evolução diurna da radiação global em São Paulo é sistematicamente menor após às 12h do que em Botucatu.
- As diferenças evolução diurna da radiação solar observada em São Paulo e Botucatu podem ser explicadas em termos da penetração da brisa marítima e da intensificação da poluição em São Paulo;
- Pretende-se no próximo período de vigência da bolsa investigar o papel da poluição sobre a radiação solar em São Paulo, utilizando dados de material particulado coletados pela CETESB.

7 Atividades Relacionadas

- Particpei do 10º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP (anexo II)
- Particpei do VII Simpósio de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, em 08/11/02, onde recebi o prêmio de melhor cartaz do departamento de ciências atmosféricas (AnexoIII);
- Estou inscrita no 11º SIICUSP (AnexoIV);
- Cursei 4 matérias com aprovação em todas:
 - 5.0 em Introdução a Oceanografia Física;
 - 5.3 em Meteorologia Física II;
 - 5.0 em Calculo Diferencial e Intregal III;
 - 5.3 em Meteorologia Física II;
 - 5.0 em Álgebra Linear.

8 Referências

Oliveira, A.P., Escobedo, J.F., Machado, A.J. and Soares, J., 2002a: Diurnal evolution of solar radiation at the surface in the City of São Paulo: seasonal variation and modeling. *Theoretical and Applied Climatology*, 71(3-4),231-249;

Oliveira, A.P, Soares, J., Escobedo, J.F., Machado, A.J., Codato, G. and Galvani, E. 2002b, Diurnal evolution of surface radiation budget components in the cities of São Paulo and Botucatu. Proceeding of the ENCIT 2002, Caxambú – MG, Brazil – Paper CIT02-0185.

Oliveira, A.P., R.D. Bornstein and J. Soares, 2003: Annual and diurnal wind patterns in the city os São Paulo. Weter, Air & Soil Pollution; FOCUS (WAFO) Special issue. 3 (5-6), 3-15.

São Paulo, 15 de agosto de 2003.

Georgia Codato

Bolsista

Amauri P. Oliveira

Orientador