



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

Análise de Tendências Climáticas e Cenários Futuros das Séries  
Temporais de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração na  
Bacia do Rio das Fêmeas – BA

ISABELLA MATTOS E SILVA

ORIENTADOR: PROF. HENRIQUE M. L. CHAVES, PhD.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PUBLICAÇÃO: 328/2009

BRASÍLIA/DF

JUNHO/2009

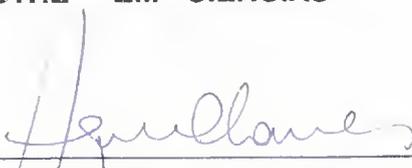
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**Análise de Tendências Climáticas e Cenários Futuros das Séries  
Temporais de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração na  
Bacia do Rio das Fêmeas – BA**

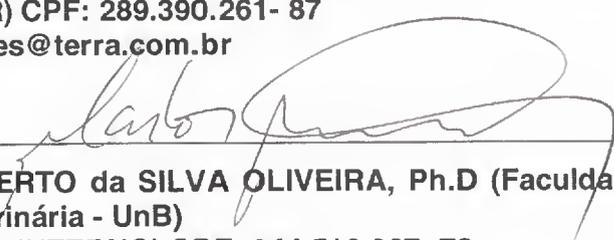
**ISABELLA MATTOS E SILVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA  
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS, COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO  
DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS**

**APROVADA POR:**



**HENRIQUE MARINHO LEITE CHAVES, Ph.D (Faculdade de Tecnologia,  
Departamento de Engenharia Florestal - UnB)  
(ORIENTADOR) CPF: 289.390.261- 87  
e-mail: hlchaves@terra.com.br**



**CARLOS ALBERTO da SILVA OLIVEIRA, Ph.D (Faculdade de Agronomia e  
Medicina Veterinária - UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO) CPF: 244.516.067- 72  
e-mail: [dasilvao@unb.br](mailto:dasilvao@unb.br)**



**ERCÍLIA TORRES STEINKE, Doutora (Instituto de Ciências Humanas  
Departamento de Geografia - UnB)  
(EXAMINADOR EXTERNO) CPF: 559.585.241- 00  
e-mail: [ercilia@unb.br](mailto:ercilia@unb.br)**

**BRASÍLIA/DF, 23 de junho de 2009**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Isabella Mattos e / Análise de Tendências Climáticas e Cenários Futuros das Séries Temporais de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da Bacia do Rio das Fêmeas – BA/ Isabella Mattos e Silva; orientação de Henrique Marinho Leite Chaves – Brasília, 2009. 130 p. :il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2009.

1. Nashcliffer. 2. Hindcasting. 3. Hargreaves Samani. 4. Evapotranspiração. I. Chaves, H.M.L. II. PhD.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

**SILVA, I. M. Análise de Tendências Climáticas e Cenários Futuros das Séries Temporais de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da Bacia do Rio das Fêmeas – BA.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2009, 130 p. Dissertação de Mestrado.

## CESSÃO DE DIREITOS

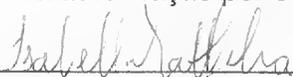
NOME DO AUTOR: Isabella Mattos e Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Análise de Tendências Climáticas e Cenários Futuros das Séries Temporais de Temperatura, Precipitação e Evapotranspiração da Bacia do Rio das Fêmeas – BA.

GRAU: Mestre

ANO: 2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Isabella Mattos e Silva

CPF 817.034.733-53

Endereço SHIN CA 2 BLOCO C AP 112

71000-000 Brasília/DF – Brasil

bellamattos@hotmail.com

A minha maior motivação; Maria Myrtes Espanguero, minha avó. Pelo amor verdadeiro a mim dedicado e pelos valiosos princípios a qual seguiu e repassou a toda a sua geração com êxito.

## **AGRADECIMENTOS**

Um sincero agradecimento à todos que participaram da conclusão desse trabalho;

A toda minha família; Claudete, Andréa, Myrtes, Lara, Cláudia, Ismael e Lorena, Francisco, Hamilton e Ana pela extensa compreensão a minha ausência, pelo apoio e amor.

À Professora Lucrécia Gerosa, Coordenadora da Agronomia, a Professora Ercília Steinke, Professora da Geografia, ao Professor Henrique Chaves, Professor da Engenharia Florestal e Orientador, ao Professor Carlos Oliveira, Professor da Agronomia, a Deusdete do Carmo Soares, pelo auxílio.

Aos meus queridos amigos, Deise Oliveira, Caroline de Castro, Adilson França, Rafael Abreu, Patrícia Frota, Camila Albuquerque e Paula Moreira.

Ao INPE - CPTEC e INMET pelos dados fornecidos essenciais a pesquisa.

“O Universo não é uma idéia minha.  
A minha idéia de universo é que é uma idéia minha.  
A noite não anoitece pelos meus olhos,  
A minha idéia da noite é que anoitece pelos meus olhos,  
Fora de eu pensar e de haver quaisquer pensamentos  
A noite anoitece concretamente  
E o fulgor das estrelas existe como se tivesse peso. ”

**Fernando Pessoa 1888 – 1935.**

## SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
RESUMO GERAL	xiv
ABSTRACT	xv
I.INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo Geral	3
1.2 Objetivos Específicos	4
1.3. Hipóteses	4
II.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1.Localização e caracterização física da região de estudo	5
2.2.Caracterização dos condicionantes do clima da região de estudo	7
2.3.Caracterização da agricultura na região de estudo	10
2.4.Tendências e mudanças climáticas	13
2.4.1.Tendências climáticas e recursos hídricos	17
2.5.Modelos climáticos (MCGs e MCRs)	21
2.6. <i>Downscaling</i>	26
III.MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1.Caracterização climática da região de estudo	28
3.2.Cenários do IPCC	33
3.3.Evapotranspiração	38
3.4. <i>Hindcasting</i>	40
3.5.Coeficiente de <i>Nash-Sutcliffe</i> (1970)	41
IV.RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
4.1.Avaliação das tendências climáticas para a região de estudo	42
4.2.Evapotranspiração da região de estudo	82
VI.CONCLUSÕES	92
VII.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1</b> - Localização do rio das Fêmeas. <b>Fonte:</b> Amorim (2003).	6
<b>Figura 2</b> - Feições ruineiformes em arenitos do Grupo Urucuia, presentes na região do aeroporto de Barreiras (BA). <b>Fonte:</b> Gaspar (2006).	7
<b>Figura 3</b> - Carta sinótica em superfície. <b>Fonte:</b> INPE (2006)	9
<b>Figura 4</b> - Imagem de satélite correspondente a bacia hidrográfica do rio das Fêmeas e vista panorâmica da área agrícola da bacia, com destaque para a quantidade de pivôs. <b>Fonte:</b> SRH/BA (2003).	11
<b>Figura 5</b> - Imagem de satélite correspondente a bacia hidrográfica do rio das Fêmeas e vista panorâmica da área agrícola da bacia, com destaque para a quantidade de pivôs. <b>Fonte:</b> SRH/BA (2003).	11
<b>Figura 6</b> - Bacia São Francisco. <b>Fonte:</b> Ana Projeto GEF São Francisco (2008).	19
<b>Figura 7</b> - Bacia do rio São Francisco Médias Mensais de precipitações e Vazões. <b>Fonte:</b> ANA (2008).	29
<b>Figura 8</b> - Mapa Isoietas do oeste da Bahia localização do Município Barreiras (BA), Correntina (BA), Taguatinga (TO), Posse (GO) e da bacia hidrográfica do rio das Fêmeas. <b>Fonte:</b> Gaspar (2006).	32
<b>Figura 9</b> - Modelo Eta Cenário A2 temperatura média(°C) anos 2070 - 2100. <b>Fonte:</b> Programa GRADS INPE (2008).	35
<b>Figura 10</b> - Modelo Precip Cenário B2 temperatura média (°C) anos 2070 - 2100. <b>Fonte:</b> Programa GRADS INPE (2008).	36
<b>Figura 11</b> - Modelo ETA Cenário <i>Baseline</i> temperatura média (°C) anos 1960 - 1990. <b>Fonte:</b> Programa GRADS INPE (2008).	37
<b>Figura 12</b> - Gráfico de Precipitação Estação Derocal.	45

<b>Figura 13</b> - Gráfico de Correlação Precipitação Estação Barreiras.	45
<b>Figura 14</b> - Gráfico de Precipitação Estação Sítio Grande.	48
<b>Figura 15</b> - Gráfico de Correlação Precipitação Estação Sítio Grande.	48
<b>Figura 16</b> - Gráfico de Precipitação Estação Barreiras.	51
<b>Figura 17</b> - Gráfico de Correlação Precipitação Estação Barreiras.	52
<b>Figura 18</b> - Gráfico de Temperatura Média Estação Barreiras.	55
<b>Figura 19</b> - Gráfico de Correlação Temperatura Média Estação Barreiras.	55
<b>Figura 20</b> - Gráfico de Temperatura Média <i>Precis</i> Estação de Barreiras.	58
<b>Figura 21</b> - Gráfico de Temperatura Mínima Estação Barreiras.	60
<b>Figura 22</b> - Gráfico de Correlação Temperatura Mínima Estação Barreiras.	61
<b>Figura 23</b> - Gráfico de Temperatura Máxima Estação Barreiras.	63
<b>Figura 24</b> - Gráfico de Correlação Temperatura Máxima Estação Barreiras.	64
<b>Figura 25</b> - Gráfico de Precipitação Estação Taguatinga.	67
<b>Figura 26</b> - Gráfico de Correlação Estação Precipitação Estação Taguatinga.	67
<b>Figura 27</b> - Gráfico de Temperatura Média Estação Taguatinga.	70
<b>Figura 28</b> - Gráfico de Temperatura Média Estação Taguatinga.	73
<b>Figura 29</b> - Gráfico de Correlação Temperatura Média Estação Taguatinga.	73
<b>Figura 30</b> - Gráfico de Temperatura Mínima Estação Taguatinga.	76
<b>Figura 31</b> - Gráfico de Correlação Temperatura Mínima Estação Taguatinga.	76
<b>Figura 32</b> - Gráfico de Temperatura Máxima Estação Taguatinga.	79

<b>Figura 33</b> - Gráfico de Correlação Temperatura Máxima Estação Taguatinga.	79
<b>Figura 34</b> - Gráfico Estação de Barreiras Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).	86
<b>Figura 35</b> - Gráfico Estação Taguatinga Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).	89
<b>Figura 36</b> - Variância anual da irradiância solar ( $\text{Ly Dia}^{-1}$ ) sobre uma superfície Horizontal no topo da atmosfera em função da latitude e época do ano. <b>Fonte:</b> Vianello e Alves 1991.	90

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1</b> - Cenários IPCC.	34
<b>Tabela 2</b> - Precipitação Média Estação Derocal.	44
<b>Tabela 3</b> - Precipitação Sítio Grande.	47
<b>Tabela 4</b> - de Precipitação Média Estação Barreiras.	50
<b>Tabela 5</b> - Temperatura Média ETA Estação Barreiras.	53
<b>Tabela 6</b> - Temperatura Média <i>Precis</i> Estação de Barreiras.	57
<b>Tabela 7</b> - Temperatura Mínima Estação Barreiras.	59
<b>Tabela 8</b> - Temperatura Máxima Estação Barreiras.	62
<b>Tabela 9</b> - Precipitação Média Estação Taguatinga.	65
<b>Tabela 10</b> - Temperatura Média Estação Taguatinga.	69
<b>Tabela 11</b> - Temperatura Média Estação Taguatinga.	71
<b>Tabela 12</b> - Temperatura Mínima Estação Taguatinga.	75
<b>Tabela 13</b> - Temperatura Máxima Estação Taguatinga.	78
<b>Tabela 14</b> - Modelos, Estações INMET e Variáveis Climáticas.	80
<b>Tabela 15</b> - Modelos, Estações ANA e Variáveis.	81
<b>Tabela 16</b> - Evapotranspiração Estação Barreiras - BA.	83
<b>Tabela 17</b> - Evapotranspiração Barreiras <i>Baseline</i> .	84
<b>Tabela 18</b> - Evapotranspiração Barreiras <i>Precis</i> B2.	84
<b>Tabela 19</b> - Evapotranspiração Barreiras <i>Precis</i> A2.	85

<b>Tabela 20</b> - Evapotranspiração Estação Taguatinga - To.	86
<b>Tabela 21</b> - Evapotranspiração Taguatinga <i>Baseline</i> .	87
<b>Tabela 22</b> - Evapotranspiração Taguatinga <i>Precis B2</i> .	87
<b>Tabela 23</b> - Evapotranspiração Taguatinga <i>Precis A2</i> .	88
<b>Tabela 24</b> - Cálculo da Radiação Solar da Região das Estações.	91

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AIBA</b>	Associação dos Agricultores e Irrigantes da Bahia
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>AOGCMs</b>	Modelos Globais Acoplados Oceano-Atmosfera
<b>CPTEC</b>	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
<b>ETA</b>	Modelo Regional de Escala Vertical
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IPCC</b>	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
<b>INMET</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>MCG</b>	Modelo Climáticos Globais
<b>NE</b>	Nordeste
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>R<sup>2</sup></b>	Coefficiente de determinação Múltipla
<b>UnB</b>	Universidade de Brasília
<b>ZCAS</b>	Zona de Convergência do Atlântico Sul
<b>ZCIT</b>	Zona de Convergência Intertropical

**Análise de Tendências Climáticas e Cenários Futuros das Séries Temporais  
de Temperatura Precipitação e Evapotranspiração na Bacia do Rio das  
Fêmeas – B/A**

**RESUMO**

O estudo das séries climáticas constitui uma importante fonte de dados para o uso dos recursos naturais, sobrepondo uma perspectiva climática ao beneficiando de toda a comunidade inserida no ambiente estudado. O presente estudo objetivou a análise das variáveis climáticas: de temperatura, precipitação e evapotranspiração na Bacia do Rio das Fêmeas no Estado da Bahia, ao longo de uma série climática passada, entre os anos de 1960 a 1990 e de uma série climática futura compreendida entre os anos de 2070 a 2100, utilizando do coeficiente estatístico de *Nashcliffer* (1970), da metodologia de *Hindcasting* e do método de *Hargreaves e Samani* (1985). Os resultados expuseram uma tendência sobreestimada dos dados das variáveis climáticas de perspectiva futura aos dados das variáveis climáticas do período passado.

**Palavras Chaves:** Nashcliffer, Hindcasting, Hargreaves e Samani, Evapotranspiração

**Analysis of Climate Trends and Time Series Future Scenarios of  
Temperature Precipitation and Evapotranspiration upon the Rio das  
Fêmeas - B/A**

**ABSTRACT**

The study of the climatic series is an important source of data for the purpose of using natural resources, providing a climate perspective and benefitting all the community living in the environment at analysis. This purpose of the current study was to analyze the climatic variables of temperature, precipitation and evapotranspiration upon the basin of river Rio das Fêmeas in Bahia State, during a past climatic series, from 1960 to 1990 and a future climatic series from 2070 to 2100. This analysis used the statistic coefficient of *Nashcliffer (1970)*, from the methodology *Hindcasting* and method of *Hargreaves* and *Samani (1985)*. The results demonstrated a super estimated tendency of the future projected climatic variables data in comparison to the data of the climatic variables of the past period.

**Keywords:** Nashcliffer, Hindcasting, Hargreaves e Samani, Evaporation.

## I - INTRODUÇÃO

A ocorrência de desastres ambientais na época atual tem denotado as conseqüências da interferência humana sobre o meio ambiente, o efeito dessa interferência é ressaltado nas alterações climáticas em todo o globo.

Segundo o Relatório do IPCC/ONU (2007), um aumento significativo de precipitação tem sido observado no leste da América do sul, no norte da Europa e na região central da Ásia. A seca tem sido observada na região do Sahel, no mediterrâneo, sul da África e partes do sul da Ásia. As precipitações são altamente variáveis tanto em termos espaciais quanto temporais.

O 4º relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima IPCC (2008) descreve que a freqüência de fortes eventos de precipitação teve um acréscimo durante o século 20, e que é muito provável que tenha havido uma contribuição humana para essa tendência.

Contudo os Relatórios de Avaliação do IPCC são questionados cada vez mais por um grande número de cientistas. Segundo Soon e Bauliunas (2003) o registro principal adotado pelo IPCC apresenta uma tendência a subestimar as variações climáticas naturais em escalas de tempo que vão de várias décadas a um século 16.

Embora grande parte dos cientistas concordem com possíveis tendências de aumento global da temperatura, existem correntes científicas que divergem da proposição do aquecimento global. Para esse grupo de cientista a Terra estaria ingressando em uma nova era glacial, pois supõem-se que está se encerrando o ciclo de maior aquecimento o qual começou no fim da última glaciação, há 10 mil anos (Conti, 1998).

Por agregar uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades,, geram alterações, efeitos e/ou

impactos a jusante da mesma, a utilização de bacias hidrográficas para estudos ambientais são ideais (Cunha, 1998)

Promotoras de agregação social, as bacias hidrográficas sempre desempenharam um papel essencial para a sobrevivência e desenvolvimento de civilizações na terra. A história tem mostrado que o clima é um condicionante fundamental no desenvolvimento das populações em diferentes partes do globo (Tucci & Braga, 2003).

Segundo Pimentel et al. (2000), a Sub-bacia do Rio das Fêmeas já atingiu o limite de captação de águas superficiais para a cultura irrigada. Para suprir a demanda de água, os produtores estão construindo poços profundos com vazões altas (da ordem de 500m<sup>3</sup>/h). Esta situação indica a necessidade de estudos de cenários climáticos futuros para a região, bem como o impacto desses para os recursos hídricos.

A característica climática da região, com períodos prolongados de seca, a torna vulnerável a possíveis mudanças climáticas, atingindo diretamente a agricultura da região do semi-árido (PNRH/ANA, 2006).

Problemas como a concentração de atividades agrícolas e econômicas acarretando o esgotamento de recursos naturais, têm efetivado em regiões mais pobres da bacia, em estudo, fortes tendências de expulsão populacional, as alterações climáticas na região surtem um efeito agravante na problemática, sugerindo a necessidade de um estudo complexo acerca das mudanças climáticas regionais e sua atuação na bacia.

A importância de um entendimento de mudança regional acha-se em possíveis cenários de mudanças climáticas em escalas de amplitude global, não se podendo entender isoladamente esse fenômeno de referência de nossa época. Porém acrescento a importância da agricultura, como uma atividade produtiva, vital para a geração de emprego, renda e imprescindível para a alimentação das populações.

As atividades humanas, incluindo a agricultura, a construção e gestão dos reservatórios, as emissões de poluentes, influenciam criticamente os Recursos Hídricos, tanto em termos de quantidade quanto em qualidade. A utilização da água está relacionada principalmente a alterações na população, consumo alimentar (incluindo tipo de dieta de cada população), a política econômica (incluindo a tarifação da água), a tecnologia, o estilo de vida e a cultura da sociedade sobre o valor da água doce encontrada nos ecossistemas (Climate Change and Water- IPCC, 2008)

No tocante da problemática climática o presente trabalho propõe um estudo de perspectiva climática para a região da bacia do rio das Fêmeas no Médio São Francisco, a área de estudo compreende uma sub-bacia hidrográfica, Rio das Fêmeas, com uma área de 5.825 Km<sup>2</sup>, encontrando-se inserida na Bacia do Rio Grande, que por sua vez é afluente da margem esquerda do médio rio São Francisco. A realização do presente estudo espera contribuir para as futuras pesquisas realizadas na região, objeto do trabalho, iluminando as incertezas do clima da região.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

Caracterizar o clima (precipitação e temperatura) da bacia do Rio das Fêmeas (BA) para os anos de 1960 a 1990 buscando identificar tendências de alterações, variabilidades climáticas, e estimar os desvios de temperatura e precipitação para as estações meteorológicas da bacia e para o cenário *Baseline* do IPCC, e nos cenários A2 e B2 para o intervalo de tempo de 2070 a 2100.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar o clima da bacia do rio das Fêmeas, utilizando dados de temperatura máxima, temperatura média, temperatura mínima, precipitação e evapotranspiração no intervalo de tempo de 1960 a 1990 para a região de estudo.

Identificar eventuais tendências de aumentos, quedas ou saltos em temperatura precipitação e evapotranspiração no período 1960 a 1990.

Comparar os resultados produzidos pelos Modelos de Circulação Regional (MCRs) (*Precis* e ETA) com dados da estação regional.

Calcular as médias de temperatura média, máxima, mínima precipitação e evapotranspiração entre os anos de 2070 a 2100 em relação ao período de 1960 a 1990.

Indicar potenciais impactos de eventuais mudanças climáticas para a agricultura para os recursos hídricos na bacia do rio das Fêmeas (BA).

## 1.3 HIPÓTESES

As estimativas de temperatura e precipitação geradas pelos modelos ETA e *Precis* para a região da bacia do rio das Fêmeas (BA) no período entre 1960-1990 são compatíveis com os valores observados nas estações regionais.

As temperaturas, precipitações e evapotranspirações mensais e anuais na região da bacia do rio das Fêmeas (BA) sofrerão variações significativas entre o presente e o período de 2070-2100, com potenciais impactos para os recursos hídricos e agricultura da bacia.

## II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Localização e caracterização física da região de estudo

A sub-bacia do Rio das Fêmeas está situada entre os paralelos 11°15' e 13°30' S e os meridianos 43°45' e 46°30'W, com uma área de 5.825 Km<sup>2</sup>, (Figura 1) no oeste do Estado da Bahia, estando inserida na Bacia do Rio Grande. O relevo é caracterizado por chapadões planos. Nas nascentes da sub-bacia do Rio das Fêmeas as cotas estão em torno de 1000 metros acima do nível do mar e na foz em torno de 650 metros. Nas nascentes dos rios predomina a ocupação agrícola. A vegetação predominante do tipo cerrado. Os solos são do tipo Latossolo Amarelo, profundos, porosos, permeáveis, ácidos, pobres em nutrientes. O clima é classificado como Aw (Köppen) sub-úmido com precipitação média entre 1.100 a 1.700 mm/ano (SRH-BA, 2003).

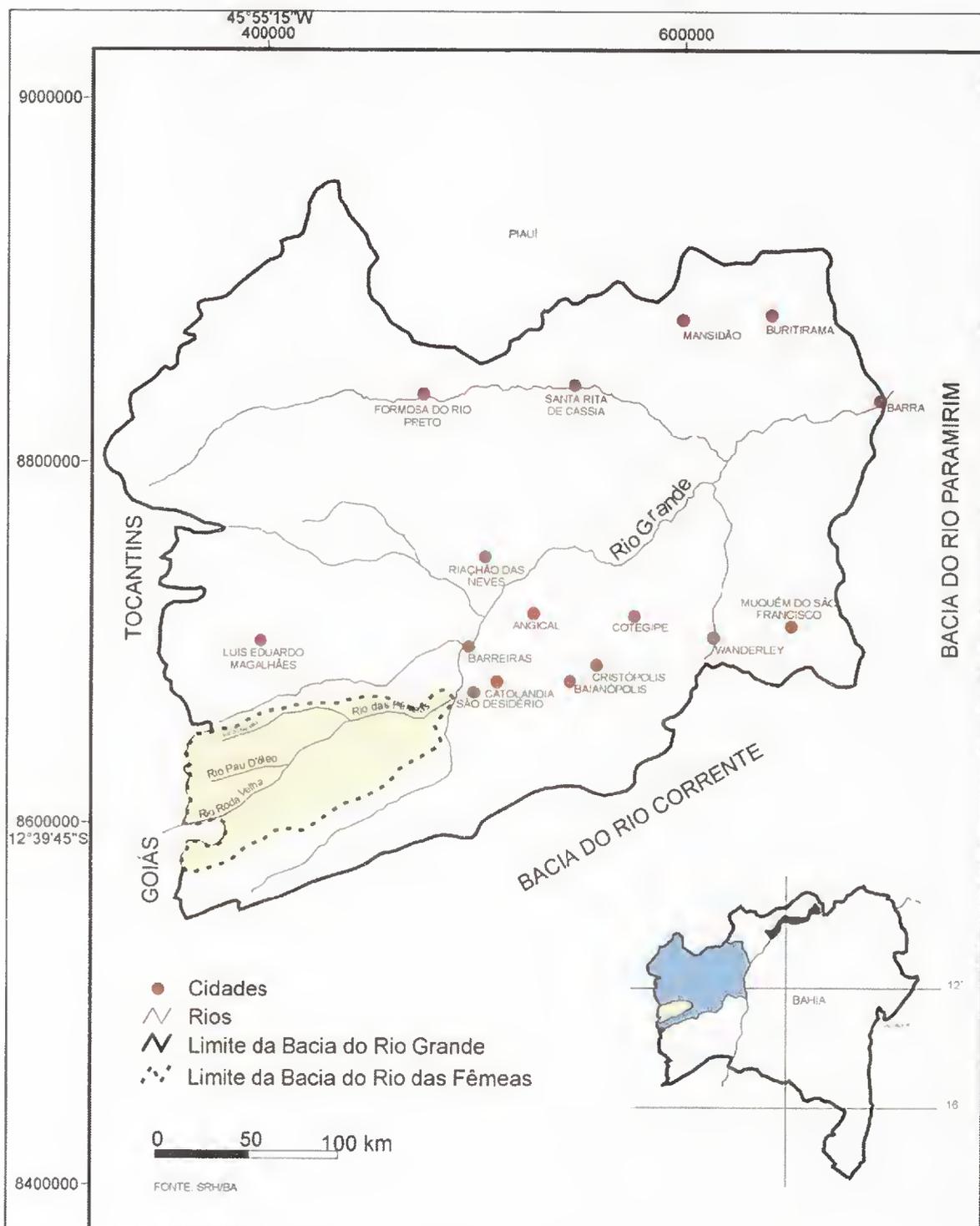


Figura 1 - Localização do rio das Fêmeas. Fonte: Amorim (2003).

Na região de estudo está inserido o Aquífero Urucuia, sua área efetiva estende-se por 76.000 km<sup>2</sup> desde o sul do Piauí até o noroeste de Minas Gerais, com maior expressão no oeste da Bahia (Gaspar 2006).

O Sistema Aquífero Urucuia abrange a quase totalidade da sub-bacia do rio das Fêmeas que está inserida na bacia do rio Grande, situada na região oeste da Bahia, que por sua vez é afluente da margem esquerda do Médio São Francisco.

Segundo Bomfim et al (2004) o grupo Urucuia compõe uma unidade neocretácica, com espessura máxima de 400 metros, constituída por arenitos finos a grosseiros, alternados a níveis de pelitos, tendo na base arenitos conglomeráticos e conglomerados, recoberto, em grande parte, por coberturas cenozóicas aluvionares, coluvionares e eluvionares relacionadas à Formação Chapadão.



**Figura 2** - Feições ruineiformes em arenitos do Grupo Urucuia, presentes na região do aeroporto de Barreiras (BA). **Fonte:** Gaspar (2006).

## 2.2. Caracterização dos condicionantes do clima da região de estudo

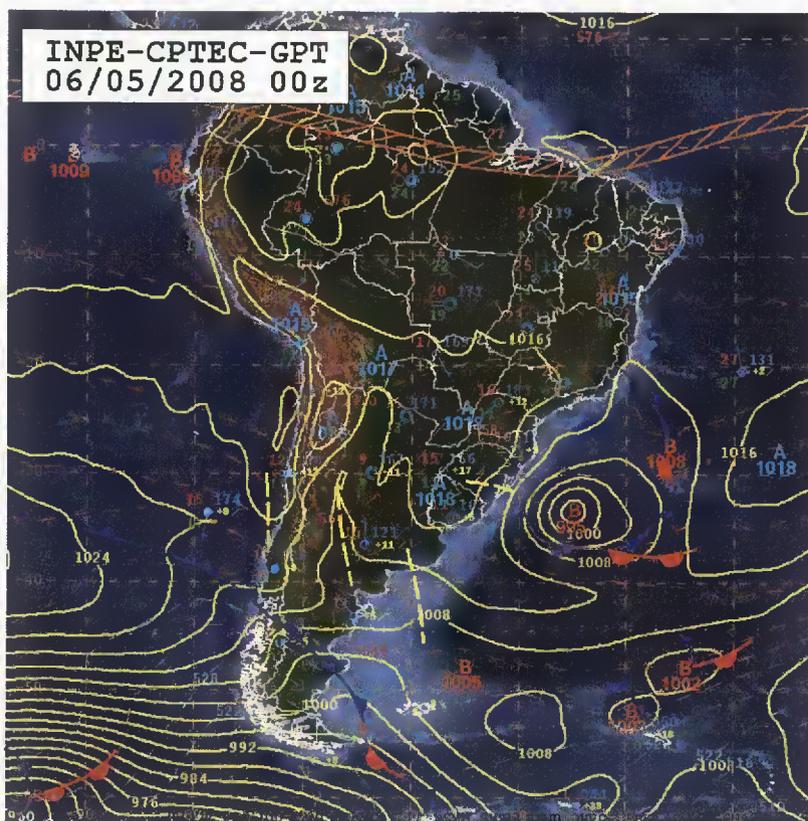
O clima na região do nordeste brasileiro sofre influência, em sua variabilidade, dos padrões de comportamento do oceano Atlântico já que grande parte da umidade que vem do oceano precipita próximo da costa do Nordeste ou mesmo sobre o oceano. Outro fator que pode influenciar a superestimação da precipitação no Nordeste está relacionado com a convergência de massa provocada pela diferença de rugosidade oceano-continente (Costa, 2005).

A previsão climática no nordeste tem hoje na modelagem das temperaturas da superfície do mar dos dois oceanos, Atlântico e Pacífico seu maior desafio. O El Niño (EN) e a Oscilação do Sul (OS) são um fenômeno global do oceano e da atmosfera conhecido como ENOS. As anomalias climáticas relacionadas são persistentes e duram vários meses, principalmente na atmosfera tropical (Aragão, 1986). Por sofrer interferências locais e globais, o condicionamento climático da região requer um estudo que abranja fatores de modelagem climática regional e global para a região delimitada.

De acordo com Coelho (2002), vários sistemas meteorológicos são observados na região, contribuindo para alterações no clima e no tempo. São observados os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) ou Ondas de Leste, e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Este último sistema tem uma influência primordial no clima na Região Nordeste do Brasil (NNEB), onde a estação chuvosa depende fortemente da posição da ZCIT.

Segundo Kane (1989), na região do Nordeste durante 29 anos de El Niño, em 137 anos no período 1849-1985, apenas 12 foram associados ao fenômeno de secas na região.

As correntes de oeste atingem a região de estudo, município de barreiras, com uma intensidade menor, porém a região sofre forte influência das correntes de NE da massa estável tropical atlântica (TA), caracterizada por ser quente e seca proveniente do centro de alta pressão do atlântico Sul (MME, 1982). Periodicamente este sistema das correntes de NE é afetado pela atuação de sistemas extratropicais, especialmente pelas incursões da frente polar atlântica, que altera sensivelmente o quadro definido pela atuação da frente das correntes de NE, contribuindo assim para uma intensificação ou enfraquecimento de sua força na área de atuação.



**Figura 3** - Carta sinótica em superfície. **Fonte:** INPE (2006).

A zona de convergência intertropical - ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos de atuação nos trópicos, sua atuação na região de estudo tem se mostrado decisiva quanto a caracterização das diferentes condições de tempo e de clima. Segundo Nobre e Uvo (1989), a permanência mais longa ou curta da ZCIT em torno de suas posições mais ao sul é o fator mais importante na determinação da qualidade da estação chuvosa no norte do Nordeste (NNE) do Brasil, pois é isso que determina a duração da estação chuvosa. Em anos secos, a ZCIT permanece em suas posições mais ao sul de meados de fevereiro até março e, para anos chuvosos até maio.

Analisando a carta sinótica de superfície observa-se a presença da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) na Região Nordeste (Figura 3). Este sistema associado ao padrão de em baixos níveis reforçava a convergência de umidade para o interior do continente.

Hastenrath (2001) atribuiu a tendência de longo prazo na chuva do Nordeste e do setor do Atlântico Tropical adjacente, a um deslocamento da ZCIT e banda de chuvas próximas ao Sul da sua posição climatológica.

Segundo Ferreira et. al. (2004), a influência da temperatura da superfície marítima no Pacífico (El Niño e La Niña) e no Atlântico, condicionam, os comportamentos de chuvas na América do Sul, determinando as anomalias de precipitações. A ocorrência de ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) durante anos de El Niño, no trimestre chuvoso de dezembro a fevereiro, foi menor do que para anos normais ou de ocorrência de eventos La Niña, período entre 1980 e 2000.

### **2.3. Caracterização da agricultura na região de estudo**

O Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do Rio São Francisco (2004) desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA), caracteriza a área de estudo, situada no oeste baiano, como um pólo agrícola de desenvolvimento integrado na bacia hidrográfica do rio São Francisco de agricultura irrigada apresentando-se como importante produtor de soja, iniciada por imigrantes sulistas, tendo sua principal captação no Rio Grande com uma área irrigável de 3.330,00Ha.

A atividade agrícola é encontrada em todo o percurso da bacia, na região de estudo, a atividade agrícola se mantém por métodos de irrigação, principalmente por pivô central e aspersão (ANA, 2003). A intensificação da atividade agrícola na região demanda de quantidade excessiva de volumes de águas dos rios e do aquífero para irrigação com uso de pivôs centrais.

A ocupação agrícola mais acentuada na bacia do rio São Francisco ocorreu a partir da década de 1970 e estima-se que hoje estejam ocupados oito milhões de hectares com lavouras temporárias e permanentes, e dez milhões de hectares da região são usados para pastagem, na região do alto e médio da bacia Sãofranciscana, na região baixa da bacia predomina a rizicultura de vazante (PNRH, 2006).

A região Oeste da Bahia já produz 26 % de todo o café produzido no Estado, sendo 100% de variedade arábica, em 2004, a safra foi de 37 mil toneladas, sem mudanças significativas em relação à safra de 2003, os municípios de São Desidério, Barreiras e Luís Eduardo Magalhães representam 86 % da produção do Oeste baiano (Mendonça 2006).



**Figuras 4 e 5** - Imagem de satélite correspondente a bacia hidrográfica do rio das Fêmeas e vista panorâmica da área agrícola da bacia, com destaque para a quantidade de pivôs. **Fonte:** SRH/BA (2003).

A região possui uma bacia hidrográfica de iminente suporte para projetos de irrigação, composta por rios perenes, com destaque para os municípios de Barreiras, Luis Eduardo Magalhães, São Desidério, Correntina, Riachão das Neves, Formosa do Rio Preto, Jaborandi, Coribe e Cocos. O maior produtor de soja é o município de São Desidério, responsável por 31 % da produção do Estado, que fica ao sul dos municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães. Cerca de 96% da produção de soja do Estado está concentrada em seis municípios dessa região: São Desidério, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras, Formosa do Rio Preto, Correntina e Riachão das Neves (Mendonça 2006).

Segundo Gaspar (2006), produtores da região de estudo do presente trabalho utilizam apenas para o procedimento de pulverização de agrotóxicos

cerca de 500 litros de água por hectare durante o ciclo de cultivo da soja e 1.500 litros por hectare para o cultivo do algodão, a estimativa de consumo de água para este procedimento foi de cerca de 7,5 10<sup>8</sup> litros (ou 7,5 10<sup>5</sup> m<sup>3</sup>).

Sem práticas de manejo adequadas para o uso da água na bacia os conflitos entre a população ribeirinha por disputas por água na região vão se tornar eminentes, tendo em vista a perspectiva do crescimento populacional ao redor de um recurso hídrico, fonte de subsistência, acarretando o comprometimento da resiliência natural de toda a bacia e do bioma a qual a mesma mantém.

O extrativismo é praticado de forma prolixa ao longo da bacia São Franciscana para o abastecimento doméstico de lenha, madeira e fibras pela população ribeirinha, o desmatamento e as queimadas podem ser consideradas práticas históricas confundindo-se com a ocupação regional da bacia, consolidando-se ano de 1960 bem como a demanda da indústria siderúrgica de ferro sobre o carvão vegetal expandindo cada vez mais a área destinada a plantação de eucalipto e a exploração dos biomas cerrado e caatinga vista a produção do carvão a região (PNRH/ANA 2006).

Na região de cerrado encontra-se os municípios de Formosa do Rio Preto, Riachão das Neves, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras, São Desidério, Correntina, Jaborandi, Cocos e Baianópolis os índices pluviométricos contribuem para a definição dos limites territoriais, destacam-se entre os agronegócios da região as culturas de soja, algodão, milho e café, trecho de grandes extensões na região propiciou o desenvolvimento de atividades agropecuárias, hoje consolidadas (AIBA, 2009).

Segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos (2006) desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) a ocupação das áreas extensivas ao longo de toda a bacia se deu pela pecuária bovina, caprina e ovina, antropizando todo o bioma cerrado e a caatinga com a ocupação pecuária. Na região de estudo, Médio São Francisco, predomina a pecuária bovina.

O uso das pastagens sem manejo somando-se ao pastoreio excessivo dos animais contribui para a degradação do solo, retirando a capacidade de infiltração da terra pelo pisoteio ativo dos animais, promovendo assim a degradação da região da bacia com escoamento superficial que é formado por intermédio da pecuária sem medidas mitigadoras cabíveis para o exercício da atividade em questão.

Como citado anteriormente a principal fonte hídrica do pólo agrícola Barreiras é o rio Grande, é denotada assim a relação estreita da agricultura local com as mudanças climáticas, sabendo-se da importância do regime pluviométrico para a manutenção da média das vazões do rio Grande a interferência de variação climática regional na da bacia, como diminuição ou acréscimo das chuvas na região, assim como um significativo aumento das médias de temperatura acarretaria em prejuízos ambientais não só a todo o bioma em questão como a população a qual é provida da bacia.

#### **2.4. Tendências e mudanças climáticas**

É denotada uma crescente preocupação em toda a comunidade em geral sobre possíveis alterações no clima, suas possíveis causas e principalmente suas conseqüências. O despertar da sociedade para essa problemática assim como as os extremos metrológicos ocorridos em todos os continentes conduz a uma inicialização de estudos e de ações de conscientização a fim de solucionar ou mesmo apontar as possíveis causas e efeitos das mudanças climáticas.

A variabilidade climática é a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro expressos por meio de desvio padrão ou coeficiente de variação Conti (2000).

Mudança climática é definida como mudanças em escala de tempo do clima devido à variabilidade natural e possivelmente também devido a resultados de atividades humanas segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2001).

De acordo com Tucci e Braga (2003), mudança climática significaria um termo menos específico o qual abrangeria toda e qualquer manifestação de inconstância climática, independente de sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas.

A ação da ingerência humana dentro de um componente de um sistema constitui seu desordenar ocasionando efeitos sobre todos os componentes do sistema. As conseqüências das ações antrópicas são sentidas em intensidades e espaços de tempos diferentes estabelecendo-se em longos períodos de tempo ou até mesmo em curtos espaços de tempo.

De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima IPCC (2008), é provável que a freqüência de fortes eventos de precipitação aumentou durante o passar do século 20, e que é muito provável que tenha havido uma contribuição humana para essa tendência. Assim como impactos socioeconômicos das secas podem surgir a partir da interação entre as condições naturais e fatores humanos, tais como alterações na utilização do solo, a cobertura vegetal, e da procura e utilização da água. Diminuições excessivas da água podem exacerbar o impacto da seca.

As mudanças climáticas podem ser intensificadas localmente pelas mudanças regionais. A construção de um grande reservatório gera um micro-clima em seu entorno. As grandes metrópoles geram ilhas de calor que modificam seu clima, práticas agrícolas inadequadas podem gerar degradações de vastas áreas podendo vir a modificar o clima local (Filho, 2003).

As alterações impactantes ao meio ambiente vêm seguidas da forte tendência da urbanização das cidades, as transformações da superfície das cidades, assim como sua edificação, proporcionam a alteração do caminho dos ventos. Essas alterações no clima local são denominadas de ilhas de calor por determinados autores.

Molion (2001) menciona que o segundo período de aquecimento (1978 e 1999) possivelmente foi provocado por ilha de calor;

“(...) O segundo período de aquecimento, entre 1978 e 1999, é o que está causando maior polêmica, pois ele não foi verificado em todas as partes do mundo.(...) É possível que esse segundo aquecimento não seja real, resultando de influências espúrias como, por exemplo, mudanças de instrumentos de observação ou sua falta de manutenção, mudanças do ambiente circundante à estação climatológica ou mesmo sua realocação. Dentre essas influências, merece destaque o efeito de urbanização, também chamado de ilha de calor” .

Apesar de um grupo de cientistas creditarem as alterações climáticas a ações antropogênicas, existem correntes de cientistas que as creditam à causas naturais.

Isla (1998), faz referencia aos ciclos de Milankovitch (flutuações da órbita terrestre em relação ao Sol), os quais proporcionariam as variações climáticas de diferentes escalas, as quais tiveram registro em seqüências micropaleontológicas marinhas. De acordo com o autor, as manchas solares são originadas por esses ciclos, que afetariam o clima da Terra, explicando, por essa vertente, a pequena idade do gelo ocorrida entre os séculos XV e XIX.

As mudanças na quantidade de gases de efeito estufa (GEFs) e aerossóis da atmosfera, na radiação solar e nas propriedades da superfície terrestre alteram o equilíbrio energético do sistema climático. Essas mudanças são expressas em termos do forçamento radiativo, que é usado para comparar a forma como os fatores humanos e naturais provocam o aquecimento ou o esfriamento do clima global. As concentrações atmosféricas globais de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentaram bastante em consequência das atividades humanas desde 1750 e agora ultrapassam em muito os valores pré-industriais determinados com base em testemunhos de gelo de milhares de anos.

Os aumentos globais da concentração de dióxido de carbono se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis e à mudança no uso da terra. Já

os aumentos da concentração de metano e óxido nitroso são devidos principalmente à agricultura (IPCC, 2007).

Quando se faz referências ao termo Mudanças Climáticas não se refere propriamente ao fenômeno efeito estufa, pois este se caracteriza como uma ação natural da atmosfera, no tocante que a intensificação desse fenômeno por ações antrópicas, como intensificação de emissões de gases de efeito estufa, com a queima de combustível fósseis, possivelmente seria a causa das mudanças climáticas.

A ação do efeito estufa natural mantém a atmosfera cerca de 30°C mais quente do que ela seria sem os gases de efeito estufa, possibilitando, com isso, a existência de vida no planeta. Com vistas à manutenção do equilíbrio térmico, a Terra emite para o espaço a mesma proporção de energia que recebe de radiação solar. A radiação incidente atravessa as diversas camadas da atmosfera e seu retorno ocorre na forma de radiações térmicas de grande comprimento de onda ou calor, que são absorvidas pelo CO<sub>2</sub> (BNDES, 1999)

De acordo com o IPCC (2007), o dióxido de carbono é o gás de efeito estufa antrópico mais agravante, sua concentração na atmosfera aumentou de um valor pré-industrial de cerca de 280 ppm para 379 ppm em 2005. A concentração atmosférica de dióxido de carbono em 2005 ultrapassou a faixa natural dos últimos 650.000 anos (180 a 300 ppm). O IPCC utilizou de testemunhos de gelo para a obtenção desse índice. A taxa de aumento da concentração anual de dióxido de carbono foi mais elevada durante os últimos 10 anos (média de 1995 a 2005 ppm por ano) do que desde o início das medições atmosféricas diretas contínuas (média de 1960 a 2005: 1,4 ppm por ano).

O uso de combustíveis fósseis é a principal fonte de aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono desde o período pré-industrial, a mudança no uso da terra contribui com uma parcela significativa, porém menor (IPCC, 2007).

Segundo Nobre (2001), é impossível de se estabelecer os efeitos das mudanças climáticas globais no país, devido às incertezas com relação ao sinal das mudanças de precipitação sobre os ecossistemas e sobre a atividade agrícola, principalmente, pela localização do Brasil, situada em regiões tropicais e subtropicais, fora do alcance de geadas e temperaturas muito baixas (exceção feita ao Sul e áreas montanhosas do Sudeste). Para esse autor o fator climático determinante é o regime de chuvas, e há ainda grande incerteza sobre as mudanças nos regimes pluviométricos, em escala regional.

#### **2.4.1 Tendências climáticas e recursos hídricos**

Segundo Steinke (2004) o termo recurso hídrico remete ao controle, uso e distribuição do suprimento de água disponível para as atividades humanas tendo a dependência de seu gerenciamento vinculada a compreensão do funcionamento do sistema hidrológico. Desta forma, os impactos nos recursos hídricos ocorridos devido a mudanças climáticas não seriam apenas uma simples extrapolação dos efeitos hidrológicos no sistema, mas sim, dizem respeito às alterações na disponibilidade de água para as necessidades da sociedade e suas conseqüências.

Sabendo-se que a radiação solar é a principal fonte de energia primária no sistema Terra-atmosfera. A energia provida do Sol à Terra chega a porcentagem de 99,97%, se distribuindo na forma de ondas eletromagnéticas e maneira desigual na superfície terrestre, devendo-se a vários fatores, como a latitude, época do ano, a hora do dia, o relevo o tipo de superfície, entre outros (Ayoade, 1996). Entende-se que a força motriz para nutrir todo o ciclo hidrológico é a energia oriunda radiação solar.

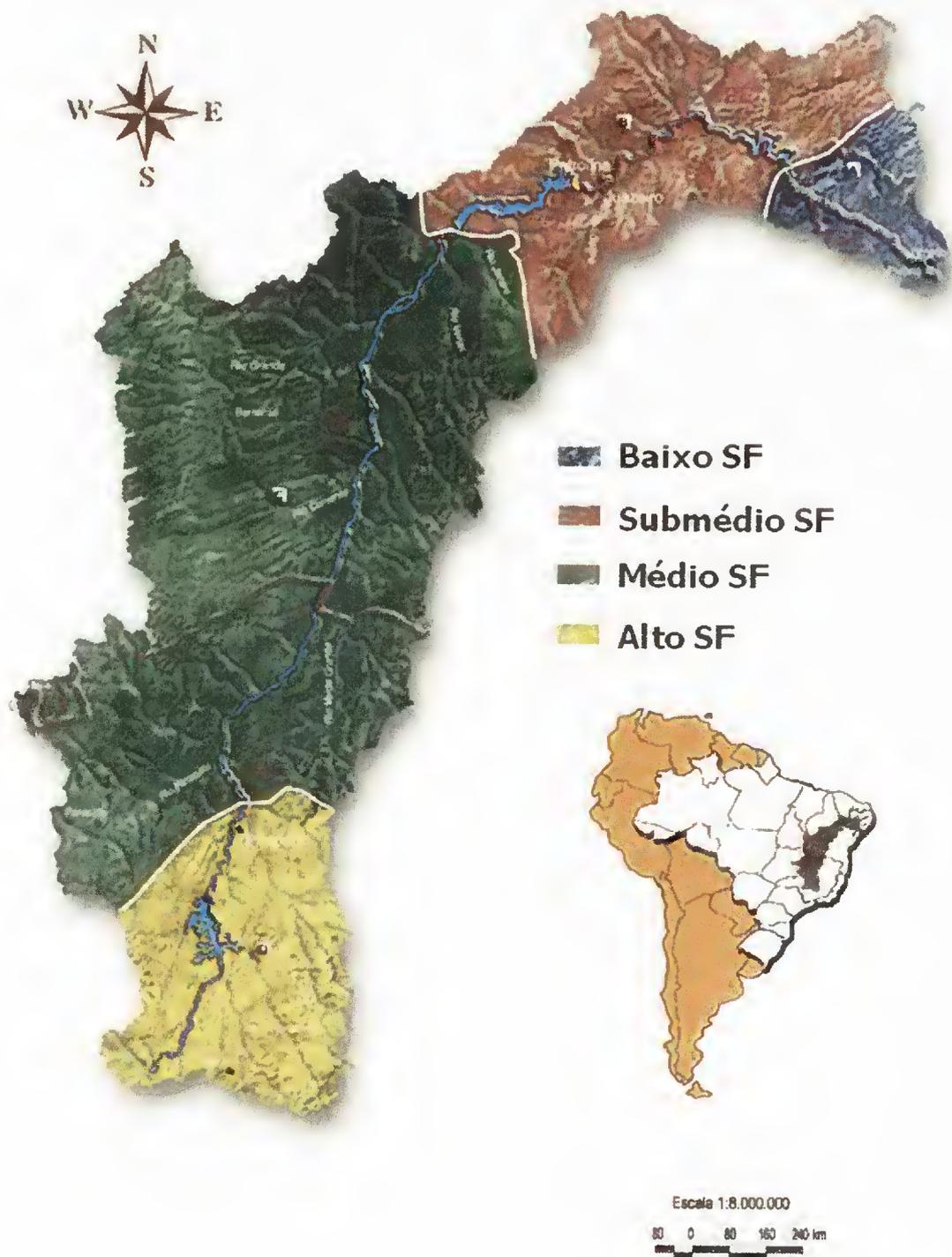
Por conseguinte, qualquer alteração no balanço radiativo da Terra efetivará as mudanças nas temperaturas atmosféricas e oceânicas e os correlativos padrões de circulação e tempo, bem como o ciclo hidrológico.

A Bacia do Rio São Francisco corresponde a mais da metade do território estadual da Bahia, o qual possui uma rede hidrográfica bastante complexa e uma

extensão territorial de aproximadamente 570 mil quilômetros quadrados, que corresponde a uma área equivalente a 24 Estados de Sergipe (SRH, 2008).

A bacia em questão, São Franciscana, é dividida em Alto São Francisco, Médio São Francisco, Sub Médio São Francisco e Baixo São Francisco, a região contemplada para o estudo do presente trabalho compreende a área do Médio São Francisco, com o sistema hídrico do rio Corrente no município de Santa Maria da Vitória-BA e o rio Grande no município de Barreiras-BA, ambos se encontram na foz do rio São Francisco representada pela figura a baixo, área descrita de verde (Figura 6).

O crescimento populacional na região de estudo, fenômeno presente, propiciando uma ascendente demanda por água, assim como mudanças impactantes no uso do solo causam, possivelmente, a alteração do ciclo hidrológico na bacia.



**Figura 6** - Bacia São Francisco. **Fonte:** Ana Projeto GEF São Francisco (2008).

A demanda de água mais expressiva para a irrigação se dá no médio São Francisco, na área de estudo do presente trabalho, verifica-se que a utilização de água para irrigação está concentrada prioritariamente no médio e sub-médio São

Francisco, com 48,5% e 31,9% da demanda total, respectivamente. No alto e o baixo São Francisco requerem, em conjunto, somente 19,6% da demanda total de água ANA (2003)

Conforme o Boletim Brasileiro Meteorológico (2002), as barragens do nordeste vem apresentando perda gradativa de armazenamento desde 1997, em 2001 no mês de maio, a energia armazenada no Sistema Nordeste apresentava apenas 27,2% de sua capacidade máxima. A ONS considera que o limite seguro de armazenamento de energia para essa época do ano deve ser superior a 50% da energia armazenada no sistema, o que ilustra a gravidade da situação energética naquele momento. É a partir de problemáticas socioeconômicas dessa magnitude que se embasam estudos de acompanhamento de fenômenos climáticos, visando a antecipação desses fenômenos, pois se fazem de vital importância para a segurança do fornecimento de energia elétrica para o país.

Outro problema que passar a existir com uma possível escassez na quantidade de água ofertada na região se dá por conflitos e competições de usuários de todos os setores, tanto usuários da agricultura extensiva como usuários da agricultura de subsistência, salientando assim mais uma vez a importância do questionamento da problemática das mudanças climáticas regionais para a região de estudo.

Segundo Nobre (2001), a crise energética enfrentada pelo país na época atual, caracteriza a dependência da matriz energética do país em seus recursos hídricos e, portanto, da variabilidade das chuvas, sugerindo assim a construção de dezenas de termelétricas como alternativa para sanar esse problema, porém em consequência dessa medida, haverá um aumento significativo de emissões de GEE do país, por queima de combustíveis fósseis.

Segundo o IPCC (2002), as mudanças climáticas propiciarão as mudanças no regime de precipitação nas diferentes regiões do globo, na agricultura, nas florestas, nos recursos hídricos, nas áreas costeiras, em geral.

## 2.5. Modelos climáticos (MCGs E MCRs)

Desde sua existência na terra o homem busca o entendimento dos fenômenos meteorológicos assim como previsões do clima para sua melhor estadia na Terra em prol da agricultura, época de plantio e colheita e em benefício de seu estabelecimento em regiões aptas para o desenvolvimento das cidades. A meteorologia como ciência atmosférica procura explicar a dinâmica dos sistemas de circulação atmosférica, e o seu papel na manutenção da circulação global observada.

Segundo França (2008), a modelagem numérica clima é uma técnica utilizada para fazer previsões climáticas, que objetiva expressar o comportamento da atmosfera por meio de modelos físico-computacionais.

Ainda citando França (2008) as representações dos processos físicos como a formação de nuvens, radiação, precipitações, ventos, a interação atmosfera-oceano e a interação biosfera-atmosfera, são feitas por meio de parametrizações, as quais apesar das sofisticações introduzidas nas últimas décadas, ainda, dependem de relações empíricas simplificadas.

As alterações no balanço de energia são assinaladas como resultantes das transformações geridas pelo processo de urbanização na superfície, em relação às propriedades radiativas, térmicas, aerodinâmicas e de umidade. Assim, os parâmetros naturais do ambiente têm suas propriedades físicas bastante alteradas, como por exemplo, o albedo, em função dos materiais que predominam na superfície urbana. Tais alterações, produzidas pelo processo de urbanização nos parâmetros do balanço de energia, são refletidas na maior capacidade de estocagem de calor em função das propriedades dos materiais de construção da cidade e nas situações de aumento da poluição, por exemplo, uma vez que a geometria da cidade produz o aprisionamento do ar (Landsberg 1981).

Como mostram estudos realizados pelo CPTEC/INPE, diferentes modelos apresentaram resultados diferentes, às vezes até opostos, para as mesmas regiões do país. As projeções são mais incertas justamente para as regiões

Norte, Nordeste e Centro-Oeste, aquelas que, nas simulações realizadas neste estudo, apresentaram as maiores perdas na oferta de energia (Schaeffer et al, 2008).

A modelagem climática, global e regional propicia uma alternativa dinâmica baseada na abordagem de previsão climática, em contraste com os sistemas estatísticos derivados a partir de análise de dados históricos (Syktus et al, 2003).

A precisão dos resultados da modelagem climática não é exata, sabendo-se que a modelagem é realizada por meio de recursos computacionais aliados a conhecimento da dinâmica da atmosfera o que os torna vulneráveis a tecnologia empregada para a geração dos modelos.

Na modelagem atmosférica são utilizados dois tipos de modelos; os MCGAs que são modelos globais (resolução espacial igual ou acima de 250 quilômetros) e os modelos regionais (MRs) que são modelos de área limitada, com resolução variável da ordem de dezenas de quilômetros (Alves et al, 2007).

Os modelos climáticos são ferramentas utilizadas para a obtenção e avaliação de projeções climáticas passadas e futuras, são modelos de clima; Modelos Globais Atmosféricos (GCMs) e Modelos Globais Acoplados Oceano-Atmosfera (AOGCMs). Esses modelos numéricos provem de uma visão tridimensional do sistema climático, descrevendo os principais processos físicos e dinâmicos, assim como as interações entre as componentes do sistema climático e os mecanismos de retroalimentação (*feedbacks*) entre os processos físicos (Marengo, 2006).

A habilidade dos modelos numéricos em simular o clima é essencial para que estes possam ser empregados em testes de hipóteses. As simulações climáticas feitas com diferentes modelos numéricos mostram que estes podem representar as características observadas da circulação atmosférica e oceânica (Chaves, 2005).

Os principais modelos acoplados oceanos-atmosfera utilizados nas simulações feitas pelo IPCC, são: HadCM3 - Hadley Center for Climate Prediction and Research, da Inglaterra, CSIRO-MK2 - Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, da Austrália, GFDL-CM2 - National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA-Geophysical Fluids Dynamic Laboratory dos EUA, CCSR/NIES - Center for Climate Studies and Research CCSR/National Institute for Environmental Studies NIES, do Japão (Marengo, 2006).

Os modelos usados para gerar cenários climáticos, passados e futuros de temperatura e precipitação a partir de dados de estações de terra (INMET e ANA), no presente trabalho de estudo provém do programa GRADS obtido no INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), o programa foi desenvolvido inicialmente pela NASA (Advanced Information Systems Research Program).

Foram utilizados no trabalho o modelo regional ETA - (Modelo Regional de Escala Vertical) com resolução de 40 km (França 2008) e o Modelo regional Precis - (Providing Regional Climates for Impact Studies) desenvolvido em 1988 pelo Hadley Centre da Inglaterra, possui uma resolução 50 km (Hadley Centre Regional Climate Modelling System, 2002).

Segundo Hansen et al. (2006), a temperatura global é uma medida popular para a recapitulação dos estados do clima global. Os efeitos do clima são sentidos localmente, mas a distribuição global do clima as respostas *forcings* é razoavelmente congruente em modelos climáticos, sugerindo que a métrica global é surpreendentemente útil.

Os Modelos Globais possuem equações que simulam a atmosfera e a biosfera, as quais são solucionadas para qualquer região do globo, sem ater-se às particularidades de cada local. Por outro lado, os modelos com maior resolução espacial conseguem representar o comportamento da atmosfera e biosfera de forma mais detalhada em uma menor área. Esses modelos precisam ter condição inicial que são provenientes principalmente de observações de superfícies, de rádio-sondas e de imagens de satélites (França, 2008).

De acordo com Marengo (2006), Modelos de Circulação Globais são ferramentas para projeções de futuras mudanças climáticas, como consequência de futuros cenários de forçamento climáticos (gás de efeito estufa e aerossóis). A utilização de previsões de chuva dos modelos de circulação global (MCG), e uma das metodologias a serem implantadas nos últimos anos para a previsão de tempo e vazões.

Segundo Galvão (2000), a construção de cenários em decorrência de alterações climáticas (aquecimento global), ou para a previsão á escala sazonal é hoje aceito no seio da comunidade científica que hoje o processo mais correto de se obter tais cenários e por meio de modelos de circulação global.

Os resultados obtidos por Castro e Silva (2005) para a região nordeste do Brasil, demonstraram que a utilização da técnica de redução de escala da previsão de precipitação, com os referidos modelos aninhados, apresentou um bom desempenho para simular a anomalia da precipitação sazonal, principalmente no setor Norte do nordeste. O objetivo do trabalho foi de desenvolver e avaliar resultados de simulações numéricas, da distribuição espacial e temporal da precipitação obtidas em escala regional, utilizando a técnica de *downscaling* dinâmico, realizadas ao longo de um período de trinta anos (1971-2000) sobre o NEB.

É essencial dispor de informações dos parâmetros de dados de terra, portanto faz-se necessário a representação da variabilidade climática a partir da obtenção de séries de precipitação de temperatura das estações meteorológicas Derocal -124005 e Sítio Grande - 124001 da Agencia nacional de águas (ANA) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com a estação climatológica principal do município de Barreiras/BA e a estação climatológica principal do município de Taguatinga-TO.

Em um trabalho de modelagem de vazões, realizado por Tucci et al. (2007) na bacia do rio São Francisco, os autores utilizam do modelo ETA (INPE), mesmo modelo empregado no presente trabalho. Os resultados apresentaram aprimoramento da integração dos modelos atmosféricos e hidrológicos (previsão

hidroclimática), para a previsão de vazões de longo prazo (até 6 meses). Foram utilizadas previsões de precipitação do modelo de circulação geral atmosférico (AGCM) do CPTEC e do modelo regional ETA como dados de entrada para o modelo hidrológico. Os autores afirmam que os ganhos observados são muito reduzidos e ocorrem em função, principalmente, do melhor desempenho do modelo global na previsão das menores vazões.

No estudo realizado no Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) por Brambila, Ferreira e Velho (2002) com modelagem, utilizou-se de dados de precipitação diária de estações meteorológicas dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais para o período de verão compreendido entre dezembro a fevereiro (1997 a 2002), e o período de inverno: junho a agosto (1998 a 2002); Observou-se, de uma forma geral que nas estações estudadas, nas quais os modelos apresentaram um bom desempenho.

Correia (2006) avaliou as conseqüências climáticas decorrentes de modificações da cobertura vegetal na região da Amazônia Legal de acordo com três cenários de desflorestamento estabelecidos: (i) alterações atuais; (ii) previstas para o ano de 2033 e (iii) desflorestamento total da Amazônia. O autor conclui que as mudanças climáticas em escala global foram observadas nos experimentos de desflorestamento com os Modelos de Circulação Global da Atmosfera MCGA/CPTEC. O autor conclui que os MCGAs não estão bem configurados para simular o desflorestamento parcial de maneira realista, considerando o padrão em que vem ocorrendo atualmente na Amazônia Legal.

Segundo Melo (2007), os modelos de circulação global são úteis no exame da relação entre as diversas forçantes e as respectivas respostas do sistema climático. Porém, para projetar cenários do clima futuro com certo grau de confiabilidade, se faz necessário analisar o quão sensíveis são os modelos para grandes variações climáticas, como as variação dos parâmetros orbitais e concentração dos gases de efeito estufa devido à atividade geológica intensa.

Correia (2006) em seu trabalho de modelagem do impacto da modificação da cobertura vegetal da Amazônia no clima regional utiliza dos modelos regionais

para balizar um maior detalhamento das alterações no clima associadas a mudanças em escalas regionais com o modelo regional, pois modelo de área limitada permite simular os fenômenos de menores escalas, com menor custo computacional e temporal, pois os domínios são consideravelmente reduzidos sobre a região de interesse, embora os modelos globais tenham a vantagem de simular o comportamento da atmosfera em todo o globo, eles não permitem representar fenômenos de escalas espaciais e temporais menores, devido ao enorme esforço computacional que necessitaria com a resolução aumentada.

## **2.6. Downscaling**

A atual problemática em torno de previsões climáticas de âmbito regional se aponta em projeções de grande escala. Mas como formular cenários de clima de uma bacia hidrográfica por meio de cenários de escala global?

Ainda que os Modelos Globais Acoplados Oceano-Atmosfera (AOGCMs) ofereçam informações do clima em escala continental, eles não podem representar bem as mudanças do clima global. Para é isso, é necessário usar a técnica de *downscaling*, a qual consiste na regionalização dos resultados obtidos por modelos globais utilizando de modelos regionais (*downscaling* dinâmica) ou funções estatísticas (*downscaling* empírico ou estatístico) (Marengo 2006).

As técnicas de *downscaling* podem ser enquadradas em duas abordagens distintas; os modelos dinâmicos regionais que são modelos numéricos semelhantes aos MCGs (Modelo de circulação global), mas com uma resolução mais fina, usando como dados iniciais e condição de contorno o resultado das simulações de MCGs e métodos empíricos, com funções de transferência estatística entre os dados dos campos de larga escala e a variável de interesse na superfície (Galvão e Trigo et. al. Giorigi, 1999).

De acordo com Castro e Silva (2005), diversas técnicas de previsão são usadas na tarefa de predição climática. Dentre essas, pode-se destacar a utilização da técnica de redução de escala da previsão de precipitação pluviométrica (*downscaling* dinâmico), que consiste em utilizar um Modelo

Numérico de Previsão Regional (MRE) aninhado a um Modelo de circulação geral da Atmosfera (MCGA), visando a obtenção de maior detalhamento das previsões climáticas, já que o MRE pode fornecer informações numa escala espacial bem menor que o MGCA.

O *downscaling* estatístico nada mais é que uma metodologia de diminuição da escala espacial do modelo. Ela também é conhecida como uma ferramenta de interpolação de variáveis em escala espacial para a escala pontual (sobre uma estação meteorológica). (Bamblila Ferreira & Velho, 2004) O trabalho desenvolvido por esses autores teve como objetivo principal realizar previsões de precipitação pontual sobre estações 3 meteorológicas dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, isto é, determinar uma relação empírica de *downscaling* estatístico entre as variáveis em pontos de grade do modelo Eta (preditores) e a precipitação observada (preditando).

Segundo Sestini et. al (2002), o modelo de área limitada ETA implementado no CPTEC tem como objetivo complementar a previsão numérica do tempo realizada com o modelo de circulação geral atmosférica. Este modelo visa a previsão de fenômenos de meso-escala (efeitos orográficos, brisas marítimas, tempestades, etc), cobrindo a maior parte da América do Sul, com uma extensão temporal de 48 horas. Ele é estruturado em uma grade, cuja resolução horizontal pode ser de 40 km x 40 Km ou 80 Km x 80 Km. A orografia é representada por degraus, sendo a altura de cada degrau obtida através do valor médio das máximas topográficas existentes em cada célula da grade.

Estudos da avaliação do modelo ETA foram feitos por Chou e Silva (1999) usando índices estatísticos para avaliar a previsão de precipitação sobre a América do Sul em três diferentes regiões, para cada estação do ano, no período de um ano, encontrando que a quantidade de chuva prevista pelo ETA tende a ser superestimada para precipitações fracas e subestimada para chuvas intensas.

O modelo *Precis* desenvolvido pelo Hadley Center for Climate Prediction and Research da Inglaterra alcança uma componente atmosfera com 19 níveis de resolução horizontal de 2,5167° de latitude e 3,75° de longitude, produzindo

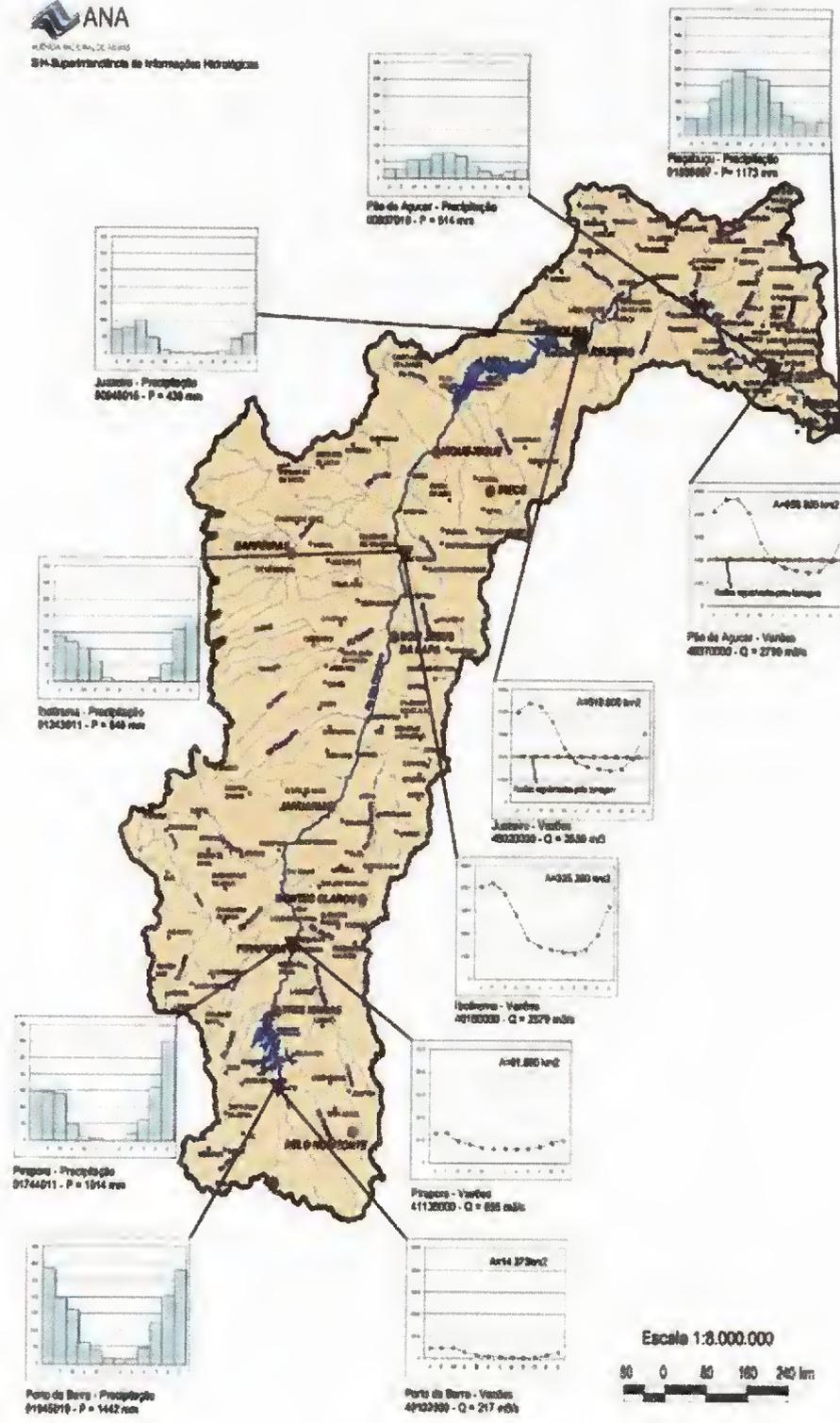
uma grade global de 96x73 células; equivalente a uma resolução de superfície de 417mx278m no Equador (Marengo, 2006).

### **III – MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização climática da região de estudo**

O Estado da Bahia apresenta grandes variações climáticas, por possuir posição de transição entre tipos de clima diferentes, o Semi-Árido nordestino, o Sudeste úmido e o Centro-Oeste, com alternância de períodos secos e úmidos bem definidos; considerável extensão territorial; vasta região amplamente exposta ao oceano, sujeita aos efeitos da circulação do Atlântico; grande extensão na área inserida no polígono das secas; orientação e exposição do relevo aos sistemas de circulação atmosférica; o resultado da união desses fatores deriva em diferentes condições de umidade do solo e do ar (Bahia, 1976).

As chuvas concentram-se num curto período, geralmente de três a quatro meses ao ano, com os longos períodos de estiagem. Extensas áreas do planalto central e das Regiões Nordeste e Sudeste são dominadas pelo clima tropical. Nelas, o verão é quente e úmido, e o inverno, frio e seco. As temperaturas médias situam-se entre 20°C e 28°C, com amplitude térmica anual de até 7°C. As chuvas variam de 1.000 a 1.500mm/ano (ANA 2007).



XVI

**Figura 7 -** Bacia do rio São Francisco Médias Mensais de precipitações e Vazões.  
 Fonte: ANA (2008).

Segundo o Levantamento de Recursos Naturais do Ministério das Minas e Energia (1982), a região de Barreiras encontra-se situada no chapadão Ocidental do rio São Francisco, com média anual de 950 mm é a localidade representativa da faixa do clima sub-úmido, se caracteriza, no entanto, por demonstrar uma forte irregularidade de regime pluviométrico, já atingindo a média anual de 1.540mm ocorrido em 1966, os períodos secos prolongam-se de maio a setembro, de julho a agosto há ausência de precipitação. A ausência de ventos oceânicos acentua os efeitos da continentalidade durante o período seco, o clima da região de estudo, município de Barreiras, é classificado como Aw (Köppen) e como úmido a sub-úmido.

De acordo com o Plano Nacional dos Recursos Hídricos (2006) a região sofre com o fenômeno climático da seca, consequência da irregularidade da incidência de chuvas na região. Os valores médios de precipitação podem ocorrer num só mês ou se distribuir de forma irregular nos três a cinco meses do período chuvoso, com coeficiente de variação superior a 45% provocando a decaída da produção agrícola na região. Essa característica climática da região do médio São Francisco a torna vulnerável a mudanças climáticas essa vulnerabilidade pode alterar, sobretudo, a sustentabilidade agrícola e socioeconômica da região.

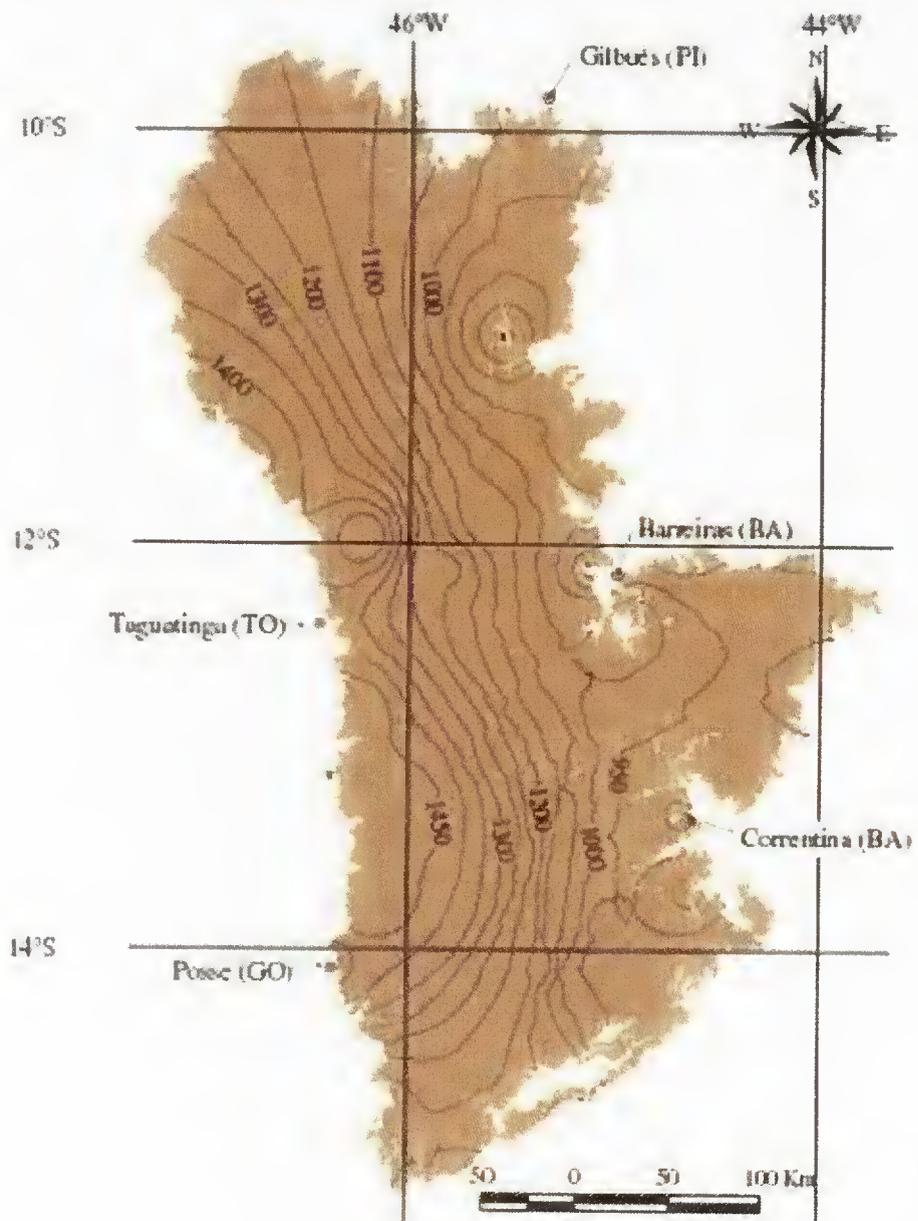
Por sua posição geográfica a região é sujeita a temperaturas elevadas durante parte do ano, devido a forte radiação solar provocada pela dupla passagem do Sol na região, determinando assim também uma pequena amplitude anual em razão da relativa proximidade da faixa do equador.

A ocorrência de veranicos na região de estudo, compreendendo o médio São Francisco, vem a acentuar a problemática da seca, com um atraso do início da estação chuvosa ou com longos períodos de estiagem, por vezes superiores a 15 dias (PNRH/ANA, 2006).

Os dados utilizados no presente trabalho são dados de variáveis de precipitação e temperaturas médias, máximas e mínimas mensais, de posto com uma série temporal de 30 anos, (1960 a 1990), dados estes coletados pelos órgãos: ANA (estações Sítio grande, Derocol), Inmet: (estações Barreiras-BA e

Taguatinga-TO) (Figura 8). Os dados de temperatura e precipitação de cenários pretéritos e futuros do INPE foram gerados por meio do programa *Grads* resultantes simulações de MCR, e MCGs.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram usados métodos gráficos e estatísticos. Para o cálculo da evapotranspiração usou-se o modelo Hargreaves e Samani (1985) e para a validação da acurácia dos modelos utilizou-se nos testes descritos o coeficiente estatístico Nash-Sutcliffe (1970).



**Figura 8** - Mapa Isoietas do oeste da Bahia localização do Município Barreiras (BA), Correntina (BA), Taguatinga (TO), Posse (GO) e da bacia hidrográfica do rio das Fêmeas.  
**Fonte:** Gaspar (2006).

### 3.2. Cenários do IPCC

O IPCC elabora cenários com a finalidade de projeções climáticas em diversas partes da superfície terrestre. Um cenário pode ser definido como a descrição da perspectiva de como o futuro se projetará na região esboçada pelo cenário, que se baseia em um conjunto de suposições acerca de relações e mecanismos (grau de mudanças tecnológicas, flutuações monetárias, etc.), que devem ser coerentes e consistentes.

Em 2000 os novos cenários foram publicados, e alguns deles foram usados como base de projeções climáticas da temperatura do ar até 2100. Os cenários mostram perspectiva de mudanças climáticas para o futuro, denominados de A1, A2, B1, B2, sendo caracterizados por concentrações de efeito estufa, onde cada cenário representa diferentes perspectivas de futuro, baseado em aplicabilidade de soluções de sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Os modelos empregados no presente estudo utilizaram os cenários; A2, B2 e o *Baseline*; os cenários representados pelo modelo A2 projetam uma visão mais pessimista de um futuro dos anos correlatos de 2070 a 2100, os cenários B2, correspondentes ao mesmo período, projetam uma visão otimista do mesmo período, esboçando a um possível emprego de medidas de contenção de produção de gases de efeito estufa pela humanidade e medidas protecionistas, e o cenário *Baseline* simula a variabilidade climática ocorrida entre os anos 1960 a 1990.

Com a utilização de mais de um cenário há a tentativa de iluminar as incertezas quanto às previsões do futuro no que atente as mudanças climáticas. Abaixo se encontra uma tabela com a descrição de cada cenário utilizado no trabalho:

**Tabela 1 - Cenários IPCC.**

<b>CENÁRIOS</b>	<b>ANOS REPRESENTATIVOS</b>	<b>O QUE DESCREVE OS CENÁRIOS:</b>
<b>A2</b>	<b>2070 a 2100</b>	<b>Representa um mundo heterogêneo com forte crescimento populacional e de emissão de gases de efeito estufa</b>
<b>B2</b>	<b>2070 a 2100</b>	<b>Representa um cenário mais otimista o qual é representado por medidas possíveis de sustentabilidade ambiental.</b>
<b>BESELINE</b>	<b>1960 a1990</b>	<b>Representa um tempo passado, descrevendo o que ocorreu nesse período observado.</b>

### Modelo Eta 2070–2100 Cenário A2 dec Temp Media (C)

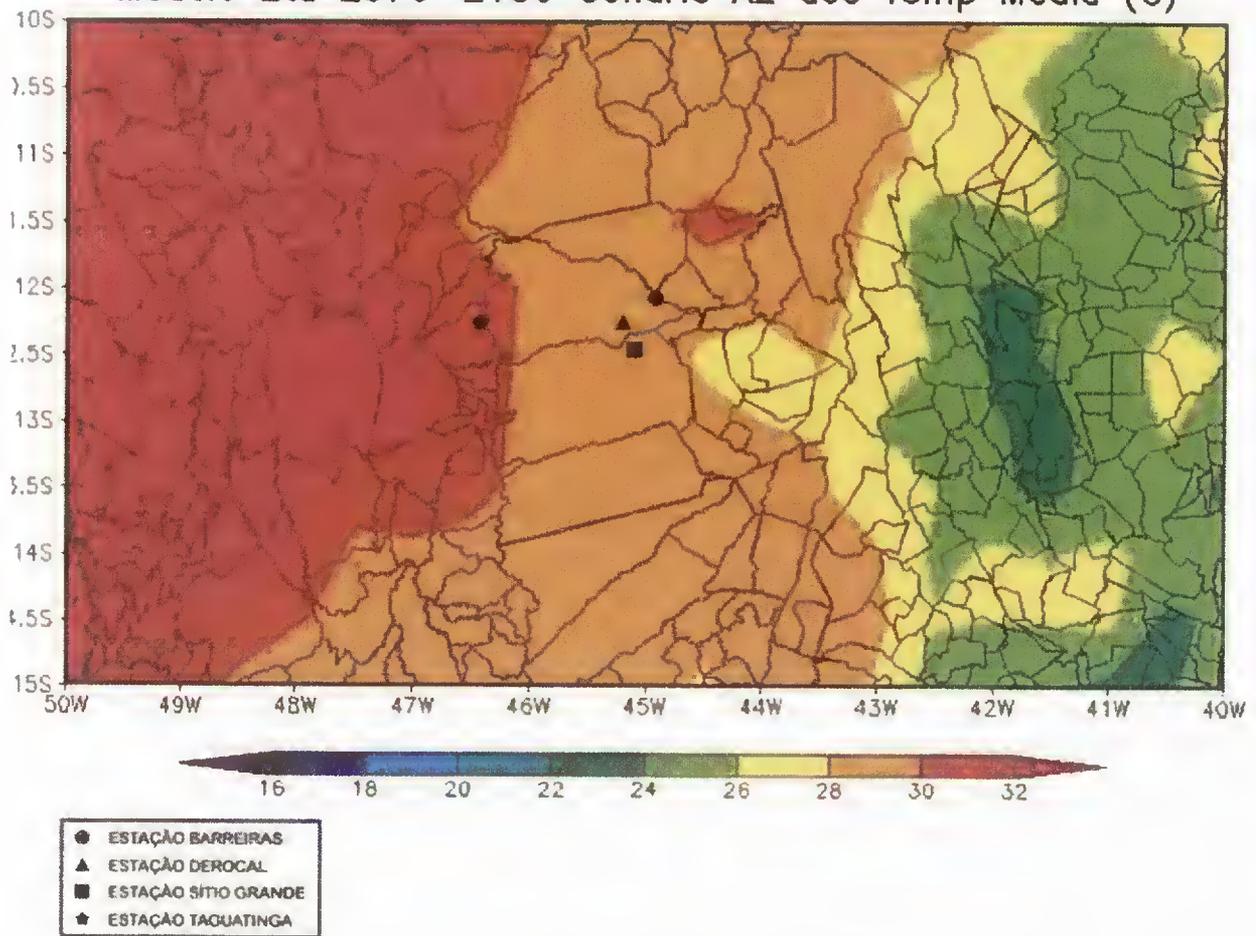
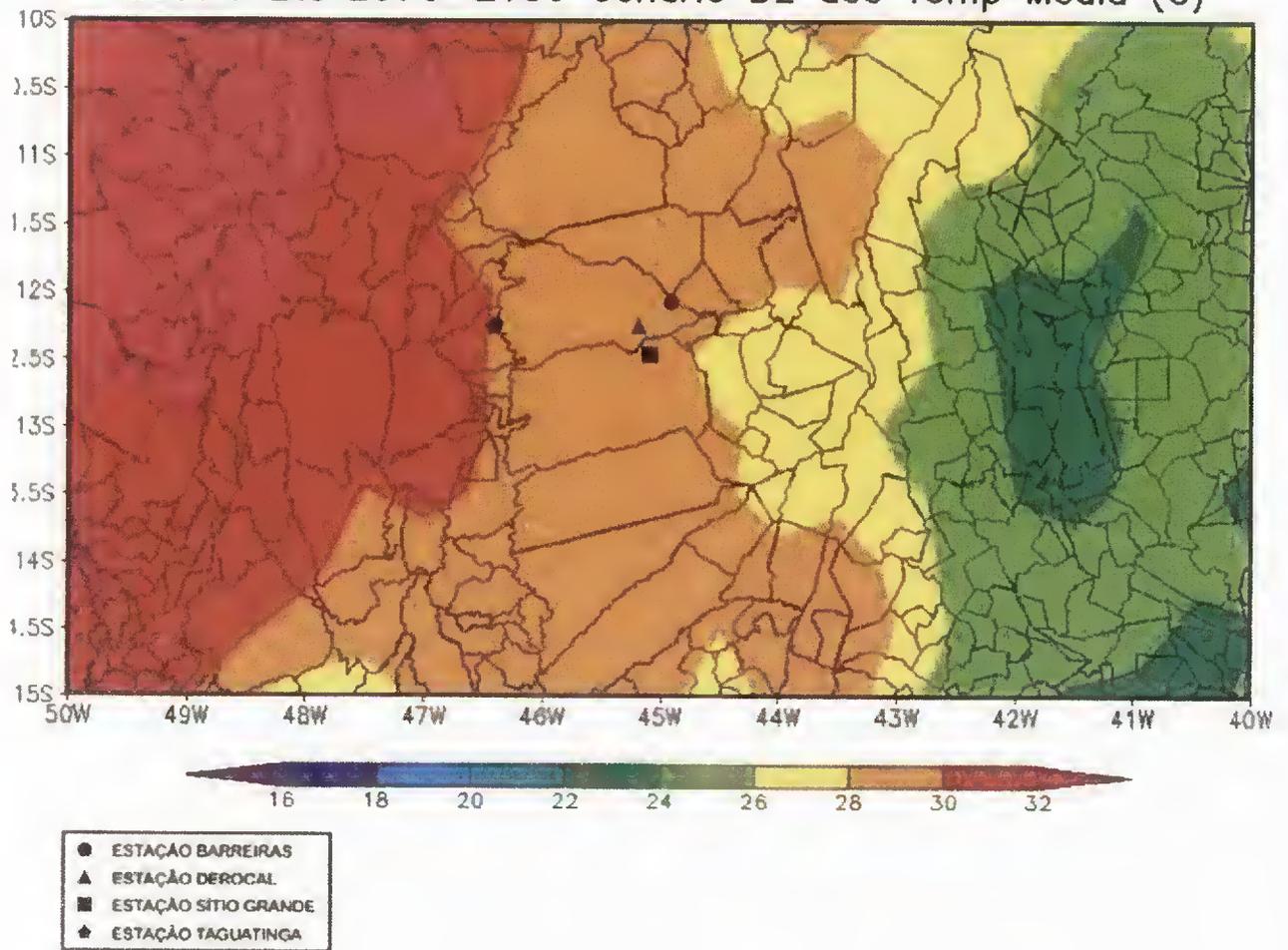


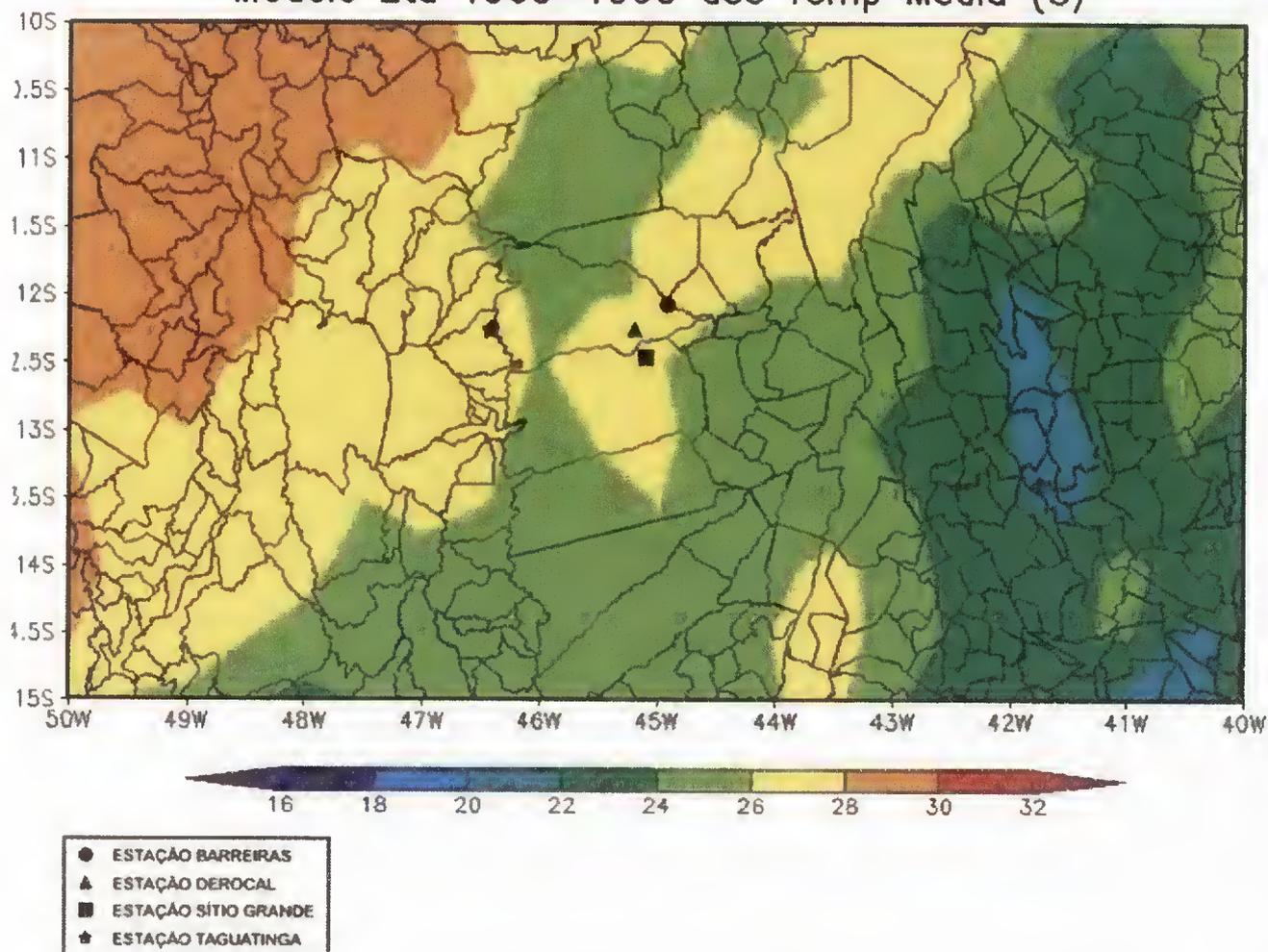
Figura 9 - Modelo Eta Cenário A2 temperatura média (°C) anos 2070 – 2100. Fonte: Programa GRADS INPE (2008).

### Modelo Eta 2070–2100 Cenário B2 dec Temp Media (C)



**Figura 10** - Modelo Precipitação Cenário B2 temperatura média (°C) anos 2070 - 2100. **Fonte:** Programa GRADS INPE (2008).

### Modelo Eta 1960–1990 dec Temp Media (C)



**Figura 11** - Modelo ETA Cenário *Baseline* temperatura média (°C) anos 1960 - 1990. **Fonte:** Programa GRADS INPE (2008).

Os cenários utilizados no presente trabalho são provenientes de modelos numéricos de previsão de tempo acoplados oceano-atmosfera de interpretação da variabilidade climática, os quais são o ETA - implementado pelo CPTE/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e o PRECIS-HaDCM3 utilizado pelo *Hadley Center* (*Hadley Center For Climate Prediction and Research*) da Inglaterra, utilizam uma resolução espacial de -15 -10' latitude e -50 -40' de longitude.

### 3.3. Evapotranspiração

O termo evapotranspiração potencial foi descrito primeiramente em 1944 por Thornthwaite e Wilm, como sendo a perda natural de água do solo e da vegetação para a atmosfera (Camargo e Camargo, 2000).

A evapotranspiração e a precipitação e a temperatura constituem elementos meteorológicos dinâmicos, os quais são fundamentais para pesquisas de análise e predições climáticas de áreas de estudo, a evapotranspiração esta diretamente associada a radiação local, indica da quantidade de água teoricamente necessária para a manutenção da vegetação.

De acordo com o CPRM (1982), Os índices de evapotranspiração para a região de estudo variam de 900mm a 1600mm, com períodos entre 1.100mm a 1.200mm, observando-se os maiores valores nas regiões deprimidas, onde há ocorrência de temperaturas elevadas, propiciando assim uma maior evapotranspiração, enquanto que os menores valores ocorrem nas regiões elevadas onde devido a altas altitudes há uma redução de valores térmicos, e conseqüentemente dos índices de evapotranspiração.

O excedente hídrico ocorre sempre que a precipitação for superior às necessidades de evapotranspiração potencial da região, Barreiras possui de quatro a cinco meses de excedente hídrico, nos meses de maior precipitação. A deficiência hídrica total anual fica na faixa de 200 a 300 mm, para a região, os períodos de deficiência apresenta valores mais elevados nos períodos secos compreendidos de maio a setembro (LRNMME, 1982).

O índice de umidade, que corresponde a relação entre o excedente hídrico, a deficiência hídrica e a evapotranspiração, 0 a 40. Na região de estudo de janeiro a março há um pequeno excesso de água no solo e em abril e maio ocorre por sua vez a retirada de água do solo sem que haja deficiência. De julho a outubro compreende o período de maior deficiência mais agravante no período de julho e agosto, meses que praticamente não há precipitação.

O presente trabalho objetiva a determinação da evapotranspiração da região, do médio São Francisco, no período compreendido de 1960 a 1990, e a projeção da evapotranspiração para o período de 2070 a 2100. O método escolhido foi o de Hargreaves e Samani, por ausência de dados de umidade relativa e vento.

Shuttleworth (1992) recomenda o método de Hargreaves, pois a sua relação com a radiação com base em estimativas explícita é mais plausível, ou porque o seu empirismo é muito amplo e sua utilização é mais vasta. De acordo com Shuttleworth "Outros métodos que utilizam apenas temperatura-base não são recomendados".

De acordo com Conceição e Marin (2004), para o cálculo de evapotranspiração da região noroeste de São Paulo o método de Penman-Monteith- FAO requer variáveis nem sempre disponíveis, bem como o do tanque Classe A, que utiliza informações de umidade relativa do ar e velocidade do vento para a determinação de  $K_p$ . Além disso, o uso do tanque Classe A apresenta um custo maior de instalação e maior necessidade de manutenção do que os métodos baseados na temperatura do ar, como é o caso do método Hargreaves e Samani, que requererem tão somente um abrigo meteorológico e um termômetro de máxima e mínima.

O método de Hargreaves é recomendado para ser usado, em base mensal ou semanal, no local onde os dados são insuficientes. (Asalam e Oki, 2006).

Em regiões onde é difícil reunir dados exatos, a equação de Hargreaves pode ser utilizada para estimativas precisas e consistentes de índices de evapotranspiração diários (Alkaeed et al. 2006).

Na ausência dos dados de radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento, a evapotranspiração pode, em mm dia<sup>-1</sup>, ser estimada através da equação em que:  $T_{med}$ ,  $T_x$  e  $T_i$ , em °C, representam, respectivamente, as temperaturas média, máxima e mínima e  $R_a$  é a radiação solar no topo da atmosfera (mm dia<sup>-1</sup>) Hargreaves (1975).

A equação de Hargreaves é dada por ;

$$ET = 0,0023 \times (T_{\text{méd}} + 17,8) \times (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})^{0,5} \times Ra \quad (01)$$

Sendo:

$ET_o$  = evapotranspiração potencial (mm/dia)

$T_{\text{méd}}$  = temperatura média em °C

$T_{\text{max}}$  = temperatura máxima em °C

$T_{\text{min}}$  = temperatura mínima em °C

$Ra$  = radiação extraterrestre (mm/dia)

### 3.4. *Hindcasting*

O presente estudo projetou cenários climáticos de intervalo anual de 1960 a 1990, para viabilizar interpretações mais confiáveis para uma perspectiva a uma proeminência de cenários futuros, para as variáveis analisadas de temperatura e precipitação na área de estudo. Foram empregadas variáveis de temperatura e precipitação dos anos de 1960 a 1990, das estações da ANA, INMET e cenários obtidos no INPE.

Foi utilizado o método de *hindcasting* nas séries climáticas das variáveis de temperatura e precipitação a partir de dados de superfície, os resultados das variáveis dos cenários de perspectiva futura 2070 a 2100 gerados pelos modelos foram comparados as projeções dos modelos com as séries de variáveis passadas, ou seja, distribuições em cenários climáticos em horizontes temporais.

Segundo os autores Hermann, Stabeno, Haidvogel e Musgrave (2002) a técnica de *hindcasting* emprega variáveis de entrada de temperatura e circulação afirmando ser a equação sensível para a análise de predições.

A técnica de *hindcasting* avalia a habilidade dos modelos por meio de articulação com modelos de simulação espacial com os cenários de simulação espacial gerados pelas séries das variáveis empregadas (Syktus et al, 2003).

De acordo com Mahjoobi et al (2007) *Hindcasting* caracteriza-se como uma técnica baseada em obtenção de séries temporais por meio de medições de campo ou por meio de modelos ambientais, sendo uma simulação retrógada, onde os resultados de um modelo matemático, calibrado com as medições das variáveis ambientais são comparados com dados observados (reais).

A elaboração do presente trabalho de pesquisa utiliza de séries temporais ambientais obtidas por modelos ambientais (GCMs e RCMs) e medições de campo adquirida por intermédio dos órgãos federais responsáveis ANA (estações - Derocal e Sítio Grande) INMET (estações-Barreiras e Taguatinga). A utilização da técnica *hindcasting* neste estudo tem como objetivo de validação dos modelos das variáveis climáticas de temperatura e precipitação.

### 3.5. Coeficiente de *Nash-Sutcliffe* (1970)

O coeficiente de *Nash-Sutcliffe* é utilizado para a avaliação de desempenho da eficiência do ajuste de entre dados calculados por modelos e aqueles observados (reais) (Baldissera, 2005).

$$E = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_o^t - \overline{Q_o})^2} \quad (02)$$

Onde;

$Q_o^t$  é a variável Observada

$Q_m^t$  é a variável simulada

$\overline{Q_o}$  é a média da série observada

O coeficiente de determinação de Nash-Sutcliffe é um indicador estatístico simples com mais riqueza de informações do que técnicas de análise de séries

temporais, dando ao uso das ferramentas típicas desta forma de análise, demonstrando aspectos interessantes para a compreensão dos limites dos modelos testados (Souza et. al. 2006)

O coeficiente de Nash e Sutcliffe pode variar de menos infinito a 1, sendo o valor 1 indicativo de um perfeito ajuste do modelo comparando com à média das análises (Lopes, 2007).

Para a determinação do  $R^2$  o coeficiente de Nash-Sutcliffe tem parâmetros estimados para cada variável, se o  $R^2$  estiver entre 0,36 e 0,75, o modelo é classificado aceitável; acima de 0,75 adequado e igual a 1 modelo perfeito (Gottschalk & Motovilov, 2000).

## IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Avaliação das tendências climáticas para a região de estudo

#### 1. A Estação Climatológica Derocal.

Fonte de dados de precipitação da área de estudo, a estação Derocal corresponde ao código de numeração: 1245005 das estações climatológicas da ANA – Agencia Nacional de Águas.

#### 1.2. Avaliação dos dados de precipitação.

Na estação Derocal foram analisados dados de precipitação correspondendo a um período de vinte e oito anos, de 1972 a 1960, utilizando de séries mensais, as quais foram contrapostas aos dados do programa *Grads* - do INPE, cenários A2 e B2 e *Baseline*, as comparações foram feitas por análises gráficas e análise estatística, os dados da estação apresentaram um total anual de precipitação de 1110,2 mm enquanto que nos cenários A2 a média anual cai para 221,6 mm e para o cenário B2 essa média cai para 266,7 mm em contrapartida o cenário *Baseline* (ETA *Baseline*) apresentou um total de

precipitação anual de 594,9 mm representando quase a metade do valor anual dos dados da estação regional (observados) (Tabela 2).

A média entre os dados da estação regional (observado) e o desvio padrão: (Obs+1DP), apresentou o valor de 159,7, enquanto que o cálculo da diferença entre os dados do observado e o desvio padrão (Obs - 1DP) apresentou o valor de 28,6. A apreciação dos dados da diferença entre o cenário B2 e o *Baseline*, configurando:  $\Delta 1 = (BL - B2)$ , resultou no valor de 328,2, o qual representa a diferença entre os dados de precipitação do cenário ETA *Baseline* para os anos de 1960-1990 e os dados de precipitação do cenário B2 para os anos de 2070-2100. A análise do  $\Delta 2 = (BL - A2)$ , configurando a diferença entre os dados de precipitação do cenário *Baseline* e o cenário A2 para os anos de 2070-2100 expondo o valor de 373,3. Ressalta-se que o valor da diferença do cenário *Baseline* e o cenário A2 ( $\Delta 2$ ) foi mais significativo, sabendo ser o cenário A2 o que personaliza uma perspectiva pessimista de um futuro sem medidas mitigadoras (Tabela 2).

1.2. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

Para a precipitação o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* apresentou o índice de valor 0,36 aceitável à validação do modelo enquanto que o Coeficiente de determinação Multipla ( $R^2$ ) apresentou um índice de valor 0,81, próximo a 1, equivalendo a um bom índice.

**Tabela 2 - Precipitação Média Estação Derocal.**

Precipitação Média Derocal (mm)	Observado	DP	ETA Baseline	Obs+1DP	Obs-1DP	ETA B2 2070-	ETA A2	$\Delta 1=BL-B2$	$\Delta 2=BL-A2$
	1960-1990		1960-1990			2100	2070-2100		
janeiro	194,1	151,9	105,0	346,0	42,2	46,5	32,4	58,5	72,6
fevereiro	147,2	92,6	87,0	239,8	54,6	40,2	30,2	46,8	56,8
março	162,0	99,7	101,7	261,7	62,3	15,0	15,0	86,7	86,7
abril	76,7	66,9	30,0	143,7	9,8	15,0	15,0	15,0	15,0
maio	19,3	38,6	15,0	57,9	0,0	15,0	15,0	0,0	0,0
junho	4,4	13,6	15,0	18,0	0,0	15,0	15,0	0,0	0,0
julho	4,0	10,9	15,0	14,9	0,0	15,0	15,0	0,0	0,0
agosto	3,7	7,1	15,0	10,8	0,0	15,0	15,0	0,0	0,0
setembro	20,5	19,5	15,0	40,0	1,0	15,0	15,0	0,0	0,0
outubro	115,6	71,4	15,0	187,0	44,2	15,0	15,0	0,0	0,0
novembro	155,9	92,1	57,0	248,0	63,9	15,0	15,0	42,0	42,0
dezembro	206,7	141,7	124,2	348,4	65,1	45,0	24,0	79,2	100,2
<b>Total</b>	<b>1110,2</b>	<b>805,9</b>	<b>594,9</b>	<b>1916,1</b>	<b>343,0</b>	<b>266,7</b>	<b>221,6</b>	<b>328,2</b>	<b>373,3</b>
<b>Média</b>	<b>92,5</b>	<b>67,2</b>	<b>49,6</b>	<b>159,7</b>	<b>28,6</b>	<b>22,2</b>	<b>18,5</b>	<b>27,4</b>	<b>31,1</b>
	R2= 0,81								
	Ef.Nash_Sutcliffe= 0,36								

### 1.3. Análise Gráfica:

A análise gráfica dos cenários ETA B2, A2, *Baseline* e observado (estação regional) o modelo ETA *Baseline* subestimou a precipitação observada nos dados da estação regional em todo o ano, exceto no período entre maio e setembro onde houve superestimativa de cerca de 50 mm enquanto que os valores dos cenários ETA B2 e A2 ficam muito próximos entre si, demonstrando uma menor amplitude da variedade pluviométrica para a região de estudo nos anos estudados, ressalta-se que os cenários A2 e B2 são representativos dos anos de 2070 a 2100. Como dito anteriormente o cenário A2 representa um futuro muito heterogêneo, com grande crescimento populacional, enquanto que o cenário B2 descreve um cenário onde existiria sustentabilidade econômica social e ambiental (Figura 12).

O gráfico de correlação entre os dados de precipitação do observado (estação regional) e o cenário *Baseline*, representativos do mesmo período, 1960 a 1990, expôs pouca convergência de valores para os dados analisado (Figura 13).

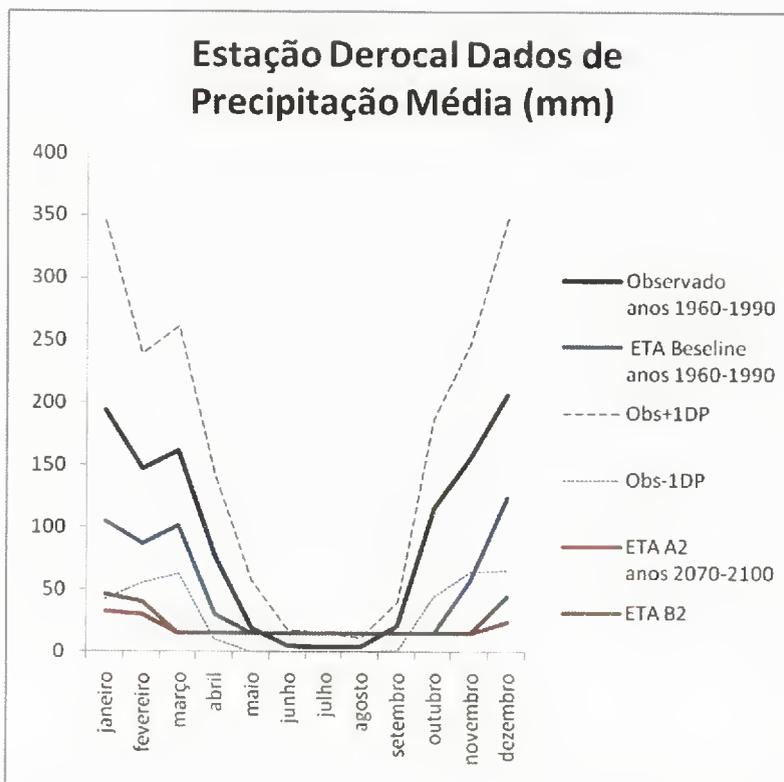


Figura 12 - Gráfico de Precipitação Estação Derocal.

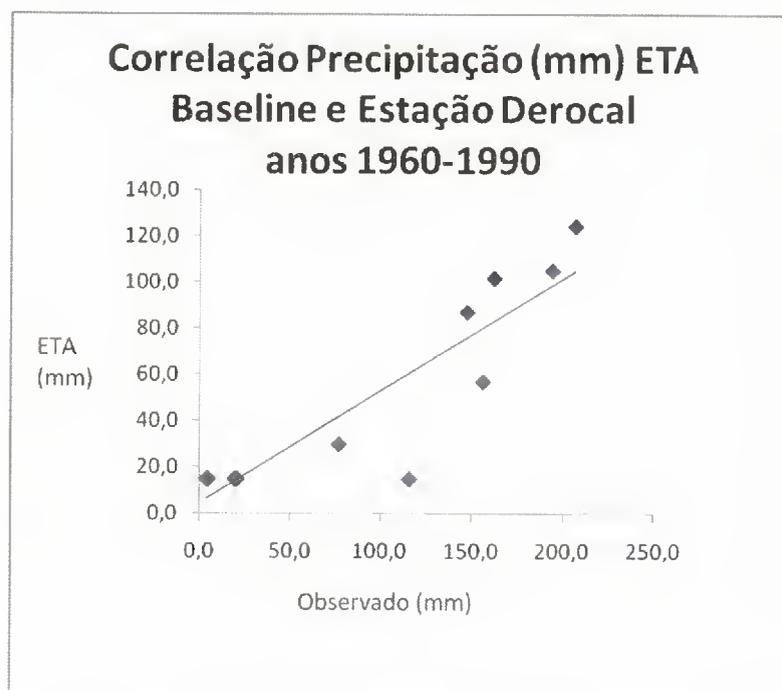


Figura 13 - Gráfico de Correlação Precipitação Estação Barreiras.

## 2. Estação Climatológica Sítio Grande.

Fonte de dados de precipitação da área de estudo, a estação corresponde ao código de numeração: 1245001 - Sítio Grande das estações climatológicas da ANA – Agencia Nacional de Águas.

### 2.1. Avaliação dos dados de precipitação.

Na estação Sítio Grande foram analisados dados de precipitação em um período de trinta anos correspondente aos anos de 1960 a 1990, utilizando de séries mensais as quais foram contrapostas aos dados do programa *Grads* - do INPE, cenários A2 e B2 e *Baseline*, concluiu-se por análise gráfica e estatística que os dados da estação regional apresentaram um total anual de precipitação de 1054,7 mm enquanto que para o cenário A2 a média anual cai para 235,1 e para o cenário B2 essa média cai para 285,9 em contrapartida o cenário *Baseline* apresentou um total de precipitação anual de 594,9 mm representando o valor que se aproxima mais dos dados da estação regional, ainda que em uma disposição muito abaixo da média dos dados da estação regional, quantificando em 50% em média abaixo dos dados do observado (Tabela 3).

O resultado da soma entre os dados da estação regional (observado) e o desvio padrão: (Obs+1DP) apresentou uma média de 154,7, enquanto que o resultado do cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), a média representou o valor de 24,7. Para o cálculo da diferença entre os dados de precipitação para o cenário *Baseline* (período transcorrido de 1960-1990) e o cenário B2 (para os anos de 2070-2100), correspondente ao  $\Delta 1 = (BL - B2)$ , resultou na média de valor 24,0. Para a diferença entre os cenários *Baseline* (anos 1960 a 1990) e o cenário A2 (anos 2070 a 2100), correspondente ao  $\Delta 2 = (BL - A2)$ , a média resultou em um valor de 28,1. O resultado da diferença entre o cenário *Baseline* e o cenário B2 ( $\Delta 1$ ) foi mais expressivo (Tabela 3).

## 2.2. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

O coeficiente de *Nash-Sutcliffe* para a precipitação apresentou o índice de valor 0,37, aceitável à validação do modelo, enquanto que o  $R^2$  apresentou um índice de valor 0,75, ressalta-se que o  $R^2$  perfeito 1 e um coeficiente muito bom deve estar próximo de 1.

**Tabela 3 - Precipitação Sítio Grande.**

Precipitação Média Sítio Grande(mm)	Observado 1960-1990	DP	ETA Baseline	Obs+1DP	Obs-1DP	ETA B2 2070-2100	ETA A2 2070-2100	$\Delta 1=BL-B2$	$\Delta 2=BL-A2$
janeiro	176,6	136,1	75,0	312,7	40,5	53,7	41,1	21,3	33,9
fevereiro	146,6	106,5	96,9	253,1	40,1	45,9	35,0	51,0	61,9
março	135,6	90,1	100,2	225,7	45,5	15,0	15,0	85,2	85,2
abril	72,3	64,8	15,0	137,1	7,4	15,0	15,0	0,0	0
maio	12,8	21,1	15,0	33,9	0,0	15,0	15,0	0,0	0
junho	2,1	7,7	15,0	9,8	0,0	15,0	15,0	0,0	0
julho	1,8	7,1	15,0	8,9	0,0	15,0	15,0	0,0	0
agosto	2,7	7,8	15,0	10,5	0,0	15,0	15,0	0,0	0
setembro	14,5	26,4	15,0	40,9	0,0	15,0	15,0	0,0	0
outubro	94,5	69,8	15,0	164,3	24,7	15,0	15,0	0,0	0
novembro	179,5	99,7	60,0	279,3	79,8	15,0	15,0	45,0	45
dezembro	215,7	156,8	135,6	372,6	58,9	51,3	24,0	84,3	111,6
<b>Total</b>	<b>1054,7</b>	<b>793,9</b>	<b>572,7</b>	<b>1848,6</b>	<b>296,9</b>	<b>285,9</b>	<b>235,1</b>	<b>286,8</b>	<b>337,6</b>
<b>Média</b>	<b>87,9</b>	<b>66,2</b>	<b>47,7</b>	<b>154,0</b>	<b>24,7</b>	<b>23,8</b>	<b>19,6</b>	<b>23,9</b>	<b>28,1</b>
<b>R2=</b>	<b>0,75</b>								
<b>Ef.Nash_Sutcliffe=</b>	<b>0,37</b>								

## 2.3. Análise Gráfica:

O estudo do gráfico da variável de precipitação da estação Sítio Grande para os cenários *Baseline*, A2, B2 e a série de dados da estação regional demonstrou que os dados dos cenários A2 e B2 ficaram bem próximos e tenderam a uma homogeneização do período de março a novembro, e o cenário *Baseline* de abril a setembro, para a região de estudo. Configurando assim uma superestimativa em relação aos dados da estação regional para o mesmo período (Figura 14).

O gráfico da correlação entre os dados de precipitação do cenário *Baseline* e os dados do observado (estação regional), ambos para o mesmo período (1960 a 1990) expôs uma ampla incongruência de valores para os dados estudados (Figura 15).

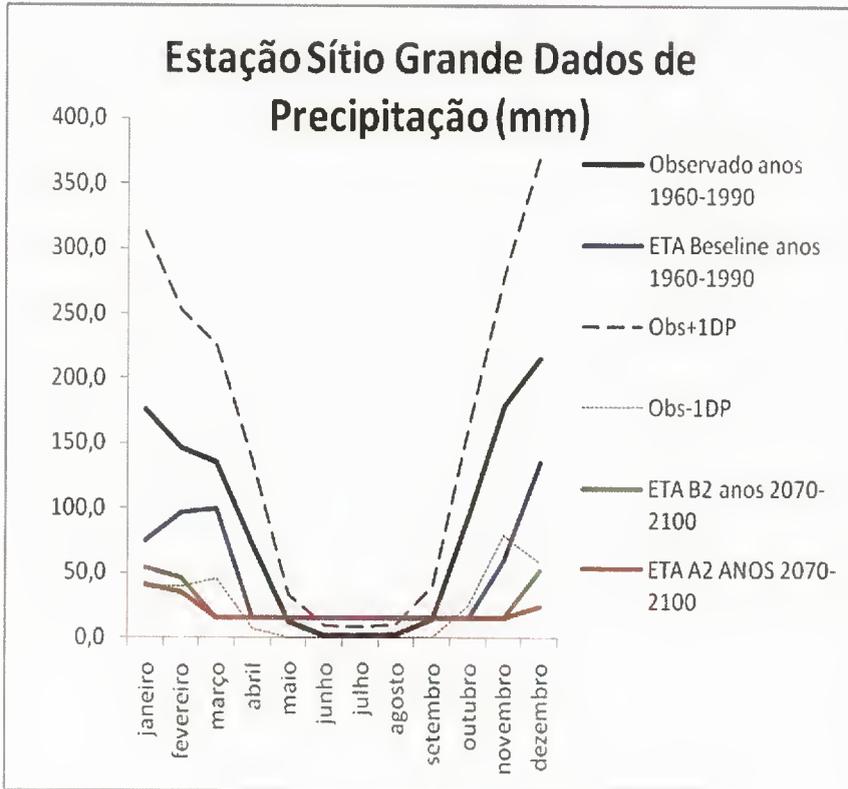


Figura 14 - Gráfico de Precipitação Estação Sítio Grande.

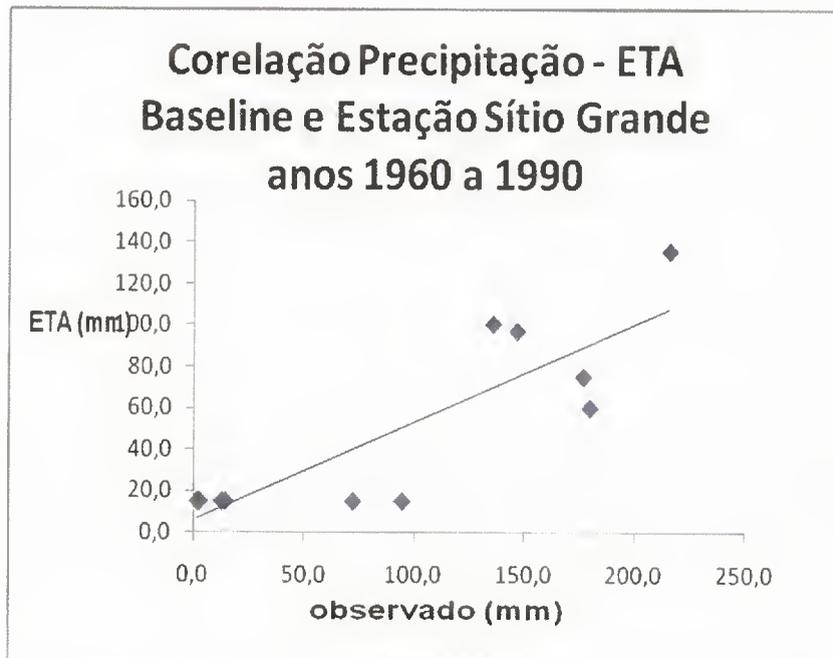


Figura 15 - Gráfico de Correlação Precipitação Estação Sítio Grande.

### 3. A Estação Climatológica de Barreiras:

Fonte de dados de precipitação da área de estudo a estação Barreiras - BA corresponde as coordenadas Lat : 12°09' S Long : 45°00' W Alt :439,29 m pertencente ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

#### 3.1. Avaliação dos Dados de Precipitação.

Na estação Barreiras foram analisados dados de precipitação correspondentes a um período de 1961 a 1989. A partir dos dados da estação regional foi gerada a média de valor correspondente a 93,8 mm anual. Os dados gerados pelo programa *Grads* corresponderam as médias; *Baseline* = 46,9 mm, B2 = 21,9 mm e A2 = 18,3 mm. As médias observadas se distanciaram entre si em representatividade de valor, o cenário que mais se aproximou do cenário observado (estação regional) foi o cenário *Baseline*; o qual corresponde ao mesmo intervalo de tempo, o cenário A2 o qual corresponde ao intervalo anual de 2070 a 2100 apresentou a menor média pluviométrica. O presente trabalho ressalta por análise gráfica e estatística que os dados da estação regional apresentaram um total anual de precipitação de 1110,2 mm enquanto que nos cenários A2 a média anual cai para 221,6 e para o cenário B2 essa média cai para 266,7 em contrapartida o cenário *Baseline* apresentou um total de precipitação anual de 594,9 mm representando quase cerca de 50% do valor anual dos dados da estação regional (Tabela 4).

A soma entre os dados do observado (estação regional) e o desvio padrão: (Obs+1DP) apresentou uma média de 156,6, enquanto que o resultado do cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), apresentou uma média de 33,0. A média do  $\Delta 1$ , diferença entre os dados de precipitação para o cenário *Baseline* (anos 1960-1990) e o cenário B2 (anos 2070-2100), resultou no valor de 28,6. O  $\Delta 2$ , diferença entre os cenários *Baseline* (anos 1960 a 1990) e o cenário A2 (anos 2070 a 2100):  $\Delta 2 = (BL - A2)$ , resultou no valor médio de 28,1. Ambos os Deltas resultaram em valores muito próximos, apesar da diferença entre os cenários A2 e B2, denotando inexpressiva diferença (tabela 4).

### 3.2. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

Para a precipitação o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* apresentou o índice de valor 0,24 inferior ao índice aceitável à validação do modelo enquanto que o Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou um bom índice de valor 0,73, próximo a 1.

**Tabela 4 - de Precipitação Média Estação Barreiras.**

Precipitação Média (mm) Estação Barreiras	Observado 1960-1990	DP	ETA Baseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	ETA B2 2070-2100	ETA A2 2070-2100	$\Delta 1=BL-B2$	$\Delta 2=BL-A2$
janeiro	190,4	129,3	93	319,8	61,1	44,1	32,4	48,9	60,6
fevereiro	172,4	134,0	84	306,4	38,4	40,6	28	43,4	56
março	150,5	110,7	99	261,2	39,8	15	15	84	84
abril	91,4	70,1	24	161,5	21,2	15	15	9	9
maio	20,5	26,9	15	47,3	0,0	15	15	0	0
junho	2,5	8,2	15	10,7	0,0	15	15	0	0
julho	1,3	2,7	15	4,0	0,0	15	15	0	0
agosto	1,3	3,9	15	5,2	0,0	15	15	0	0
setembro	19,5	28,2	15	47,7	0,0	15	15	0	0
outubro	98,4	75,4	15	173,8	23,1	15	15	0	0
novembro	192,9	87,4	54	280,3	105,5	15	15	39	39
dezembro	184,2	77,3	119,1	261,5	106,8	43,2	24	75,9	95,1
<b>Total</b>	<b>1125,3</b>	<b>754,2</b>	<b>563,1</b>	<b>1879,6</b>	<b>395,9</b>	<b>262,9</b>	<b>219,4</b>	<b>300,2</b>	<b>343,7</b>
<b>Média</b>	<b>93,8</b>	<b>62,9</b>	<b>46,9</b>	<b>156,6</b>	<b>33,0</b>	<b>21,9</b>	<b>18,3</b>	<b>25,0</b>	<b>28,6</b>

$R^2 = 0,73$

Ef.Nash\_Sutcliffe = 0,24

### 3.3. Análise Gráfica:

O gráfico gerado com os dados do observado (estação de terra) e com os dados plotados dos cenários A2, B2 e *Baseline* expôs uma ampla variação no volume pluviométrico para os dois períodos analisados (1960-1990 e 2070 a 2100), porém manteve a tendência de baixa pluviosidade nos meses secos, os cenários A2 e B2 demonstraram uma redução de chuvas no período de março a novembro em relação ao cenário observado e o *Baseline* de junho a setembro, enquanto que o observado a período seco se expôs de junho a agosto com índices de precipitação próximos a zero, (Figura 16).

O gráfico da correlação da estação pluviométrica de Barreiras entre os dados de precipitação do cenário *Baseline* e o cenário observado, indicativos do mesmo período (1960 a 1990), mostrou relativa convergência de valores para os dados analisados (Figura 17).

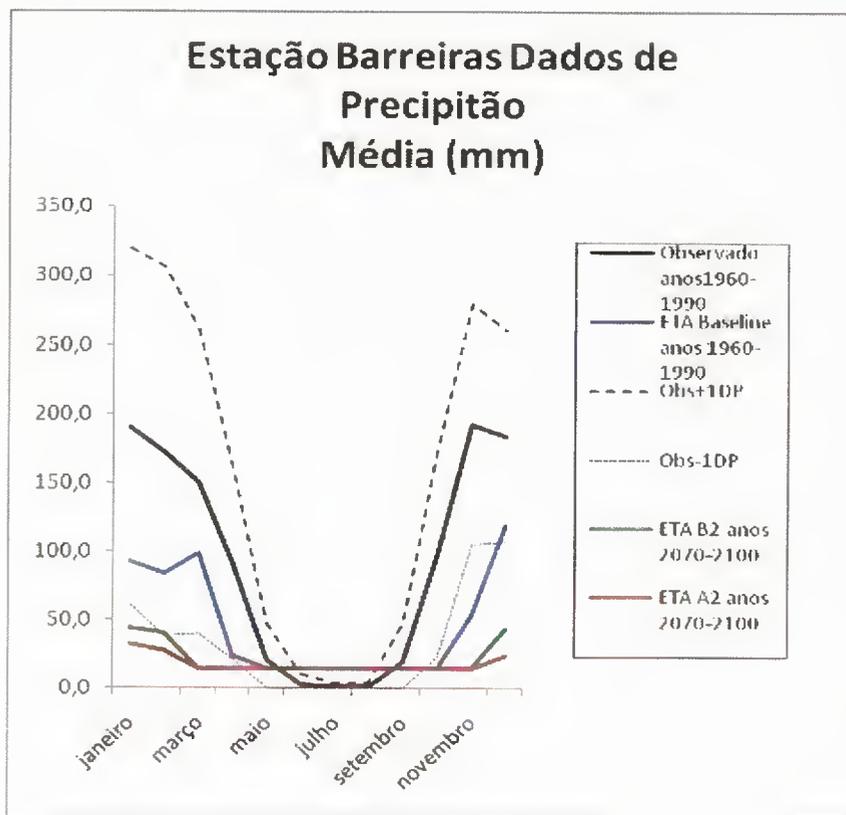
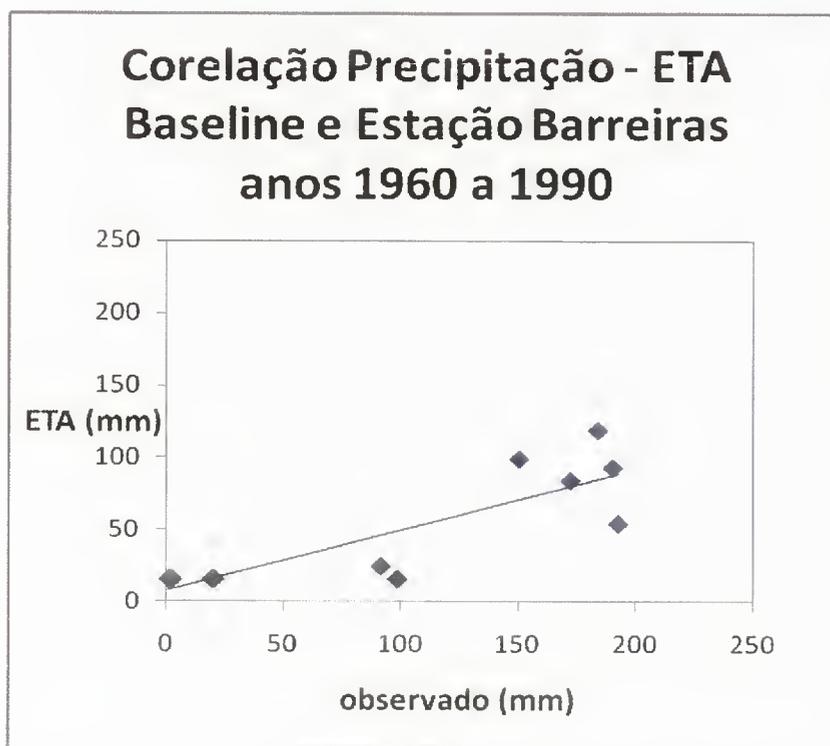


Figura 16 - Gráfico de Precipitação Estação Barreiras.



**Figura 17** - Gráfico de Correlação Precipitação Estação Barreiras.

#### 4. Avaliação dos Dados de Temperatura Média ETA Estação Barreiras.

Os dados de temperatura média foram obtidos do programa *Grads* do INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais e obtidos pelo INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, foram analisados dados de temperatura média em °C correspondentes ao período anual de 1960 a 1990 e 2070 a 2100. As médias anuais de temperatura média obtidas pelos dados da estação regional do INMET e as médias obtidas pelo programa *Grads* ficaram muito próximas entre si, diferentemente dos cenários de precipitação analisados anteriormente. A média anual de temperatura média dos dados da estação regional correspondeu a um valor equivalente a 24,3°C, a média anual de temperatura média para o cenário *Baseline* correspondeu a 23,4°C, enquanto que a média anual de temperatura média para os cenários A2 foi de 25,5°C e B2 26,3°C, correspondendo a uma tendência esperada, já que ambos os cenários configuram as tendências de temperatura média para o período de 2070 a 2100. A2 representaria um cenário mais pessimista (sem medidas de reduções de emissão de gases de efeito estufa); apresentando a maior média 25,5°C, enquanto que o cenário B2

representaria um futuro com medidas contentoras de emissão de gases de efeito estufa e políticas públicas direcionada ao equilíbrio ambiental (Tabela 5).

O cálculo da soma entre os dados da estação regional (observado) e o desvio padrão: (Obs+1DP) para a temperatura média da estação de Barreiras apresentou uma média de 25,5, enquanto que o resultado do cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), apresentou uma média de 23,4. A média do cálculo do  $\Delta 1$ , diferença entre os dados da temperatura média para o cenário *Baseline* (anos 1960-1990) e o cenário B2 (anos 2070-2100), resultou no valor de 2,0. O  $\Delta 2$ , diferença entre os cenários *Baseline* (anos 1960 a 1990) e o cenário A2 (anos 2070 a 2100):  $\Delta 2 = (BL - A2)$ , resultou no valor médio de 2,9, expressando o valor mais significativo, visto a representatividade do cenário A2, cenário pessimista sem medidas mitigadoras (Tabela 5).

4.1. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

Para a temperatura média o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* apresentou o índice de valor 0,97 caracterizando um valor ruim à validação do modelo enquanto que o Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou um índice de valor 0,48 equivalente a um índice mediano.

**Tabela 5 - Temperatura Média ETA Estação Barreiras.**

Temperatura Média (°C) Estação Barreiras	Observado 1960-1990	DP	ETA Baseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	ETA B2 2070-2100	ETA A2 2070-2100	$\Delta 1=B2-BL$	$\Delta 2=A2-BL$
janeiro	24,7	0,80	25,0	25,5	23,9	28,3	28,8	3,2	3,8
fevereiro	24,7	0,96	25,3	25,6	23,7	28,3	28,8	3,0	3,5
março	24,5	0,52	24,4	25,0	24,0	28,0	28,3	3,6	3,9
abril	24,4	0,61	24,2	25,0	23,8	25,7	27,7	1,5	3,5
maio	23,4	0,88	22,2	24,3	22,5	24,3	25,1	2,1	2,9
junho	22,1	1,18	20,2	23,3	20,9	21,2	23,2	1,0	3,0
julho	22,0	1,18	20,0	23,2	20,8	21,2	23,3	1,2	3,3
agosto	23,6	1,21	20,5	24,9	22,4	22,1	23,3	1,6	2,8
setembro	26,0	0,96	22,4	26,9	25,0	24,2	24,3	1,8	1,9
outubro	26,5	1,28	24,4	27,8	25,2	26,3	26,4	1,9	2,0
novembro	25,3	1,19	26,4	26,5	24,2	28,0	28,3	1,6	1,9
dezembro	24,6	0,65	26,3	25,3	24,0	28,3	28,4	2,0	2,1
<b>Média</b>	<b>24,3</b>	<b>1,0</b>	<b>23,4</b>	<b>25,3</b>	<b>23,4</b>	<b>25,5</b>	<b>26,3</b>	<b>2,0</b>	<b>2,9</b>
<b>R2=</b>	<b>0,48</b>								
<b>Ef.Nash_Sutcliffe=</b>	<b>-0,97</b>								

#### 4.2. Análise Gráfica:

As tendências das séries temporais de temperatura média da estação de Barreiras - BA observadas com os dados da estação regional e com os respectivos dos cenários ETA B2, ETA A2 e *Baseline* tenderam a uma homogeneização, seguindo a disposição já esperada dos cenários; o qual ETA A2 apresentou índices mais elevados de temperatura em °C, acompanhado pelo cenário ETA B2 o qual apresentou uma pequena variação de temperatura em relação a ETA A2, o cenário *Baseline*, correspondente ao período pretérito, apresentou as menores médias de temperatura em C° ficando próximo a média dos dados da estação regional (Figura 18).

O gráfico da correlação da temperatura média da estação de Barreiras e os dados do cenário *Baseline*, representativos do mesmo período (1960 a 1990), expôs atenuada convergência de valores entre os dados estudados (Figura 19).

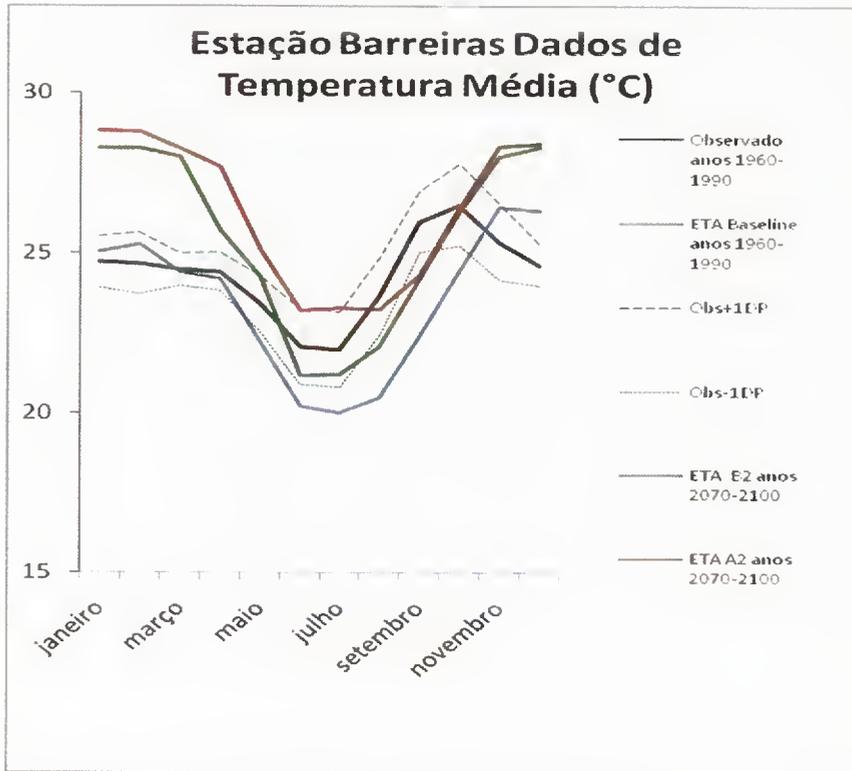


Figura 18 - Gráfico de Temperatura Média Estação Barreiras.

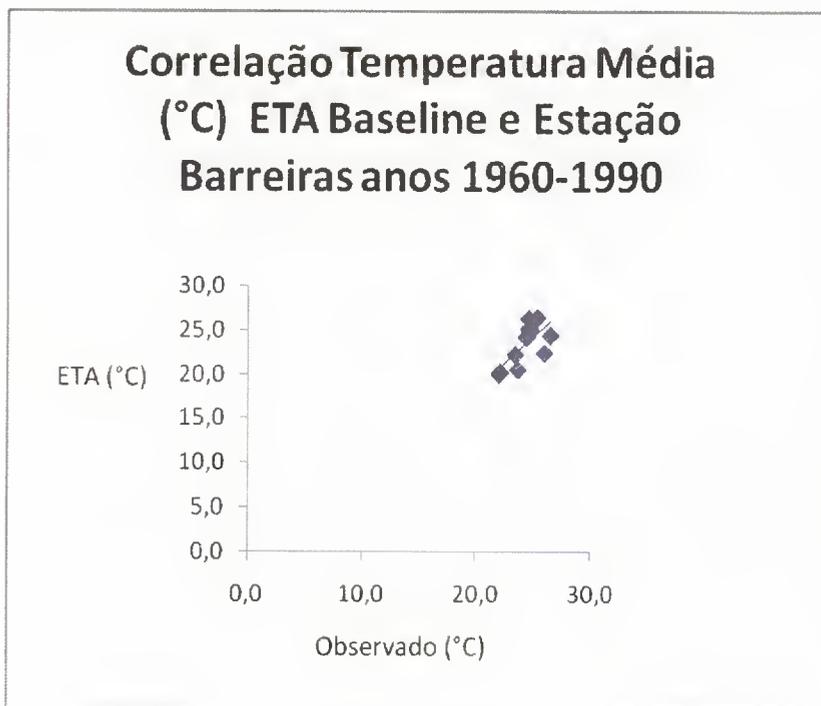


Figura 19 - Gráfico de Correlação Temperatura Média Estação Barreiras.

## 5. Avaliação dos Dados de Temperatura Média *Precis*.

Os dados de temperatura média foram obtidos pelo programa *Grads* do INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais e pelo INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Foram analisados dados de precipitação correspondentes a um período de 1960 a 1990 e 2070 a 2100. A partir dos dados foram geradas médias mensais e anuais de temperatura em °C. A análise da temperatura Média *Precis* não aborda o cenário *Baseline*, será analisado apenas os dados de terra da estação regional e os cenários A2 e B2. As médias representadas por todos os cenários estudados tenderam a uma aproximação expressiva, assim como no apresentado no modelo ETA, o cenário A2 lançou a maior média anual de temperatura média, como esperado, 28,3°C o cenário B2 apresentou uma média anual de temperatura média de 26,8°C os dados da estação regional apresentaram uma média anual de temperatura média de 24,3°C, simulando a mais baixa (Tabela 6).

A soma entre os dados do observado (estação regional) e o desvio padrão: (Obs+1DP) para a temperatura média *Precis* da estação de Barreiras apresentou uma média de 25,3, enquanto que o resultado do cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), apresentou uma média de 23,4 (Tabela 6).

### 5.1. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

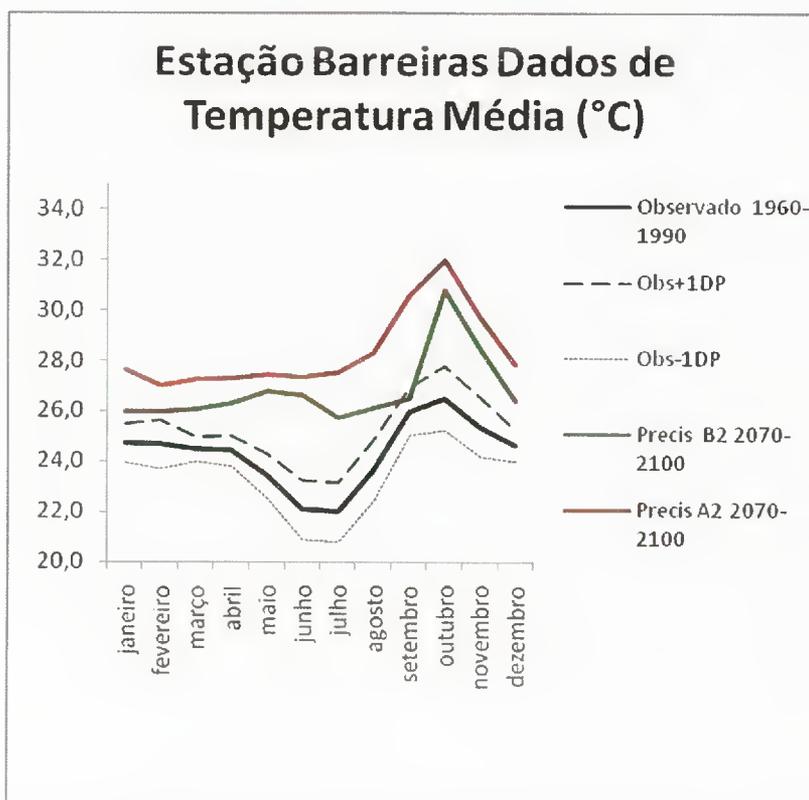
Os valores calculados para o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e o Coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) equivalem ao mesmo valor do da temperatura média ETA, pois os índices calculados representam os mesmo; os dados de terra da estação Barreiras-BA e os dados dos cenários *Baseline* para o mesmo período. Correspondendo aos valores 0,97 coeficiente de *Nash-Sutcliffe* caracterizando um valor ruim à validação do modelo enquanto que o Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou um índice de 0,48 congruente a um índice mediano.

**Tabela 6 - Temperatura Média Precipitação Estação de Barreiras.**

Temperatura Média(C°) Precipitação Estação Barreiras	Observado 1960-1990	DP	Obs+1DP	Obs-1DP	Precis B2 2070-2100	Precis A2 2070-2100
janeiro	24,7	0,80	25,5	23,9	26	27,6
fevereiro	24,7	0,96	25,6	23,7	26,0	27,0
março	24,5	0,52	25,0	24,0	26,1	27,2
abril	24,4	0,61	25,0	23,8	26,3	27,3
maio	23,4	0,88	24,3	22,5	26,8	27,4
junho	22,1	1,18	23,3	20,9	26,7	27,4
julho	22,0	1,18	23,2	20,8	25,8	27,5
agosto	23,6	1,21	24,9	22,4	26,1	28,3
setembro	26,0	0,96	26,9	25,0	26,5	30,6
outubro	26,5	1,28	27,8	25,2	30,8	32,0
novembro	25,3	1,19	26,5	24,2	28,5	29,7
dezembro	24,6	0,65	25,3	24,0	26,4	27,8
<b>Média</b>	<b>24,3</b>	<b>0,95</b>	<b>25,3</b>	<b>23,4</b>	<b>26,8</b>	<b>28,3</b>
R2=	0,48					
Ef.Nash_Sutcliffe=	-0,97					

## 5.2. Análise Gráfica:

As médias temporais analisadas expuseram uma forte tendência de aumento de temperatura para o período correspondente de setembro a novembro, cerca de 6 C°, seguindo a média dos dados do observado (estação regional) da estação Barreiras, porém para este o aumento foi menos expressivo. Os cenários correspondentes ao período dos anos 2070 a 2100, A2 e B2, apresentaram uma tendência significativa de aumento de temperatura, o cenário A2 demonstrou a um aumento significativo de temperatura média anual contraposto aos outros cenários (Figura 20).



**Figura 20** - Gráfico de Temperatura Média *Precis* Estação de Barreiras.

## 6. Avaliação dos Dados de Temperatura Mínima *Precis*.

Os dados de temperatura mínima foram plotados do programa *Grads* do INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais e obtidos do INMET- Instituto Nacional de Meteorologia coletados da estação de Barreira – BA. Foram analisados dados de temperatura mínima correspondentes a um período anual de 1960 a 1990 e 2070 a 2100. Os cenários A2 e B2 representativos de uma projeção futura para o período anual de 2070 a 2100, como dito anteriormente. A temperatura mínima foi medida em °C. A média anual das temperaturas mínimas ficaram próximas, significativamente apenas para os dados de terra 18, 1°C e para o cenário *Baseline* 19,3°C, os valores apresentados pelos cenários A2 e B2 apresentaram uma média anual de temperatura mínima de maior valor, representando A2 23,1°C e B2 21,8°C, representando um aumento de cerca de 5,0°C para o cenário A2 em relação aos dados a média anual dos dados de terra e 3,0°C de aumento de temperatura mínima para o cenário B2 (Tabela 7).

O cálculo da soma dos dados da estação regional (observado) e o desvio padrão: (Obs+1DP) apresentou uma média de 18,9, apresentando o valor mais significativo, e a diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), foi de 17,3. Para o cálculo:  $\Delta 1 = (BL - B2)$ , para a temperatura mínima, o valor resultante da média foi de 2,5. Para o cálculo:  $\Delta 2 = (BL - A2)$ , o valor da média correspondeu ao valor de 3,8. O  $\Delta 2$  resultado da diferença entre o cenário *Baseline* e o cenário A2 representou o valor mais expressivo (Tabela 7).

#### 6.1. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

O valor calculado para o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* 0,01 apresentou um valor insignificante, e o Coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou o valor correspondente a 0,28, baixo para a determinação do índice.

**Tabela 7 - Temperatura Mínima Estação Barreiras.**

Temperatura Mínima Barreiras (°C)	Observado 1960-1990	DP	PRECIS Beseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	PRECIS B2 2070-2100	PRECIS A2 2070-2100	$\Delta = B2 - BL$	$\Delta 2 = A2 - BL$
janeiro	19,9	0,58	18,8	20,5	19,3	21,0	23,0	2,2	4,2
fevereiro	20,1	0,53	18,7	20,6	19,6	21,0	23,0	2,3	4,3
março	19,8	0,63	19,8	20,5	19,2	21,8	23,0	2,0	3,2
abril	19,5	0,51	18,9	20,0	19,0	22,3	23,2	3,5	4,3
maio	17,3	0,99	19,0	18,3	16,3	22,0	22,5	3,0	3,5
junho	14,8	1,41	18,1	16,2	13,4	20,6	22,2	2,5	4,0
julho	13,7	1,03	18,0	14,8	12,7	19,8	21,6	1,8	3,6
agosto	14,3	1,17	19,1	15,4	13,1	20,7	22,0	1,6	3,0
setembro	17,3	1,50	20,5	18,8	15,8	22,8	24,2	2,4	3,7
outubro	20,1	0,67	21,0	20,8	19,5	24,3	24,6	3,3	3,6
novembro	20,3	0,42	20,5	20,7	19,9	23,0	25,0	2,5	4,5
dezembro	19,8	0,57	19,1	20,4	19,3	21,8	23,0	2,7	3,9
<b>Média</b>	<b>18,1</b>	<b>0,8</b>	<b>19,3</b>	<b>18,9</b>	<b>17,3</b>	<b>21,8</b>	<b>23,1</b>	<b>2,5</b>	<b>3,8</b>

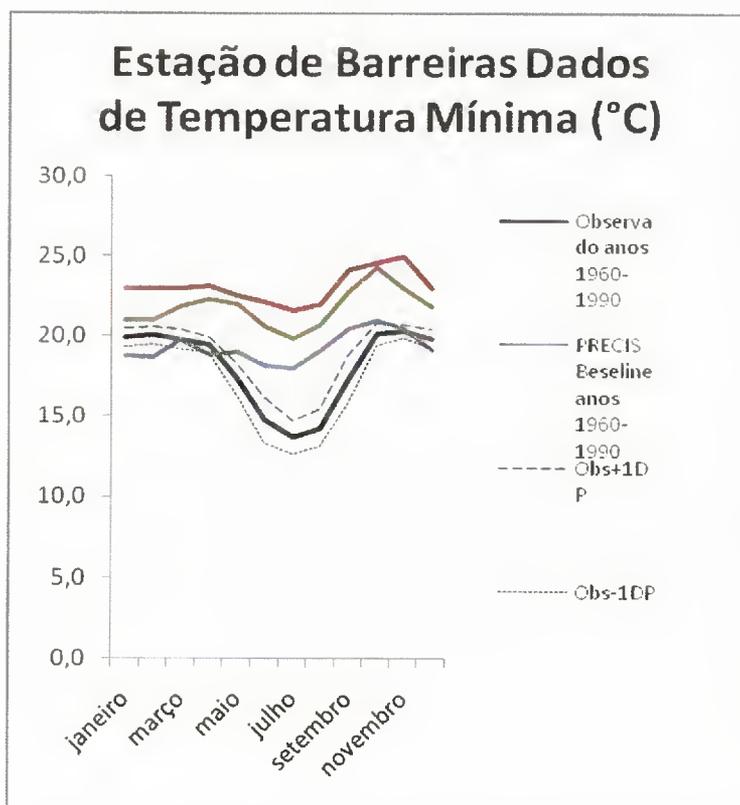
$R^2 = 0,28$

Ef.Nash\_Sutcliffe= 0,01

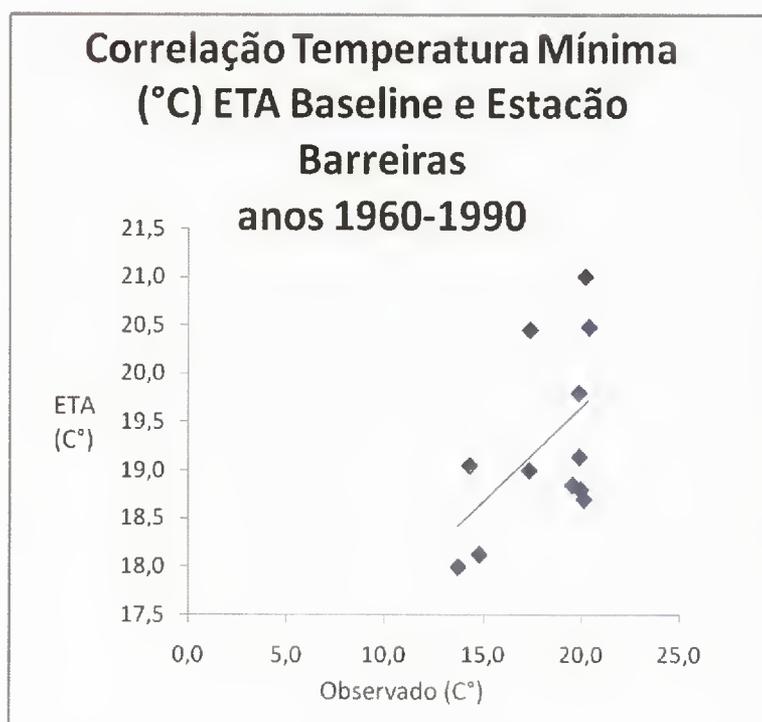
## 6.2. Análise Gráfica:

As médias estudadas de temperatura mínima tenderam a uma homogeneização evidenciando, assim, uma tendência de aumento seguido de uma estabilização de temperatura para todos os períodos do ano, essa tendência é observada para os cenários *Baseline*, A2 e B2. O cenário A2 apresentou, como esperado, o aumento de maior expressividade para a região de estudo de temperatura mínima anual, seguido pelo cenário B2, os dados do observado (estação regional) apresentaram as menores médias sobretudo de maio a setembro (Figura 21).

O gráfico da correlação de temperatura mínima, para a estação de Barreiras, entre os dados do cenário *Baseline* e os dados observados (estação regional), ambos para o período anual de 1960 a 1990, demonstrou uma inexpressível convergência de valores (Figura 22).



**Figura 21** - Gráfico de Temperatura Mínima Estação Barreiras.



**Figura 22** - Gráfico de Correlação Temperatura Mínima Estação Barreiras.

#### 7. Avaliação dos Dados de Temperatura Máxima *Precis*.

Os dados de temperatura máxima foram obtidos do programa *Grads* do INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais e obtidos pelo INMET- Instituto Nacional de Meteorologia coletados pela estação de Barreira – BA. As séries temporais de temperatura máxima geradas pelo programa *Grads* foram analisadas juntamente a série gerada pelos dados obtidos da estação climatológica do INMET (observados). Os dados do observados corresponderam a uma média de temperatura máxima de 31,9°C seguido do cenário *Baseline* o qual apresentou uma média de temperatura máxima, para igual período, de valor correspondente a 29,8°C, indicando 2,0°C inferior aos dados do observado. Os cenários A2 e B2 apontaram um aumento de temperatura representando os anos de 2070 a 2100, respectivamente. A média anual do cenário A2 foi de 33,0°C, correspondendo a um aumento de 1,1°C em relação aos dados do observado, enquanto que o cenário B2 apresentou uma média anual de temperatura máxima de 32,7°C próxima a média do cenário A2 (Tabela 8).

O  $\Delta 1$  para a temperatura máxima da estação de Barreiras e o desvio padrão: (Obs+1DP) apontou uma média de 33,1, enquanto que a diferença para

os mesmos valores: (Obs - 1DP), resultou no valor de 30,8. Para o cálculo:  $\Delta 1 = (BL - B2)$  para a temperatura máxima, o valor resultante da média foi de 2,9. Para o cálculo:  $\Delta 2 = (BL - A2)$ , o valor da média correspondeu ao valor de 3,2. O  $\Delta 2$ , como esperado, indicou o valor de maior expressividade (Tabela 8).

7.1. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

O índice calculado para o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* resultou no valor de - 2,82 configurando um péssimo índice de validação do modelo. O índice do coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou o valor correspondente a 0,75 próximo a 1.

**Tabela 8 - Temperatura Máxima Estação Barreiras.**

Temperatura Máxima Barreiras (°C)	Observado 1960-1990	DP	PRECIS Baseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	PRECIS B2 1960-1990	PRECIS A2 270-2100	$\Delta 1=B2-BL$	$\Delta 2=A2-BL$
janeiro	31,1	1,19	26,3	32,3	29,9	32	32,5	5,2	5,7
fevereiro	31,0	1,35	27,8	32,3	29,6	32	33	4,2	5,2
março	31,0	1,03	27,0	32,0	30,0	32	33	5,0	6,0
abril	31,3	0,99	28,4	32,3	30,3	33	33	4,6	4,6
maio	31,5	0,95	31,0	32,4	30,5	33	33	2,0	2,0
junho	31,3	1,00	30,1	32,3	30,3	33	33	2,9	2,9
julho	31,6	0,76	30,4	32,4	30,9	33	33	2,6	2,6
agosto	33,4	0,84	32,0	34,2	32,6	33	33	1,0	1,0
setembro	34,8	0,81	33,0	35,6	34,0	33	33	0,0	0,0
outubro	33,8	1,78	32,2	35,5	32,0	33	33	0,9	0,9
novembro	31,8	1,81	31,1	33,6	29,9	33	33	1,9	1,9
dezembro	30,8	1,03	28,0	31,8	29,8	32	33	4,0	5,0
Média	31,9	1,1	29,8	33,1	30,8	32,7	33,0	2,9	3,1
R2=	0,69								
Ef.Nash_Sutcliffe=	-2,89								

## 7.2. Análise Gráfica:

Os dados gerados e observados do programa *Grads* para a temperatura máxima da estação de Barreiras expuseram uma tendência de linearização da média anual de temperatura. Um significativo acréscimo de temperatura foi observado contíguo a tendência de linearização, sobretudo para o cenário A2 seguido de cenário B2, o qual demonstrou pouca variação de temperatura máxima, diferentemente dos cenários *Baseline* e do observado (estação regional) o qual expuseram tendências semelhantes (Figura 23).

O gráfico da correlação de temperatura máxima, indicativo do período 1960 a 1990, entre os dados do cenário *Baseline* e os dados observados (estação regional), apresentou uma acentuada convergência para os dados analisado (Figura 24).

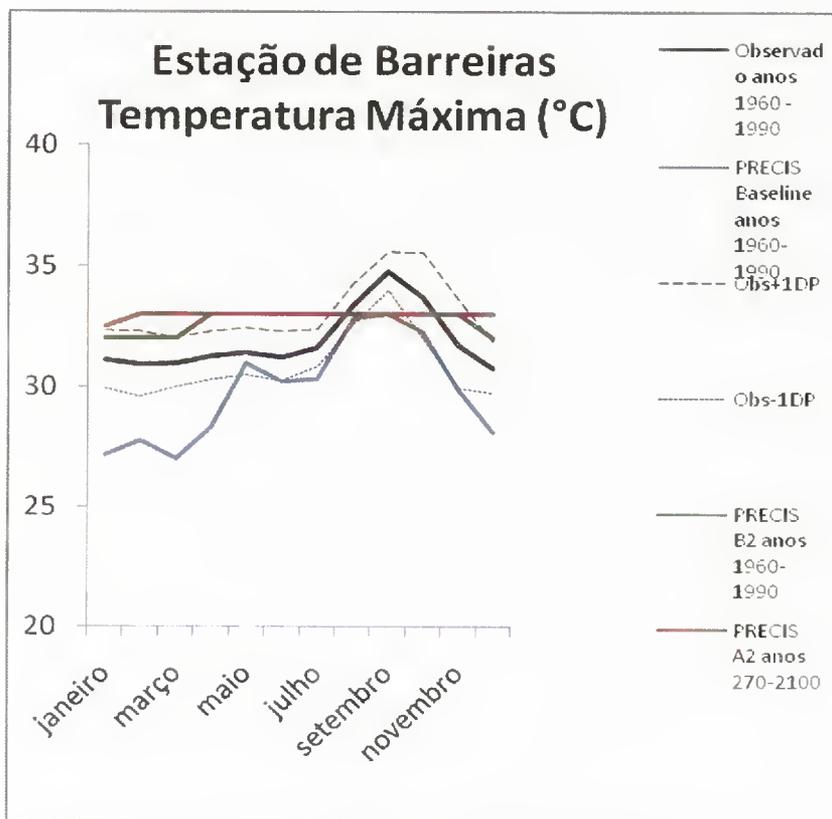
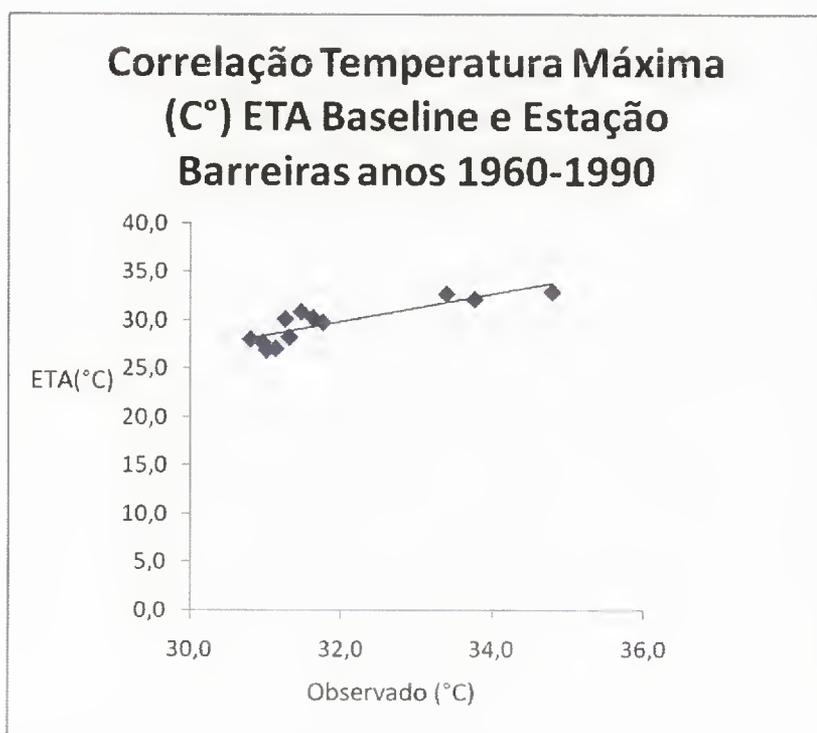


Figura 23 - Gráfico de Temperatura Máxima Estação Barreiras.



**Figura 24** - Gráfico de Correlação Temperatura Máxima Estação Barreiras.

## 8. A Estação Climatológica de Taguatinga:

Fonte de dados de precipitação da área de estudo a estação Principal de Taguatinga - To corresponde as coordenadas Lat : 12°24' S Long : 45°25' W Alt :603,59 m pertencente ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

### 8.1 Avaliação dos Dados de Precipitação.

Na estação de Taguatinga foram analisados dados de precipitação média correspondentes aos períodos de 1960 a 1990 e 2070 a 2100. As series climáticas geradas foram contrapostas. Para o intervalo anual compreendido entre 1960 a 1990, os dados do observado (estação regional) indicaram uma média de 135,6 mm enquanto que o cenário *Baseline* expôs uma média de 78,1 mm de precipitação, denotando uma redução de quase de 50% de precipitação para igual período em relação a série gerada a partir da estação regional. Os cenários A2 e B2 demonstraram uma diminuição extrema na precipitação para a projeção temporal entre os anos 2070 a 2100; cenário A2 = 25, 7 mm e cenário B2 = 31,5 mm (Tabela 9).

O cálculo da soma entre os dados da estação regional (observado) e o desvio padrão: (Obs+1DP) para a variável precipitação da estação de Taguatinga apresentou uma média de 213,7, enquanto que o resultado do cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), apresentou uma média de 66,5. A média do cálculo do  $\Delta 1$  para os dados da precipitação média para o cenário *Baseline* (anos 1960-1990) e o cenário B2 (anos 2070-2100), resultou no valor 27,8. Enquanto que a média do  $\Delta 2$  resultou no valor de 31,5, conotando uma média maior para a diferença do *Baseline* e o cenário A2 (Tabela 9).

## 8.2. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

Para a precipitação o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* apresentou o índice de valor 0,17 não aceitável à validação do modelo enquanto que o Coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou um índice de valor 0,79, próximo a 1, equivalendo a um bom índice.

**Tabela 9 - Precipitação Média Estação Taguatinga.**

Precipitação Média(mm) Estação Taguatinga	Observado 1960-1990	DP	ETA Baseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	ETA B2 2070-2100	ETA A2 2070-	$\Delta 1=BL-B2$	$\Delta 2=BL-A2$
janeiro	305,0	147,3	95,4	452,24	157,7	72,9	66,3	22,5	29,1
fevereiro	242,7	94,6	140,0	337,3	148,2	66,1	56,0	73,9	84
março	241,7	125,8	90,0	367,5	115,9	45,0	24,0	45,0	66
abril	128,9	81,8	45,0	210,7	47,0	15,0	15,0	30,0	30
maio	18,7	30,0	15,0	48,7	0,0	15,0	15,0	0,0	0
junho	4,3	13,0	15,0	17,3	0,0	15,0	15,0	0,0	0
julho	1,8	5,6	15,0	7,4	0,0	15,0	15,0	0,0	0
agosto	2,4	6,1	15,0	8,5	0,0	15,0	15,0	0,0	0
setembro	27,5	108,1	15,0	135,5	0,0	15,0	15,0	0,0	0
outubro	133,2	81,2	15,0	214,4	52,0	15,0	15,0	0,0	0
novembro	223,3	108,1	81,3	331,3	115,2	15,0	15,0	66,3	66,3
dezembro	297,7	136,0	168,9	433,8	161,7	73,5	42,3	95,4	126,6
<b>Total</b>	<b>1627,2</b>	<b>937,6</b>	<b>710,6</b>	<b>2564,8</b>	<b>797,7</b>	<b>377,5</b>	<b>308,6</b>	<b>333,1</b>	<b>402,0</b>
Média Obs	135,6	78,1	59,2	213,7	66,5	31,5	25,7	27,8	33,5
R2=	0,79								

Ef.Nash\_Sutcliffe= 0,17

### 8.3. Análise Gráfica:

A análise gráfica dos dados de precipitação indica que os dados que configuram a estação Taguatinga nos anos de 1960 a 1990 (observado) se mantiveram remotos aos dados dos cenários A2 e B2 (2070 a 2100). O cenário A2 demonstrou, como esperado, o pior cenário salientando uma queda brusca na precipitação e seguida de uma estabilização quase que o período anual inteiro, o cenário B2 acompanhou a queda de precipitação do cenário A2 de abril a novembro registrando níveis de precipitação inferior a 50 mm, e o cenário *Baseline* de maio a outubro. Os dados gerados pelo observado (estação regional) registraram índices nulos de precipitação para o período compreendido de junho a agosto (Figura 25).

O gráfico de correlação entre os dados de precipitação da estação de Taguatinga (observados) e o cenário *Baseline*, ambos representativos do mesmo período (1960 a 1990), expôs pouca convergência dos dados pluviométricos estudados, concorrendo apenas para os índices pluviométricos de 0 a 20 mm (Figura 26).

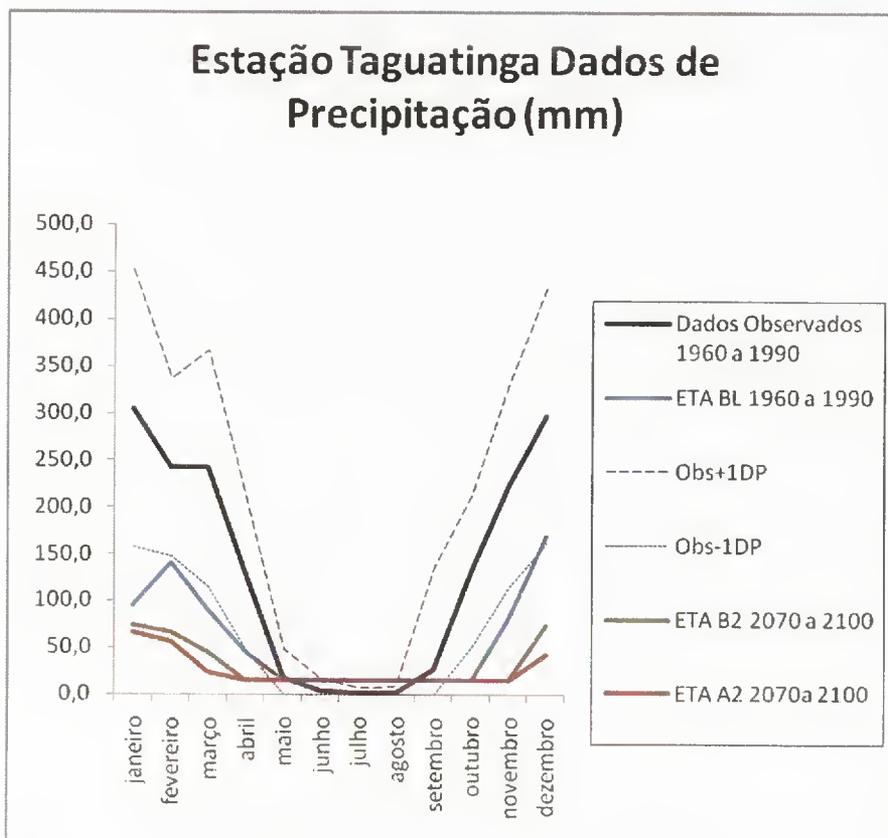


Figura 25 - Gráfico de Precipitação Estação Taguatinga.

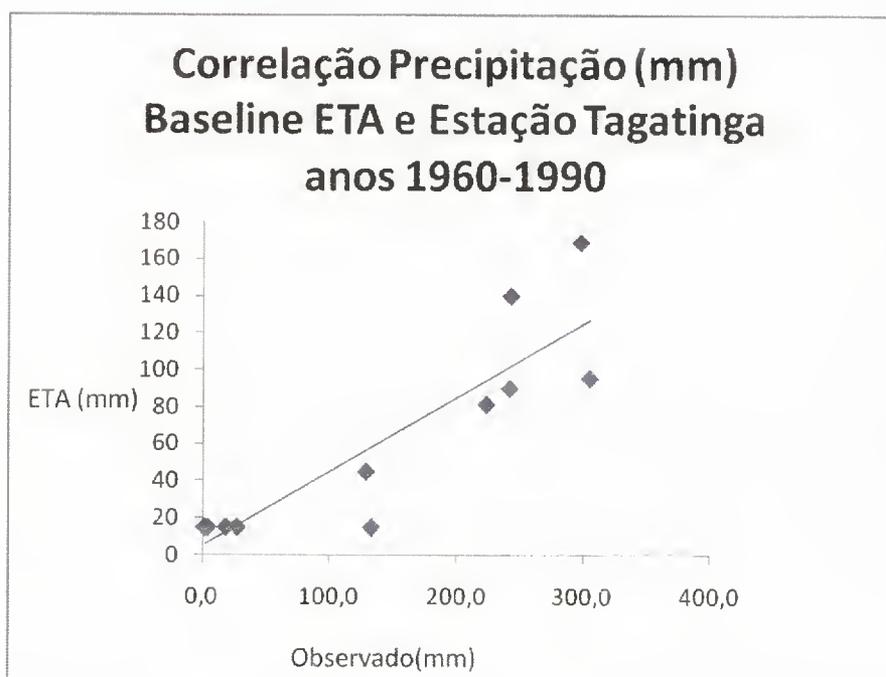


Figura 26 - Gráfico de Correlação Estação Precipitação Estação Taguatinga.

## 9. Avaliação dos Dados de Temperatura Média *Precis.*

Os dados de Temperatura Média da estação regional foram obtidos junto ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, coletados da estação de Tagatinga-To e os cenários A2 e B2 foram obtidos do programa *Grads* do INPE- Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. A média de temperatura média dos dados do observado, para o período de 1960 a 1990, representou uma média de 24,6°C, enquanto que nos cenários a média da temperatura média anual obtida foi de 28,7°C para o cenário A2 e 27,6°C para o cenário B2; ambos contemplando o período de anos de 2070 a 2100. Como já esperado o cenário A2 lançou a maior média anual de temperatura média entre as séries analisadas indicando uma projeção de futuro com um aumento de temperatura média acerca de 0,4°C em relação aos dados regionais (Tabela 10).

O cálculo da soma entre os dados da estação regional (observado) e o desvio padrão: (Obs+1DP) para a variável de temperatura média da estação de Taguatinga-To apresentou uma média de 25,3, enquanto que o resultado do cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs-1DP) apresentou uma média de 23,8.

### 9.2. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

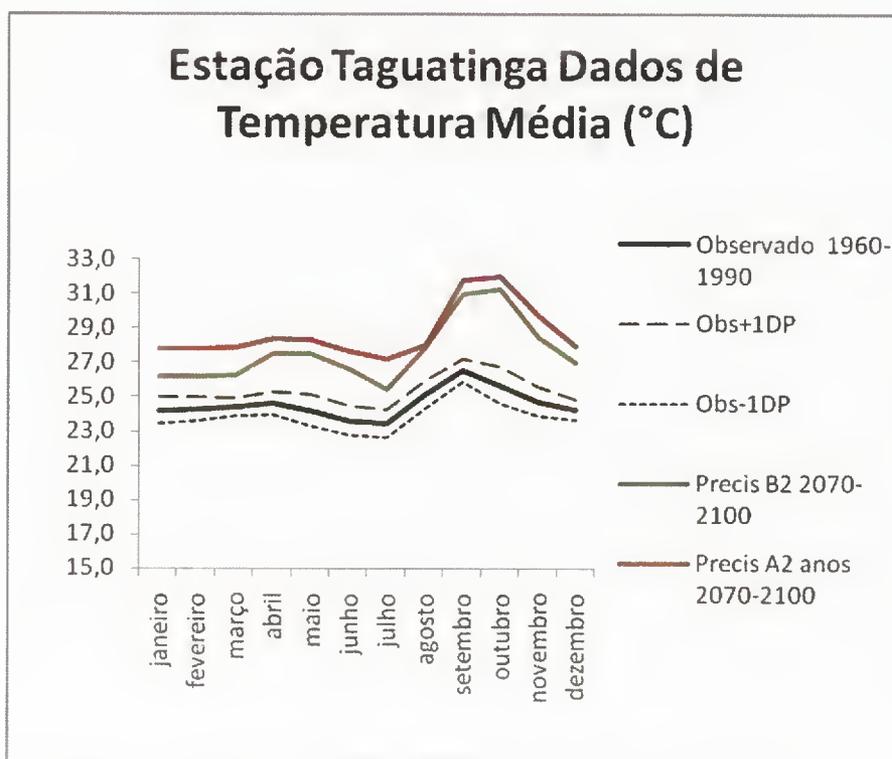
O valor calculado para o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* para avaliação do modelo empregado a análise da temperatura média foi de -1,10 configurando um péssimo índice de validação do modelo. O índice do coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) indicou um valor correspondente a 0,41.

Tabela 10 - Temperatura Média Estação Taguatinga.

Temperatura Média (°C) Taguatinga	Observado 1960-1990	DP	Obs+1DP	Obs-1DP	Precis B2 2070-2100	Precis A2 anos 2070-2100
janeiro	24,2	0,7	25,0	23,5	26,2	27,8
fevereiro	24,3	0,7	24,9	23,6	26,2	27,8
março	24,4	0,5	24,9	23,9	26,3	27,9
abril	24,6	0,7	25,3	24,0	27,6	28,4
maio	24,2	0,9	25,1	23,3	27,5	28,3
junho	23,6	0,8	24,4	22,8	26,6	27,7
julho	23,4	0,8	24,2	22,6	25,5	27,2
agosto	25,1	0,8	25,9	24,3	27,9	28,0
setembro	26,6	0,7	27,2	25,9	31,0	31,8
outubro	25,7	1,1	26,8	24,6	31,3	32,0
novembro	24,7	0,8	25,6	23,9	28,5	29,7
dezembro	24,3	0,5	24,8	23,7	27,0	28,0
<b>Média</b>	<b>24,6</b>	<b>0,8</b>	<b>25,3</b>	<b>23,8</b>	<b>27,6</b>	<b>28,7</b>
<b>R2=</b>	<b>0,41</b>					
<b>Ef.Nash_Sutcliffe=</b>	<b>-1,10</b>					

## 9.2. Análise Gráfica:

As séries temporais de temperatura média *Precis* dos cenários, A2 e B2, e os dados da estação regional (observado) foram contrapostas e analisadas graficamente. O gráfico demonstrou que os cenários A2 e B2 saltaram muito da série gerada pelos dados da estação regional. O cenário A2 apresentou os maiores índices de temperatura chegando a ultrapassar os 31,0°C no período de setembro a outubro, acompanhado do cenário B2 que se manteve todo o período cerca de 2,0° C, inferior apenas a temperatura indicada pelo cenário A2. Os dados da estação regional correram linearmente entre 23 a 25°C com exceção ao período de agosto a outubro onde ocorre um salto na média climática ficando um pouco acima dos 25°C (Figura 27).



**Figura 27** - Gráfico de Temperatura Média Estação Taguatinga.

#### 10. Avaliação dos Dados de Temperatura Média.

As séries anuais de temperatura média da estação de Taguatinga-To foram obtidas junto ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e plotadas do programa *Grads* empregado pelo INPE- Instituto Nacional de Pesquisa. As médias anuais de temperatura média conjeturadas configuraram os seguintes valores 24,6°C para os dados de terra (observado), 24,0°C para o cenário *Baseline*, 28,1 C° para o cenário A2 e 27,1°C para o cenário B2. O valor encontrado que mais se aproximam da média anual dos dados de terra (observado) é a média anual do cenário *Baseline*, ficando apenas 0,6 C° acima do observado, ressaltando que os dois cenários correspondem ao mesmo período 1960 a 1990. Para os cenários A2 e B2 as médias anuais de temperatura médias estudadas representaram um aumento significativo de temperatura cerca de 4,0°C para o cenário A2 e 3,0°C para o cenário B2, ressaltando que ambos os cenários correspondem ao intervalo anual de 2070 a 2100 (Tabela 11).

A soma entre os dados da estação regional (observado) e o desvio padrão: (Obs+1DP) e a diferença: (Obs-1DP) representam os mesmos valores que na análise para a temperatura média *Precis*, pois configuram as mesmas variáveis, resultando nas médias (Obs+1DP) = 23,5 e (Obs-1DP) = 23,8. O valor da média do  $\Delta 1$  para os dados de temperatura média do cenário *Baseline* (anos 1960-1990) e do cenário B2 (anos 2070-2100), foi de 3,0. Enquanto que a média do  $\Delta 2$  resultou no valor de 4,1, apontando uma média mais expressiva para a diferença do *Baseline* e o cenário A2 (Tabela 11).

10.1. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

O valor calculado para o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* foi de -1,10 configurando um péssimo índice de validação do modelo. O índice do coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou o valor correspondente a 0,41.

**Tabela 11 - Temperatura Média Estação Taguatinga.**

Temperatura Média (°C) Estação Taguatinga	Obsesrvado 1960-190	DP	ETA Baseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	ETA B2 2070-2100	ETA A2 2070-2100	$\Delta 1=B2-BL$	$\Delta 2=A2-BL$
janeiro	24,2	0,7	22,8	25,0	23,5	29,8	31,0	7,0	8,2
fevereiro	24,3	0,7	22,8	24,9	23,6	29,8	31,2	7,0	8,4
março	24,4	0,5	22,4	24,9	23,9	28,9	30,0	6,5	7,6
abril	24,6	0,7	24,3	25,3	24,0	27,8	28,4	3,5	4,1
maio	24,2	0,9	23,8	25,1	23,3	25,8	27,5	2,0	3,7
junho	23,6	0,8	23,3	24,4	22,8	23,1	24,0	-0,2	0,7
julho	23,4	0,8	25,1	24,2	22,6	23,0	23,8	-2,1	-1,3
agosto	25,1	0,8	25,7	25,9	24,3	23,0	24,3	-2,7	-1,4
setembro	26,6	0,7	26,2	27,2	25,9	25,8	26,6	-0,4	0,4
outubro	25,7	1,1	26,1	26,8	24,6	28,0	29,0	1,9	2,9
novembro	24,7	0,8	24,0	25,6	23,9	29,8	31,1	5,8	7,1
dezembro	24,3	0,5	22,0	24,8	23,7	30,0	30,8	8,0	8,8
<b>Média</b>	<b>24,6</b>	<b>0,8</b>	<b>24,0</b>	<b>25,3</b>	<b>23,8</b>	<b>27,1</b>	<b>28,1</b>	<b>3,0</b>	<b>4,1</b>
<b>R2=</b>	<b>0,41</b>								
<b>Ef.Nash_Sutcliffe=</b>	<b>-1,10</b>								

## 10.2. Análise Gráfica:

O gráfico concludente da análise da temperatura média anual da estação de Taguatinga para as séries temporais dos dados da estação regional, dos dados dos cenários, A2, B2 e *Baseline*, evidenciou uma diferença significativa entre as séries geradas, sobretudo as representativas dos cenários A2, B2 contrapostas à série dos dados de terra (observado), ressaltando que as séries anuais para os cenários A2 e B2 configuram os anos de 2070 a 2100 enquanto que para o cenário *Baseline* e o observado o intervalo anual é de 1960 a 1990, para esses dois últimos cenários as séries geradas configuraram uma maior analogia. É observada uma queda de temperatura média correspondente aos cenários A2 e B2 no período de maio a agosto em média de 6,0 °C, enquanto que nos cenários *Baseline* e observado ocorre um salto de temperatura no período de agosto a outubro em média de 2,5 °C (Figura 28).

O gráfico de correlação entre os dados de temperatura média da estação de Taguatinga (observados) e os dados do cenário *Baseline*, representativos do intervalo anual de 1960 a 1990, expuseram uma ampla aleatoriedade de valores representando pouca convergência para os dados estudados (Figura 29).

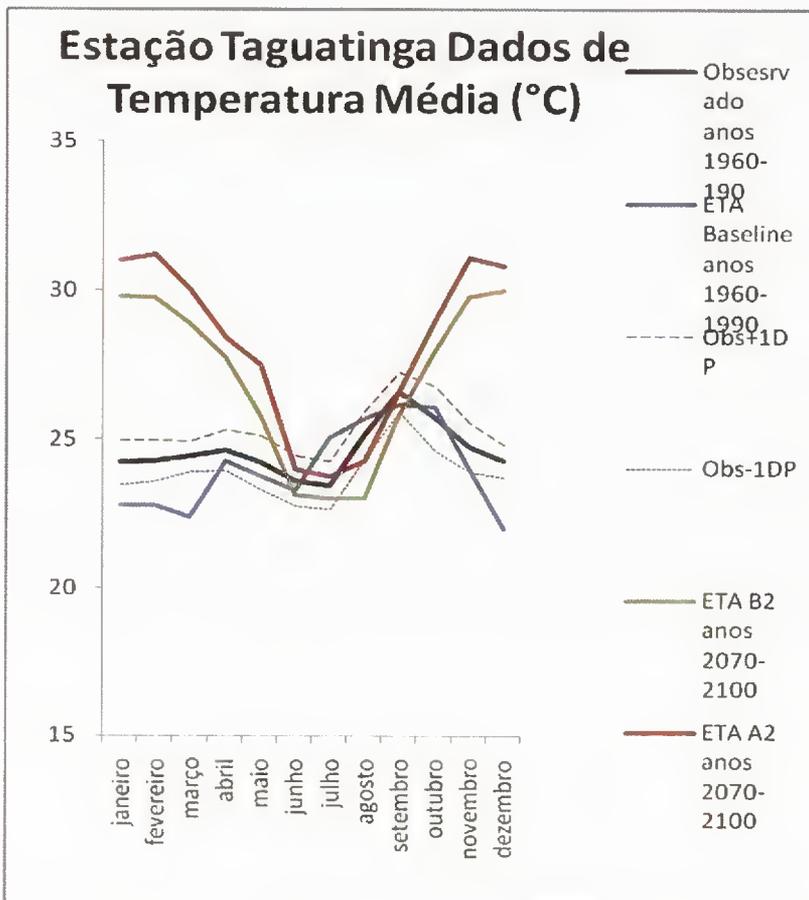


Figura 28 - Gráfico de Temperatura Média Estação Taguatinga.

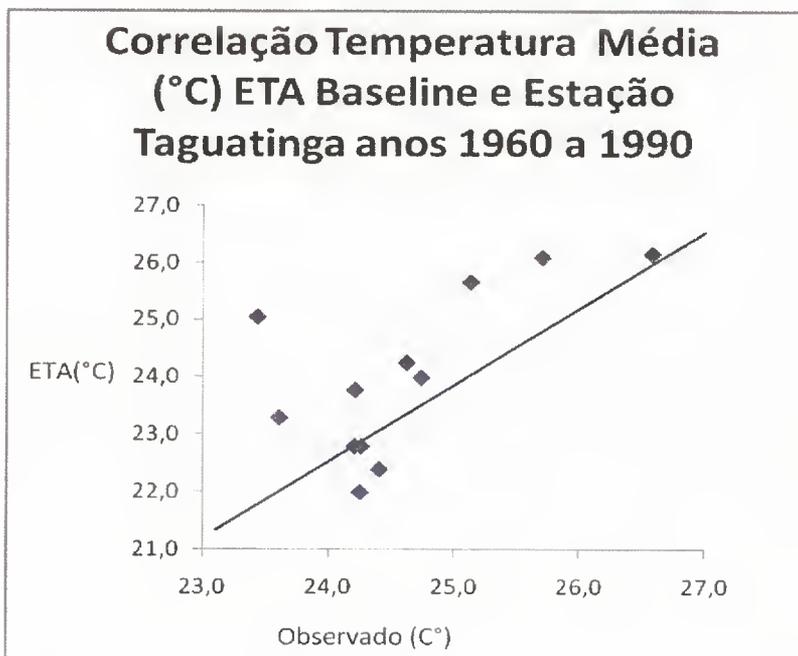


Figura 29 - Gráfico de Correlação Temperatura Média Estação Taguatinga.

## 11. Avaliação dos Dados de Temperatura Mínima.

Os dados de temperatura mínima foram obtidos junto ao INPE- Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais e obtidos pelo INMET- Instituto Nacional de Meteorologia; coletados pela estação de Tagatinga-TO. As séries temporais de temperatura mínima dos cenários, A2 e B2 e *Baseline* foram geradas pelo programa *Gards*, todas as séries foram contrapostas e analisadas. A média da temperatura dos dados do observado para o período de 1960-1990 foi de 19,9°C, para o cenário *Baseline* 19,3°C, apenas 0,6°C de diferença. Para o cenário A2 a média da temperatura obtida foi de 23,9°C e B2 23,2°C, configurando em média de 4,0 °C de acréscimo de temperatura mínima dos cenários correlativos aos anos 2070 a 2100 em relação aos cenários correlativos ao período pretérito (1960 a 1990) (Tabela 12).

A média da somatória do desvio padrão e os dados da estação regional (observado) para a variável de temperatura mínima expôs um valor de 20,7, enquanto que o resultado do cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), apresentou uma média de 19,1. O cálculo da média do  $\Delta 1$  para os dados de temperatura média para a estação de taguatinga derivou o valor de 3,8. É o cálculo da média do  $\Delta 2$  resultou no valor de 4,6, conotando uma média maior para a diferença do *Baseline* e o cenário A2 (Tabela 12).

11.1. Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

O valor calculado para o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* foi de 0,26 configurando um péssimo índice de validação do modelo. O índice do coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou o valor correspondente a 0,67.

**Tabela 12 - Temperatura Mínima Estação Taguatinga.**

Temperatura Mínima (°C) Estação Taguatinga	Observado 1960-1990	DP	PRECIS Baseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	PRECIS B2 2070-2100	PRECIS A2 2070-2100	$\Delta 1=B2-BL$	$\Delta 2=A2-BL$
janeiro	20,0	0,60	18,8	20,6	19,4	22,0	23,8	3,2	5,0
fevereiro	20,1	0,67	18,9	20,8	19,5	22,5	23,7	3,6	4,8
março	20,2	0,66	19,8	20,9	19,5	22,8	23,8	3,0	4,0
abril	20,1	0,67	18,8	20,8	19,5	23,0	23,8	4,2	5,0
maio	19,3	0,90	18,3	20,2	18,4	22,2	23,7	3,9	5,4
junho	18,3	1,08	18,2	19,4	17,2	21,6	22,3	3,4	4,1
julho	18,1	1,10	18,2	19,2	17,0	21,0	22,0	2,9	3,9
agosto	19,5	1,03	19,8	20,5	18,5	22,5	23,0	2,7	3,2
setembro	21,3	0,71	20,5	22,0	20,6	25,0	25,5	4,5	5,0
outubro	21,0	0,78	21,0	21,8	20,2	25,8	25,9	4,8	4,9
novembro	20,4	0,66	20,0	21,1	19,8	25,5	25,6	5,5	5,6
dezembro	20,1	0,60	19,8	20,7	19,5	24,0	24,0	4,2	4,2
<b>Média</b>	<b>19,9</b>	<b>0,8</b>	<b>19,3</b>	<b>20,7</b>	<b>19,1</b>	<b>23,2</b>	<b>23,9</b>	<b>3,8</b>	<b>4,6</b>
<b>R2=</b>	<b>0,67</b>								
<b>Ef.Nash_Sutcliffe=</b>	<b>0,26</b>								

## 11.2. Análise Gráfica:

Os cenários A2, B2, *Baseline* e observado (estação regional) relativos a temperatura mínima seguiu a mesma tendência ressaltada na análise das outras estações para a variável climática onde se observa que a série gerada pelo cenário *Baseline* acompanha a série anual dos dados da estação regional. Para os cenários A2 e B2 é observado um aumento significativo na temperatura mínima, sobretudo no período de extremos climáticos para a região de agosto a novembro, ressaltando que os cenários A2 e B2 configuram o intervalo anual de 2070 a 2100, enquanto que o cenário *Baseline* configura os anos de 1960 a 1990, assim como os dados da estação regional (Figura 30).

O gráfico de correlação para o período 1960 a 1990 entre os dados da variável de temperatura mínima da estação de Taguatinga (observados) e o cenário *Baseline* apresentou relevante convergência entre a série anual dos dados estudados (Figura 31).

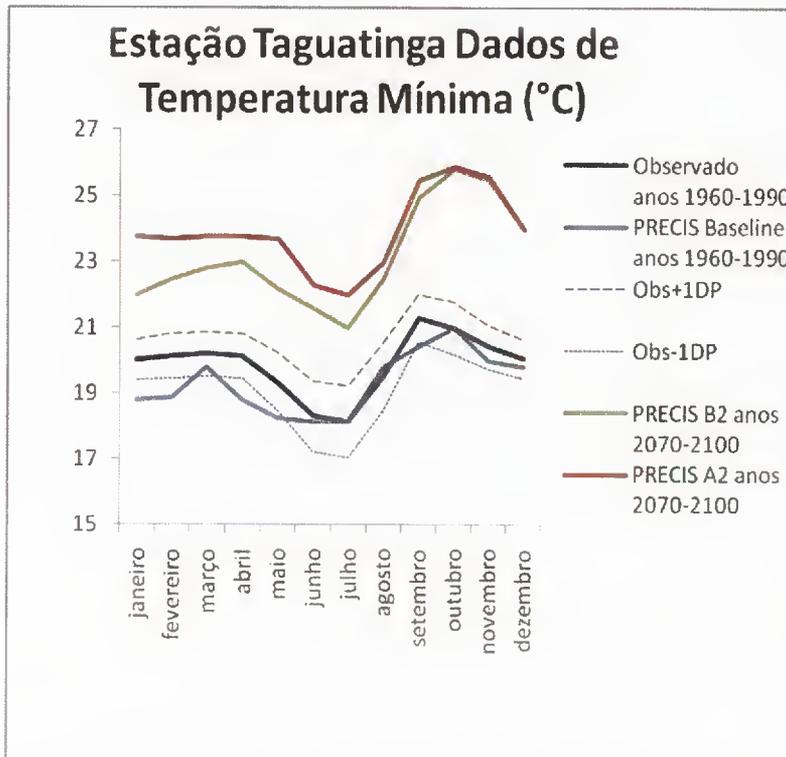


Figura 30 - Gráfico de Temperatura Mínima Estação Taguatinga.

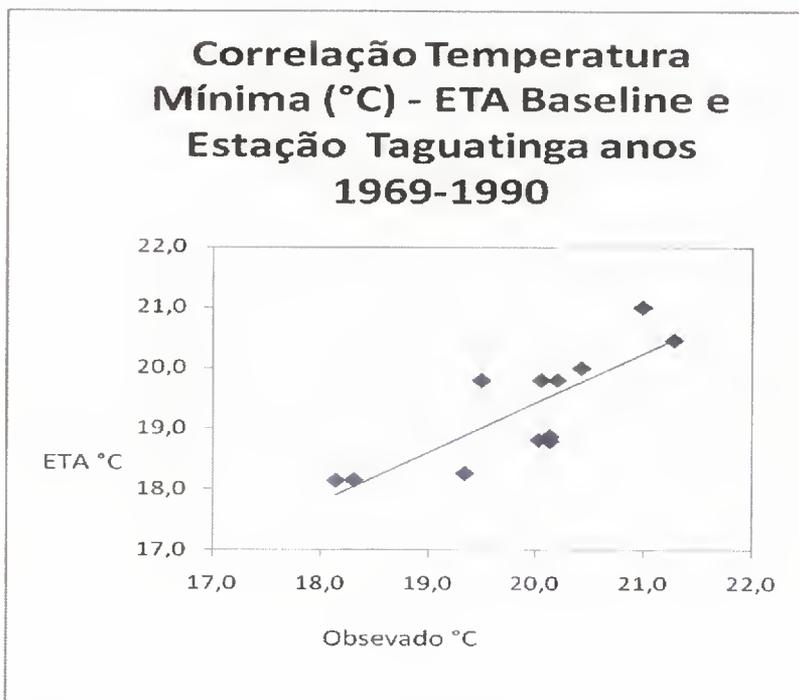


Figura 31 - Gráfico de Correlação Temperatura Mínima Estação Taguatinga.

## 12. Avaliação dos Dados de Temperatura Máxima.

Os dados de temperatura máxima aplicados à análise foram obtidos junto ao INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e ao INPE- Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. As séries geradas de temperatura máxima apresentaram um aumento expressivo, para os anos de 2070 a 2100, sobretudo o cenário A2 indicando o índice de 33,0°C linearmente para o ano inteiro, o cenário B2 expôs uma média anual de 32,6°C. O cenário *Baseline* apresentou uma média anual de temperatura máxima para o intervalo anual de 1960 a 1990 de 29,8°C e o observado apresentou o índice de 31,2°C de média anual de temperatura máxima para igual período, indicando um aumento de apenas 1,6°C respectivamente (Tabela 13).

A média do cálculo do  $\Delta 1$  para os dados de temperatura máxima para o cenário *Baseline* (anos 1960-1990) e o cenário B2 (anos 2070-2100), apresentou o valor 2,8. Enquanto que  $\Delta 2$  resultou na média de valor 3,2, conotando uma média maior para a diferença do *Baseline* e o cenário A2. O valor da média para o cálculo do (Obs+1DP) apresentou o valor indicativo de 32,2, enquanto que o cálculo da diferença para os mesmos valores: (Obs - 1DP), apresentou uma média de 30,1 (Tabela 13).

### 12.1 Avaliação do coeficiente de *Nash-Sutcliffe* e do Coeficiente de Determinação Múltipla ( $R^2$ ).

O valor calculado para o coeficiente de *Nash-Sutcliffe* foi de -1,26 expondo um péssimo índice de validação do modelo. O índice do coeficiente de determinação Múltipla ( $R^2$ ) apresentou um bom índice correspondente a 0,77.

**Tabela 13 - Temperatura Máxima Estação Taguatinga.**

Temperatura máxima (°C) Estação Taguatinga	Observado 1960-1990	DP	PRECIS Baseline 1960-1990	Obs+1DP	Obs-1DP	PRECIS B2 2070-2100	PRECIS A2 2070-2100	$\Delta 1=B2-BL$	$\Delta 2=A2-BL$
janeiro	30,2	1,32	27,1	31,5	28,8	31	33	3,9	5,9
fevereiro	30,3	1,11	27,8	31,4	29,2	31	33	3,2	5,2
março	30,4	0,78	27,0	31,2	29,6	32	33	5,0	6,0
abril	30,8	1,08	28,3	31,9	29,7	33	33	4,7	4,7
maio	31,0	0,90	30,9	31,9	30,1	33	33	2,1	2,1
junho	30,7	0,88	30,2	31,6	29,8	33	33	2,8	2,8
julho	30,8	0,85	30,3	31,7	30,0	33	33	2,7	2,7
agosto	33,6	0,90	32,8	34,5	32,7	33	33	0,2	0,2
setembro	33,6	0,95	33,0	34,6	32,7	33	33	0,0	0,0
outubro	32,1	1,50	32,2	33,6	30,6	33	33	0,8	0,8
novembro	30,7	1,33	29,8	32,0	29,3	33	33	3,2	3,2
dezembro	30,1	1,02	28,1	31,1	29,0	33	33	4,9	4,9
<b>Média</b>	<b>31,2</b>	<b>1,1</b>	<b>29,8</b>	<b>32,2</b>	<b>30,1</b>	<b>32,6</b>	<b>33,0</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>
<b>R2=</b>	<b>0,77</b>								
<b>Ef.Nash_Sutcliffe=</b>	<b>-1,26</b>								

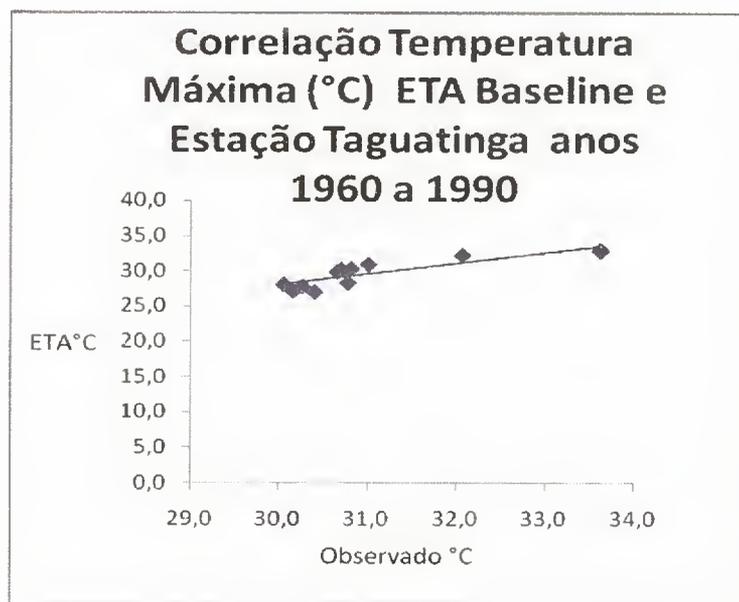
## 2.2. Análise Gráfica:

No estudo gráfico para a Estação de Taguatinga para temperatura máxima o presente estudo ressalta a linearidade exposta pelo cenário A2, indicando para o intervalo anual de 2070 a 2100 uma temperatura máxima de 33°C, o cenário B2 acompanha a linearização do cenário A2 a partir do mês de abril se estendendo até dezembro, de janeiro a abril os índices de temperatura máxima para o cenário B2 apontam de 31°C a 33°C. O cenário *Baseline* acompanhou a série gerada pelos dados do observado (estação de regional) quase que o período anual completo deslocando-se apenas no período de janeiro a maio, expondo uma queda de temperatura cerca de 4,0°C em relação ao cenário observado (Figura 32).

O gráfico da correlação entre os dados de temperatura máxima da estação de Taguatinga (observados) e o cenário *Baseline* para o intervalo anual de 1960 a 1990 apresentou uma correlação de valores significativa (Figura 33).



**Figura 32** - Gráfico de Temperatura Máxima Estação Taguatinga.



**Figura 33** - Gráfico de Correlação Temperatura Máxima Estação Taguatinga.

Os dados gerados de temperatura e precipitação das estações estudadas e do programa Grads estão postos nas tabelas abaixo.

Tabela 14 – Modelos, Estações INMET e Variáveis Climáticas.

ESTAÇÕES INMET ANOS 1960-1990	MODELOS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA (°C)	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)
BARREIRAS (INMET)	OBSERVADO	93,8	24,3	18,1	31,9
	ETA/A2	18,3	26,3 Erro!	-	-
	ETA/B2	21,9	Vínculo não válido. 28,3	-	-
	PRECIS/A2	-	26,8	23,1	33,0
	PRECIS/B2	-	23,4	21,8	32,7 Erro!
	BASELINE	46,9	0,48	19,3	Vínculo não válido.
	R <sup>2</sup>	0,73	-0,97	0,28	0,75
	NASH	0,24		0,01	-2,82
TAGUATINGA (INMET)	OBSERVADO	135,6	24,6	19,9	31,2
	ETA/A2	25,7	28,1	-	-
	ETA/B2	31,5	27,1	-	-
	PRECIS/A2	-	28,7	23,9	33,0
	PRECIS/B2	-	27,6	23,2	32,6
	BASELINE	59,2	24,0	19,3	29,8
	R <sup>2</sup>	0,79	0,41	0,67	0,77
	NASH	0,17	-1,10	0,26	-1,26

**Tabela 15 – Modelos, Estações ANA e Variáveis.**

<b>ESTAÇÕES ANA ANOS 1960-1990</b>	<b>MODELOS</b>	<b>PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)</b>
<b>DEROCAL N° 1245005</b>	<b>OBSERVADO ETA/A2 ETA/B2 BASELINE R<sup>2</sup> NASH</b>	<b>92,5 18,5 22,2 49,6 0,81 0,36</b>
<b>SÍTIO GRANDE N° 1245001</b>	<b>OBSERVADO ETA/A2 ETA/B2 BASELINE R<sup>2</sup> NASH</b>	<b>87,9 19,6 23,8 47,7 0,75 0,37</b>

## 4.2. Evapotranspiração da região de estudo

O presente trabalho tem como designo a determinação da evapotranspiração da região de estudo nas estações de Barreiras e Taguatinga, estações climatológicas do INMET, nos períodos compreendidos de 1960 a 1990 e 2070 a 2100. Devido a ausência de dados de umidade relativa e vento o método utilizado para a determinação da evapotranspiração foi o de Hargreaves e Samani (1985), o qual utiliza variáveis de radiação.

Hargreaves desenvolveu uma abordagem que exige apenas duas observações (máxima e mínima da temperatura do ar), a fim de determinar evapotranspiração referência (ET<sub>o</sub>). O mesmo é recomendado para ser usado, em base mensal ou semanal, no local onde os dados são insuficientes (Asalam e Oki, 2006).

Os resultados da variável de evapotranspiração da estação de Barreiras expuseram uma média anual de 3,90 mm.dia<sup>-1</sup>, apresentando as maiores valores no período compreendido de setembro a janeiro (Tabela 16). Ressaltando que os anos analisados compreenderam ao intervalo anual de 1961 a 1980, por falta de dados das variáveis de temperatura para esta estação. A média para o cenário *Baseline* apresentou um índice equivalente a 3,38 mm.dia<sup>-1</sup> expondo um menor valor para a estação de Barreiras com igual período (Tabela 17). A média anual para o período projetado de 2070 a 2100 do cenário B2 resultou no valor de 3,73 mm.dia<sup>-1</sup> (Tabela 18). Para o cenário A2 a média anual foi de 3,67mm.dia<sup>-1</sup> apresentando os maiores valores no período de outubro a fevereiro (Tabela 19).

A estação de Taguatinga apresentou o resultado da variável de evapotranspiração, para os anos de 1961 a 1990, uma média anual de 3,58 mm.dia<sup>-1</sup>, apresentando as maiores médias no período de setembro a dezembro (Tabela 20), acompanhando o período da estação de Barreiras. O cenário *Baseline* apresentou o índice de evapotranspiração de 3,40 mm.dia<sup>-1</sup>, muito próximo ao índice encontrado para a estação de Taguatinga (Tabela 21). Para o período projetado compreendido entre os anos de 2070 a 2100, a média de evapotranspiração para o cenário B2 foi de 3,51 mm.dia<sup>-1</sup> (Tabela 22), e para o

cenário A2 foi de 3,54 mm.dia<sup>-1</sup> (Tabela 23), o meses que expuseram as maiores médias, em ambos os cenários, foram de outubro a fevereiro.

Os valores encontrados para o período projetado entre os anos 2070 a 2100, representativo dos cenários A2 e B2, para as médias de evapotranspirações não diferiram de forma significativa aos valores obtidos das estações de Taguatinga e Barreiras, denotando apenas uma pequena redução.

Segue abaixo tabelas calculadas por meio da formula de Hargreaves e Samani (1985) para as estações de estudo.

**Tabela 16 - Evapotranspiração Estação Barreiras - BA.**

<b>Estação de Barreiras Anos 1960 a 1990</b>	<b>Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).</b>
janeiro	4,06
fevereiro	3,94
março	3,86
abril	3,52
maio	3,28
junho	3,25
julho	3,49
agosto	4,00
setembro	4,59
outubro	4,53
novembro	4,18
dezembro	4,08
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,90</b>

**Tabela 17 - Evapotranspiração Barreiras *Baseline*.**

<b>Estação de Barreiras <i>Baseline</i> Anos 1960 a 1990</b>	<b>Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).</b>
janeiro	3,51
fevereiro	3,73
março	3,10
abril	3,16
maio	2,96
junho	2,66
julho	2,79
agosto	3,07
setembro	3,60
outubro	3,92
novembro	4,18
dezembro	3,84
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,38</b>

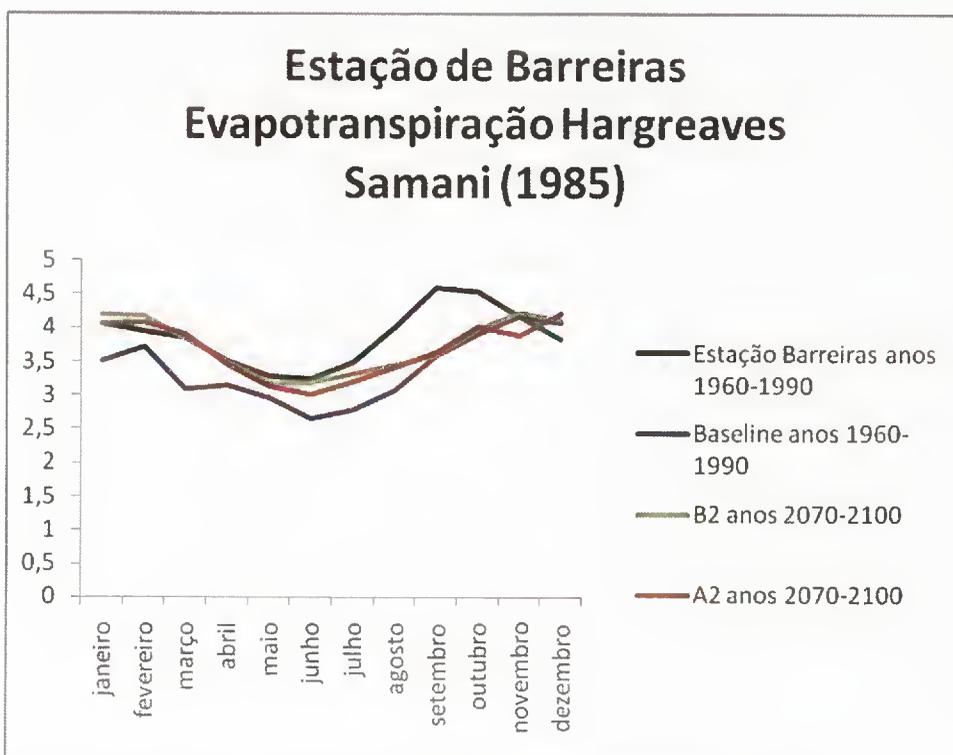
**Tabela 18 - Evapotranspiração Barreiras *Precis B2*.**

<b>Estação de Barreiras <i>Precis B2</i> Anos 2070-2100</b>	<b>Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).</b>
janeiro	4,21
fevereiro	4,18
março	3,84
abril	3,51
maio	3,16
junho	3,17
julho	3,31
agosto	3,44
setembro	3,58
outubro	3,98
novembro	4,24
dezembro	4,12
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,73</b>

**Tabela 19 - Evapotranspiração Barreiras *Precis* A2.**

<b>Estação de Barreiras <i>Precis</i> A2 Anos 2070-2100</b>	<b>Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).</b>
janeiro	4,06
fevereiro	4,07
março	3,90
abril	3,45
maio	3,13
junho	3,01
julho	3,20
agosto	3,41
setembro	3,64
outubro	4,02
novembro	3,89
dezembro	4,21
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,67</b>

A apreciação gráfica das séries de evapotranspiração da estação de Barreiras expôs a convergência entre os cenários B2 e A2, respectivos do intervalo anual de 2070 a 2100. O cenário *Baseline* evidenciou os mais baixos índices de evapotranspiração, a série de evapotranspiração gerada pelos dados da estação Barreiras apresentou os índices mais altos sobretudo de setembro a outubro ficando em torno de 4,5 mm.dia<sup>-1</sup> (Figura 34).



**Figura 34** - Gráfico Estação de Barreiras Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).

**Tabela 20** - Evapotranspiração Estação Taguatinga - To.

Estação de Taguatinga Anos 1960-1990	Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).
janeiro	3,07
fevereiro	3,84
março	3,68
abril	3,36
maio	3,06
junho	2,95
julho	3,07
agosto	3,47
setembro	3,94
outubro	4,03
novembro	3,94
dezembro	3,89
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,58</b>

**Tabela 21 - Evapotranspiração Taguatinga *Baseline*.**

<b>Estação de Taguatinga <i>Baseline</i> Anos 1960-1990</b>	<b>Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).</b>
janeiro	3,39
fevereiro	3,48
março	2,95
abril	3,16
maio	3,16
junho	2,89
julho	3,13
agosto	3,50
setembro	3,94
outubro	4,09
novembro	3,80
dezembro	3,35
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,40</b>

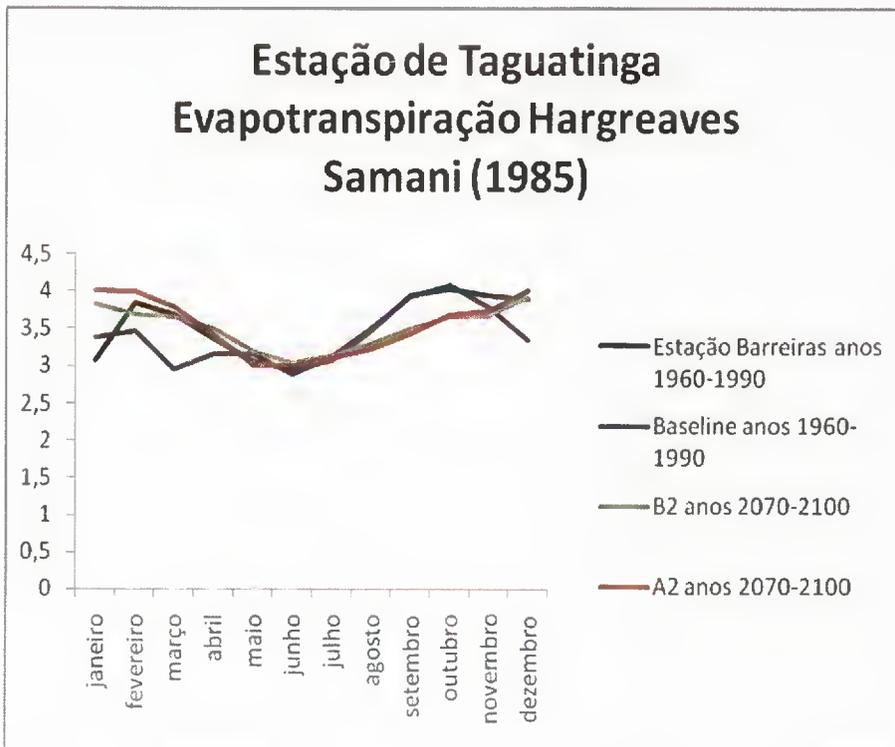
**Tabela 22 - Evapotranspiração Taguatinga *Precis B2*.**

<b>Estação de Taguatinga <i>Precis B2</i> Anos 2070-2100</b>	<b>Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).</b>
janeiro	3,82
fevereiro	3,69
março	3,66
abril	3,50
maio	3,19
junho	3,04
julho	3,14
agosto	3,30
setembro	3,50
outubro	3,66
novembro	3,67
dezembro	3,93
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,51</b>

**Tabela 23 - Evapotranspiração Taguatinga *Precis A2*.**

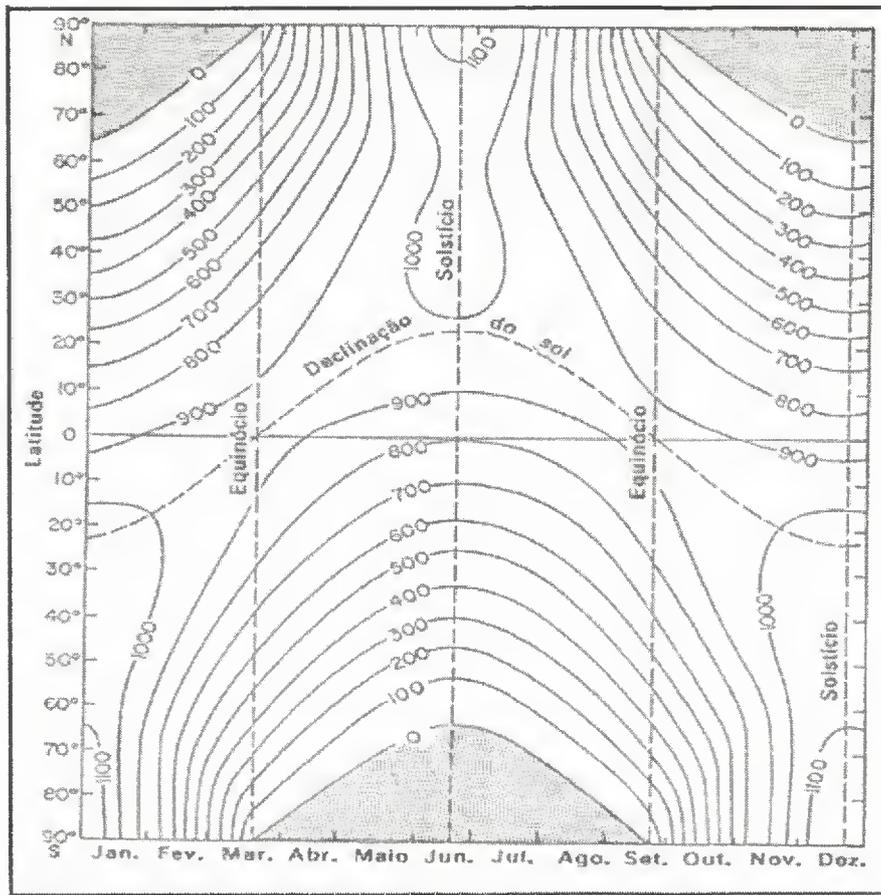
<b>Estação de Taguatinga <i>Precis A2</i> Anos 2070-2100</b>	<b>Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985).</b>
janeiro	4,01
fevereiro	4,00
março	3,79
abril	3,41
maio	3,01
junho	3,01
julho	3,12
agosto	3,23
setembro	3,44
outubro	3,69
novembro	3,74
dezembro	4,01
<b>Média mm.dia<sup>-1</sup></b>	<b>3,54</b>

Na análise gráfica das séries de evapotranspiração da estação de Taguatinga é observada uma homogeneização entre os cenários B2 e A2, respectivos do intervalo anual de 2070 a 2100. O cenário da estação de Barreiras acompanha a tendência de queda dos cenários A2 e B2 até o mês de agosto apresentando uma estabilização seguida de um aumento do índice de evapotranspiração acompanhado pelo cenário Baseline representativo de igual período (Figura 35).



**Figura 35** - Gráfico Estação Taguatinga Evapotranspiração Hargreaves e Samani (1985).

Para o cálculo da evapotranspiração de Hargreaves e Samani (1985) foi utilizado a variância anual de irradiância solar ( $L_y \text{ Dia}^{-1}$ ) em função da latitude e época do ano. Segue abaixo planilha de referencia do estudo para o cálculo da irradiância solar aplicada na fórmula empregada.



**Figura 36** - Variância anual da irradiância solar ( $\text{Ly Dia}^{-1}$ ) sobre uma superfície Horizontal no topo da atmosfera em função da latitude e época do ano. **Fonte:** Vianello e Alves 1991.

**Tabela 24 - Cálculo da Radiação Solar da Região das Estações.**

<b>Estações: Barreiras, S. Grande, Taguatinga, Derocal</b> (Lat = 12° 09' S Alt. = 450 m)			
<b>Mês</b>	<b>R<sub>o</sub></b> (Ly / dia)	<b>R<sub>g</sub></b> (Ly / dia)	<b>R<sub>g</sub></b> (mm/dia)
Jan	970	736	12,6
Fev	960	729	12,5
Mar	920	698	11,9
Abr	820	622	10,6
Mai	720	546	9,3
Jun	680	516	8,8
Jul	700	531	9,1
Ago	750	569	9,7
Set	850	645	11,0
Out	930	706	12,1
Nov	970	736	12,6
Dez	980	744	12,7

## VI – CONCLUSÕES

O estudo das variáveis climáticas para a região de estudo indicou um aumento significativo de temperatura e uma diminuição gradual do índice de precipitação para os períodos estudados, intervalos anuais de 1960 a 1990 e 2070 a 2100.

Segundo os resultados encontrados conclui-se que as médias climáticas obtidas a partir dos Modelos de Circulação Regional (ETA e *Precis*) superestimam os dados de estações regionais para o mesmo período analisado, cenário *Baseline*, representativo dos anos 1960 a 1990. Para o período pretérito, cenário A2 e B2, (anos 2070 a 2100) fora observado um aumento expressivo no índice de temperatura, sobretudo para o cenário A2.

O *hindcasting* realizado pela análise gráfica dos modelos gerados dos anos de 1960 a 1990 para os anos de 2070 a 2100, baseado em dados das estações regionais, expôs as mesmas tendências quanto ao aumento de temperatura e diminuição de precipitação para as estações estudadas, porém os valores entre as médias das variáveis climáticas dos cenários A2, B2, *Baseline* e as médias das variáveis climáticas das estações regionais apresentaram uma significativa distancia de valores.

O índice do coeficiente de *Nash-Suitcliffe* empregado nas variáveis climáticas de temperatura e precipitação apresentou valores desarmônicos com o indicativo de bom índice.

Os resultados obtidos das séries temporais para evapotranspiração expuseram uma média anual em torno de 4,00 mm.dia<sup>-1</sup> denotando um índice já esperado para a região, ressaltando que o cálculo empregado foi o de Hargreaves e Samani (1985) por falta de dados de variáveis de umidade para a região de estudo nos órgãos federais de jurisdição. Os índices de evapotranspiração dos cenários A2 e B2 para o período de 2070 a 2100 expuseram uma pequena

redução nos valores estipulados em relação aos índices das estações regionais estudadas.

A diminuição dos índices de precipitação e o aumento expressivo de temperatura indicado para o intervalo anual de 2070 a 2100 na região de estudo sugere uma perspectiva pessimista quanto ao emprego da agricultura na bacia do Rio das Fêmeas requerendo, por conseguinte, uma demanda maior no volume de irrigação, uma diminuição de outorgas para a bacia, assim como adaptação as culturas empregadas aos novos cenários climáticos à região de estudo.

O cenário climático o qual exige trabalhar com incertezas promove a tomada de decisões e aplicação de medidas mitigadoras, por parte das autoridades locais e por parte da população. O presente trabalho insta algumas das possíveis medidas mitigadoras a serem tomadas na região de estudo; a prática de projetos voltados ao mercado de carbono para os pequenos produtores, projetos que vislumbrem a educação ambiental a toda a população ribeirinha, apresentação da problemática e a busca por soluções multidisciplinares englobando medidas adaptativas a agricultura local.

## VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIBA – **Associação de Agricultores e Irrigantes do Oeste da Bahia**. 2009. Disponível em: [www.aiba.com.br](http://www.aiba.com.br).

ALKAEED, O; FLORES, C; JINNO; K; TSUTSUMI, A. **Comparison of several reference evapotranspiration methods for itoshima peninsula area, fukuoka, japan**. Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu University, Vol. 66, No.1, March 2006. 14p.

ALVES, J. M. B; COSTA, A. A; SOMBRA, S. S; CAMPOS, J. N. B; FILHO, F. A. S; E. S.P; MARTINS, E. S. P. R; SILVA, E. M. S; SANTOS, A. C. S; BARBOSA, H. A; MELCIADES, W. L. B; MONCUNNIL, D. F. **Um estudo inter-comparativo de previsão sazonal estatística dinâmica de precipitação no nordeste do brasil**. v.22, n.3, 354-372, 2007.

AMORIM, J. V. **Avaliação hidrogeológica do aquífero urucuia na bacia do rio das fêmeas usando ip-resistividade**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003, 82 p.

ANA/GEF/PNUMA/OEA 2004. **Enquadramento dos corpos d'água. estudotécnico de apoio ao pbhsf – nº 05. subprojeto 4.5c– plano decenal de recursos hídricos da bacia** Hidrográfica do Rio São Francisco-PBHSF .(2004-2013) 111p.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2005. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no brasil**. Caderno de Recursos Hídricos, 123p.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zanidos Santos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BAHIA. Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia. **Atlas climatológico do Estado da Bahia: análise espacial da pluviosidade**. Salvador: SEPLANTEC, 179p. Documento, 2., 1976.

BALDISSERA, G. C. **Aplicabilidade de modelo de simulação hidrográfica swat (soil and water assesment tool), para a bacia hidrográfica do rio cuiabá/mt**. Dissertação de Mestrado em Física e Meio Ambiente – Instituto de ciências Ambientais da Terra. 2005. 144p.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social Área de Planejamento. **Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima**. Assessoria Especial de Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia - Coordenação de Pesquisa em Mudanças Globais. Setembro de 1999.

BONFIM, L. F. C; GOMES, R. A. A. D. **Aqüífero urucuaia – geometria e espessura: idéias para discussão**. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 13, Cuiabá (MT), 2004.

BRAMBILA, M. C. V; FERREIRA, N. J; VELHO, H. F. C. **Downscaling estatístico para previsão de precipitação sobre o sudeste do Brasil**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE CPTEC, Laboratório de Computação. São José dos Campos – SP Brasil. 2004.

CAMARGO, A.P; CAMARGO, M.B.P. **Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial**. *Bragantia*, Campinas, v.2, n.59, p. 125-137, 2000.  
CARLOS, E. M. TUCCI, BENEDITO C. DA SILVA, WALTER COLLISCHONN, JOSÉ A. MARENGO, GILVAN SAMPAIO, SIN CHAN CHOU, PEDRO LEITE DA SILVA DIAS. **Previsão de vazão de longo prazo na bacia do rio são francisco III**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). 2007. 13 p.

CASTRO, M. A. H. SILVA, E. M. **Análise da climatologia de precipitação simulada em escala regional usando downscaling dinâmico sobre a região**

**norte do nordeste do brasil** Rev. Tecnol., Fortaleza, v. 26, n. 2, p. 124-133, dez. 2005.

CHAVES, R. R. **Resposta de um modelo de circulação geral do oceano ao campo de tensão de cisalhamento do vento produzido por um modelo de circulação geral da atmosfera e reanálises.** Imboacica - Macaé/RJ. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.3, 437-450, 2005.

CHOU, S.C; SILVA, J. **Objective evaluation of eta model precipitation forecast over south America.** Climalise. 4, <http://www.cptec.inpe.br/products/cliamamalise/artigos/ets.html>, 1999.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MARIN, F. R. **Estimativa da evapotranspiração de referência utilizando os métodos de hargreaves-samani e do tanque classe a.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. Anais. Campinas: UNICAMP, 2005.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente.** 1. ed. São Paulo: Atual, 1998. 88 p

CONTI, J.B. **Considerações sobre mudanças climáticas globais.** IN: SANTANA NETO, J. L. e ZAVATINI, J. A. (org). Variabilidade e mudanças climáticas. Maringá: Eduem, 2000, p. 17 – 28.

CORREIA, F. W. S. **Modelagem do impacto de modificações da cobertura vegetal amazônica no clima regional / f. w. s. correia. – são josé dos campos: instituto nacional de pesquisas espaciais (INPE), 2006. 422 p.**

COSTA, P. N. F. **Verificação do modelo de circulação geral da atmosfera do cptec/cola: ciclo hidrológico e processos de superfície / p. n. f. Costa. – São José dos Campos: INPE, 1997. 83p. – (INPE-12273-TDI/984).**

CUNHA, S. B. **Bacias hidrográficas.** In: GUERRA, A. J. T. (org) Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. P. 229-265.

FERREIRA, N. J.; SANCHES, M.; SILVA DIAS M. A. F. **Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña.** Revista Brasileira de Meteorologia. v.19, n.1, p.73-88, 2004.

FRANÇA, V. D. J. da, **Avaliação da metodologia de previsão de nevoeiro e visibilidade horizontal do modelo eta.** Dissertação de Mestrado do Curso de Pos-Graduação em Meteorologia, INPE, São José dos Campos, SP, 2008. 173 p.

GALVÃO, C. O; TRIGO, R. M. **Downscaling da precipitação e temperatura de modelos de circulação global para a escala de bacia hidrográfica.** 1999, 15 p.

GASPAR, M. T. P. **Sistema aquífero urucuia: caracterização regional e proposta de gestão.** Instituto de Geociências - UnB Brasília-DF, 2006. 214.p.

GOTTSCHALK, L.; MOTOVILOV, Y. **Macro-scale hydrological modelling – a Scandinavian experience.** International Symposium on: 'Can science and society save the water crisis in the 21st century – Reports from the World Japan Society of Hydrology and Water Resources. 2000, Tokyo. p. 38-45.

HANSEN, J. SATO, M. RUEDY, R. LO, K. LEA, D. W. ELIZADE, M. M. **Global temperature change.** National Aeronautics and Space Administration Goddard Institute for Space Studies, Columbia University Earth Institute, and Sigma Space Partners, Inc. 2880 Broadway, New York, NY, July 31, 2006.

HARGREAVES, G.H., **Moisture availability and crop production evaporation, agric. eng.** vol 18, no.5, 1975 p.980-984

HASTENRATH, S. **Interannual and longer-term variability of upper air circulation in the northeast brazil-tropical atlantic sector.** J Geophys Res. 2001, p 105, 7327-7335.

HENDERSON-SELLERS, A. PITMAN, A. J. **Land-surface schemes for future climate models: specification, aggregation, and heterogeneity.** J. Geophys. Res.,97: 2687-2696, 1992.

HENRIQUE, F. A. N; DANTAS, R. T. **Estimativa da evapotranspiração de referência em campina grande, paraíba.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.11, n.6, p.594–599, Campina Grande, PB, 2007.

HERMANN, J. A; STABENO, P. J; HAIDVOGEL, D. B; MUSGRAVED, D. L. **A regional tidal/subtidal circulation model of the southeastern bering sea: development, sensitivity analyses and hindcasting.** Deep-Sea Research II 49. 2002. 5945–5967p.

Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 1990: the ipcc scientific assessment.** Cambridge, Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 1990.

Intergovernmental Panel on Climatic Change. **IPCC climate change 2001: the scientific basis,** in Houghton, J. t. and Ding, Y (eds.), Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

Intergovernmental Panel on Climatic Change. **IPCC climate change 2003: good practice guidance for land use, land-use change and forestry.** Kanagawa, Japan, Institute for Global Environmental Strategies, 2003.

Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC climate change 2007: the physical science basis. contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.** Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC 2008: **Climate change and water: ipcc technical paper VI.** Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.

ISLA, F. I. **Los fantasmas del planeta**. Ciencia Hoy, v. 8, n. 46, p. 58-64, maio/jun. 1988.

KANE, R. P. **Proc. indian acad. sci.** Earth Planet Sci. 3, 1989.

LANDSBERG, H. E. **The urban climate**. New York: Academic Press, 1981.

LEGATES, D.R. & MCCABE JR., G.J. **Evaluating the use of "goodness-of-fit" measures in hydrologic and hydroclimatic model validation**. Water Res. Res., 35:233-241, 1999.

LOPES, N. **Influencias dos usos do solo nos processos hidrológicos em microbacias experimentais**. Santa Catarina. Dissertação Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina. 2007. p. 61.

MAHJOOBI, J. A. ETEMAD SHAHIDI, AND M.H.KAZEMINEZHAD. Department of Civil Engineering Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran, **First joint congress on fuzzy and intelligent systems ferdowsi**. University of Mashhad, Iran, 29-31 Aug 2007. p.380.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade. caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA. 2006, 159p.

MELO, M. L. D. **Simulações de clima para o holoceno médio usando o mcga do cptec, com ênfase sobre a america do sul**. São José dos Campos: INPE, 2007. 201p.

MENDONÇA, F. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/PR**. São Paulo, 1995. 322 f. Tese Doutorado, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.

MENDONÇA, J. O. **O potencial de crescimento da produção de grãos no Oeste da Bahia.** Bahia Agríc., v.7, n.2, abr. 2006.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA, SECRETARIA GERAL. **Projeto RadamBrasil.** Rio de Janeiro, 1981. v. 32, Folha SF 23/24.

MOLION, L. C .B. **Aquecimento global: fato ou ficção?** Revista do Instituto de Edições Pedagógicas, São Paulo, ano 1, n. 4, p. 6-9, nov. 2001.

NOBRE, C. A. **Modelos e cenários para a amazônia: o papel da ciência mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país.** Parcerias Estratégicas, nº 12 Brasília: (Ministério da Ciência e Tecnologia Centro de Estudos Estratégicos), setembro 2001.

PIMENTEL, A. L.; AQUINO, R. F. SILVA, R. C. A. & VIEIRA. **Estimativa da recarga do aquífero urucuia na sub-bacia do rio das fêmeas – oeste da bahia, utilizando separação de hidrogramas.** In: Congresso sobre Aproveitamentos e Gestão de Recursos Hídricos em Países de Idioma Português, CD-ROM. C. M. B. 2000.

SANTOS, F. D; P. MIRANDA. **Problemática das alterações climáticas no início do século xxi. in alterações climáticas em portugal. cenários, impactos e medidas de adaptação.** Projecto SIAM II., Gradiva, Lisboa, Portugal, F. D. 2006. 21-43 p.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 439p.

SCHAEFFER, R; SZKLO, A. S; LUCENA, A. F. P; SOUZA; R. R; MOREIRA, B. S; BORBA, C; COSTA, I. V. L; A. O. P; CUNHA, S. H. F. **Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil.** Rio de Janeiro - PPE/COPPE. 2008. 35 p.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DA BAHIA – SRH. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia do rio grande**. Documento Síntese. Salvador. BA. SRH, 1996. 293 p.

SELUCHI, M., CHOU, S.C E CHOU S. C. **Evaluation of the Two Eta Model Version for Weather Forecast Over South America**. *Geofísica Internacional*, vol. 40, No 3, 2001. pp.219-237.

SESTINI, M. F; ALVALA, R. C. S; MELLO, E M K; VALERIANO, D, M; CHAN, C, S; NOBRE, C. A; PAIVA, J. A. C; REIMER. E. S. **Elaboração de mapas de vegetação para utilização em modelos meteorológicos e hidrológicos**. Ministério da Ciência e Tecnologia Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, 2002. p 72.

SOON, W. E BALIUNAS, S. **Lessons & limits of climate history: was the 20th century climate unusual?** Washington, D. C.:The Marshal Institute, 2003. 23 p. Technical Report.

SOUSA, F. DE A. **Variabilidade e mudança climática nos semi-áridos brasileiros**. IN: TUCCI, C. E. M. & BRAGA, B. (Orgs.). *Clima e recursos hídricos no Brasil*. Porto Alegre: ABRH. 2003. 348p.

SOUZA, C; SILVEIRA, A; COLLISCHONN, W. **Análise de vazões s diárias com métodos de séries temporais**. I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste. 2006. 15 p.

STEINKE, E. T. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. Instituto de Biologia. Departamento de Ecologia-UNB. 2004.

SYKTUS, JOZEF; MCKEON, GREG; NLOOD, NEIL; SMITH, IAN AND GODDARD, LISA. **Evaluation of a dynamical seasonal climate forecast**

**system for queensland department of natural resources and mines.**  
Indooroopilly Queensland. 2003.15p.

TUCCI, C. E. M; BRAGA, B. **Clima e recursos hídricos no Brasil.** IN: TUCCI, C. E. M. & BRAGA, B. (orgs.). Porto Alegre: ABRH. 2003. 348p.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETO, O. **Relatório nacional sobre o gerenciamento da água no Brasil.** Brasília: Agência Nacional da Água, 2000. Disponível em <http://www.ana.gov.br>.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 448p. 1991.

UVO, C. R. B. E NOBRE, C. A., **A zona de convergência intertropical (zcit) e a precipitação no norte do nordeste do brasil. parte i: a posição da zcit no atlântico equatorial.** 1989, Climanalise, Vol. 4, número 07, 34 – 40.

## **ANEXOS**

## Tabelas Evapotranspiração Hargreaves e Samani (1985)

Estação de Taguatinga Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985) anos	Jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
1961	3,87	4,09	4,00	3,78	3,34	3,06	3,19	3,53	4,44	4,41	4,70	x
1962	3,79	4,14	3,80	3,57	3,15	3,01	3,23	3,60	3,98	4,18	x	3,79
1963	4,13	3,91	4,06	x	3,02	3,03	3,15	3,60	4,12	4,93	4,23	3,98
1964	3,33	3,89	3,77	3,43	2,97	2,99	3,16	3,35	3,85	4,11	3,84	4,03
1965	3,79	4,13	3,54	3,21	3,14	2,86	3,13	x	x	3,86	3,96	4,16
1966	3,85	3,75	3,87	3,28	3,02	3,01	3,08	3,49	3,98	4,27	3,96	3,93
1967	4,26	3,89	3,74	3,22	3,18	2,94	3,11	3,43	3,97	x	x	3,89
1968	4,25	3,64	3,73	3,47	2,87	x	x	x	4,06	4,24	3,95	3,81
1969	3,84	4,12	3,89	3,99	3,22	2,98	3,25	3,89	4,26	x	x	x
1970	3,15	3,90	3,80	3,25	3,11	2,97	2,92	3,42	3,96	3,87	3,82	4,35
1971	3,92	3,97	3,75	3,23	3,10	2,99	3,06	3,42	4,07	3,70	3,68	3,94
1972	3,96	3,80	3,74	3,33	3,11	3,03	3,22	3,60	3,89	4,11	4,00	3,96
1973	3,96	3,74	3,57	3,39	3,05	3,04	3,12	3,52	4,01	3,56	3,69	3,83
1974	3,77	3,57	3,16	3,17	2,92	2,93	2,97	3,42	3,94	3,80	3,78	3,92
1975	3,75	3,71	3,55	3,21	3,15	3,10	3,01	3,38	3,97	3,93	3,88	4,02
1976	3,90	3,53	3,68	3,40	2,87	3,01	3,03	3,44	3,70	3,63	3,65	3,84
1977	3,44	3,80	3,89	3,15	2,86	2,76	2,99	3,50	3,66	3,75	3,86	3,76
1978	3,71	3,55	3,48	3,16	2,86	2,63	2,92	3,33	3,72	3,89	3,81	x
1979	3,26	3,44	3,70	3,23	3,00	2,77	2,99	3,32	3,71	4,09	3,61	3,85
1980	3,44	3,08	3,87	3,17	3,02	2,90	3,11	x	x	4,26	3,56	3,51
1981	3,49	4,20	3,38	3,28	2,91	2,74	2,91	3,29	4,00	3,77	3,37	3,97
1982	3,27	4,01	3,64	3,23	3,07	2,95	3,06	3,40	3,67	4,13	4,18	4,05
1983	3,37	3,68	3,43	3,60	3,25	3,07	3,14	3,46	4,10	3,87	3,74	3,75
1984	3,89	4,13	3,46	3,21	3,19	2,96	2,97	3,50	3,74	4,17	4,67	4,40
1985	3,24	3,97	3,69	3,21	3,07	2,93	2,92	3,48	3,83	3,77	x	x
1986	x	x	x	x	x	x	2,93	3,47	3,85	3,90	4,19	3,97
1987	4,19	4,20	3,52	3,40	3,18	3,07	3,17	3,57	4,01	4,31	4,07	3,61
1988	4,02	3,85	3,54	3,38	3,20	2,98	3,03	3,37	4,06	4,04	4,02	3,78
1989	3,88	3,86	3,67	3,41	3,01	2,99	3,16	3,43	4,02	3,96	3,87	3,01
1990	4,19	3,84	3,91	3,61	3,05	2,97	x	3,41	3,88	4,27	4,36	4,02
<b>Média 1961 a 1990 3,58 mm.dia<sup>-1</sup></b>	3,7	3,84	3,68	3,36	3,06	2,95	3,07	3,47	3,94	4,03	3,94	3,89

## Tabelas Evapotranspiração Hargreaves e Samani (1985)

Estação de Barreiras Evapotranspiração Hargreaves Samani (1985)	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
<b>Anos</b>												
1961	3,80	4,27	3,88	3,85	3,54	3,30	3,56	4,09	5,14	4,98	5,40	4,18
1962	3,97	4,31	3,86	3,76	3,44	3,32	3,66	4,13	4,67	4,75	4,19	3,71
1963	4,33	3,96	4,41	3,66	3,26	3,38	3,57	4,19	4,95	5,62	4,72	X
1964	3,45	3,93	3,75	3,44	3,13	3,26	3,46	3,91	4,52	4,38	3,91	4,14
1965	4,01	4,29	3,65	3,22	3,30	3,09	3,49	4,04	4,78	4,33	4,29	4,52
1966	4,16	3,75	3,92	3,29	3,17	3,17	3,31	3,92	4,41	4,60	4,27	4,24
1967	4,57	4,19	4,01	3,29	3,43	3,28	3,57	4,05	4,61	4,89	3,95	3,86
1968	4,49	3,66	3,78	3,69	3,29	3,18	3,48	3,81	4,63	4,65	4,25	3,86
1969	4,30	4,25	3,90	3,95	3,42	3,34	3,58	4,20	4,87	4,95	4,75	3,67
1970	3,84	4,20	4,20	3,67	3,60	3,43	3,48	4,05	4,75	4,39	3,99	4,61
1973	4,46	4,12	3,58	3,57	3,27	3,32	3,57	4,14	4,53	3,85	3,96	4,14
1974	3,93	3,72	3,14	3,30	2,92	3,04	3,30	3,88	4,55	4,24	3,72	4,37
1975	4,16	3,97	3,76	3,25	3,25	3,23	3,30	3,86	4,51	4,39	4,16	4,21
1976	4,36	3,78	3,88	3,68	3,18	3,49	3,54	4,05	4,25	3,82	3,68	4,22
1977	3,90	3,90	4,31	3,47	3,25	3,22	3,60	4,08	4,26	3,91	4,28	3,91
1978	3,97	3,67	3,56	3,22	2,95	2,92	3,31	3,73	4,25	4,34	4,12	3,77
1979	3,69	3,61	3,83	3,32	3,19	3,07	3,38	3,83	4,48	4,58	3,83	4,14
1980	3,62	3,40	4,02	3,67	3,51	3,39	3,66	4,11	4,49	4,92	3,72	3,74
<b>Média 1961 a 1980 3,90 mm.dia<sup>-1</sup></b>	4,06	3,94	3,86	3,52	3,28	3,25	3,49	4,00	4,59	4,53	4,18	4,08

## Planilhas INMET



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA  
 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET  
 ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE TAGUATINGATO  
 Lat : 12°24' S Long : 46°25' W Alt : 603,59 m  
**TEMPERATURA MEDIA COMPENSADA, MENSAL (°C)**

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1961	23,5	24,0	24,6	25,2	24,6	23,6	22,9	24,1	28,0	26,8	26,5	X
1962	24,0	24,5	24,3	24,3	23,5	22,7	22,9	24,9	26,7	25,4	X	23,4
1963	24,5	23,8	24,8	X	22,6	22,5	22,6	24,6	26,5	28,7	25,8	24,5
1964	23,3	24,6	24,5	24,6	24,0	22,3	22,7	23,9	25,8	24,8	23,7	24,2
1965	23,5	24,2	23,3	23,9	24,0	23,1	23,3	X	X	24,6	24,6	24,6
1966	24,2	24,1	24,4	24,1	24,0	22,8	22,6	24,5	26,0	25,9	24,2	24,3
1967	25,3	23,8	24,0	23,7	23,7	23,3	22,8	24,4	26,6	X	X	24,1
1968	24,7	23,1	23,9	24,2	21,3	X	X	X	26,0	26,0	24,7	23,7
1969	24,7	25,2	25,0	26,3	24,8	23,7	24,0	25,3	27,2	X	X	X
1970	23,0	24,9	24,8	24,6	24,4	24,1	23,1	24,4	26,6	24,9	24,1	25,0
1971	24,8	23,8	23,9	23,7	24,0	24,1	23,6	24,6	26,1	24,5	23,6	24,0
1972	24,4	23,6	24,4	24,0	24,5	24,2	24,9	26,1	26,8	25,8	25,2	24,9
1973	25,0	24,2	24,8	25,1	25,0	25,2	24,4	26,5	27,4	24,4	24,4	23,9
1974	23,7	23,4	23,3	24,4	23,7	23,2	22,2	24,9	26,3	24,7	24,5	23,8
1975	23,7	23,8	23,9	24,3	24,0	23,2	22,9	24,6	26,4	25,4	24,1	24,5
1976	24,0	23,4	24,1	24,4	23,8	23,6	23,6	25,5	25,7	24,1	23,5	24,2
1977	23,4	24,2	25,1	24,4	23,8	23,7	23,6	26,2	26,0	25,2	24,8	24,4
1978	24,5	24,1	24,1	24,2	24,0	22,5	23,4	24,2	25,6	25,3	24,6	X
1979	23,6	23,7	24,9	24,7	24,3	22,1	23,3	25,0	26,2	26,7	24,4	24,7
1980	24,1	23,0	25,2	24,1	24,7	23,9	23,6	X	X	26,8	23,9	23,4
1981	24,0	25,5	24,1	24,3	23,4	22,9	22,2	24,3	26,6	24,8	23,6	24,8
1982	23,5	25,0	24,5	24,3	24,4	24,4	24,0	25,5	26,6	26,4	25,5	25,0
1983	24,0	24,9	24,5	25,8	25,5	24,7	25,2	25,5	28,0	25,7	24,5	23,8
1984	24,3	24,9	24,1	24,7	25,1	24,2	24,0	25,5	25,8	26,0	25,1	24,5
1985	23,2	24,6	24,8	24,3	24,7	23,2	23,4	25,5	26,3	24,4	X	X
1986	X	X	X	X	X	X	22,9	26,0	26,3	25,5	25,6	24,6
1987	25,3	25,7	24,2	25,2	25,5	24,9	25,1	26,8	27,4	27,7	25,8	24,3
1988	25,7	24,8	24,6	25,4	25,7	23,9	23,3	24,2	27,0	26,2	25,4	24,0
1989	24,3	24,2	24,4	25,2	24,4	24,8	23,8	26,1	27,7	26,3	25,1	22,9
1990	25,9	24,6	25,3	26,0	24,8	24,4	X	25,4	26,6	26,7	26,0	25,1



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA  
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET  
ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE TAGUATINGA/TO  
Lat : 12°24' S Long : 46°25' W Alt : 603,59 m  
**PRECIPITACAO, TOTAL MENSAL (mm)**

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	433,6	247,5	481,7	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	25,5	49,2	260,1	X
1961	256,1	207,8	87,4	43,2	5,8	0,3	0,0	0,0	0,0	45,0	45,2	X
1962	217,8	224,1	219,6	149,2	9,4	0,0	0,0	0,0	27,9	151,9	0,0	330,2
1963	247,5	274,9	123,8	0,0	51,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,2	153,9	141,2
1964	692,3	259,0	229,9	119,0	18,5	0,0	2,0	0,0	6,3	156,5	273,9	155,6
1965	352,1	147,2	299,7	73,3	7,2	3,1	7,2	0,0	0,0	178,7	155,7	262,4
1966	269,6	246,7	240,8	240,5	0,0	0,0	0,0	0,0	23,3	113,6	220,7	301,8
1967	76,6	235,0	273,0	105,2	0,0	3,4	0,0	0,0	32,1	0,0	0,0	301,6
1968	169,0	434,1	234,6	86,0	15,5	0,0	0,0	10,0	45,7	83,8	289,1	447,9
1969	199,3	241,5	141,3	75,0	20,8	0,0	0,0	28,6	5,5	97,6	202,9	510,3
1970	472,9	253,7	172,6	189,8	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	123,2	215,6	115,2
1971	198,6	193,8	217,6	308,4	3,2	1,2	0,0	0,0	0,6	99,1	294,3	288,9
1972	215,3	290,1	218,4	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	X	X	X
1973	X	X	X	X	0,0	0,0	0,0	0,0	X	326,2	267,6	196,3
1974	370,4	241,4	446,0	152,1	93,0	0,0	0,0	6,0	0,0	248,9	317,1	212,1
1975	291,3	229,0	138,0	106,3	4,0	0,0	1,8	0,0	4,4	219,9	253,1	119,5
1976	159,1	300,3	100,6	89,9	54,2	0,0	0,0	0,0	119,4	205,5	401,1	250,2
1977	319,1	196,8	103,7	108,4	33,7	26,6	0,0	0,0	67,8	125,0	201,2	274,3
1978	360,5	406,3	263,7	221,3	42,4	60,5	27,4	0,0	41,9	187,8	241,6	X
1979	517,6	419,7	242,3	259,8	5,0	0,0	0,0	14,5	61,7	126,2	388,3	205,2
1980	240,1	429,0	26,3	193,5	4,0	0,0	0,0	0,0	93,3	17,5	260,8	427,9
1981	298,5	44,4	528,0	90,2	0,5	35,1	0,7	10,7	0,2	280,0	410,8	121,7
1982	449,7	134,1	383,2	96,0	0,2	0,0	0,0	1,4	44,2	95,9	241,6	150,0
1983	533,3	183,4	372,3	46,1	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3	96,1	261,4	387,8
1984	294,4	163,4	245,5	104,9	21,6	0,0	0,0	0,0	41,4	151,2	95,8	231,5
1985	571,2	217,9	227,1	310,9	16,9	0,0	0,0	0,0	44,2	248,1	185,6	452,7
1986	284,9	240,5	221,7	165,4	2,3	0,0	1,3	4,5	9,2	111,6	65,6	337,5
1987	95,0	83,1	451,0	179,3	13,1	0,0	0,0	0,0	16,3	28,3	303,6	438,0
1988	228,1	352,9	330,2	72,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	144,6	152,0	476,0
1989	114,7	152,8	142,4	106,6	20,2	3,0	14,1	0,0	10,0	138,2	316,4	605,1
1990	219,9	231,2	89,2	28,4	134,5	0,0	X	0,0	X	X	X	X



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE TAGUATINGA/TO

Lat : 12°24' S Long : 46°25' W Alt : 603,59 m

**TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA MENSAL (°C)**

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1961	29,8	30,4	31,0	32,3	32,0	30,9	30,6	32,1	36,1	33,7	34,0	X
1962	29,8	31,0	30,4	30,9	30,4	30,1	30,9	32,8	33,7	32,1	X	29,0
1963	31,1	30,0	31,5	X	29,4	30,3	30,3	32,7	34,0	36,5	32,0	30,4
1964	28,2	30,7	30,6	30,8	30,1	30,0	30,5	31,3	32,8	31,5	29,7	30,4
1965	29,7	30,9	29,0	29,7	30,7	29,8	30,7	X	X	30,4	30,4	30,8
1966	30,4	29,5	30,6	29,9	30,3	30,0	30,2	32,2	33,1	32,5	30,2	29,9
1967	32,1	30,1	30,1	29,5	30,8	30,1	30,5	31,9	33,6	X	X	29,9
1968	31,7	28,8	29,9	30,8	30,4	30,1	31,0	31,9	33,9	33,0	30,6	29,5
1969	30,6	31,8	31,5	34,4	32,3	31,3	32,2	34,9	35,4	X	X	X
1970	27,6	30,5	30,7	30,1	30,9	31,1	29,8	31,8	33,3	30,8	29,6	31,6
1971	31,1	30,1	29,9	29,4	30,5	31,1	30,7	31,6	33,0	30,1	29,0	29,7
1972	30,9	29,8	30,6	30,2	31,5	31,5	32,4	33,6	33,7	32,4	31,2	30,8
1973	31,4	29,8	30,2	31,3	31,4	32,2	31,7	33,6	34,2	29,9	29,7	29,7
1974	30,1	29,0	28,4	30,1	29,9	30,3	29,4	32,3	33,6	31,0	30,1	30,1
1975	29,9	29,6	29,7	30,2	31,1	30,8	29,9	31,8	33,6	31,7	30,3	30,5
1976	30,5	28,7	30,3	30,7	30,0	31,2	30,7	32,8	32,3	30,1	29,1	29,9
1977	28,9	30,1	31,6	30,2	30,0	30,3	30,7	33,6	32,7	30,7	30,5	29,9
1978	30,1	29,6	29,6	29,9	30,0	28,7	30,2	31,4	32,2	31,5	30,2	X
1979	28,2	28,8	31,0	30,3	30,8	29,0	30,5	32,2	32,8	33,1	29,5	30,3
1980	29,2	27,4	31,6	30,0	31,3	31,0	31,3	32,9	33,1	33,5	29,3	28,8
1981	29,4	32,3	29,7	30,3	29,9	29,4	29,2	31,5	33,9	30,9	28,4	30,8
1982	28,3	31,3	30,5	30,3	31,2	31,3	31,2	32,6	32,8	32,9	31,9	31,2
1983	29,1	30,2	29,9	32,4	32,8	32,1	32,5	33,2	35,4	31,7	30,1	29,6
1984	30,6	31,7	29,8	30,6	32,1	31,2	30,7	33,3	32,4	32,7	32,6	31,5
1985	28,2	30,9	30,9	30,3	31,3	30,4	30,2	33,0	33,2	30,6	30,1	28,3
1986	30,3	30,6	30,5	30,9	31,8	30,5	31,3	33,2	33,2	31,5	31,9	30,9
1987	32,4	32,5	30,1	31,3	32,4	32,2	32,5	34,4	34,6	34,3	31,9	29,6
1988	31,8	30,9	30,2	31,6	32,5	31,1	30,5	31,5	34,3	32,5	31,5	29,8
1989	30,7	30,3	30,4	31,5	30,9	31,7	31,2	33,1	34,6	32,6	30,9	27,0
1990	32,6	30,6	31,8	32,6	31,5	31,4	X	32,6	33,6	33,7	33,0	31,5



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA  
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET  
ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE TAGUATINGA/TO  
Lat : 12°24' S Long : 46°25' W Alt : 603,59 m  
**TEMPERATURA MINIMA, MEDIA MENSAL (°C)**

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1961	18,7	18,8	19,1	19,3	18,4	17,6	16,6	17,8	21,4	21,1	20,6	X
1962	19,4	19,4	19,5	18,8	17,7	16,6	16,5	18,5	21,2	20,0	X	19,1
1963	19,1	19,3	19,4	X	17,2	16,5	16,4	18,2	20,5	22,0	20,8	20,0
1964	19,9	20,5	20,0	19,8	19,1	16,4	16,6	18,3	20,6	19,5	19,5	19,6
1965	19,1	19,2	19,1	19,7	18,4	17,9	17,5	X	X	19,7	20,0	19,5
1966	19,8	19,8	19,4	19,6	18,9	16,6	16,9	18,5	20,2	20,2	19,6	19,7
1967	19,8	19,5	19,4	19,4	18,0	17,6	17,1	18,6	21,1	X	X	19,8
1968	19,1	19,2	19,2	19,3	18,6	X	X	X	20,5	20,9	20,3	19,6
1969	20,3	20,7	20,5	20,6	19,8	18,7	18,4	18,5	21,4	21,1	20,3	19,8
1970	20,1	20,4	20,1	20,2	19,0	18,8	18,2	18,6	20,9	20,2	19,7	19,5
1971	20,4	19,1	19,1	19,2	18,5	18,7	18,2	18,5	19,6	20,2	19,6	19,3
1972	19,8	19,6	20,1	19,5	19,7	18,8	19,4	20,1	21,8	20,9	20,9	20,7
1973	20,6	20,2	20,8	20,8	20,3	20,0	19,2	20,9	21,9	20,7	20,6	19,8
1974	19,7	19,9	20,5	20,6	19,1	17,8	16,8	19,4	21,1	20,7	20,6	19,7
1975	19,6	20,0	20,0	20,4	18,7	16,8	17,4	19,0	21,0	21,0	20,1	19,9
1976	19,5	19,8	20,0	19,8	19,6	18,3	18,5	20,1	21,0	20,4	19,8	20,1
1977	20,1	20,2	20,6	20,8	19,7	19,5	18,8	20,9	21,8	20,9	20,7	20,6
1978	20,4	20,9	20,4	20,4	19,8	18,3	18,7	18,8	20,7	21,0	20,6	X
1979	20,4	20,5	21,0	20,6	19,7	17,2	18,4	20,1	21,7	22,2	20,8	20,7
1980	20,7	20,5	20,8	20,4	20,3	19,2	18,4	X	X	21,7	20,6	20,3
1981	20,6	20,9	21,0	20,1	19,0	18,3	17,1	19,2	21,2	20,8	20,5	20,6
1982	20,4	20,7	20,6	20,4	19,6	19,4	19,0	20,2	22,1	21,6	20,8	20,7
1983	20,9	21,2	21,1	20,9	20,5	19,4	20,3	20,4	22,9	21,5	20,8	20,1
1984	19,8	20,4	20,7	21,0	20,0	19,1	19,2	20,2	20,9	21,0	18,5	18,8
1985	20,3	20,3	20,9	20,5	19,9	17,9	18,7	20,0	21,4	20,3	X	X
1986	X	X	X	X	X	X	19,5	20,6	21,3	21,0	20,8	20,6
1987	20,5	21,2	20,7	20,8	20,6	19,6	20,0	21,5	22,3	22,7	21,5	21,0
1988	21,0	21,0	20,9	21,3	20,7	18,6	18,1	18,6	21,5	21,6	21,2	20,2
1989	20,0	20,1	20,3	20,9	19,8	19,7	18,0	20,8	22,4	22,2	21,2	20,6
1990	21,0	20,7	20,8	21,2	20,3	19,3	X	20,1	21,7	21,8	21,2	21,2

**TEMPERATURA MEDIA COMPENSADA, MENSAL (°C)**

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1961	24,3	24,7	24,6	24,9	24,2	23,4	22,0	23,5	26,0	27,8	28,5	25,3
1962	25,1	25,3	24,3	24,3	23,0	22,1	21,3	23,9	26,1	27,5	25,2	24,1
1963	24,6	24,3	25,1	24,5	21,9	20,4	20,6	22,4	25,0	28,2	26,4	X
1964	24,0	25,2	24,5	24,2	23,6	20,8	21,6	22,8	25,5	25,5	24,2	24,0
1965	23,9	24,4	23,8	23,7	22,4	21,7	21,3	23,4	25,5	26,2	25,1	25,3
1966	24,7	24,1	24,3	23,8	23,2	21,0	20,7	21,9	24,2	26,2	24,7	24,5
1967	25,0	24,6	24,7	23,9	22,8	21,8	21,3	22,8	25,9	27,0	24,9	24,2
1968	24,8	23,7	23,7	24,0	23,0	20,7	21,0	23,1	25,5	26,5	24,9	24,2
1969	24,7	25,1	24,6	24,8	23,6	22,5	22,0	22,6	25,7	27,5	26,5	23,8
1970	24,3	24,7	24,6	24,6	23,3	22,4	22,0	23,7	26,2	25,8	24,5	25,0
1971	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1972	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1973	25,6	25,6	24,9	24,7	24,0	23,2	23,0	24,2	26,7	25,3	25,0	24,6
1974	23,9	23,7	23,5	23,8	22,7	20,7	20,0	22,5	24,8	25,1	24,1	24,2
1975	24,2	24,2	24,2	23,9	22,1	21,4	22,2	23,0	25,1	25,8	25,1	24,7
1976	24,6	24,0	24,4	24,1	23,4	21,2	22,2	23,8	26,3	24,4	24,1	24,4
1977	24,1	24,1	24,9	24,6	23,8	24,3	23,3	25,1	26,3	24,9	25,2	24,3
1978	24,3	24,1	23,5	23,6	22,9	21,4	21,9	22,3	25,4	25,3	24,5	23,9
1979	23,7	23,8	24,6	24,0	22,9	21,0	21,3	23,4	26,2	26,3	24,8	24,6
1980	24,1	23,3	24,1	25,3	24,6	23,9	23,7	25,3	27,6	27,4	24,8	24,0
1981	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1982	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1983	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1984	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1985	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1986	24,8	24,7	25,0	25,4	24,3	X	23,7	25,7	X	26,3	X	26,0
1987	26,4	27,6	25,2	24,9	25,0	24,1	24,7	26,4	28,2	29,5	27,3	25,9
1988	26,1	26,1	25,0	25,8	25,1	23,7	X	24,7	27,3	28,0	27,1	25,3
1989	26,5	25,4	25,1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1990	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET  
ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE BARREIRAS/BA  
Lat : 12°09' S Long : 45°00' W Alt : 439,29 m  
**TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA MENSAL (°C)**

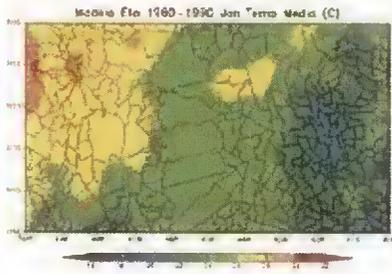
Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1961	30,2	31,8	31,4	33,1	33,4	32,0	31,8	33,3	36,7	35,6	36,9	31,8
1962	31,1	32,5	31,1	32,3	31,8	31,4	32,1	34,1	34,9	35,3	31,9	29,6
1963	31,9	30,8	33,2	32,0	30,6	31,3	31,6	33,8	35,4	37,9	34,1	X
1964	29,0	31,1	30,8	31,0	30,8	30,6	31,5	32,7	34,3	33,1	30,4	30,6
1965	30,1	31,6	30,2	30,0	31,2	30,3	31,6	34,0	35,3	33,6	32,0	32,5
1966	31,3	29,6	30,9	30,1	30,8	30,4	30,5	32,5	33,4	34,2	31,6	31,3
1967	32,9	31,8	31,9	30,3	31,9	31,5	31,7	33,1	35,2	35,3	31,0	30,0
1968	32,1	29,6	30,3	31,7	31,1	30,3	31,3	32,4	34,8	34,4	31,4	30,0
1969	31,7	31,7	31,0	32,8	31,9	31,7	32,1	33,9	35,6	35,6	34,3	28,8
1970	29,9	31,3	32,1	32,0	32,7	32,1	31,4	33,4	35,5	33,4	30,5	32,3
1971	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1972	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1973	32,7	32,3	30,7	31,9	32,1	32,8	32,8	34,6	35,3	31,6	31,1	31,2
1974	30,3	29,6	28,5	30,3	29,6	29,8	29,9	32,7	34,2	32,4	29,6	31,5
1975	31,2	30,8	30,8	30,1	30,6	31,0	30,6	32,6	34,0	33,6	31,6	31,4
1976	32,2	29,9	31,3	31,9	31,6	32,5	32,2	34,0	34,4	31,0	29,5	31,5
1977	30,5	30,2	33,0	31,6	31,6	32,2	32,4	34,8	34,2	31,1	32,3	30,5
1978	30,7	29,7	29,6	29,8	30,0	29,5	31,2	32,0	33,3	32,7	31,0	29,6
1979	29,5	29,5	31,0	30,4	30,7	29,7	31,0	33,0	34,6	33,9	30,1	31,5
1980	29,5	28,4	31,1	31,8	32,1	31,8	31,9	33,4	34,4	34,3	30,0	29,5
1981	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1982	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1983	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1984	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1985	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1986	30,5	31,0	31,1	31,7	31,3	X	31,9	33,7	X	32,1	X	31,9
1987	33,1	34,6	30,8	30,7	32,1	32,5	33,0	34,9	35,5	36,7	32,7	30,3
1988	32,0	31,7	29,9	32,0	32,9	31,7	X	32,4	34,8	34,0	33,1	30,1
1989	32,4	31,5	31,4	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1990	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



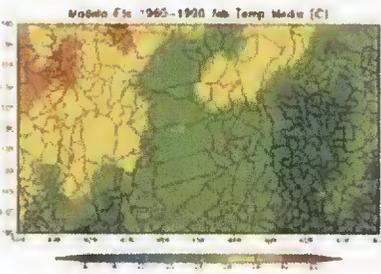
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET  
ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE BARREIRAS/BA  
Lat : 12°09' S Long : 45°00' W Alt :439,29 m  
**TEMPERATURA MÍNIMA, MÉDIA MENSAL (°C)**

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1960	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1961	20,5	19,6	20,2	19,4	17,9	16,3	13,5	13,6	15,2	20,2	20,7	20,8
1962	20,9	20,4	19,9	18,9	16,3	14,5	12,1	14,4	17,2	21,1	20,6	20,4
1963	19,5	20,1	19,1	19,4	15,9	12,2	11,9	12,0	14,5	18,6	20,5	X
1964	20,9	21,0	20,3	19,7	18,3	13,2	13,9	14,1	17,3	19,9	20,1	19,1
1965	19,1	19,1	19,9	19,9	16,5	15,4	13,4	14,7	16,3	21,1	20,1	19,6
1966	19,9	19,9	19,3	19,6	17,7	14,1	13,6	12,9	16,2	20,1	19,6	19,5
1967	19,3	20,0	20,0	19,8	16,3	14,8	12,7	13,1	17,8	19,9	20,8	20,1
1968	18,9	20,2	19,2	18,6	16,9	13,6	12,9	15,0	16,9	20,2	19,6	20,1
1969	19,5	19,8	19,7	18,3	17,0	14,9	13,6	12,2	16,0	20,2	20,6	19,7
1970	20,0	19,5	19,0	19,4	15,9	14,3	13,9	14,3	17,3	20,3	19,9	18,7
1971	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1972	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1973	20,1	21,4	21,3	20,0	18,7	16,8	15,3	15,1	19,1	21,3	20,9	20,0
1974	19,7	19,9	20,8	19,7	18,2	14,6	12,5	14,1	16,4	19,8	20,2	18,8
1975	19,5	20,0	20,1	19,9	16,1	14,4	15,1	14,6	16,7	20,5	20,4	19,9
1976	19,6	20,0	20,0	18,9	18,6	12,9	14,3	15,0	19,9	20,4	20,3	19,8
1977	20,2	19,7	19,4	20,3	18,3	17,9	14,9	16,6	19,6	20,3	20,5	20,4
1978	20,1	20,4	19,7	19,6	18,5	16,0	15,3	14,6	18,2	19,6	19,7	20,0
1979	20,1	20,4	20,1	19,8	17,3	14,4	13,9	15,6	18,4	20,0	20,5	20,3
1980	20,6	20,1	18,8	19,6	17,1	15,7	14,1	15,1	19,1	19,0	20,9	20,1
1981	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1982	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1983	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1984	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1985	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1986	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1987	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1988	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1989	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1990	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

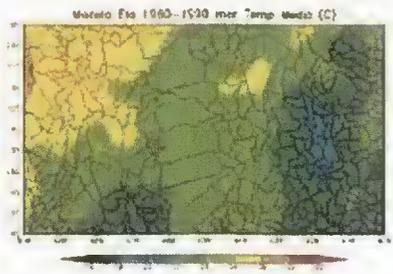
Janeiro



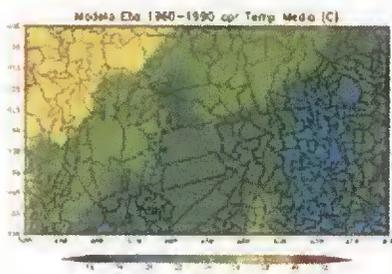
Fevereiro



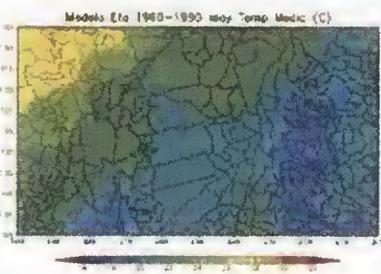
Março



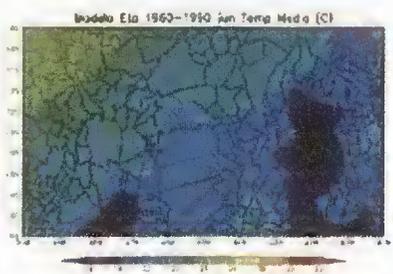
Abril



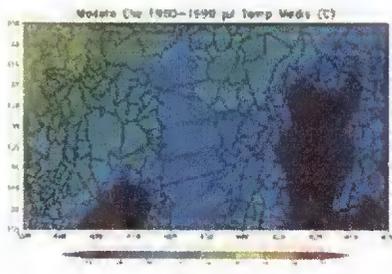
Mai



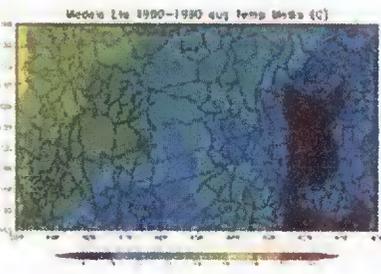
Junho



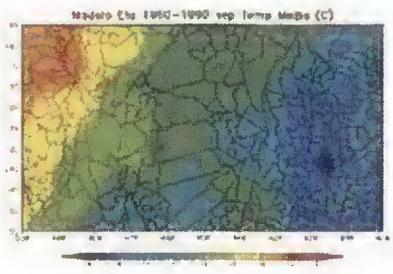
Julho



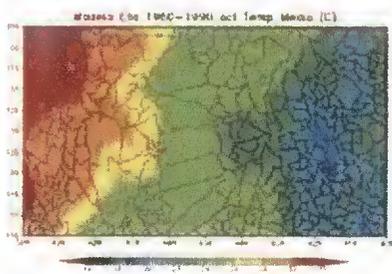
Agosto



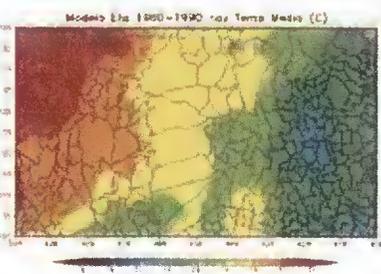
Setembro



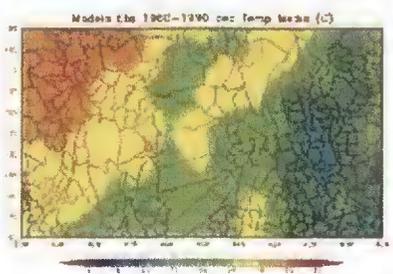
Outubro



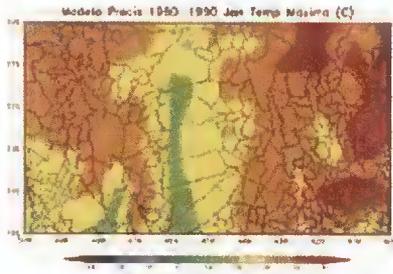
Novembro



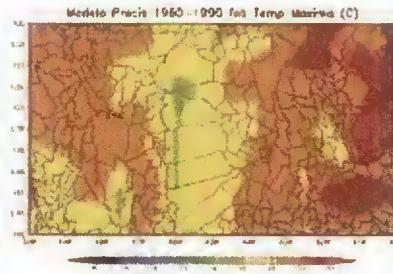
Dezembro



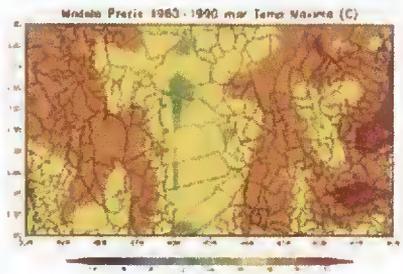
Janeiro



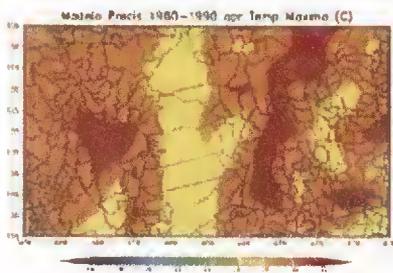
Fevereiro



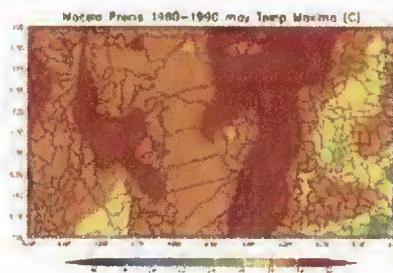
Março



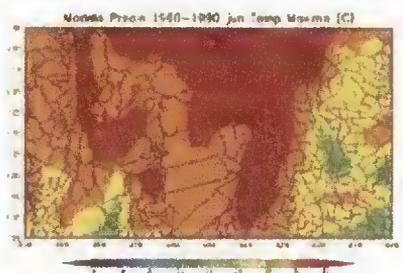
Abril



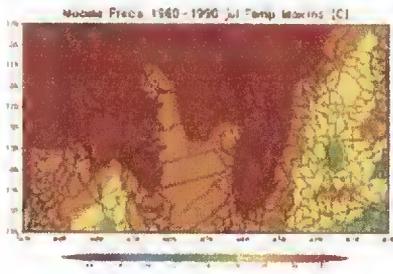
Mai



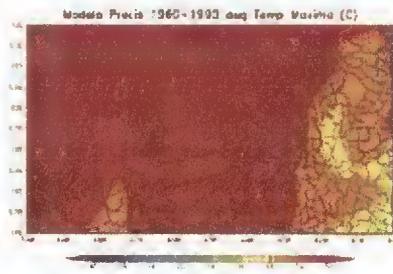
Junho



Julho



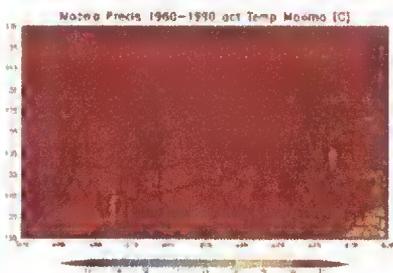
Agosto



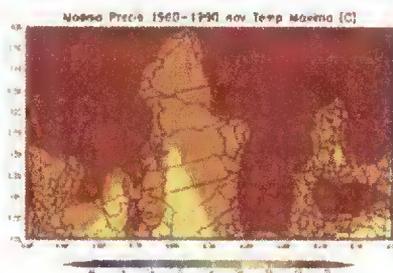
Setembro



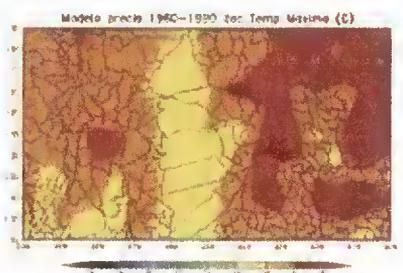
Outubro



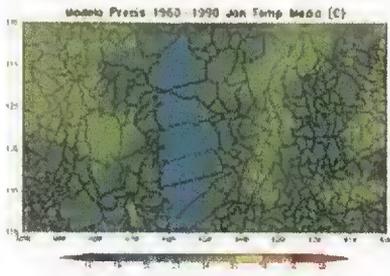
Novembro



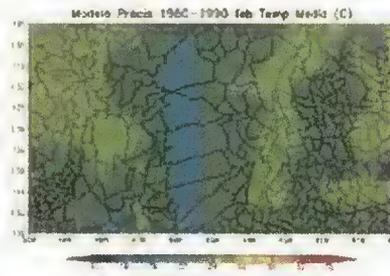
Dezembro



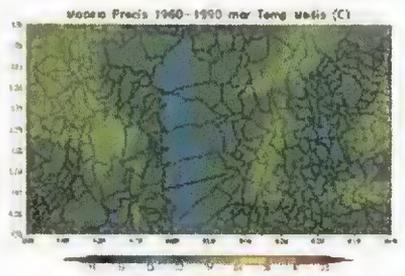
Janeiro



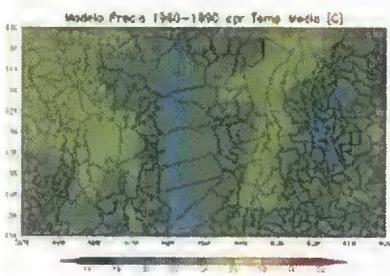
Fevereiro



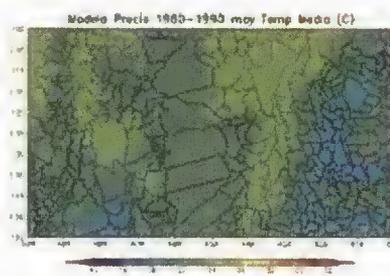
Março



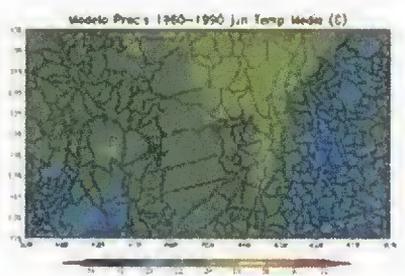
Abril



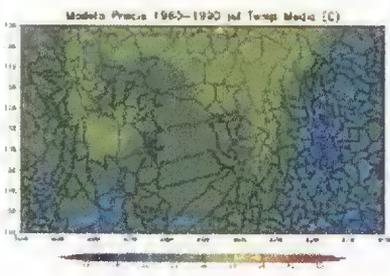
Mai



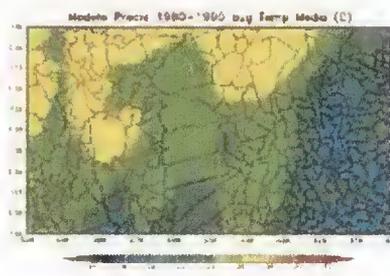
Junho



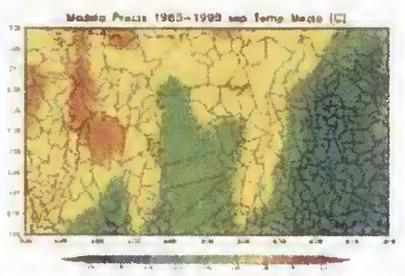
Julho



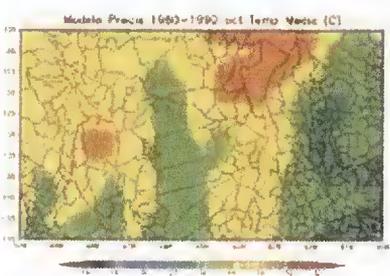
Agosto



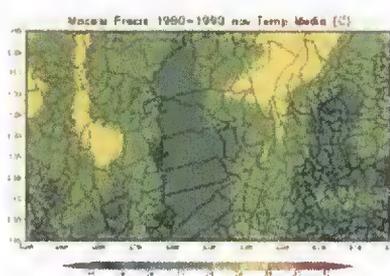
Setembro



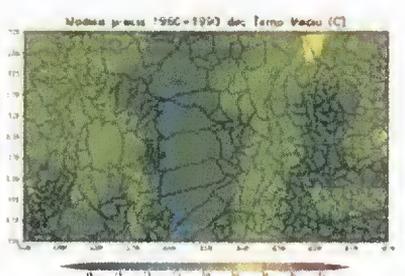
Outubro



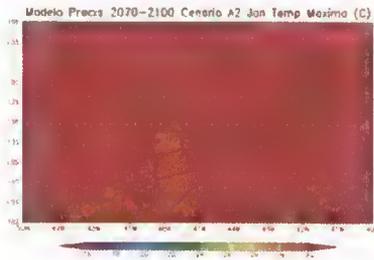
Novembro



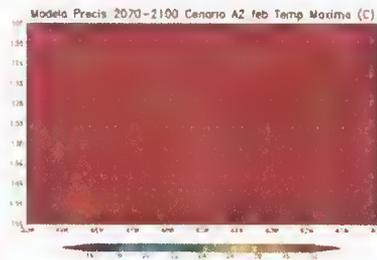
Dezembro



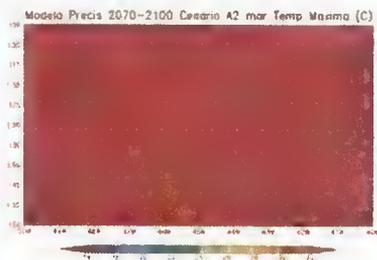
### Janeiro



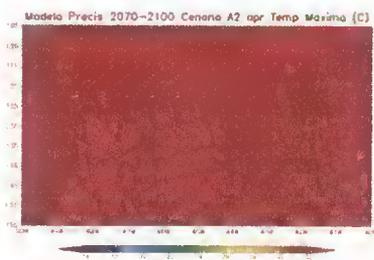
### Fevereiro



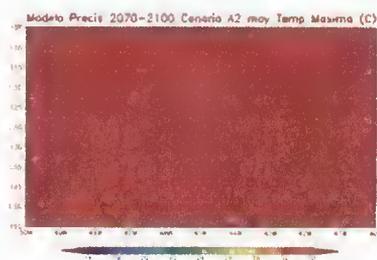
### Março



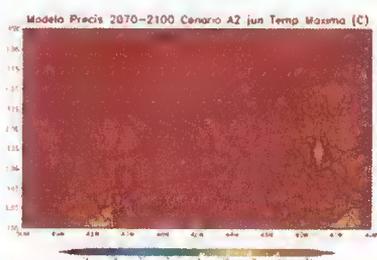
### Abril



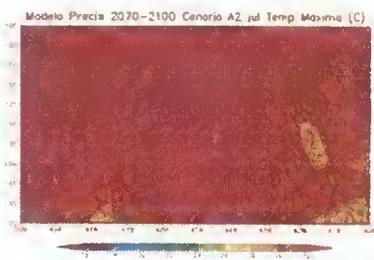
### Mai



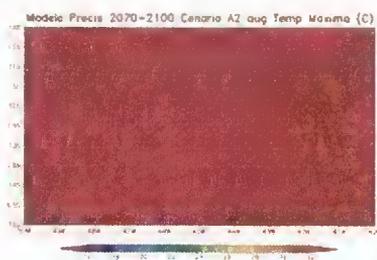
### Junho



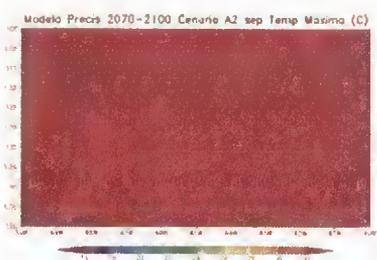
### Julho



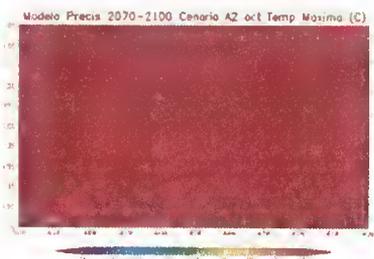
### Agosto



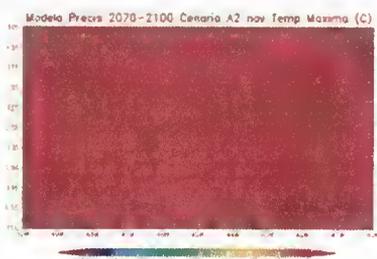
### Setembro



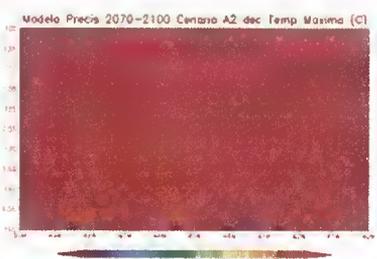
### Outubro



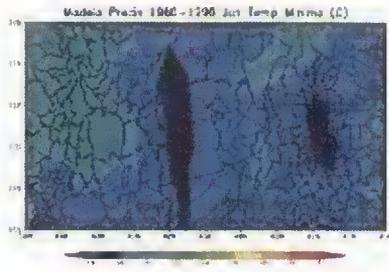
### Novembro



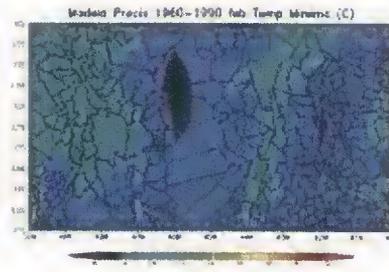
### Dezembro



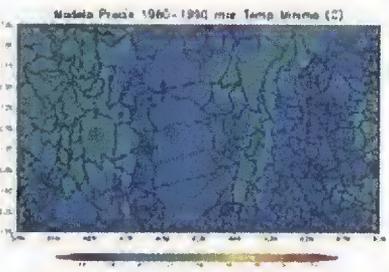
Janeiro



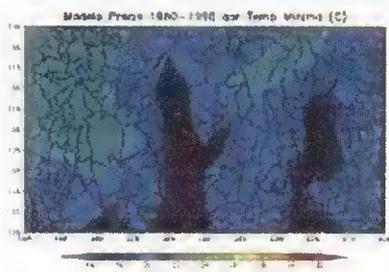
Fevereiro



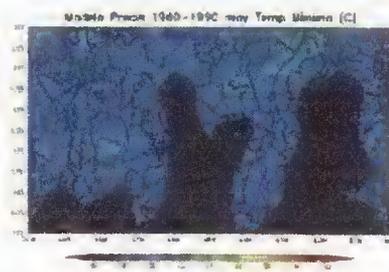
Março



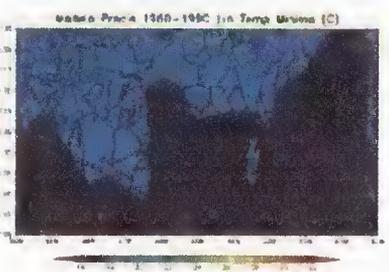
Abril



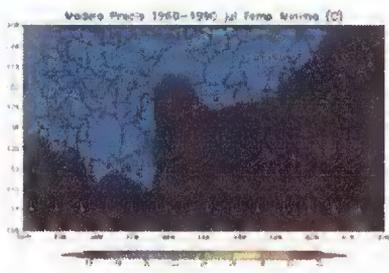
Mai



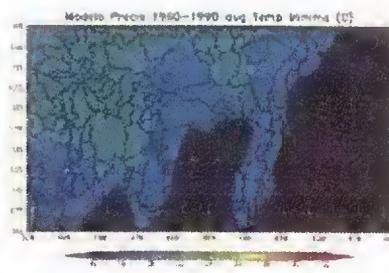
Junho



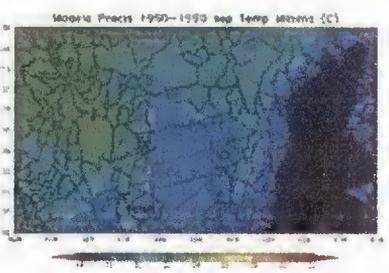
Julho



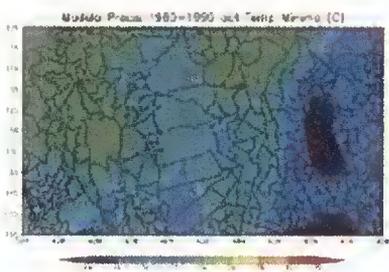
Agosto



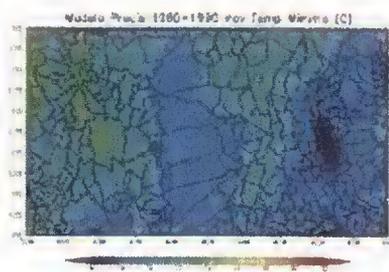
Setembro



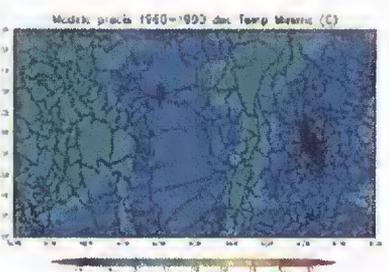
Outubro



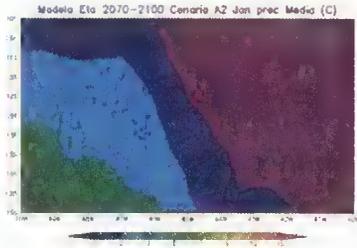
Novembro



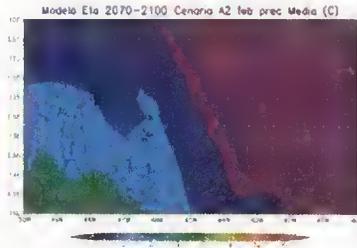
Dezembro



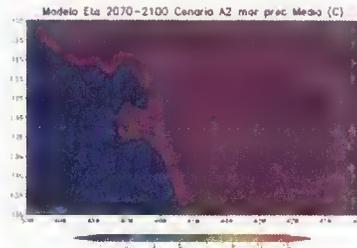
**Janeiro**



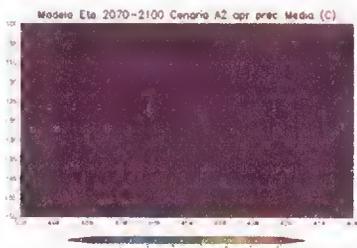
**Fevereiro**



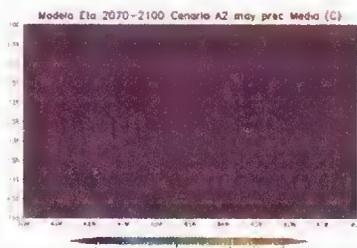
**Março**



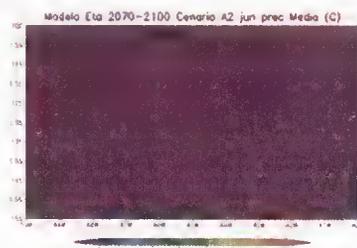
**Abril**



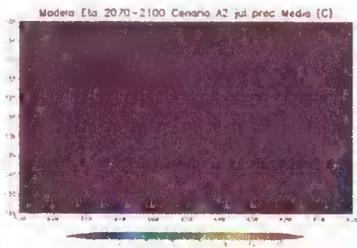
**Maio**



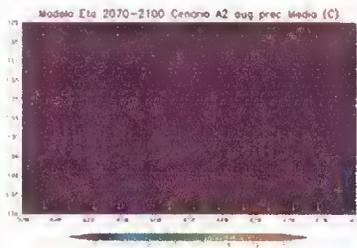
**Junho**



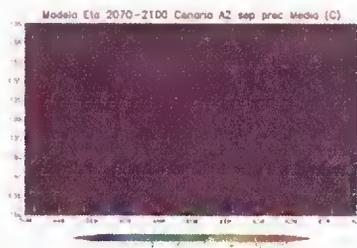
**Julho**



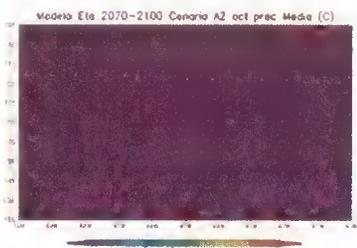
**Agosto**



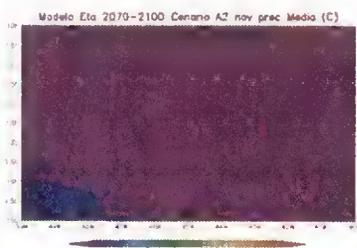
**Setembro**



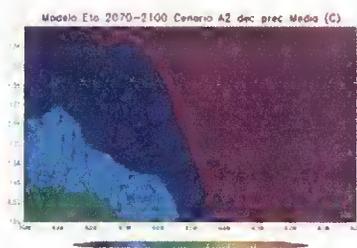
**Outubro**



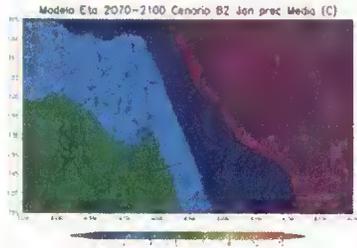
**Novembro**



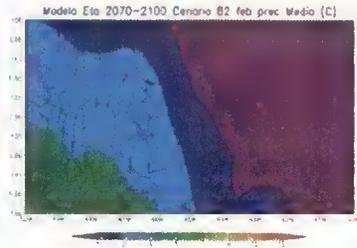
**Dezembro**



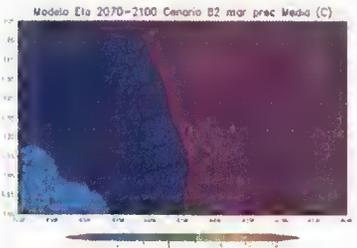
**Janeiro**



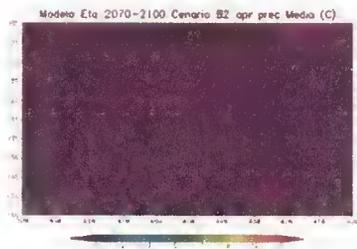
**Fevereiro**



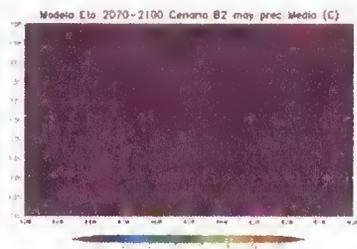
**Março**



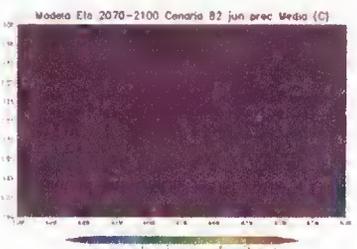
**Abril**



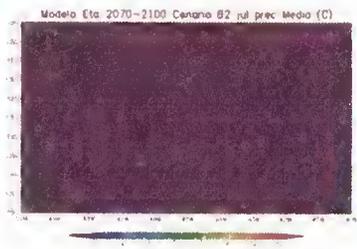
**Mai**



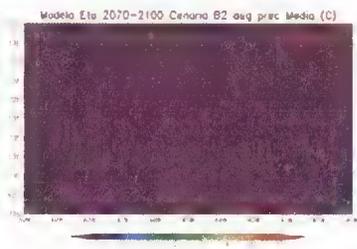
**Junho**



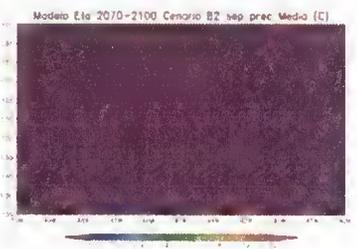
**Julho**



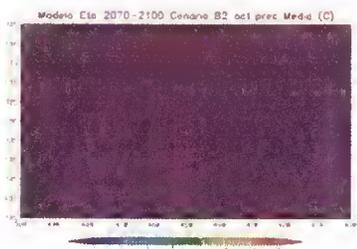
**Agosto**



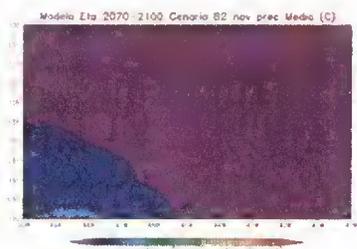
**Setembro**



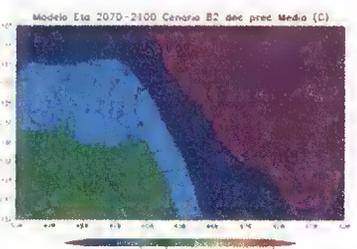
**Outubro**



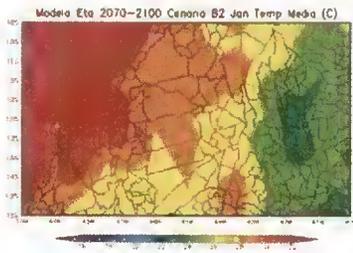
**Novembro**



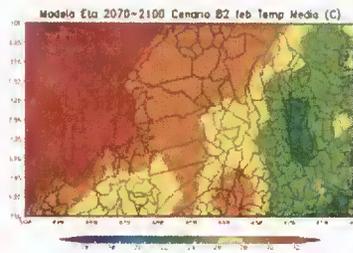
**Dezembro**



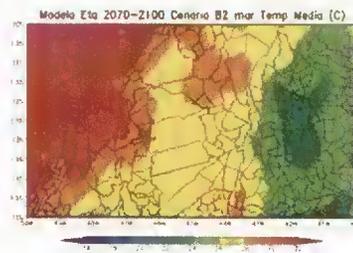
**Janeiro**



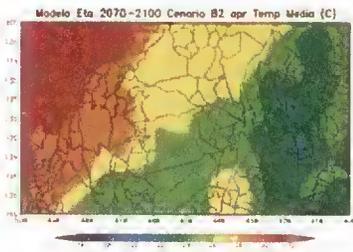
**Fevereiro**



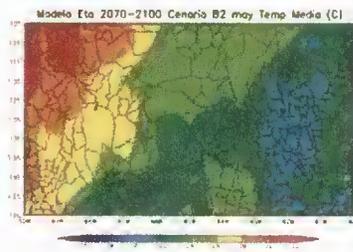
**Março**



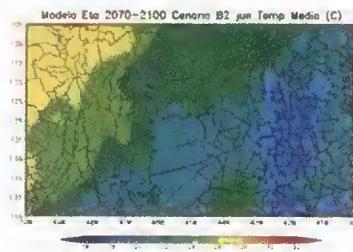
**Abril**



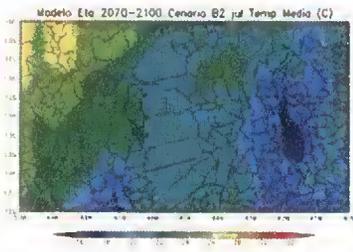
**Mai**



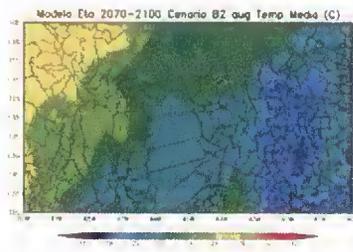
**Junho**



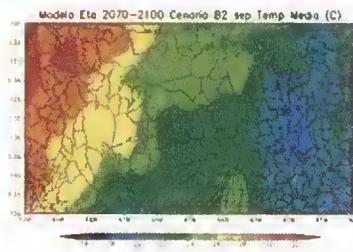
**Julho**



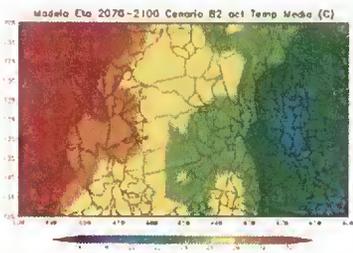
**Agosto**



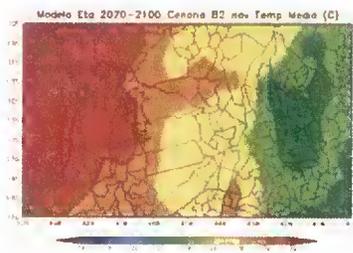
**Setembro**



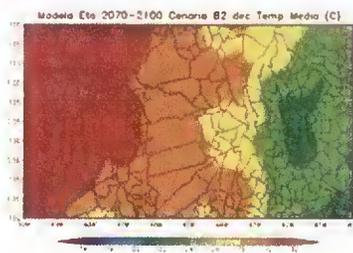
**Outubro**



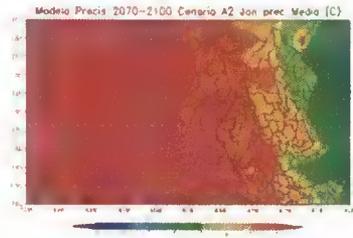
**Novembro**



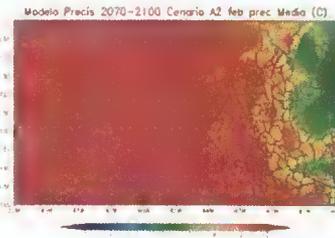
**Dezembro**



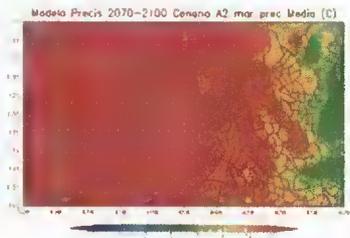
**Janeiro**



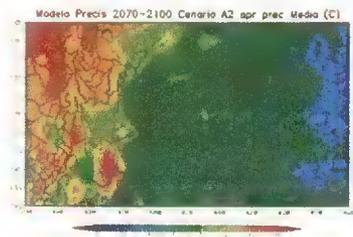
**Fevereiro**



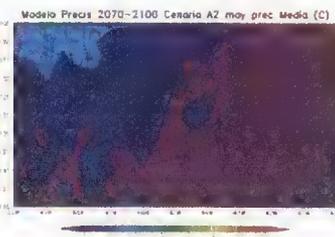
**Março**



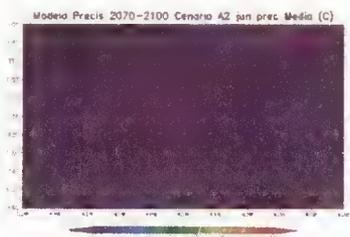
**Abril**



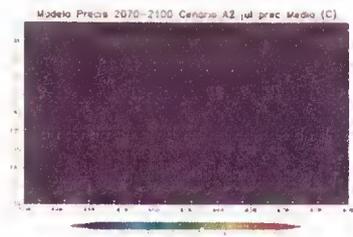
**Mai**



**Junho**



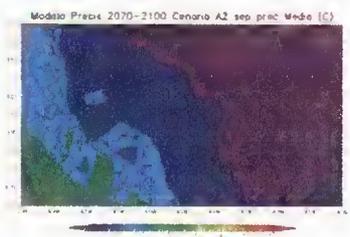
**Julho**



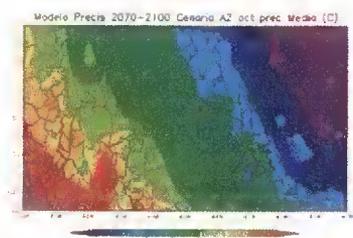
**Agosto**



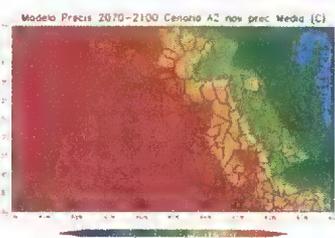
**Setembro**



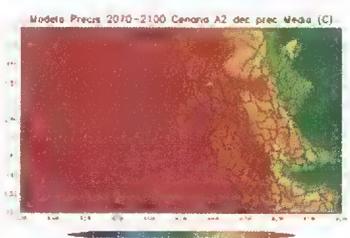
**Outubro**



**Novembro**

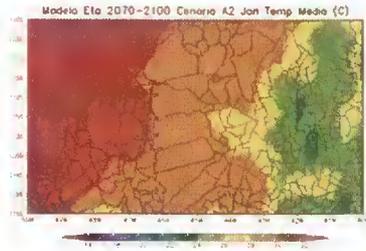


**Dezembro**

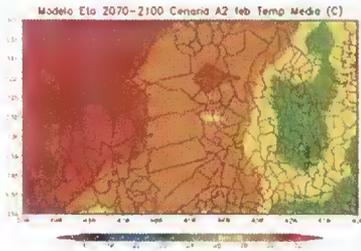




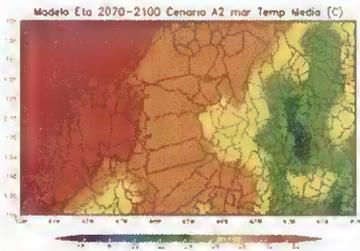
**Janeiro**



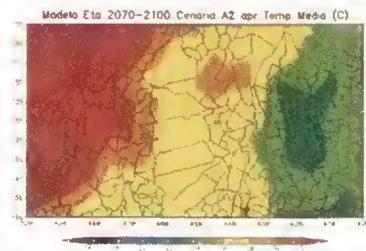
**Fevereiro**



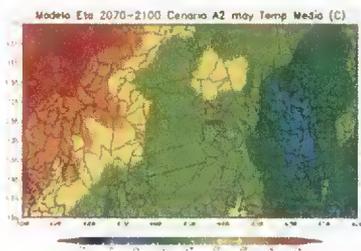
**Março**



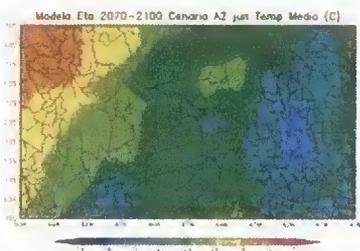
**Abril**



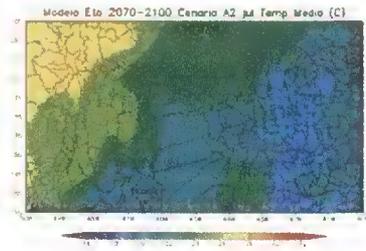
**Maio**



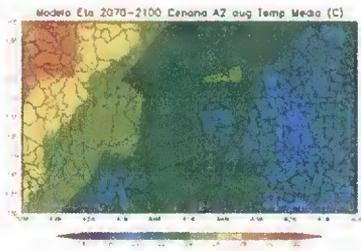
**Junho**



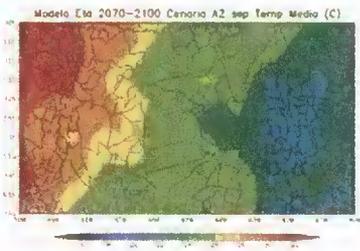
**Julho**



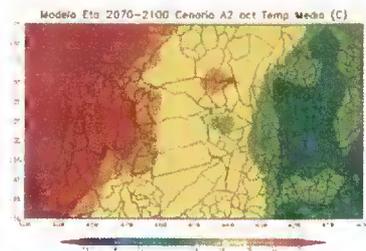
**Agosto**



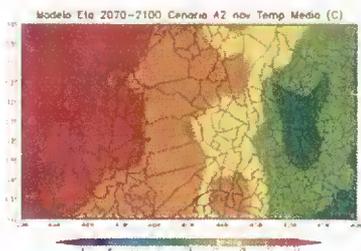
**Setembro**



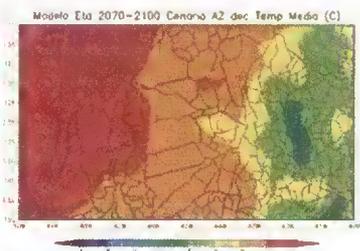
**Outubro**



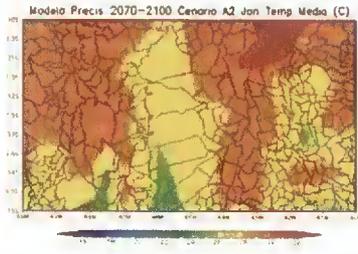
**Novembro**



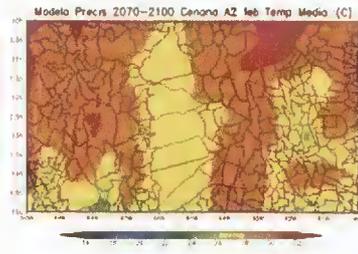
**Dezembro**



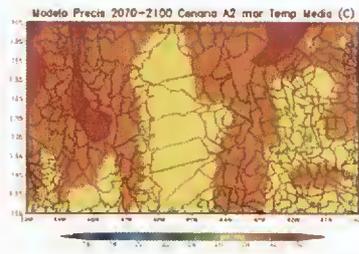
**Janeiro**



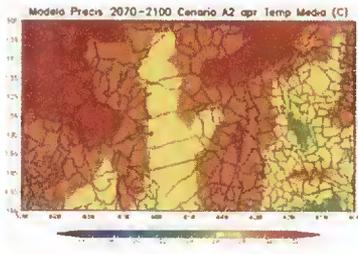
**Fevereiro**



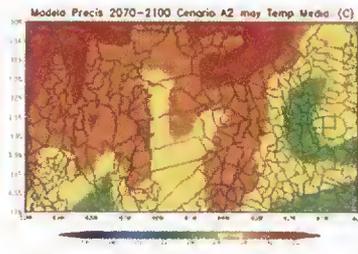
**Março**



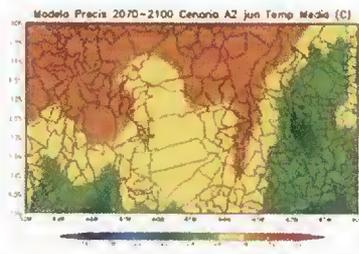
**Abril**



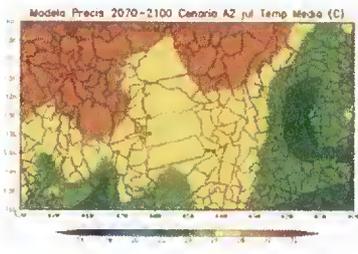
**Mai**



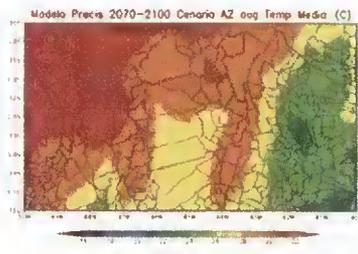
**Junho**



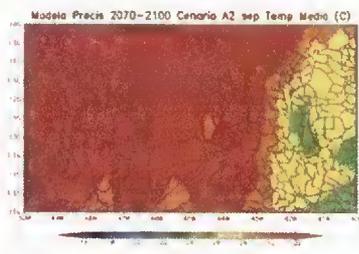
**Julho**



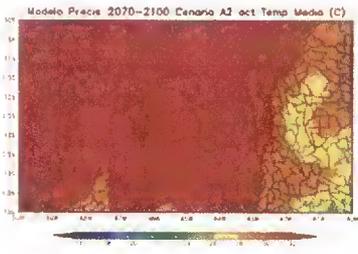
**Agosto**



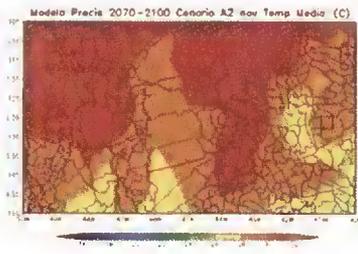
**Setembro**



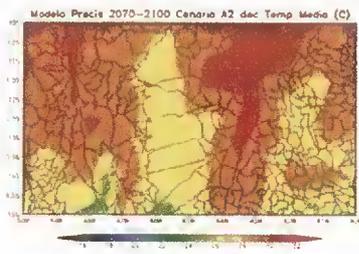
**Outubro**



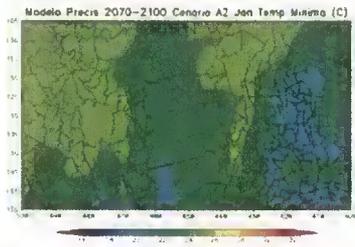
**Novembro**



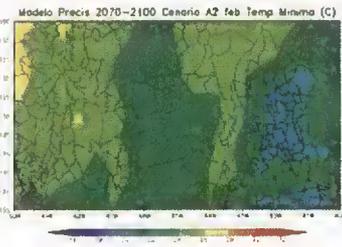
**Dezembro**



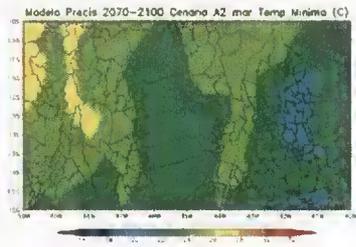
**Janeiro**



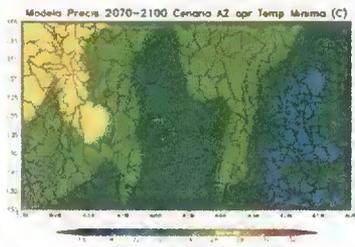
**Fevereiro**



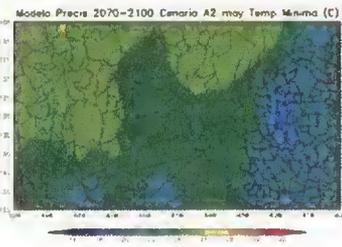
**Março**



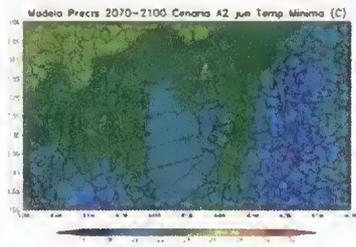
**Abril**



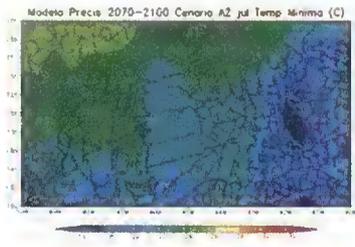
**Mai**



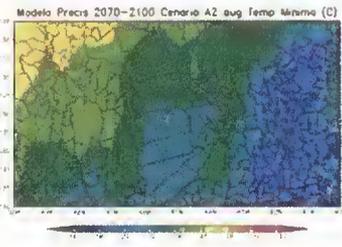
**Junho**



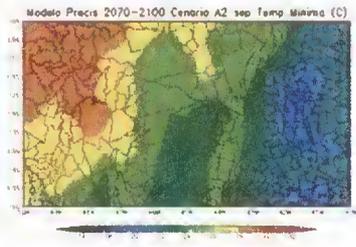
**Julho**



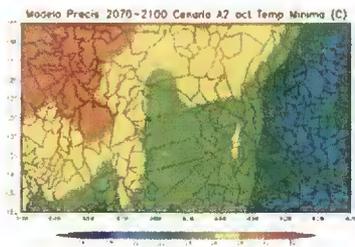
**Agosto**



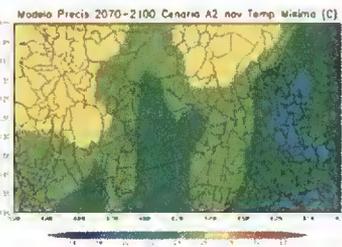
**Setembro**



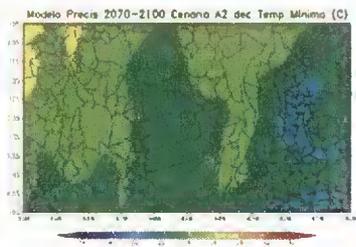
**Outubro**



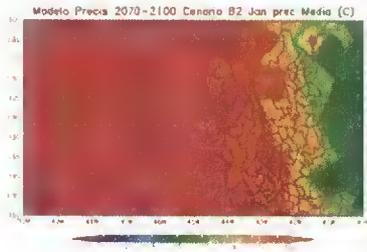
**Novembro**



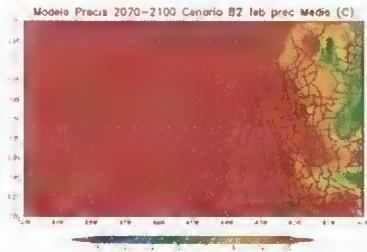
**Dezembro**



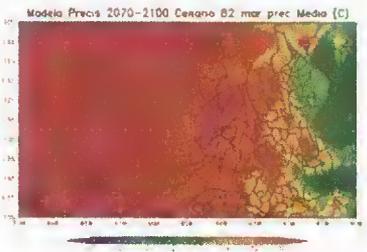
**Janeiro**



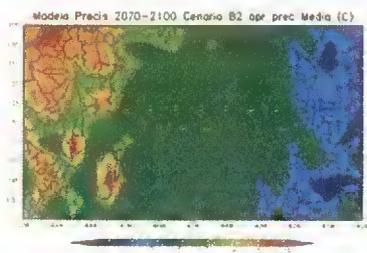
**Fevereiro**



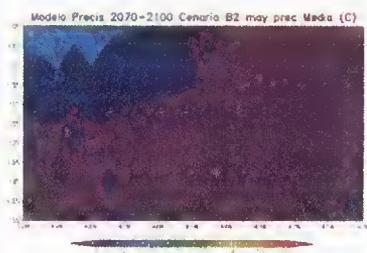
**Março**



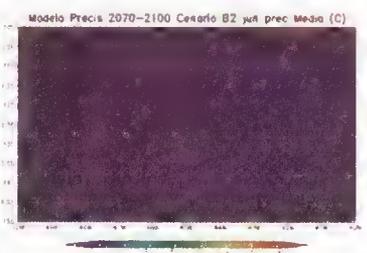
**Abril**



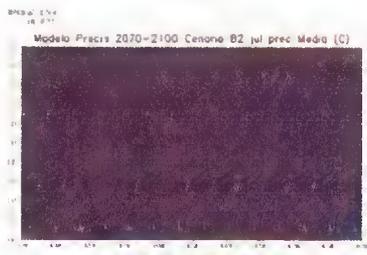
**Mai**



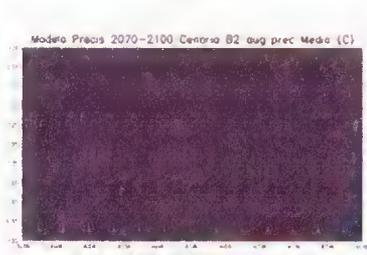
**Junho**



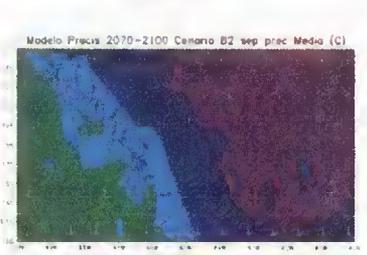
**Julho**



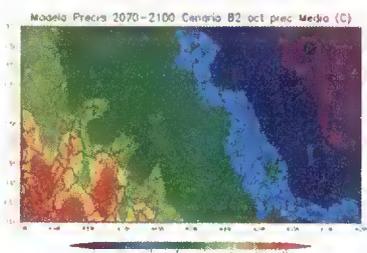
**Agosto**



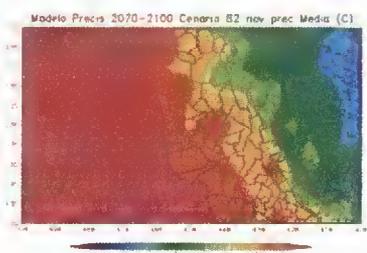
**Setembro**



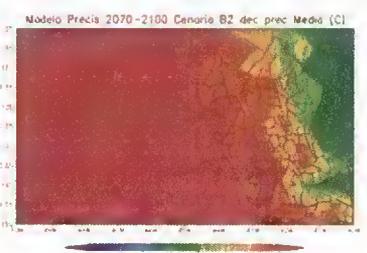
**Outubro**



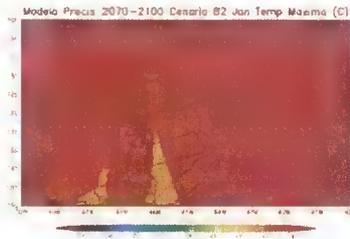
**Novembro**



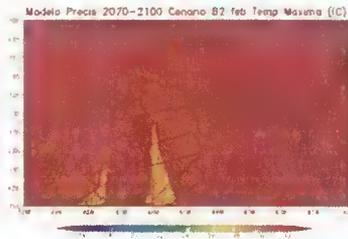
**Dezembro**



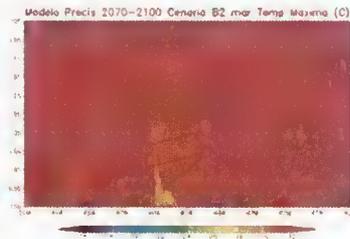
**Janeiro**



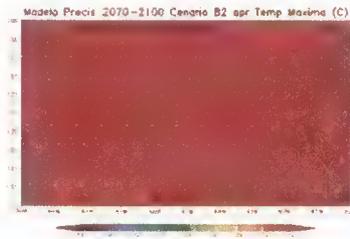
**Fevereiro**



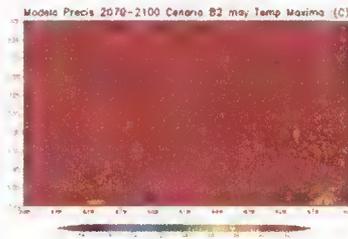
**Março**



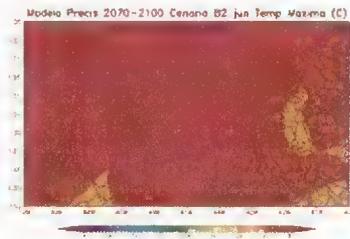
**Abril**



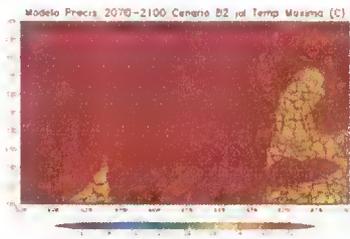
**Mai**



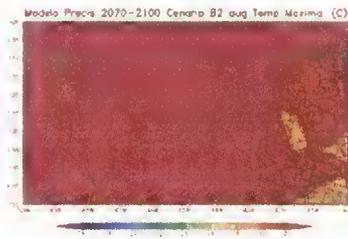
**Junho**



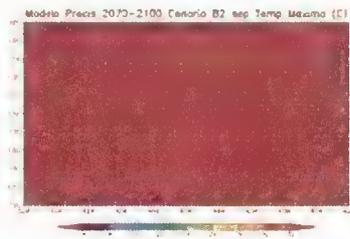
**Julho**



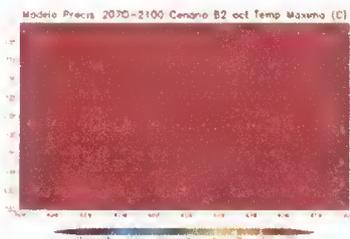
**Agosto**



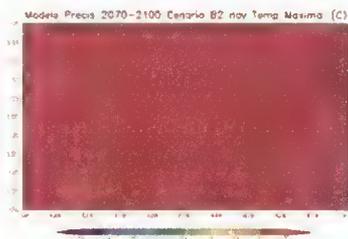
**Setembro**



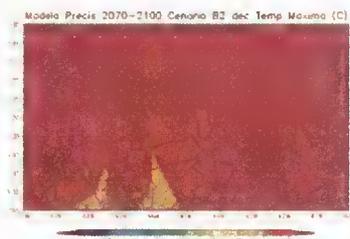
**Outubro**



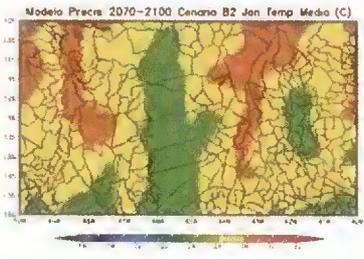
**Novembro**



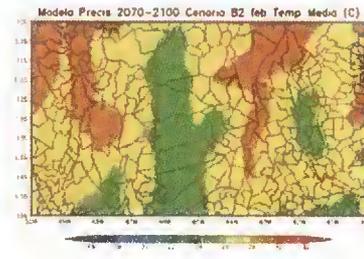
**Dezembro**



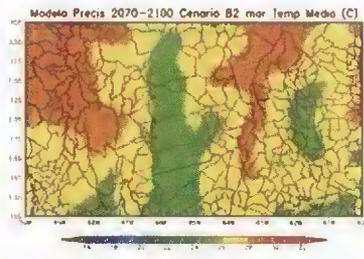
**Janeiro**



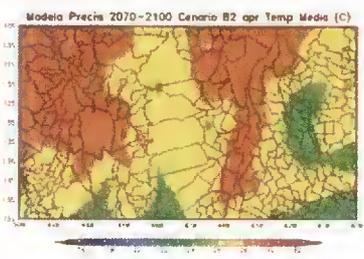
**Fevereiro**



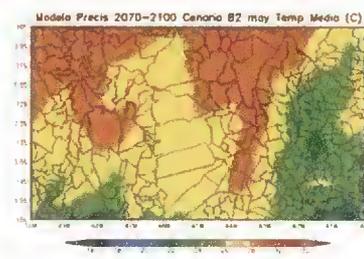
**Março**



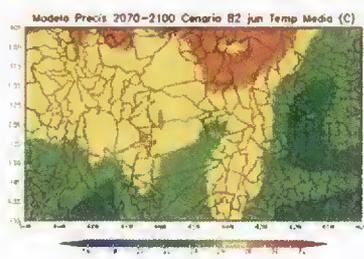
**Abril**



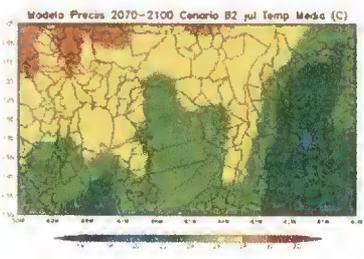
**Mai**



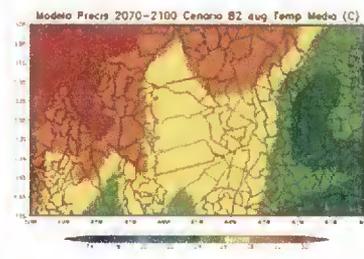
**Junho**



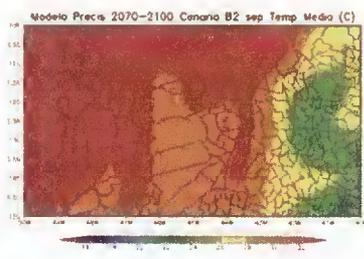
**Julho**



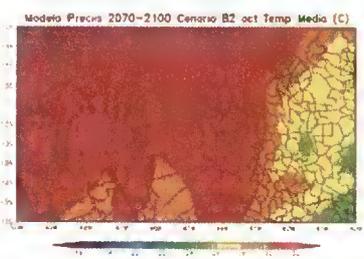
**Agosto**



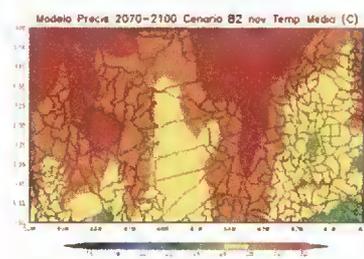
**Setembro**



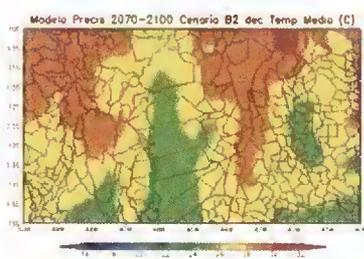
**Outubro**



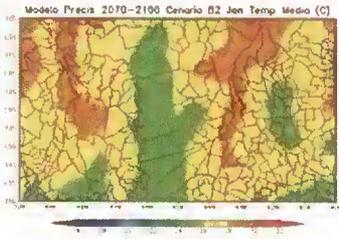
**Novembro**



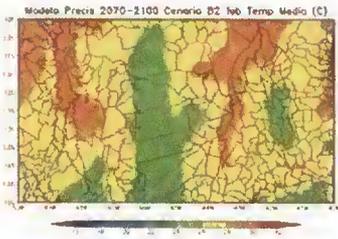
**Dezembro**



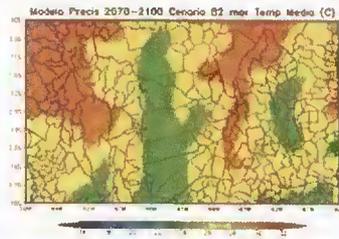
**Janeiro**



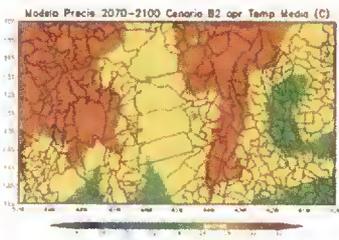
**Fevereiro**



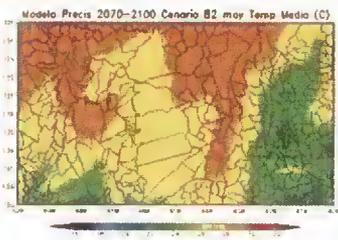
**Março**



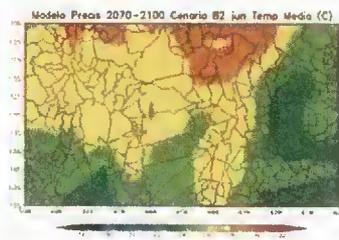
**Abril**



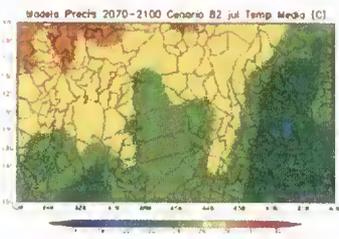
**Mai**



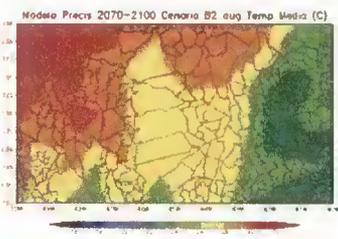
**Junho**



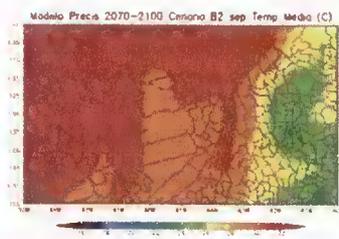
**Julho**



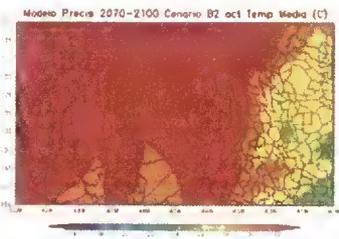
**Agosto**



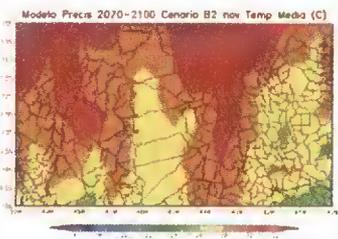
**Setembro**



**Outubro**



**Novembro**



**Dezembro**

