

ANOMALIAS DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA EMERGENTE E DE PRECIPITAÇÃO SOBRE A AMÉRICA DO SUL NOS RESULTADOS DO MODELO DE CIRCULAÇÃO GLOBAL CPTEC/COLA

Luiz Henrique R. Coura da Silva

Universidade de Taubaté – UNITAU

Iracema F. A. Cavalcanti

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Cachoeira Paulista, S.P.

E-mails: - luhenri@cptec.inpe.br - iracema@cptec.inpe.br

RESUMO

A precipitação e a Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) são variáveis meteorológicas que mais interessam na avaliação final do comportamento climático dos Modelos de Circulação Global da Atmosfera (MCGA). A precipitação por ser a variável que se deseja prever, e a ROLE que indica regiões com nebulosidade de diversas intensidades e que pode também ser associada com precipitação. O objetivo deste trabalho é analisar os resultados de ROLE e de precipitação simulada pelo modelo MCGA CPTEC/COLA sobre a América do Sul mensais e sazonais. Esta simulação foi realizada para um conjunto de 10 anos (1982 à 1991), com nove condições iniciais e temperatura da superfície do mar observada mensalmente. Dados observacionais de precipitação e de ROLE também foram utilizados para comparações com os resultados do modelo.

Neste estudo foram desenvolvidos programas executáveis, usando a plataforma GrADS, que permitem fazer o isolamento das variáveis desejadas - ROLE e PREC - em arquivos binários. Estes arquivos foram gravados em diretórios para serem acessados através do auxílio de arquivos descritores. Foram desenvolvidos outros programas para tratamento dos dados desses arquivos que permitem fazer cálculos das médias sazonais de ROLE (Primavera e Verão) e PREC (Primavera, Verão, Outono e Inverno), média climatológica e anomalias sazonais. Também foram calculadas médias espaciais (5° graus por 5° graus) das anomalias de precipitação, para estudo do desempenho do modelo, com relação aos sinais dos mesmos. Os resultados das nove integrações do modelo foram comparados com os dados observados.

As análises dos resultados mostraram que o modelo simula bem as características climatológicas da nebulosidade e da precipitação e reproduz a variação sazonal observada. Porém, nas estações de primavera e verão os valores maiores de precipitação que são observados na região Amazônica aparecem deslocados para sudeste, nos resultados do modelo. O mesmo ocorre nos campos de ROLE. Foi também observado que o modelo simulou bem a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é um sistema típico de verão sobre a América do Sul.

As características das anomalias de anos extremos como 82/83 (El Niño) e 84/85 (La Niña) são bem representadas pelo modelo, com relação à configuração de um dipolo norte-sul. Nos outros anos as anomalias não são bem representadas em algumas regiões da América do Sul.

Com relação aos resultados dos sinais das anomalias de precipitação do modelo e das observações, a análise para o ano todo mostrou um maior número de concordâncias de sinais nas regiões Nordeste e Sul do Brasil, tanto para as anomalias positivas quanto para as negativas. Na análise mensal climatológica notou-se que o número maior de concordâncias na região Nordeste ocorre no mês de abril, seguido de maio, fevereiro, junho, julho, março, janeiro e dezembro. Na região Sul o número maior ocorre nos meses de fevereiro e novembro. Áreas menores dentro desta região também apresentam valores altos nos meses de abril, junho, julho e dezembro. Analisando separadamente os casos negativos e os positivos, nota-se que em geral as concordâncias são maiores para as anomalias negativas.

Os resultados deste estudo fornecem uma comparação de precipitação e nebulosidade (ROLE) simuladas pelo modelo com dados observados, indicando as regiões em que o sinal das anomalias é bem representado.

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
JULHO DE 2001**

**ANOMALIAS DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA EMERGENTE E DE
PRECIPITAÇÃO SOBRE A AMÉRICA DO SUL NOS RESULTADOS DO MODELO
DE CIRCULAÇÃO GLOBAL CPTEC/COLA**

ALUNO: Luiz Henrique Ribeiro Coura da Silva – PIBIC/CNPq
UNITAL – Universidade de Taubaté

ORIENTADOR: Dra. Iracema F. A. Cavalcanti

DEPARTAMENTO: CPTEC/INPE – Cachoeira Paulista

e-mails: - luhenri@cptec.inpe.br
- iracema@cptec.inpe.br

Agradecimentos

Agradeço ao PIBIC/CNPq por me dar a chance de poder estudar e aprofundar melhor os meus conhecimentos, e também a bolsa fornecida. À minha orientadora, Iracema F. A. Cavalcanti, e aos meus amigos pela atenção e paciência dada durante a fase final do projeto. Peço também obrigado a minha família pelo apoio ao trabalho que realizo e principalmente eu agradeço a Deus pela saúde e tranquilidade que ele me passa.

I. ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| I. ÍNDICE | i |
| II. ÍNDICE DE FIGURAS | ii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA | 2 |
| 3. METODOLOGIA | 3 |
| 4. RESULTADOS | 4 |
| 4.1 CLIMATOLOGIA SAZONAL DE ROLE (Modelo e Observado) | 5 |
| 4.2 ANOMALIA SAZONAL DE ROLE (Modelo e Observado) | 8 |
| 4.3 CLIMATOLOGIA SAZONAL DE PRECIPITAÇÃO (Modelo e Observado) | 17 |
| 4.4 ANOMALIA SAZONAL DE PRECIPITAÇÃO (Modelo e Observado) | 20 |
| 4.5 RESULTADOS DO DESEMPENHO DO MODELO MCGA CPTEC/COLA | 29 |
| 5. CONCLUSÃO | 40 |
| 6. REFERÊNCIA | 41 |

II. ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----------|
| Fig. 4.1.1 Climatologia Sazonal Simulada de ROLE | 6 |
| Fig. 4.1.2 Climatologia Sazonal Observada de ROLE | 7 |
| Fig. 4.2.1 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1982 | 9 |
| Fig. 4.2.2 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1983 | 10 |
| Fig. 4.2.3 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1984 | 11 |
| Fig. 4.2.4 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1985 | 12 |
| Fig. 4.2.5 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1982 | 13 |
| Fig. 4.2.6 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1983 | 14 |
| Fig. 4.2.7 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1984 | 15 |
| Fig. 4.2.8 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1985 | 16 |
| Fig. 4.3.1 Climatologia Sazonal Simulada de Precipitação | 18 |
| Fig. 4.3.2 Climatologia Sazonal Observada de Precipitação | 19 |
| Fig. 4.4.1 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1982 | 21 |
| Fig. 4.4.2 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1983 | 22 |
| Fig. 4.4.3 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1984 | 23 |
| Fig. 4.4.4 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1985 | 24 |
| Fig. 4.4.5 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1982 | 25 |
| Fig. 4.4.6 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1983 | 26 |
| Fig. 4.4.7 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1984 | 27 |
| Fig. 4.4.8 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1985 | 28 |
| Fig. 4.5.1 Resultado geral. Total de casos de sinais Positivos e Negativos | 30 |
| Fig. 4.5.2 Resultado Sazonal da soma dos dois casos (s. Positivo + s. Negativo) | 31 |
| Fig. 4.5.2.1 Resultado Mensal da soma dos dois casos (s. Positivo + s. Negativo) | 32 |
| Fig. 4.5.2.2 Resultado Mensal da soma dos dois casos (s. Positivo + s. Negativo) | 33 |
| Fig. 4.5.3 Resultado Sazonal de casos dos sinais Positivos | 34 |
| Fig. 4.5.3.1 Resultado Mensal de casos dos sinais Positivos | 35 |
| Fig. 4.5.3.2 Resultado Mensal de casos dos sinais Positivos | 36 |
| Fig. 4.5.4 Resultado Sazonal de casos dos sinais Negativos | 37 |
| Fig. 4.5.4.1 Resultado Mensal de casos dos sinais Negativos | 38 |
| Fig. 4.5.4.2 Resultado Mensal de casos dos sinais Negativos | 39 |

1. INTRODUÇÃO

A precipitação e a Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) são algumas das variáveis meteorológicas que mais interessam na avaliação final do comportamento climático dos Modelos de Circulação Global da Atmosfera (MCGA). A precipitação por ser a variável que se deseja prever, e a ROLE que indica regiões com nebulosidade de diversas intensidades e que pode também ser associada com precipitação.

Um modelo climático procura reproduzir as condições e processos que ocorrem na atmosfera. É constituído de equações que representam os processos dinâmicos e termodinâmicos da atmosfera (ventos, pressão, temperatura) e os processos físicos como: fluxos de calor, radiação, formação de nuvens e precipitação.

O MCGA em uso no CPTEC tem sua origem naquele usado para previsão de tempo de médio prazo pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP). O modelo do NCEP chamado MRF (Medium Range Forecasting Model), era uma combinação do código espectral global desenvolvido pelo NCEP e as parametrizações físicas de escala de subgrade desenvolvidas no Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) do NOAA na Universidade de Princeton, EUA. Esse modelo foi transferido ao Center for Ocean, Land and Atmosphere Studies (COLA), onde foram adicionados a princípio, cálculos diagnósticos para um melhor entendimento dos processos físicos simulados e de sua importância relativa, além da adição de um módulo de vegetação, SSIB (Bonatti et al., 1996).

Desde a implantação do MRF do NCEP no COLA, o modelo tem sofrido mudanças significativas por ambos os grupos. A medida que ambas versões evoluíram, as principais mudanças efetuadas pelo NCEP para melhorar a previsão de médio prazo, foram introduzidas pelo grupo de simulação do COLA para manter o avanço em conjunto. O CPTEC adotou a versão 1.7 do COLA, que tem truncamento romboidal. Essa versão foi generalizada para truncamento triangular, foram introduzidas resoluções horizontal e vertical versáteis, adaptações na geração de arquivos de entrada e saída para as necessidades operacionais do CPTEC. Essa versão é chamada de versão 1.0 CPTEC/COLA. O MCGA é usado tanto para previsão de tempo operacional, quanto para previsão de clima experimental. A resolução em uso é T62L28, ou seja, truncamento triangular com 62 ondas na horizontal e 28 camadas na vertical (Bonatti et al., 1996).

Uma Simulação de 10 anos (1982 a 1991), utilizando esse modelo, foi realizada com nove condições iniciais e temperatura da superfície do mar observada mensalmente.

O objetivo deste trabalho é analisar os resultados de ROLE e de precipitação simulada pelo modelo sobre a América do Sul, desenvolvendo programas eficientes para tratamento e análise dos dados.

O trabalho foi separado em duas partes:

- Estudo da variabilidade interanual da atividade convectiva na primavera e verão sobre a América do Sul através da ROLE, representada pelo modelo.
- Estudo da resposta do modelo à precipitação mensal e sazonal, analisando comportamento dos membros das integrações (resultados do modelo usando diferentes condições iniciais).

2. ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

O Brasil por ser um país de grande extensão territorial, possui diferenciados regimes de precipitação. De norte a sul encontra-se uma grande variedade de climas com distintas características regionais.

Os sistemas frontais atuam durante o ano todo sobre o Brasil com frequências maiores para latitudes mais altas e menores para latitudes mais baixas, como pode-se notar no estudo de Oliveira (1986), e são um dos maiores causadores de distúrbios meteorológicos sobre o país. O deslocamento desses sistemas está associado ao escoamento ondulatório de grande escala.

Uma variável muito utilizada em análises de atividade convectiva associada à precipitação é a radiação de onda longa emergente (ROLE), que foi extensivamente utilizada como um indicador de variabilidade intrasazonal. Dados observados de ROLE são obtidos por satélites, que fazem a coleta diária a cada 12 horas (Kousky, 1988). Os dados mensais e de climatologia sazonal, mais amplamente utilizados de ROLE são produzidos nos Estados Unidos, pelo National Environmental Satellite Data and Information Service (NESDIS) e Climate Analysis Center (CAC). Esses dados são úteis para monitorar a variabilidade interanual e para prover uma visão global de distribuição da convecção tropical ao longo do ano. De forma geral pode-se obter uma aproximação do começo e término das estações chuvosas tropicais, (Kousky, 1988).

A estação chuvosa na região Sudeste do Brasil tem início durante o período de primavera quando os sistemas sinóticos que atuam na região tornam-se mais intensos e organizados. A caracterização do início das chuvas nessa região, foi analisada por Kousky (1988) em estudos utilizando dados de ROLE. Durante o regime de verão frequentemente as frentes frias que ingressam no Brasil pelo sul do país, ficam semi-estacionadas no litoral da região Sudeste. A permanência dos sistemas frontais sobre esta região organiza a convecção tropical nas regiões Centrais e Norte do Brasil e caracteriza a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Para que um modelo atmosférico possa ser usado em previsão climática ele deve ser capaz de reproduzir as principais características climatológicas da precipitação. Alguns estudos realizados com resultados do MCGA CPTEC/COLA, mostraram comparações das simulações/previsões de precipitação com as observações e as principais características climatológicas foram bem reproduzidas (Cavalcanti et al., 1996, 1998). Outros resultados climatológicos foram apresentados em Cavalcanti et al. (2000), com análise de outras variáveis atmosféricas as quais foram também bem simuladas.

3. METODOLOGIA

- **Dados Observados:**

Foram obtidos os dados observados de ROLE e de precipitação dos arquivos “olrmonth.ctf” (ROLE) com dados de 1974 até 1999 (NOAA), e “xie.ctf” (Precipitação) com dados de 1979 até 1994 (Xie e Arkin, 1996), e trabalhados os anos de 1982 até 1991 para comparação com os dados simulados de ROLE e precipitação do modelo CPTEC/COLA. Os dados de 1982 até 1991, tanto para ROLE quanto para Precipitação, foram binarizados em arquivos separados para maior facilidade de uso.

- **Dados simulados:**

Os dados foram obtidos de um conjunto (ensemble) de nove (9) integrações simuladas pelo modelo MCGA CPTEC/COLA. As variáveis ROLE e PREC que são encontrados nos arquivos simulados pelo modelo foram separadas da seguinte maneira:

- Foram criados para cada variável, através de scripts pela plataforma GrADS, arquivos binários de tal forma que as variáveis ficassem separadas em dezoito (18) arquivos (nove (9) de dados de precipitação e nove (9) de dados de ROLE), simulando as nove (9) integrações do modelo;
- Foram obtidos os dados mensais entre os anos de 1982 a 1991 para a região 10°N 55°S : 280°W 325°W onde se situa a América do Sul.

Na primeira parte do Projeto foram realizados cálculos da média climatológica e anomalias sazonais de ROLE, com destaque para a primavera e verão do conjunto de anos em análise.

Na segunda parte do Projeto, onde se trabalhou os dados de precipitação, foram geradas as médias climatológicas observadas, anomalias observadas e anomalias mensais das nove integrações do modelo.

As anomalias de Precipitação e de ROLE foram criadas da seguinte maneira:

anomalia (simulada) = mês (simulado) – mês climatológico (simulado)

anomalia (observada) = mês (observado) – mês climatológico (observado)

Para estudo do desempenho do modelo MCGA CPTEC/COLA na região da América do Sul, foram calculadas as médias de áreas de 5°X5° das anomalias de precipitação do modelo e observadas para todos os meses dos anos em análise e foram, através de uma comparação, gravadas em arquivos binários da seguinte maneira:

- Quando a média for positiva e acima de 0.15, tanto para a anomalia de precipitação do modelo quanto para a anomalia de precipitação observada, um contador para região correspondente é incrementado;
- Quando a média for negativa e abaixo de -0.15, tanto para a anomalia de precipitação do modelo quanto para a anomalia de precipitação observada, um outro contador para região correspondente é incrementado;
- Realizadas as comparações, os contadores foram binarizados e visualizados pelo GrADS.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho serão apresentados da seguinte forma:

Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE):

- ✓ Climatologia Sazonal de ROLE (modelo e observado);
- ✓ Anomalia Sazonal de ROLE (modelo e observado).

Precipitação:

- ✓ Climatologia Sazonal de Precipitação (modelo e observado);
- ✓ Anomalia Sazonal de Precipitação (modelo e observado);
- ✓ Resultados do desempenho do modelo MCGA CPTEC/COLA.

4.1 CLIMATOLOGIA SAZONAL DE ROLE (Modelo e Observado)

Nas figuras que serão apresentadas, os valores maiores de ROLE indicam as regiões sem nebulosidade, e os valores menores, nebulosidade convectiva (nas regiões tropicais e subtropicais). Todas as considerações a seguir são feitas com relação aos dados simulados pelo modelo.

Na figura 4.1.1 são apresentados os campos que representam a média climatológica dos anos de 1982 a 1991 nas estações de outono, inverno, primavera e verão para os resultados do modelo. Estes compostos são obtidos através da média sazonal total durante as estações analisadas, ou seja, calculada para os meses de Março, Abril e Maio (outono), Junho, Julho e Agosto (inverno), Setembro, Outubro e Novembro (primavera) e Dezembro, Janeiro e Fevereiro (verão) durante o período dos anos em análise.

Na média climatológica de ROLE na primavera podemos observar moderada nebulosidade sobre grande parte da região da América do Sul. Observa-se um núcleo com valores de pouca intensidade de ROLE que indicam a presença de nebulosidade convectiva, na região NW da Amazônia. Sobre as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil a nebulosidade mostrou-se moderada.

Pode-se observar na média climatológica de ROLE durante a estação do Verão os valores menos intensos de ROLE, indicando a presença de nebulosidade convectiva, em uma banda que se estende desde a região Amazônica até o litoral da região Sudeste, configurando a ZCAS, um fenômeno comum nesta época do ano. Nota-se a atuação da ZCIT próxima ao Norte-Nordeste do Brasil, e na região Sul do Brasil observa-se valores com maior intensidade de ROLE, indicando nebulosidade convectiva menos intensa sobre a região.

Na média climatológica observada (Fig. 4.1.2) pode-se ver que o modelo simulou bem as principais características.

Fig. 4.1.1 Climatología Sazonal Simulada de ROLE

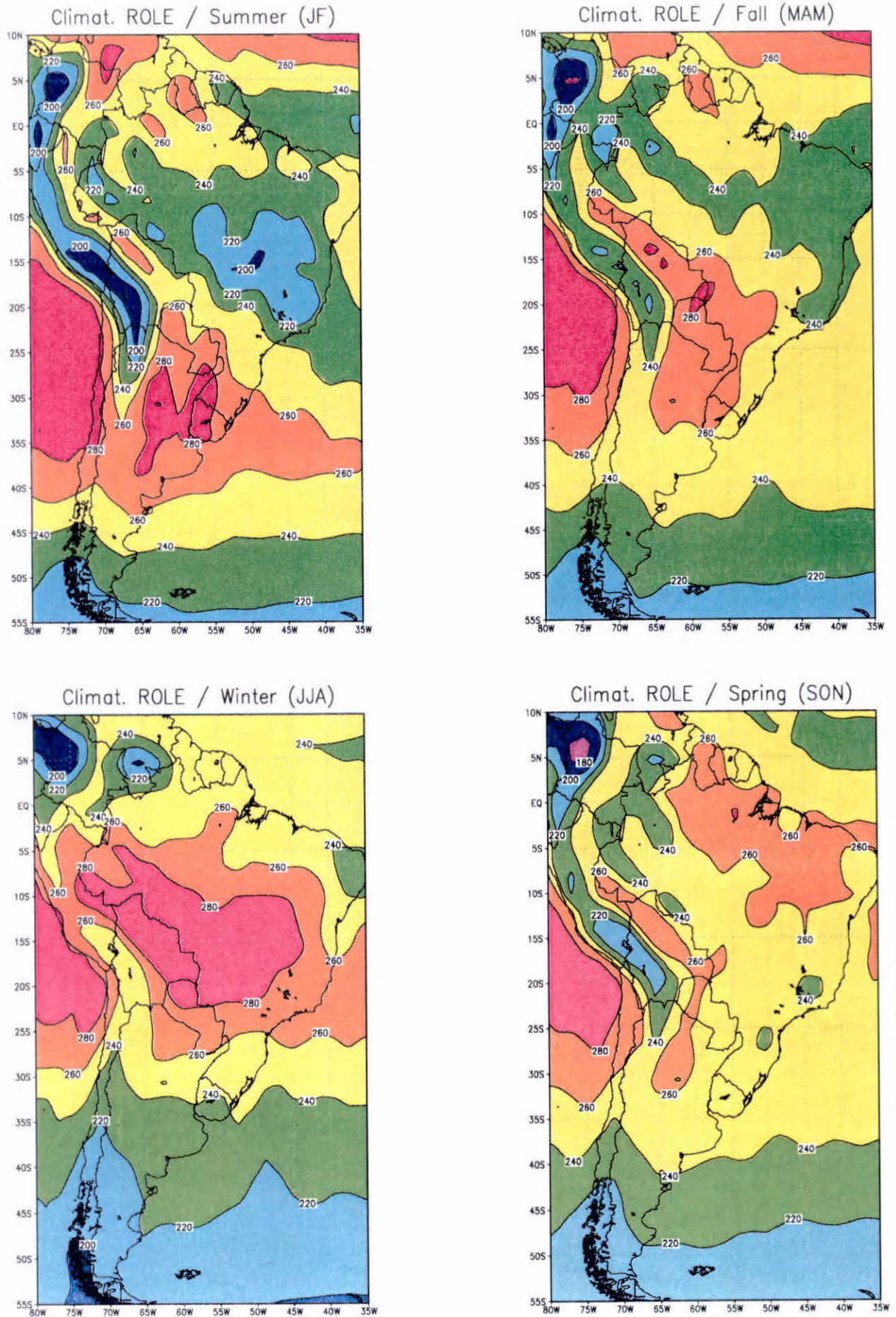
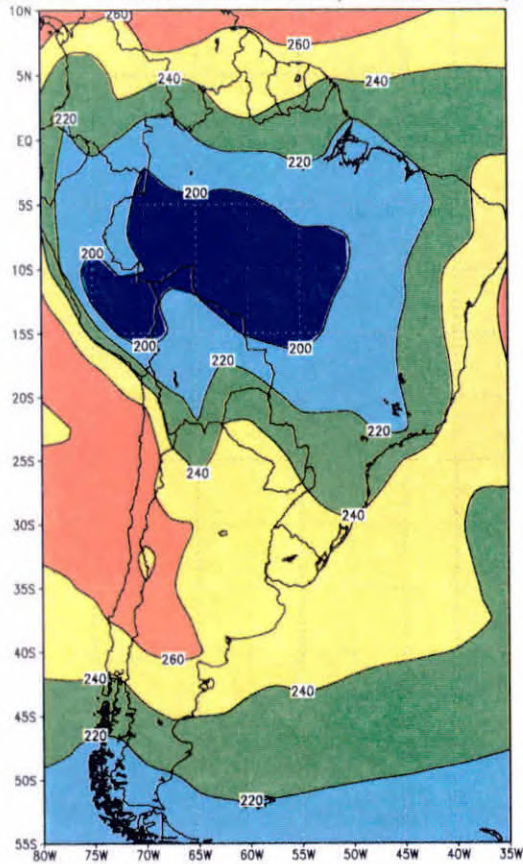
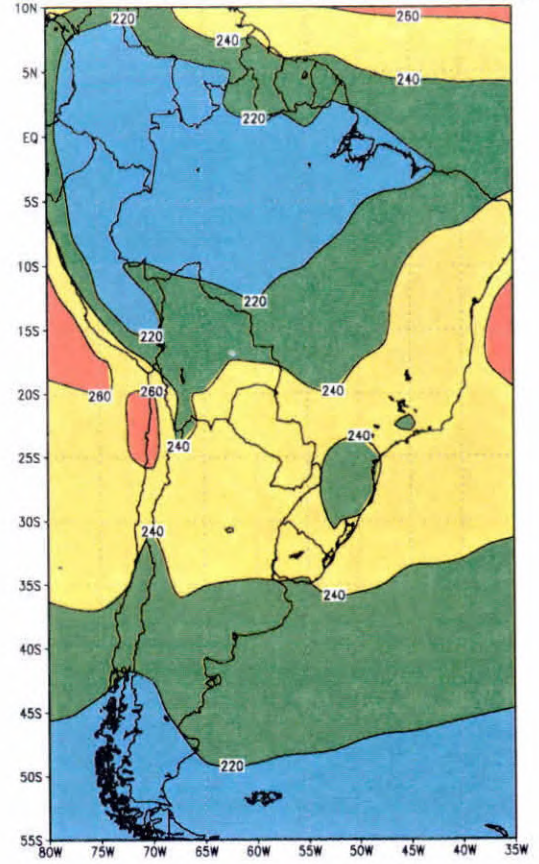


Fig. 4.1.2 Climatología Sazonal Observada de ROLE

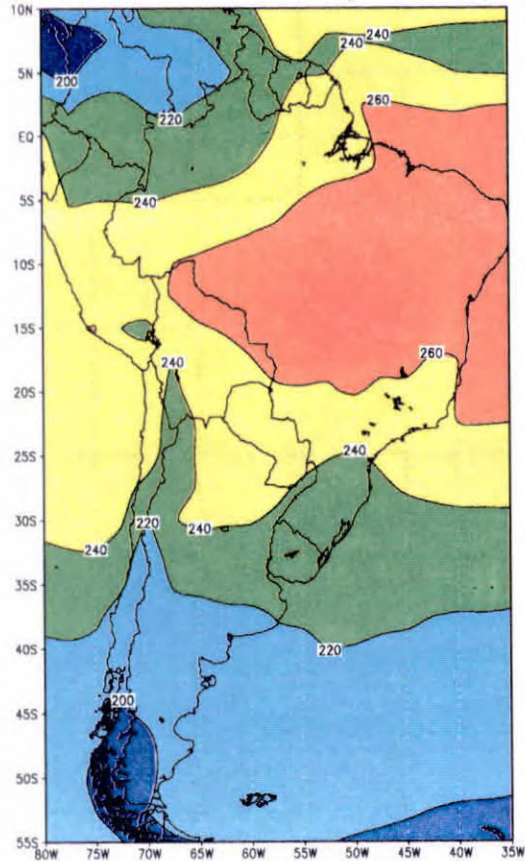
Climat. Observada ROLE / Summer (JF)



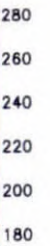
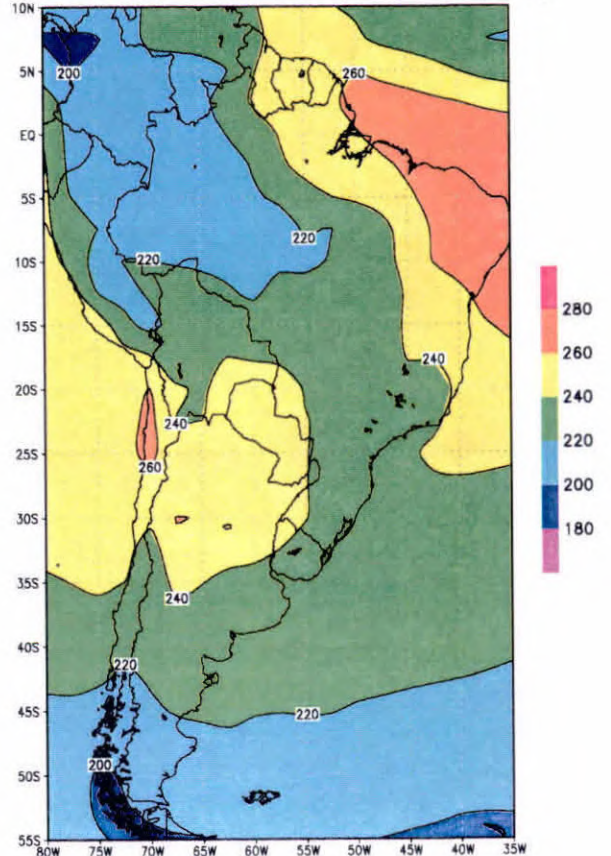
Climat. Observada ROLE / Fall (MAM)



Climat. Observada ROLE / Winter (JJA)



Climat. Observada ROLE / Spring (SON)



4.2 ANOMALIA SAZONAL DE ROLE (Modelo e Observado)

Nas figuras 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 e 4.2.4 são apresentados os campos que representam a anomalia sazonal das estações outono, inverno, primavera e verão para alguns anos selecionados, em que ocorreram os fenômenos El Niño e La Niña (1982-1985). Essas análises mostram resultados do modelo e serão discutidas apenas as estações de primavera e verão quando a atividade convectiva é mais intensa.

Nas figuras 4.2.1 – primavera e 4.2.2 – primavera são apresentadas as anomalias dos anos de 1982 e 1983 respectivamente. Observa-se sobre grande parte do Brasil valores negativos de anomalias de ROLE, porém com valores baixos. Contudo essas áreas representam as regiões onde a nebulosidade esteve acima da média. Sobre a região Nordeste, observa-se valores de anomalias de ROLE altos, indicando ausência de nebulosidade convectiva sobre esta região.

No ano de 1984 (Fig. 4.2.3 - primavera), observa-se a ausência de nebulosidade convectiva sobre parte das regiões Amazônica e Sudeste do Brasil. Neste ano a região Nordeste apresentou nebulosidade moderada, diferente dos anos anteriores. Na Fig. 4.2.4 – primavera, pode-se observar durante o ano de 1985 a ausência de nebulosidade convectiva sobre as regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte da região Amazônica. Observa-se apenas uma pequena faixa que se estende desde o Norte da Amazônia até a região Central do Nordeste.

Para o verão, as figuras 4.2.2 - verão e 4.2.3 - verão são apresentadas as anomalias de verão dos anos de 82/83 e 83/84 respectivamente. Nestes anos observa-se grande parte do Brasil sem a presença de nebulosidade convectiva. Sobre o Sul do Brasil observa-se um núcleo de nebulosidade convectiva intensa no verão 82/83 (Fig. 4.2.2 - verão). No verão 83/84 (Fig. 4.2.3 – verão) observa-se que a maior parte do Brasil está sem a presença de nebulosidade convectiva. Na região Amazônica e parte da região Centro-Oeste observa-se nebulosidade moderada acima da média.

No verão 84/85 (Fig. 4.2.4 - verão), pode-se observar uma região que engloba o Nordeste brasileiro, parte das regiões Amazônica, Sudeste e Centro-Oeste, apresentando AC intensa principalmente no Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia. As demais regiões não apresentam nebulosidade convectiva.

As anomalias de ROLE observadas são apresentadas nas figuras 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7, 4.2.8 para comparação.

Fig. 4.2.1 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1982

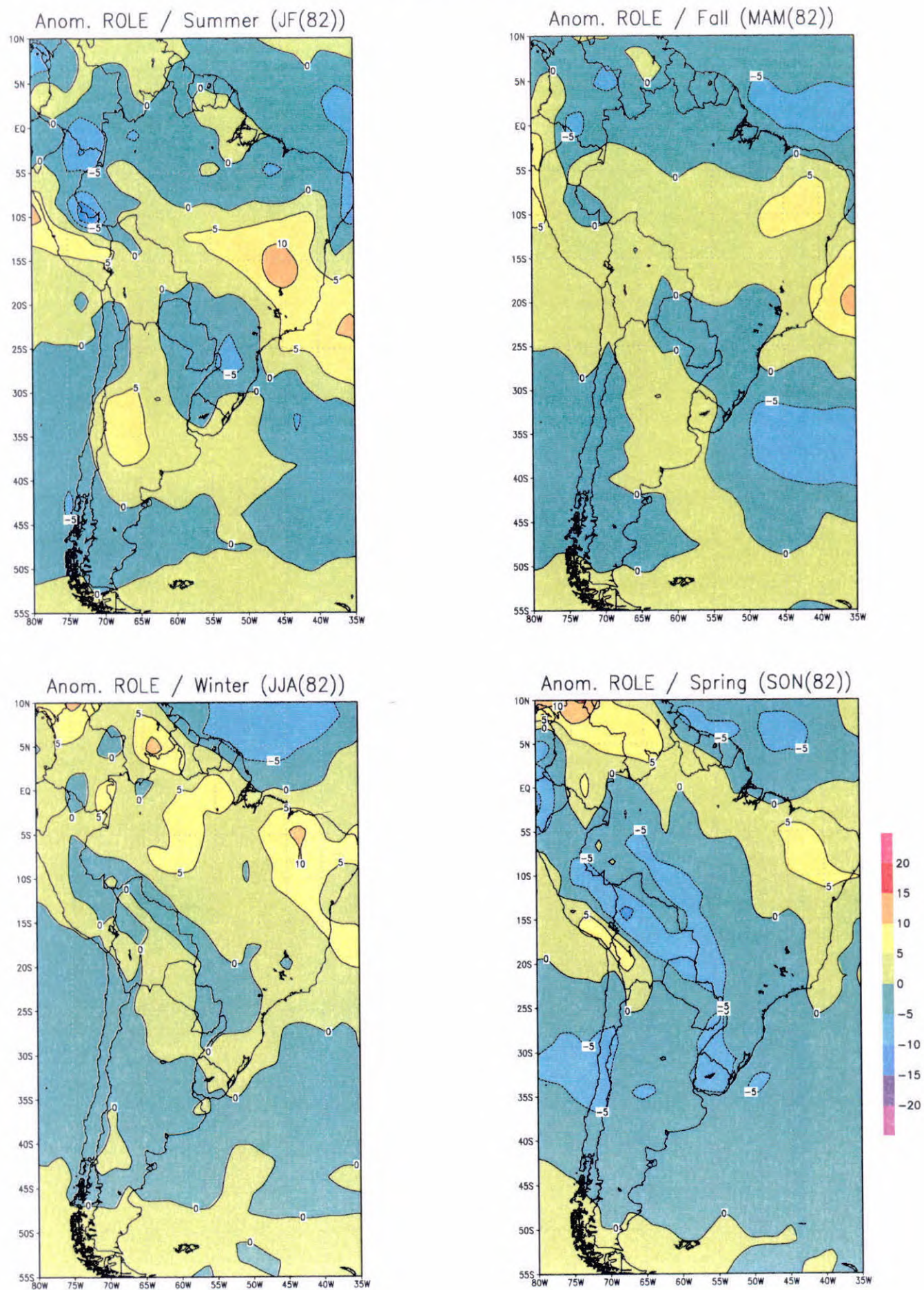
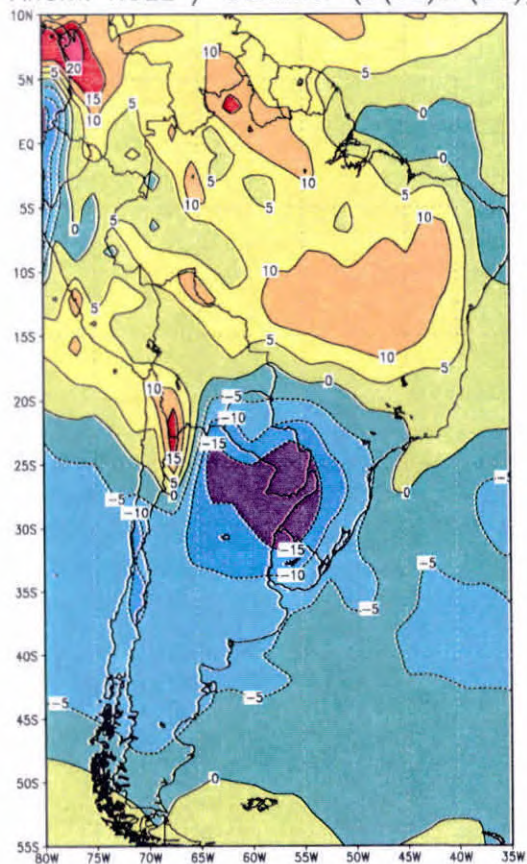
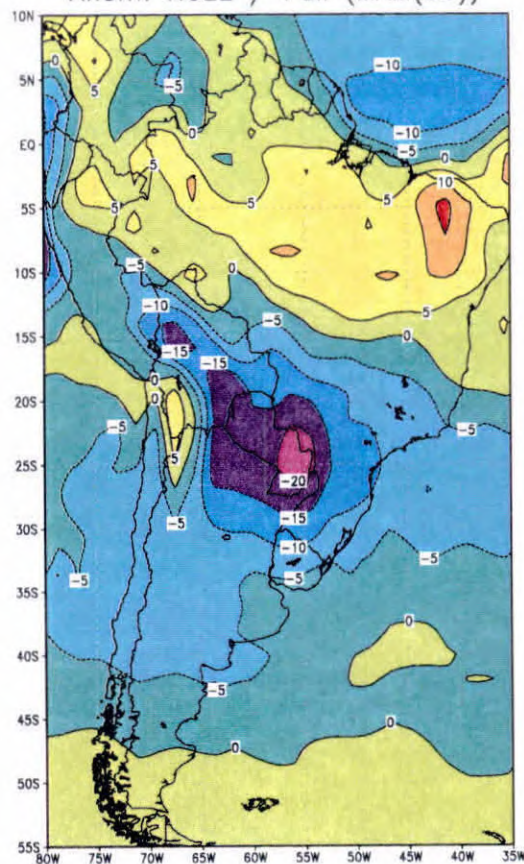


Fig. 4.2.2 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1983

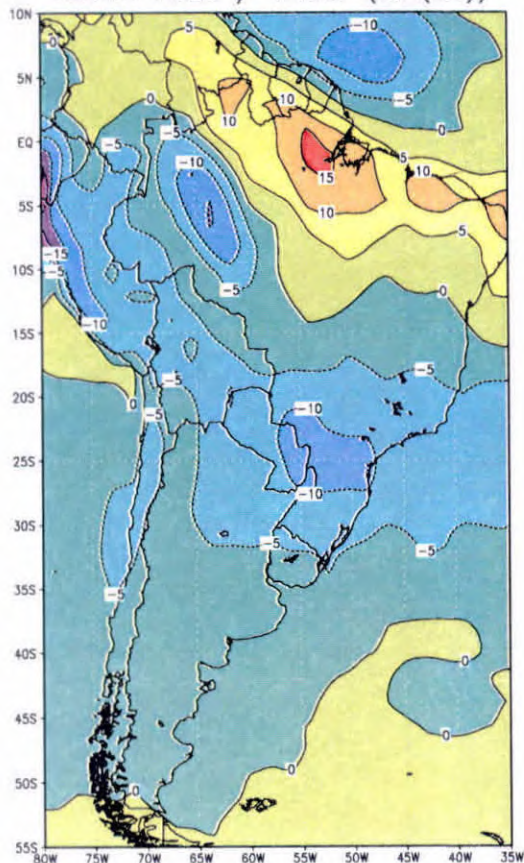
Anom. ROLE / Summer (D(82)JF(83))



Anom. ROLE / Fall (MAM(83))



Anom. ROLE / Winter (JJA(83))



Anom. ROLE / Spring (SON(83))

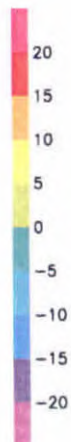
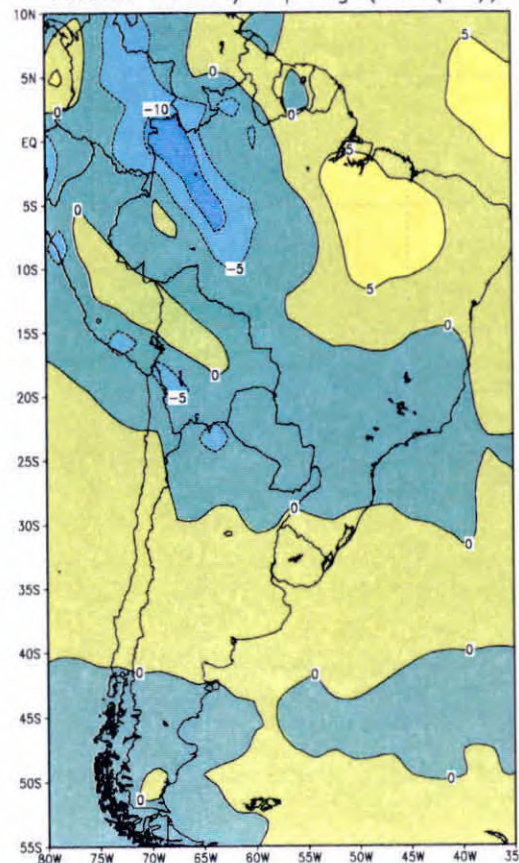
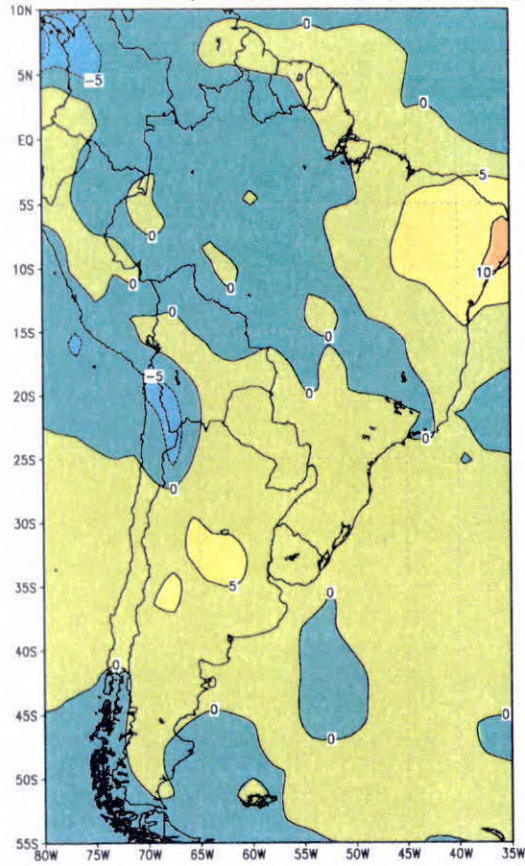
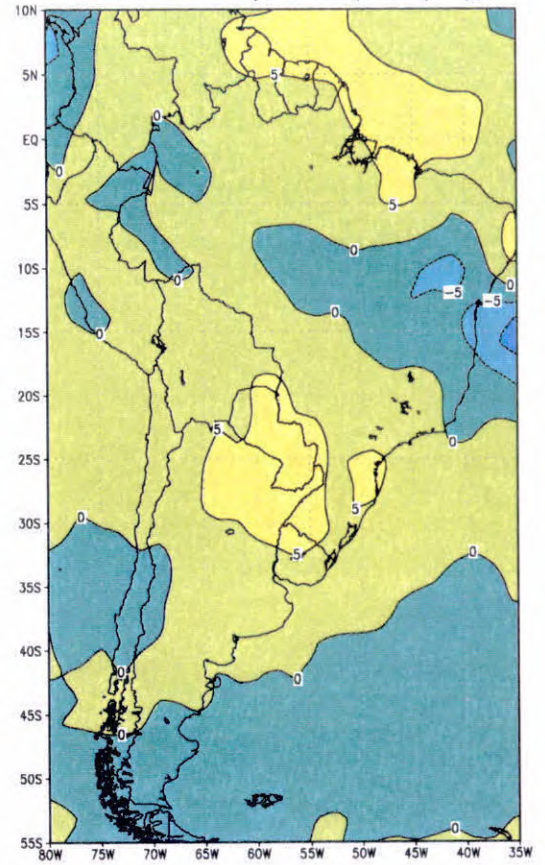


Fig. 4.2.3 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1984

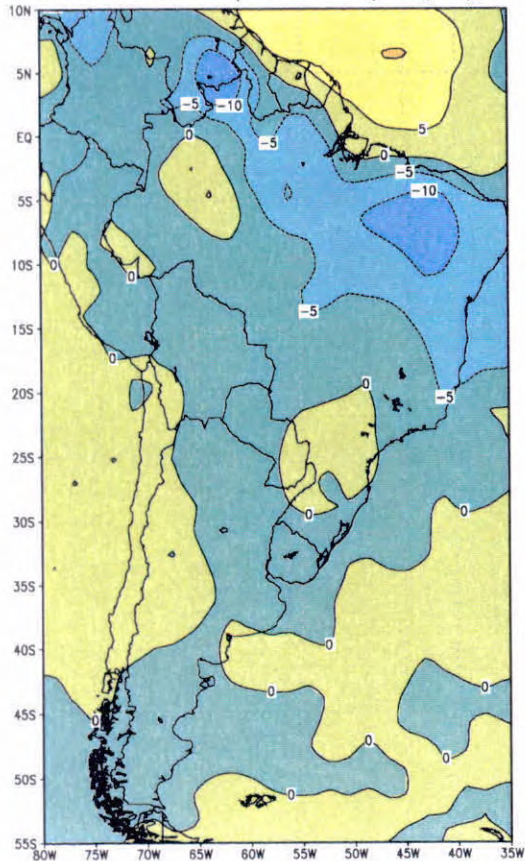
Anom. ROLE / Summer (D(83)JF(84))



Anom. ROLE / Fall (MAM(84))



Anom. ROLE / Winter (JJA(84))



Anom. ROLE / Spring (SON(84))

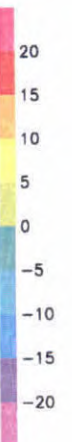
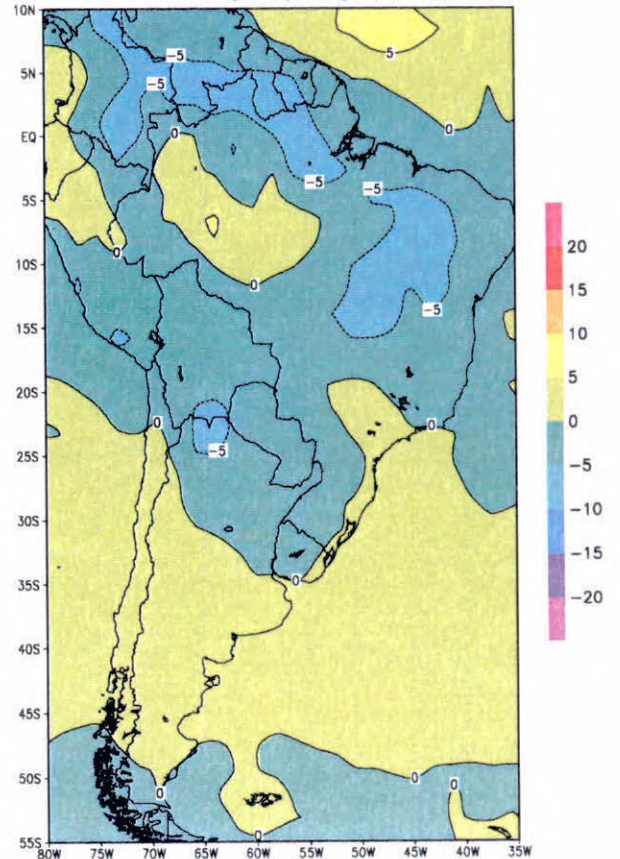
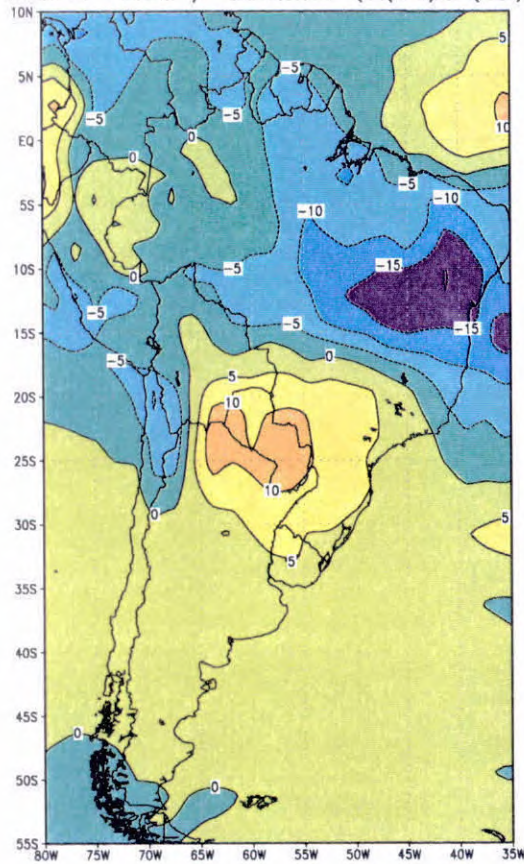
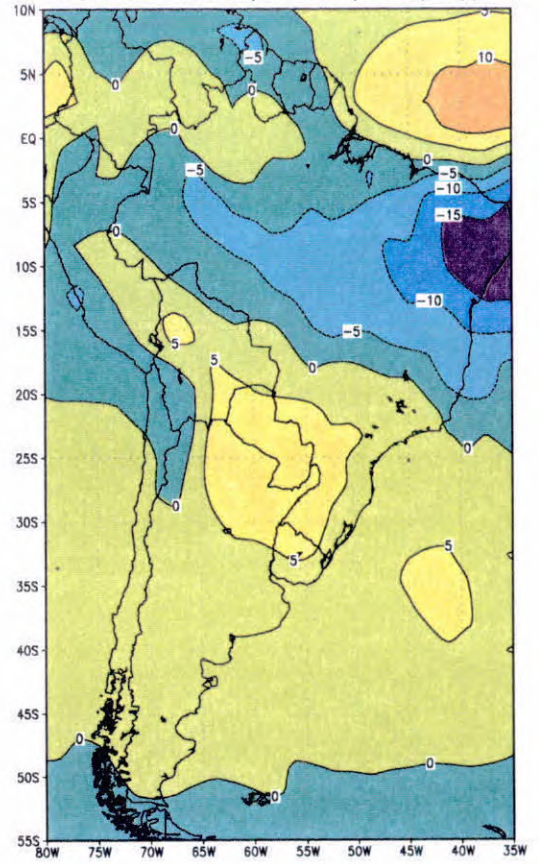


Fig. 4.2.4 Anomalia Sazonal Simulada de ROLE de 1985

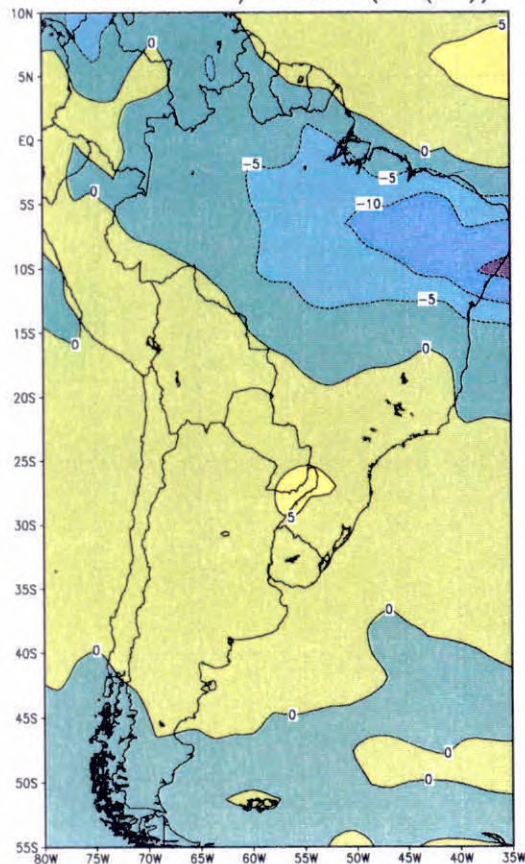
Anom. ROLE / Summer (D(84)JF(85))



Anom. ROLE / Fall (MAM(85))



Anom. ROLE / Winter (JJA(85))



Anom. ROLE / Spring (SON(85))

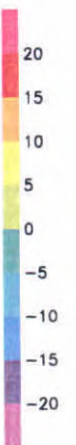
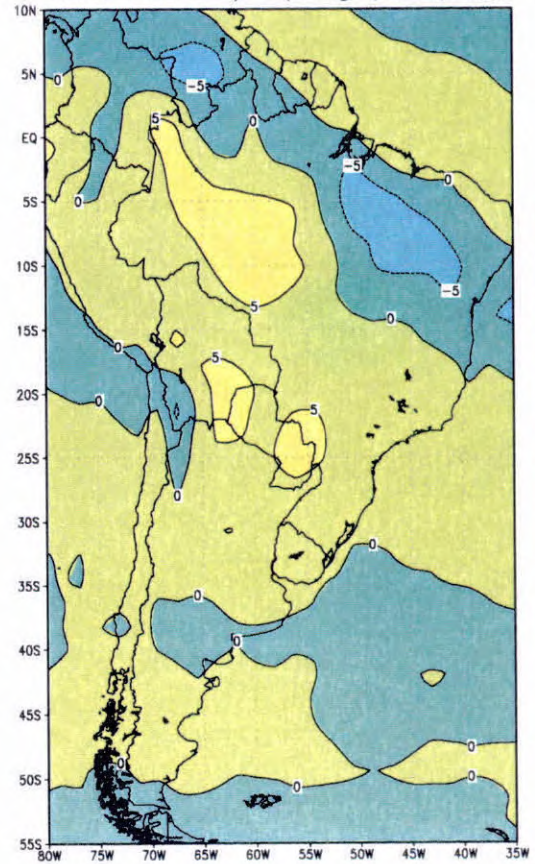
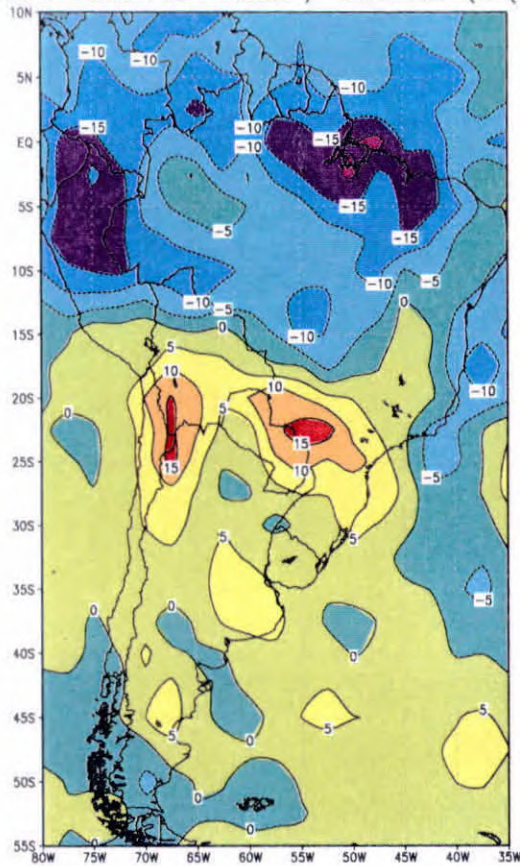
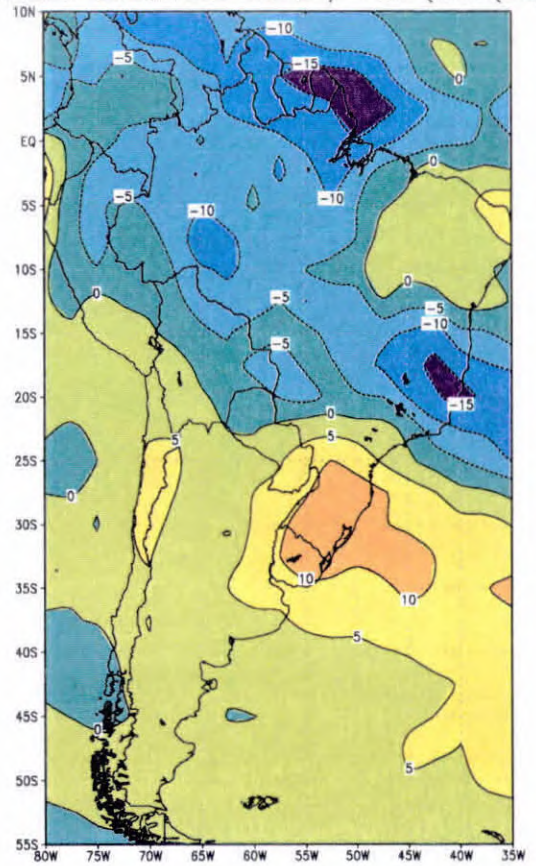


Fig. 4.2.5 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1982

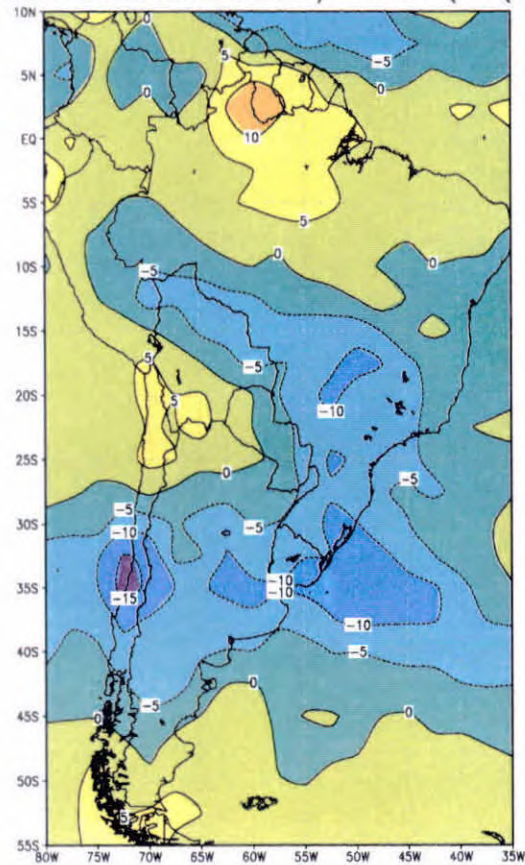
Anom. Observada ROLE / Summer (JF(82))



Anom. Observada ROLE / Fall (MAM(82))



Anom. Observada ROLE / Winter (JJA(82))



Anom. Observada ROLE / Spring (SON(82))

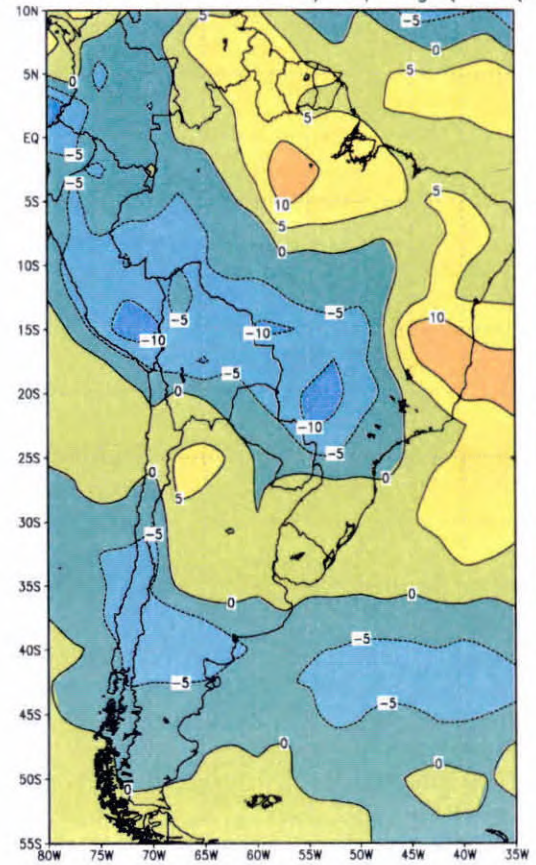
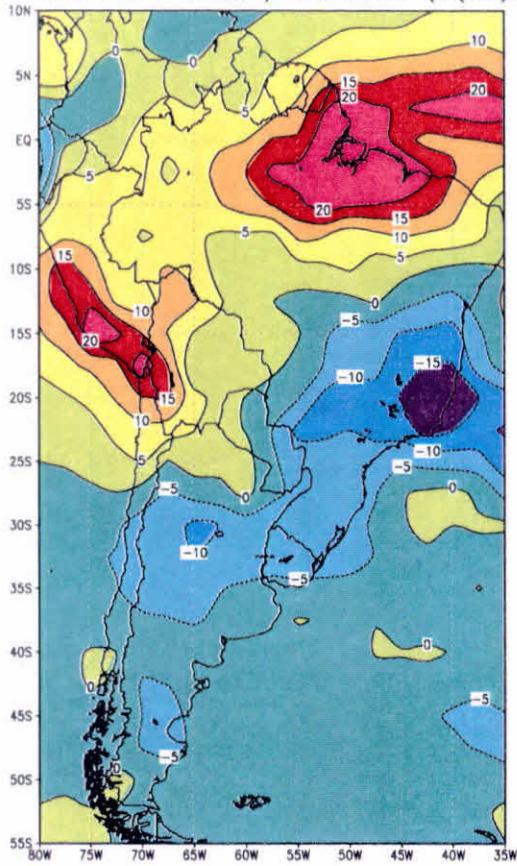
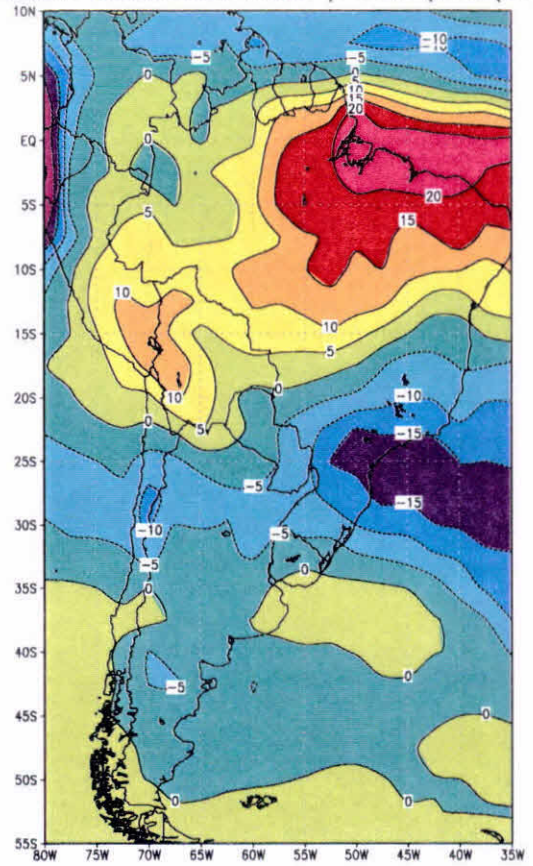


Fig. 4.2.6 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1983

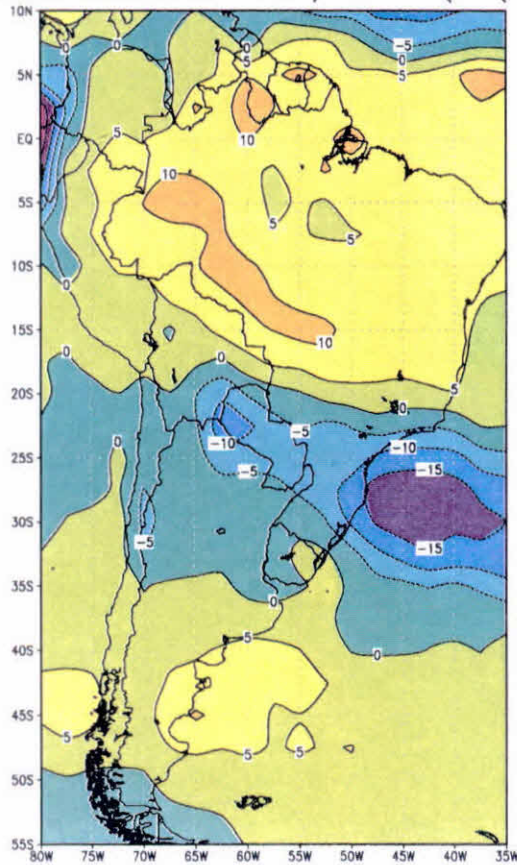
Anom. Observada ROLE / Summer (D(82)JF(83))



Anom. Observada ROLE / Fall (MAM(83))



Anom. Observada ROLE / Winter (JJA(83))



Anom. Observada ROLE / Spring (SON(83))

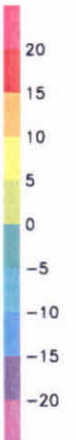
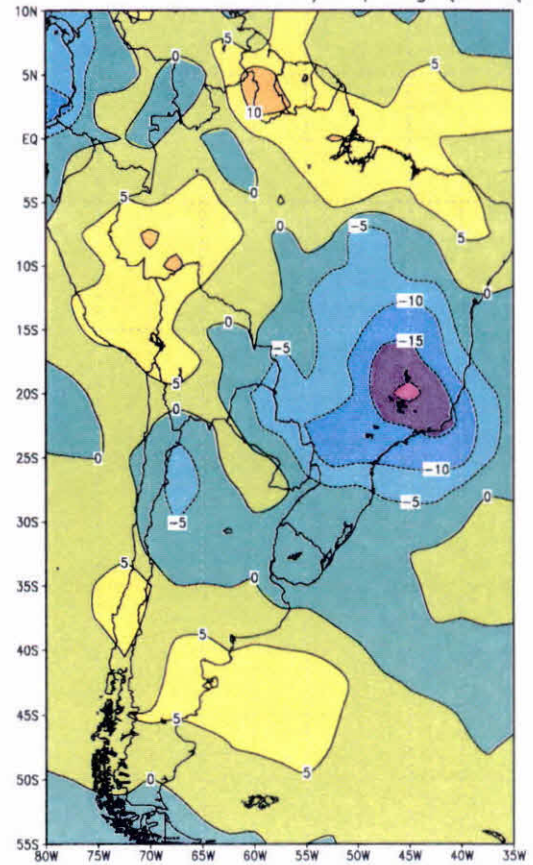
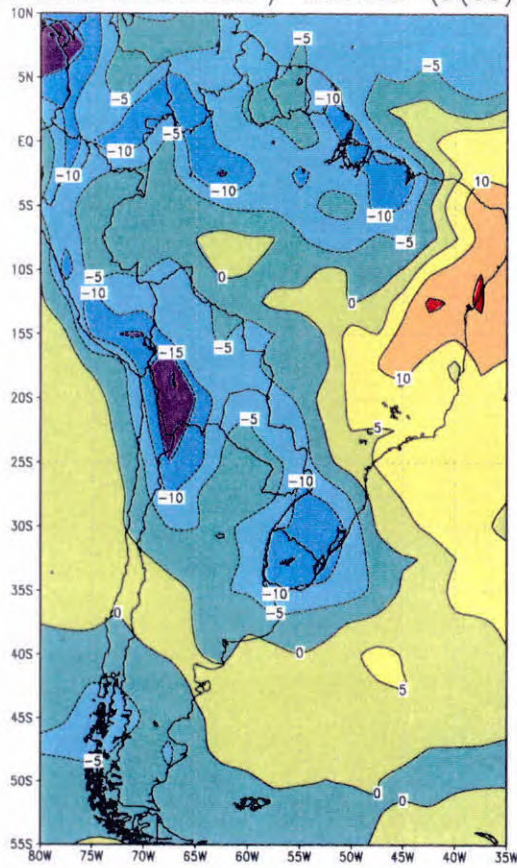
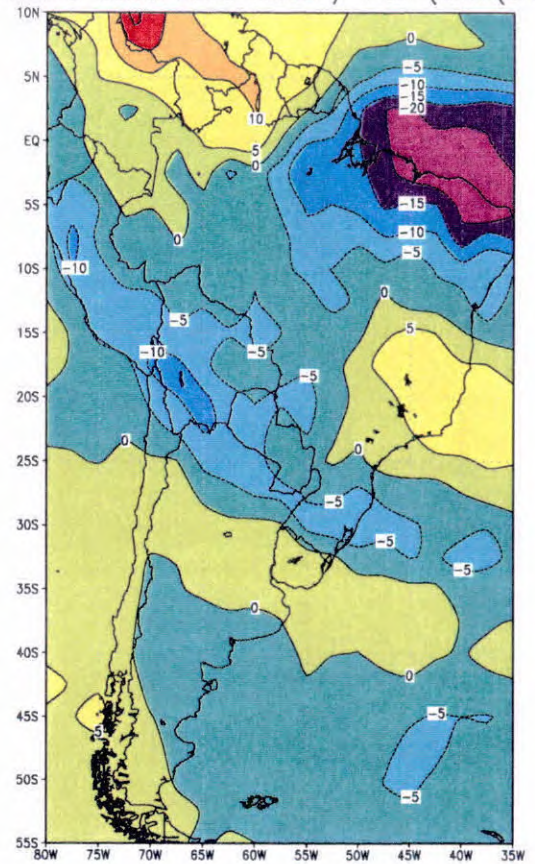


Fig. 4.2.7 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1984

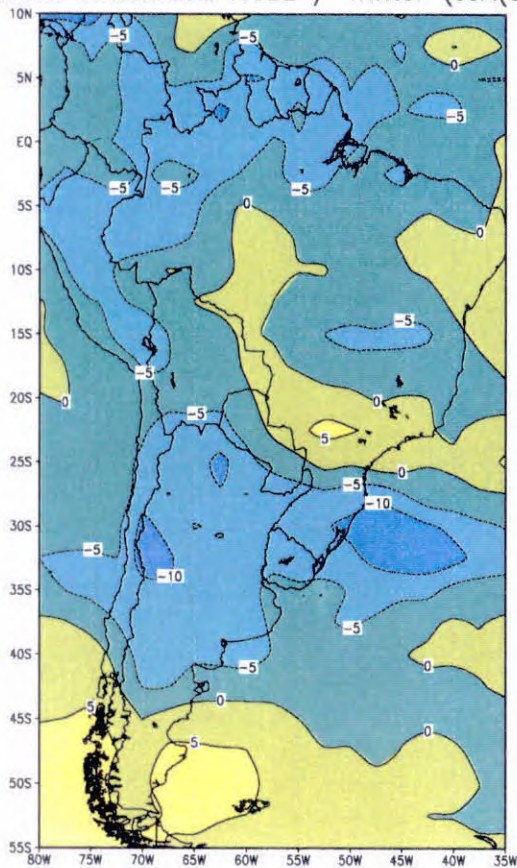
Anom. Observada ROLE / Summer (D(83)JF(84))



Anom. Observada ROLE / Fall (MAM(84))



Anom. Observada ROLE / Winter (JJA(84))



Anom. Observada ROLE / Spring (SON(84))

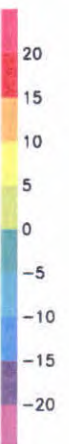
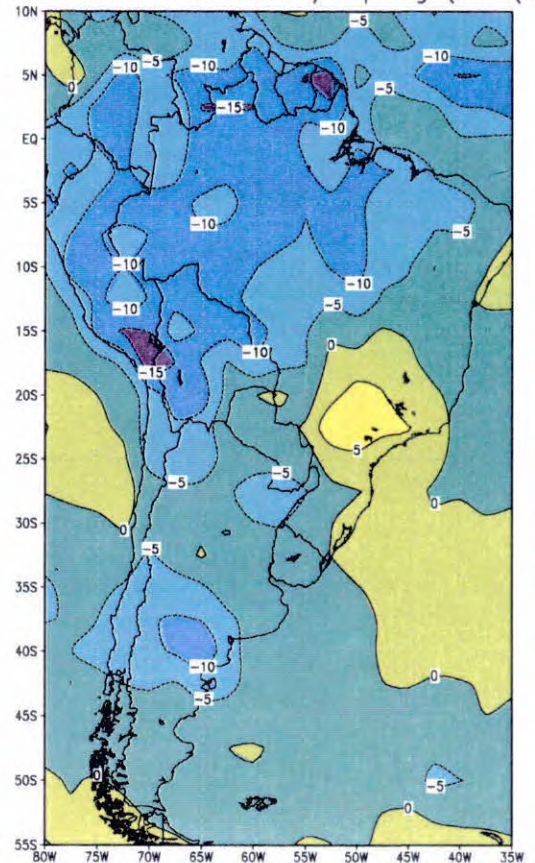
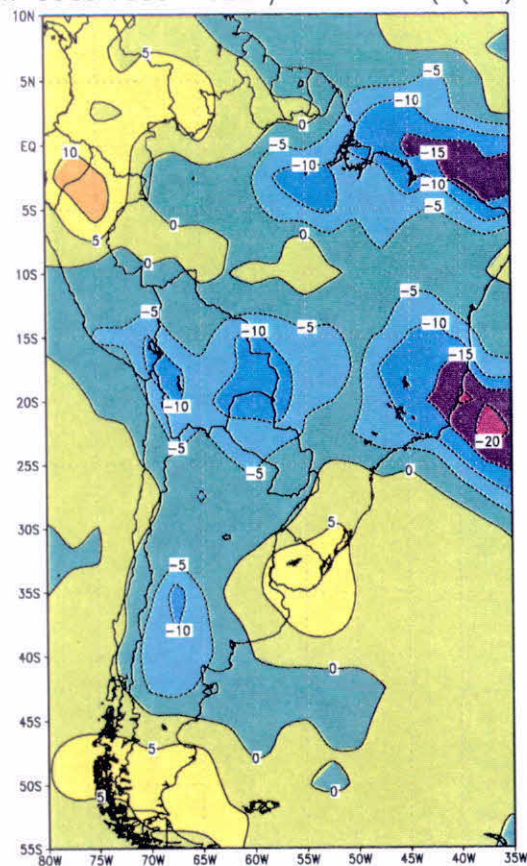
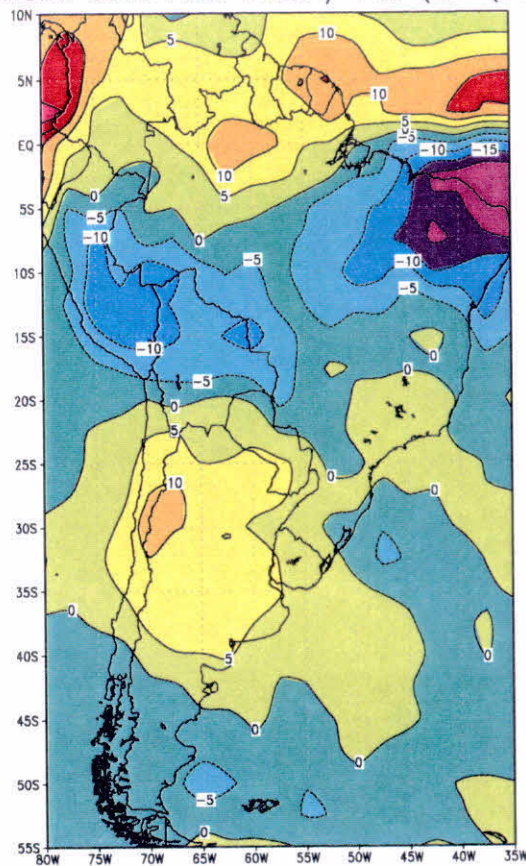


Fig. 4.2.8 Anomalia Sazonal Observada de ROLE de 1985

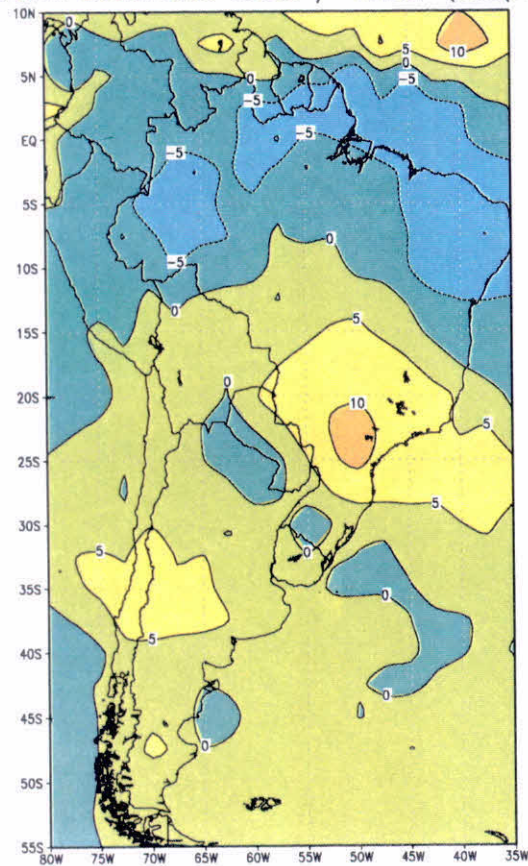
Anom. Observada ROLE / Summer (D(84)JF(85))



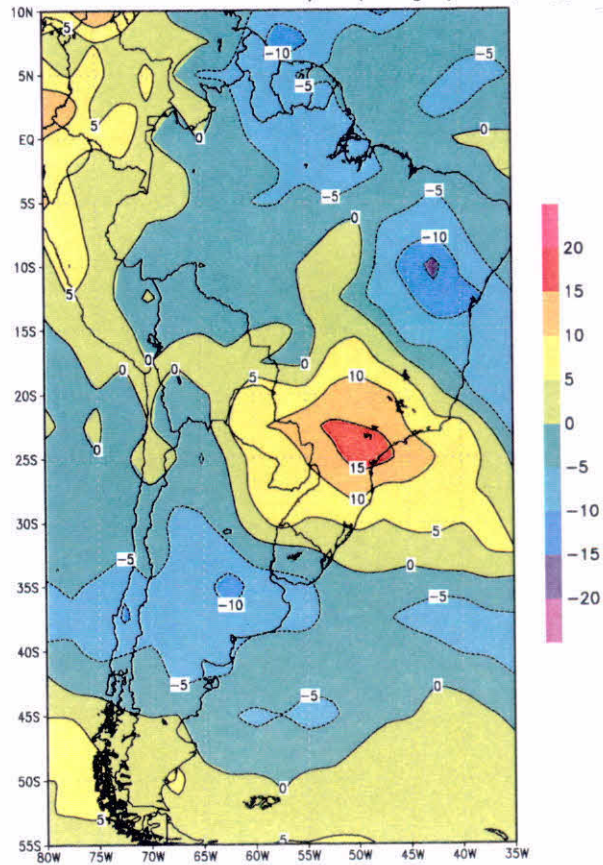
Anom. Observada ROLE / Fall (MAM(85))



Anom. Observada ROLE / Winter (JJA(85))



Anom. Observada ROLE / Spring (SON(85))



4.3 CLIMATOLOGIA SAZONAL DE PRECIPITAÇÃO (Modelo e Observado)

Na figura 4.3.1 encontra-se a climatologia sazonal de precipitação simulada pelo modelo MCGA CPTEC/COLA, onde os valores maiores indicam altas precipitações e os valores menores baixas precipitações.

Pode-se notar que na climatologia sazonal de precipitação para o verão, o modelo mostra bem a configuração de ZCAS e ZCIT, onde normalmente ocorre um alto índice de precipitação na região sudeste e um pouco ao norte do nordeste brasileiro.

Já no outono nota-se o índice de precipitação maior subindo para o noroeste da América do Sul. O modelo também mostra no geral a ocorrência de precipitação diminuindo no sudeste brasileiro.

Ainda na figura 4.3.1, no inverno observa-se um grau bem menor de chuvas na região centro e centro-oeste da América do Sul e grau de precipitação maior ocorrendo no norte.

Na primavera o índice de chuvas volta a aumentar nas regiões sudeste e amazônica, onde se inicia novamente a criação de ZCAS e ZCIT.

Na média climatológica observada (Fig. 4.3.2) pode-se ver que o modelo simulou bem as principais características.

Fig. 4.3.1 Climatologia Sazonal Simulada de Precipitação

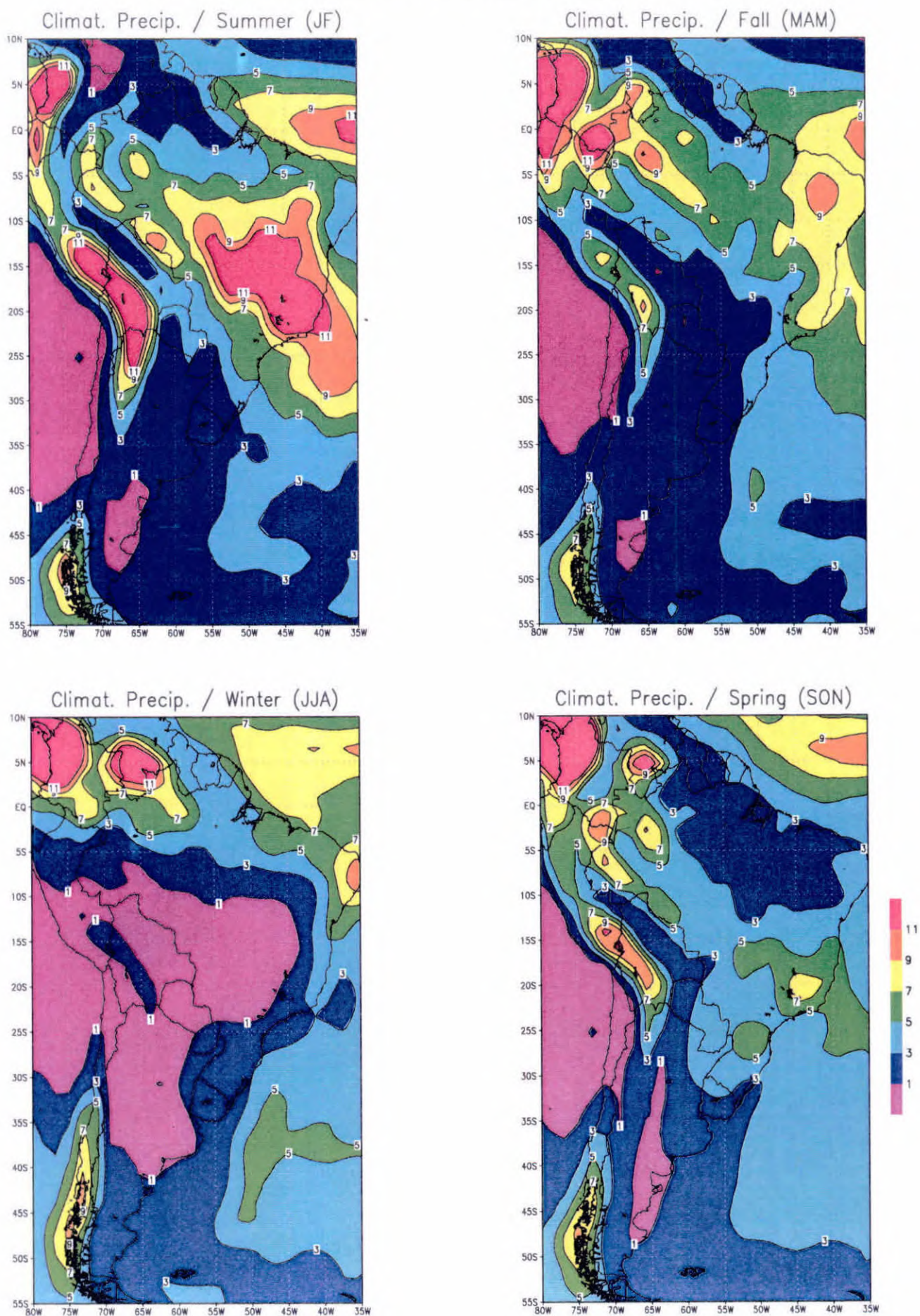
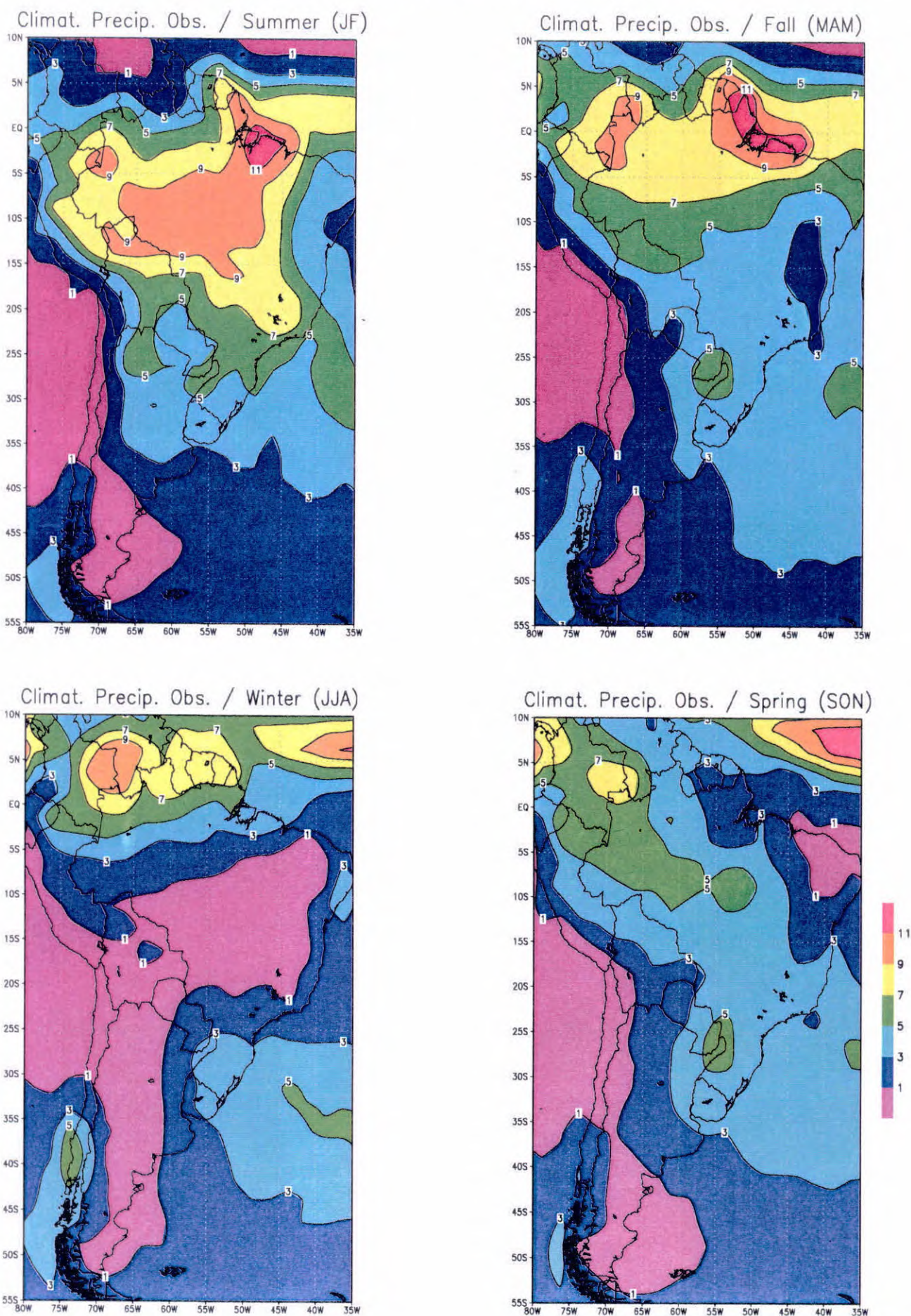


Fig. 4.3.2 Climatologia Sazonal Observada de Precipitação



4.4 ANOMALIA SAZONAL DE PRECIPITAÇÃO (Modelo e Observado)

Nas figuras 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, encontram-se os campos de anomalias de precipitação sazonais, ou seja, anomalias de precipitação para as estações de outono, inverno, primavera e verão para os anos de 1982 até 1985 respectivamente, com os valores negativos indicando precipitações abaixo da média e valores positivos indicando precipitações acima da média.

Para os anos de 82 e 83 (Fig. 4.4.1 e Fig. 4.4.2), anos do fenômeno El Niño, ocorre uma configuração de um dipolo norte-sul onde os valores negativos encontram-se mais ao norte da América do Sul e os valores positivos mais ao sul, formando assim um dipolo.

Já para os anos de 84 e 85 (Fig. 4.4.3 e Fig. 4.4.4), anos que ocorre o fenômeno La Niña, encontra-se um dipolo ao contrário do El Niño, onde se pode notar que os valores negativos encontram-se mais ao sul da América do Sul e os valores positivos mais ao norte.

O resultado mostra também as intensidades, positivas e negativas, se alternando de fenômeno para fenômeno, El Niño para La Niña. Pode-se observar que nas estações de verão e outono de 82 não há uma configuração homogênea de valores negativos e positivos, porém logo depois as características do El Niño se acentuam até a primavera de 83. Para as estações de verão e outono de 84 observa-se também o mesmo fato e logo depois as características do fenômeno La Niña surgem em 85.

As anomalias de Precipitação observadas são apresentadas nas figuras 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8 para comparação.

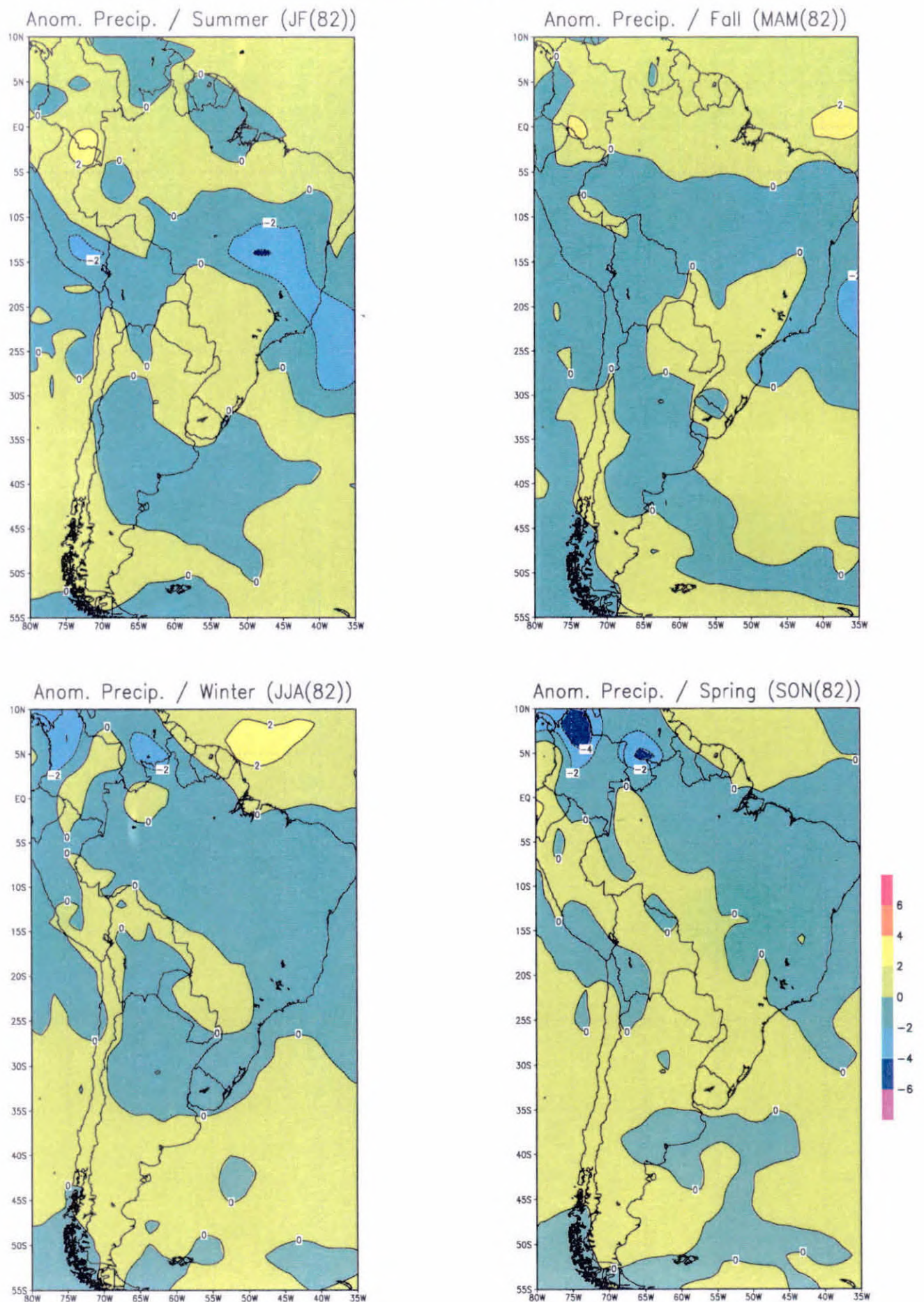
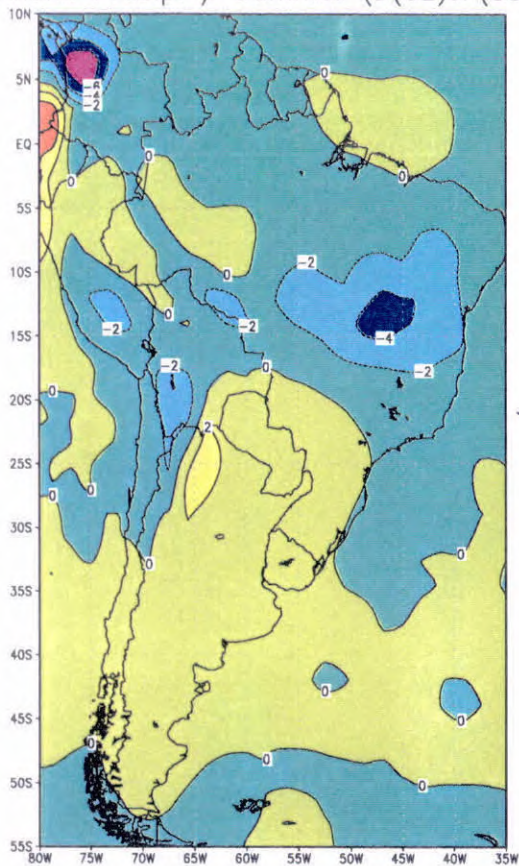
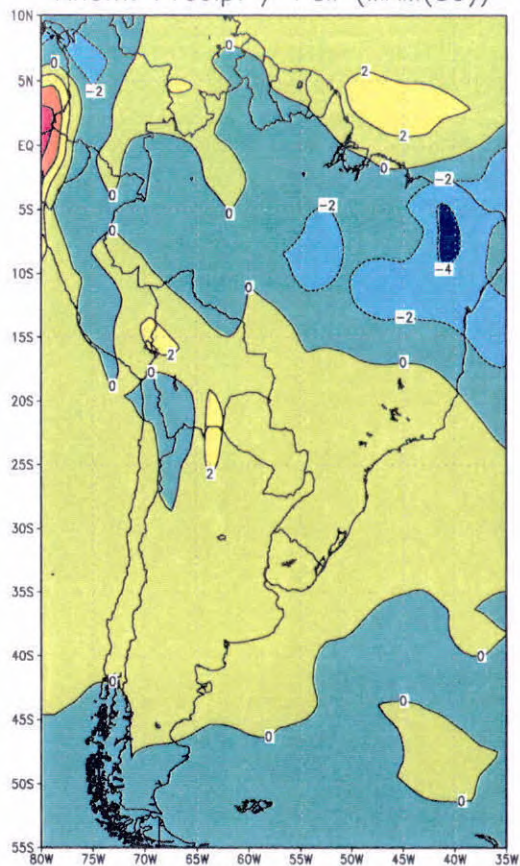
Fig. 4.4.1 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1982

Fig. 4.4.2 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1983

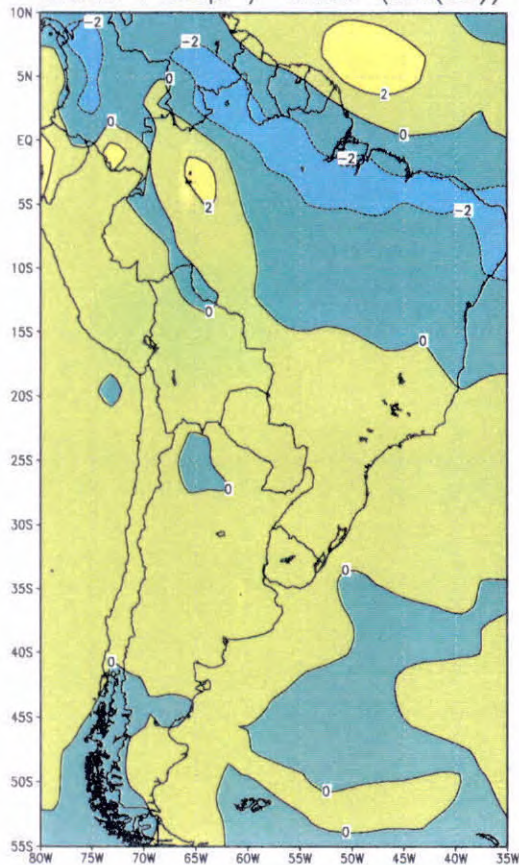
Anom. Precip. / Summer (D(82)JF(83))



Anom. Precip. / Fall (MAM(83))



Anom. Precip. / Winter (JJA(83))



Anom. Precip. / Spring (SON(83))

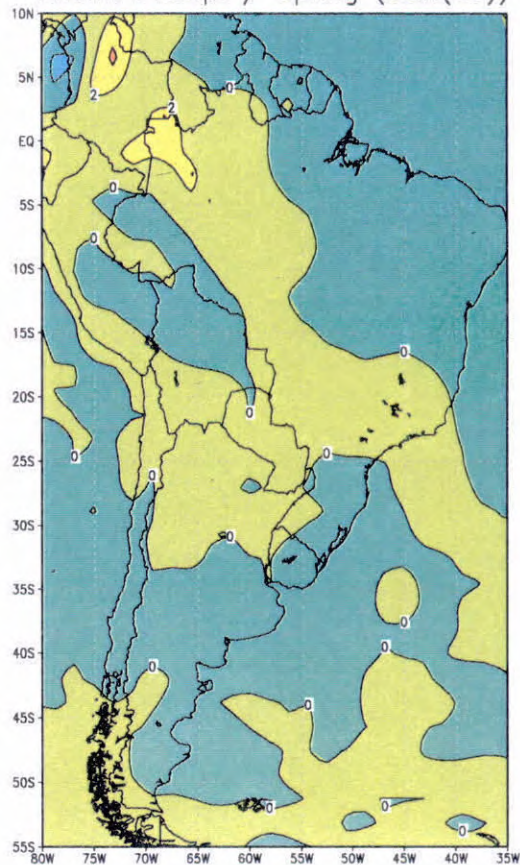
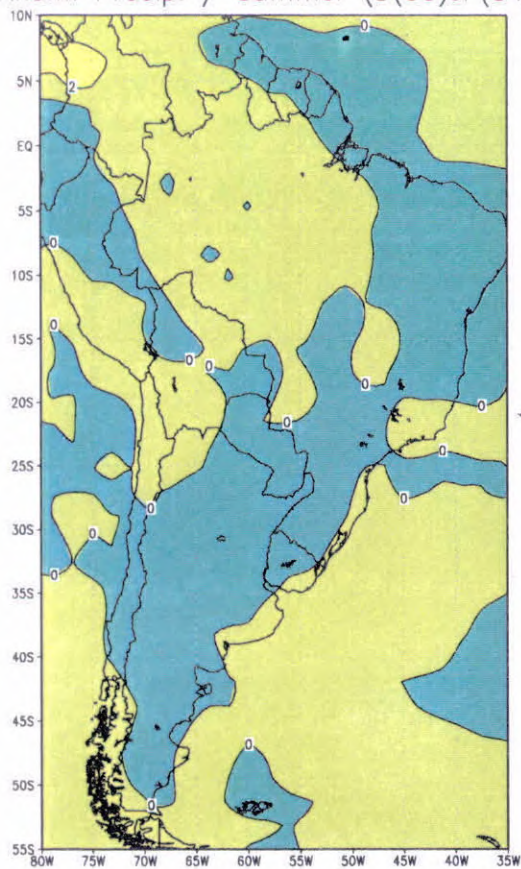
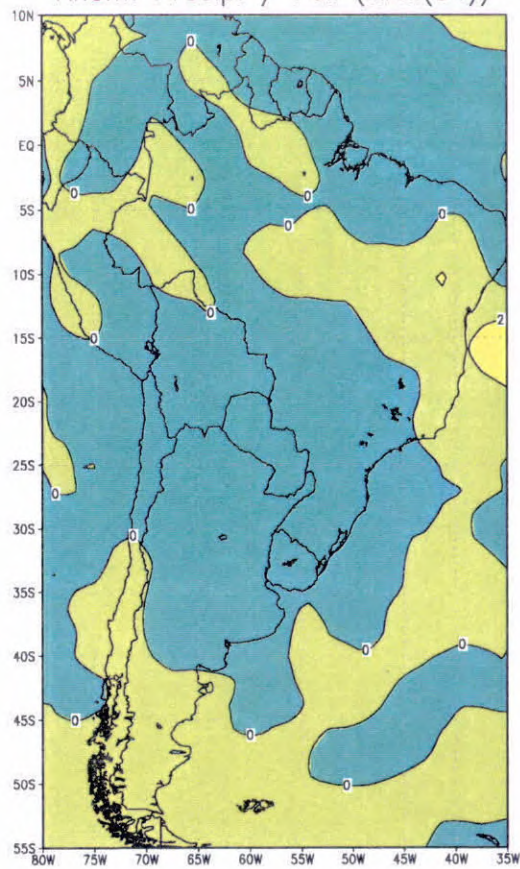


Fig. 4.4.3 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1984

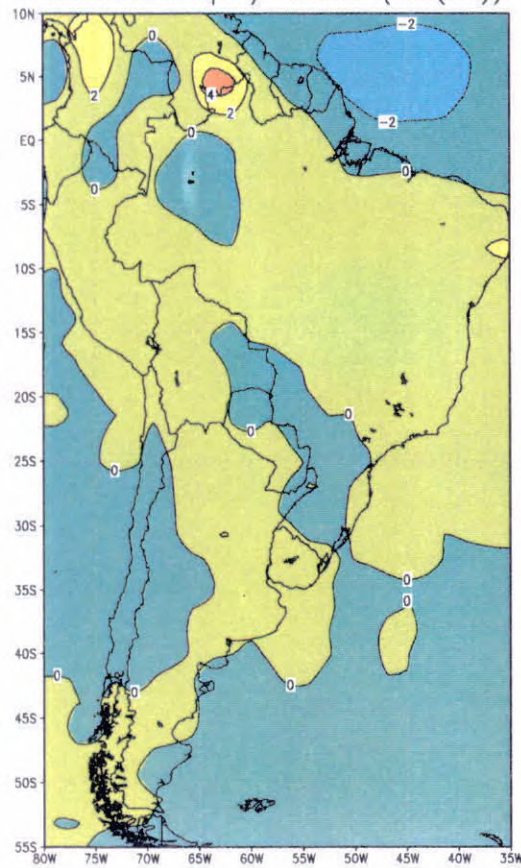
Anom. Precip. / Summer (D(83)JF(84))



Anom. Precip. / Fall (MAM(84))



Anom. Precip. / Winter (JJA(84))



Anom. Precip. / Spring (SON(84))

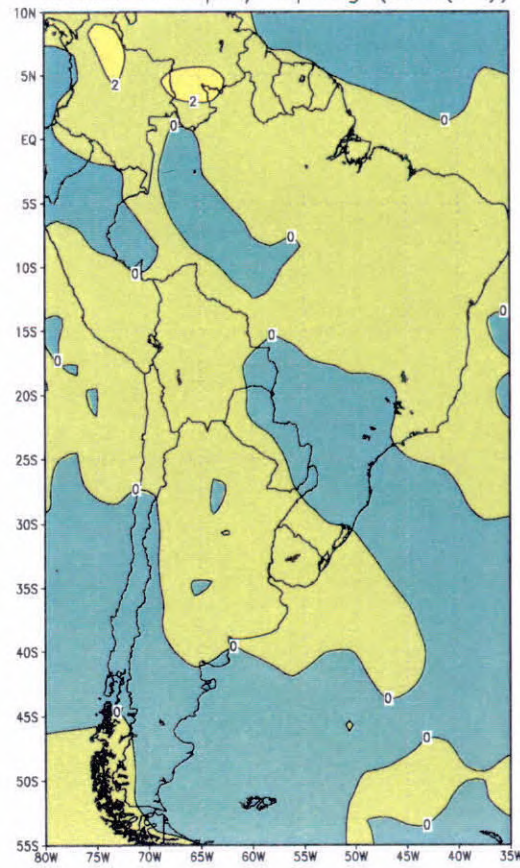
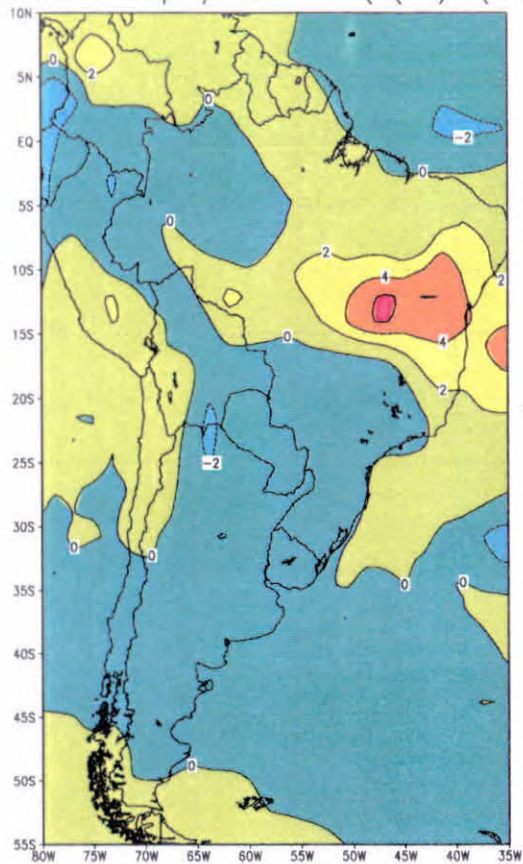
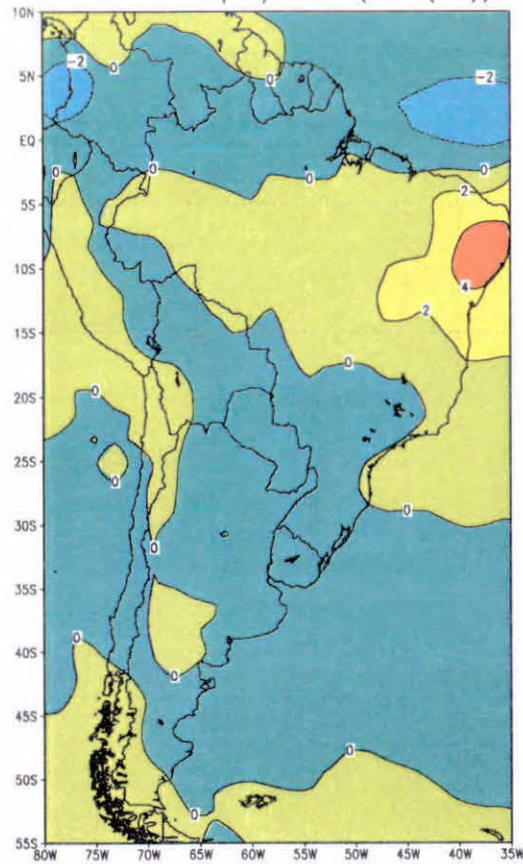


Fig. 4.4.4 Anomalia Sazonal Simulada de Precipitação de 1985

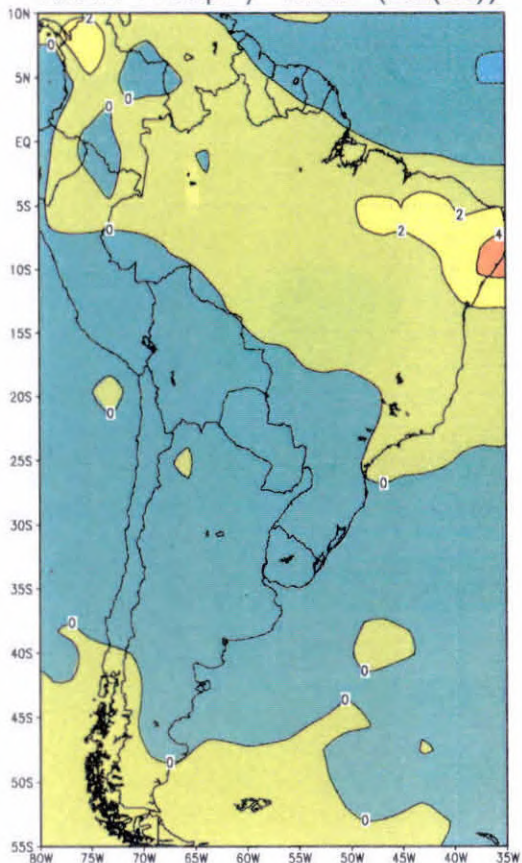
Anom. Precip. / Summer (D(84)JF(85))



Anom. Precip. / Fall (MAM(85))



Anom. Precip. / Winter (JJA(85))



Anom. Precip. / Spring (SON(85))

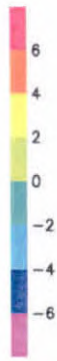
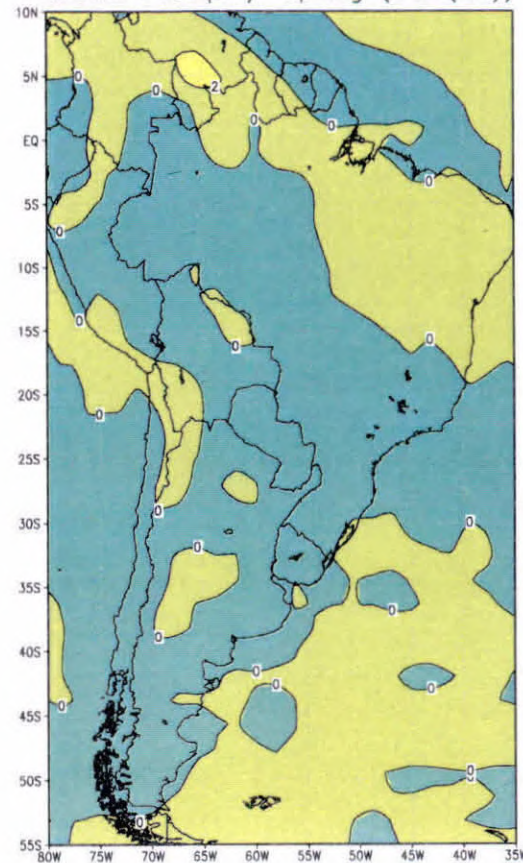
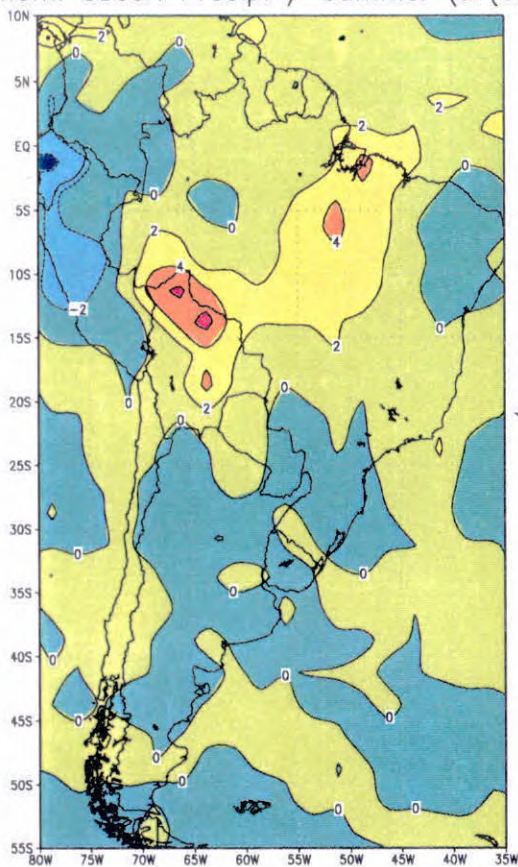
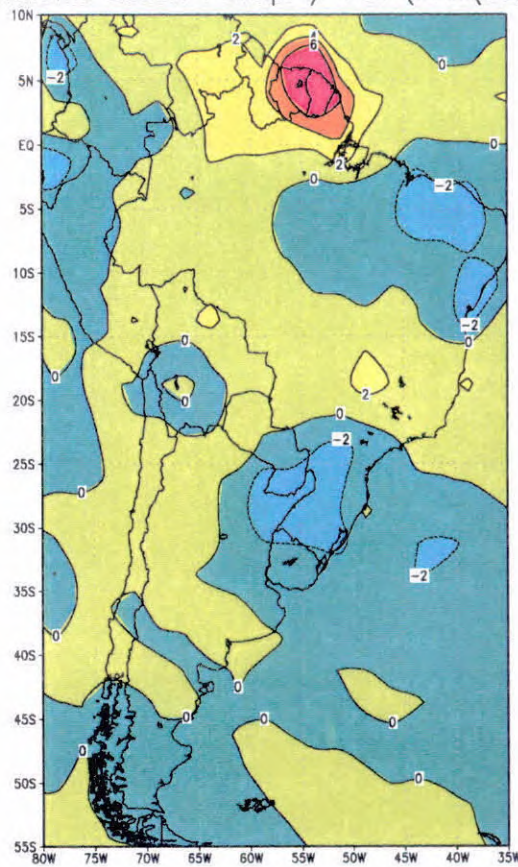


Fig. 4.4.5 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1982

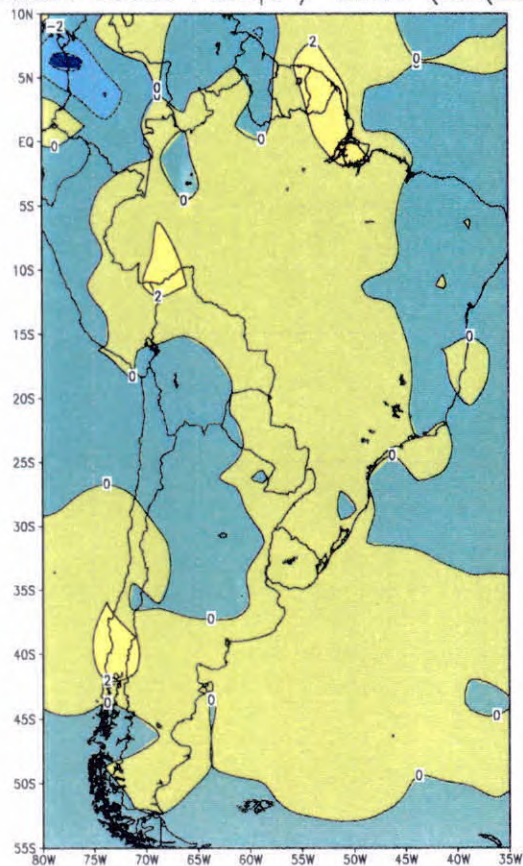
Anom. Obser. Precip. / Summer (JF(82))



Anom. Obser. Precip. / Fall (MAM(82))



Anom. Obser. Precip. / Winter (JJA(82))



Anom. Obser. Precip. / Spring (SON(82))

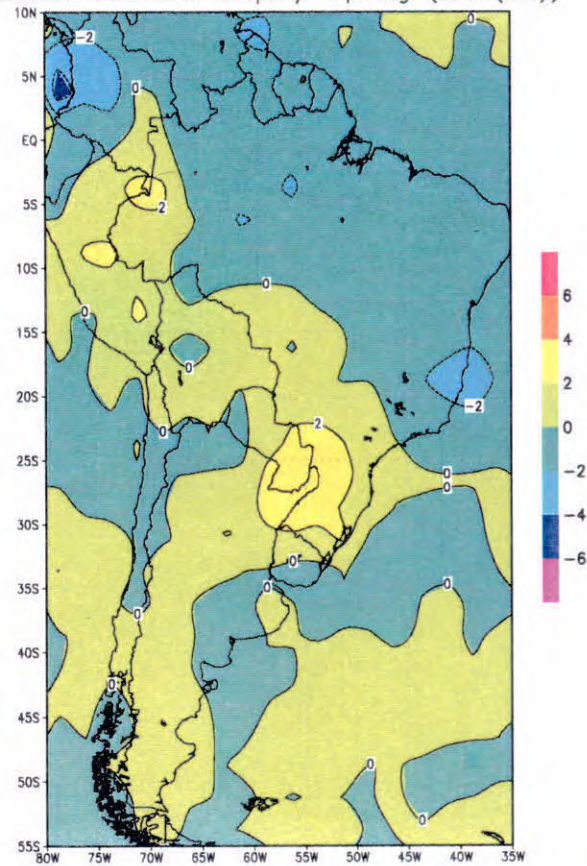
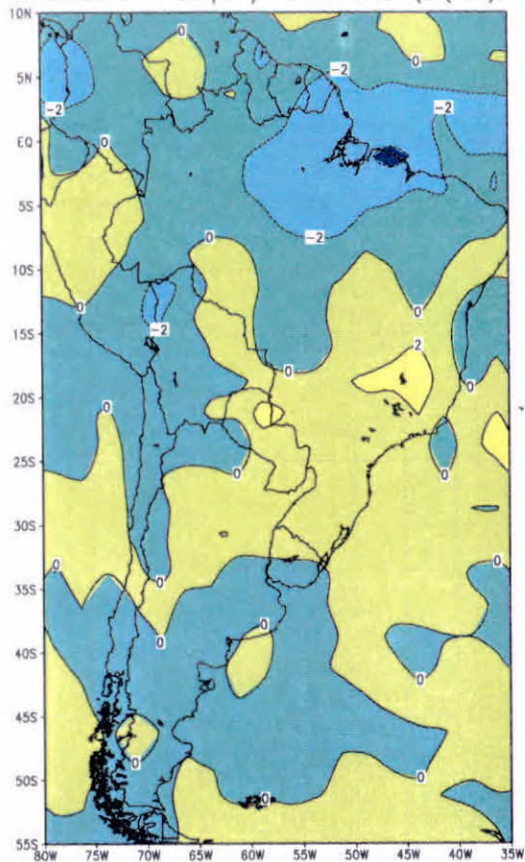
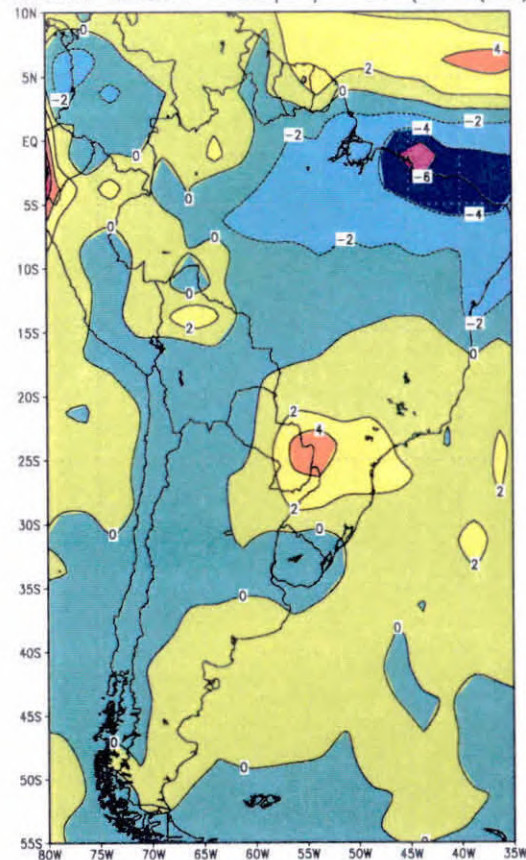


Fig. 4.4.6 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1983

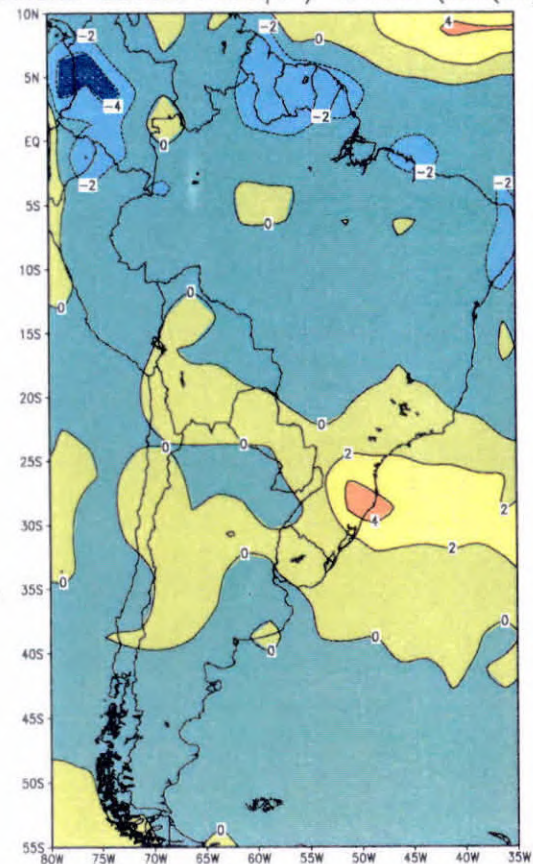
Anom. Obser. Precip. / Summer (D(82)JF(83))



Anom. Obser. Precip. / Fall (MAM(83))



Anom. Obser. Precip. / Winter (JJA(83))



Anom. Obser. Precip. / Spring (SON(83))

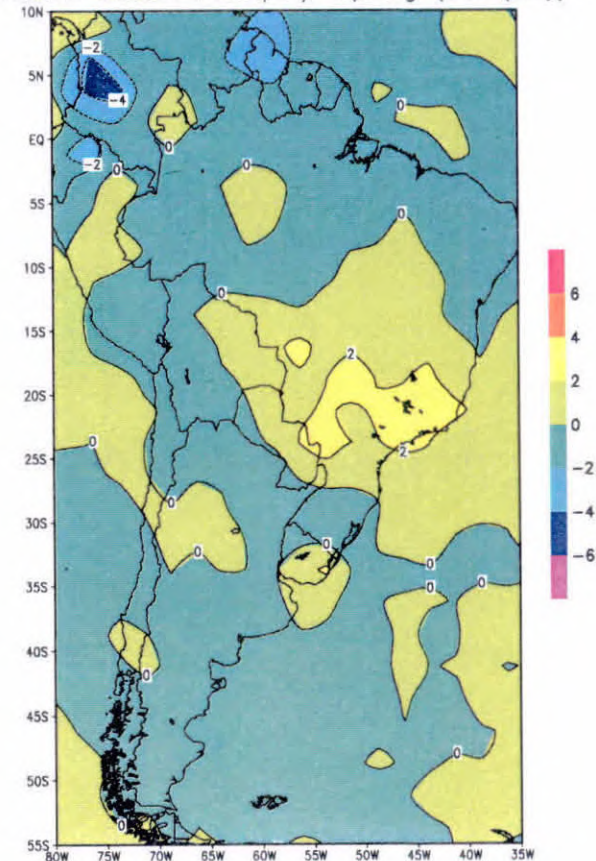
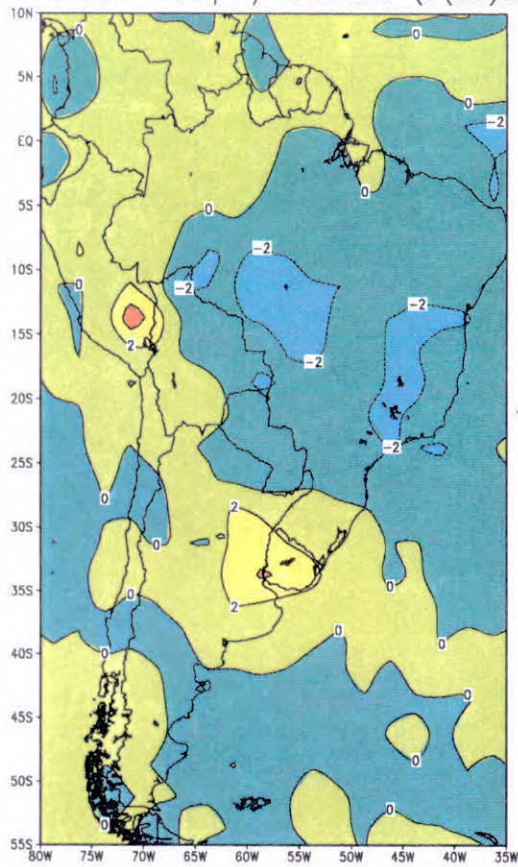
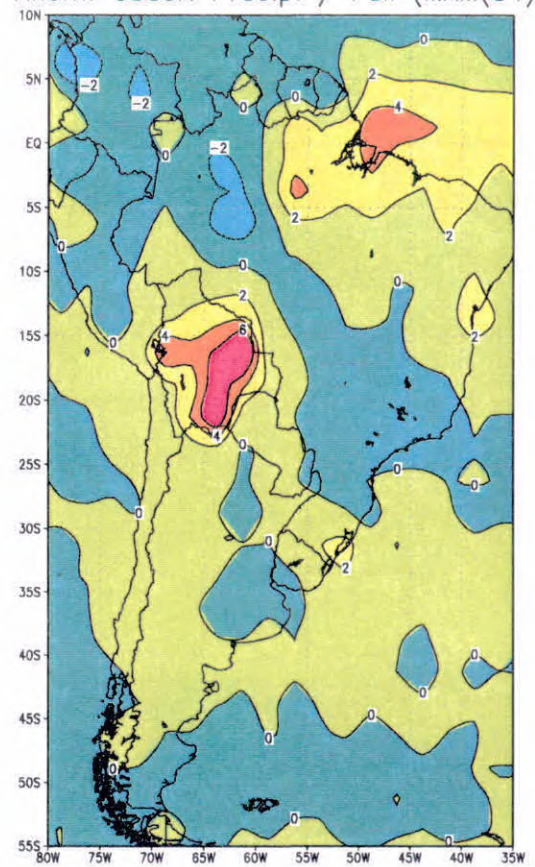


Fig. 4.4.7 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1984

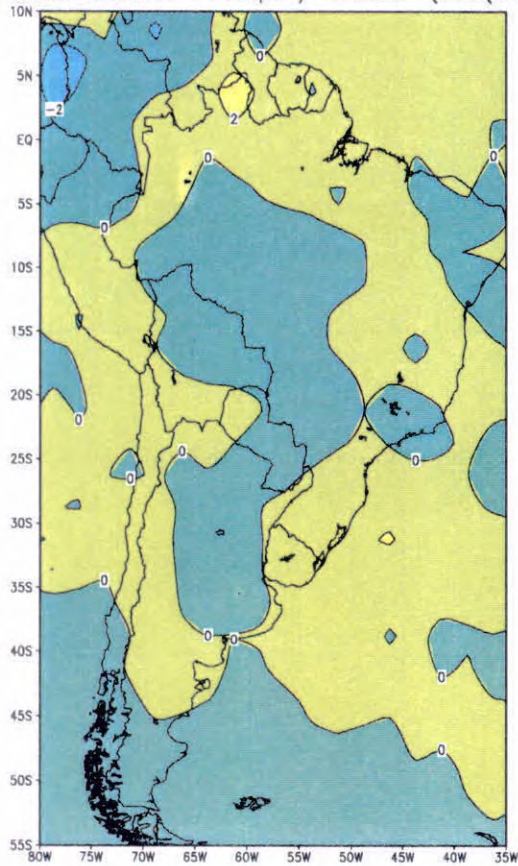
Anom. Obser. Precip. / Summer (D(83)JF(84))



Anom. Obser. Precip. / Fall (MAM(84))



Anom. Obser. Precip. / Winter (JJA(84))



Anom. Obser. Precip. / Spring (SON(84))

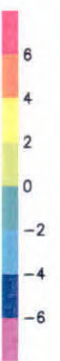
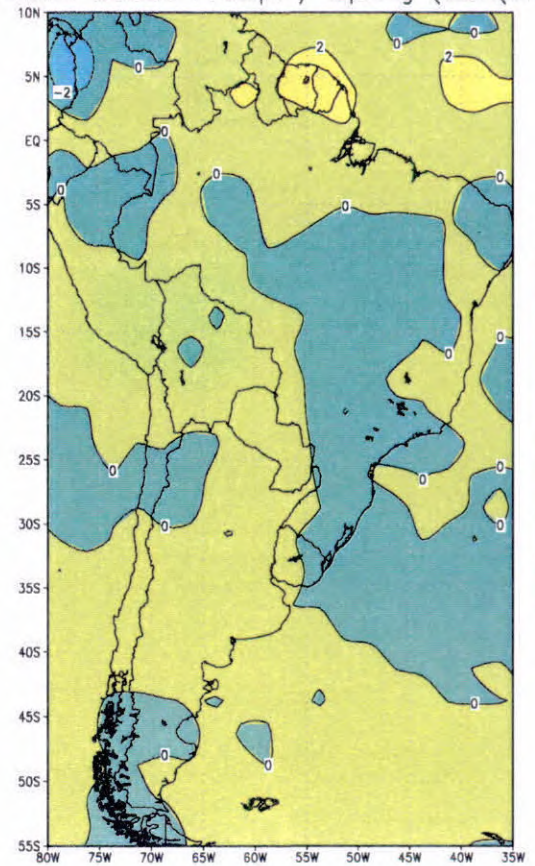
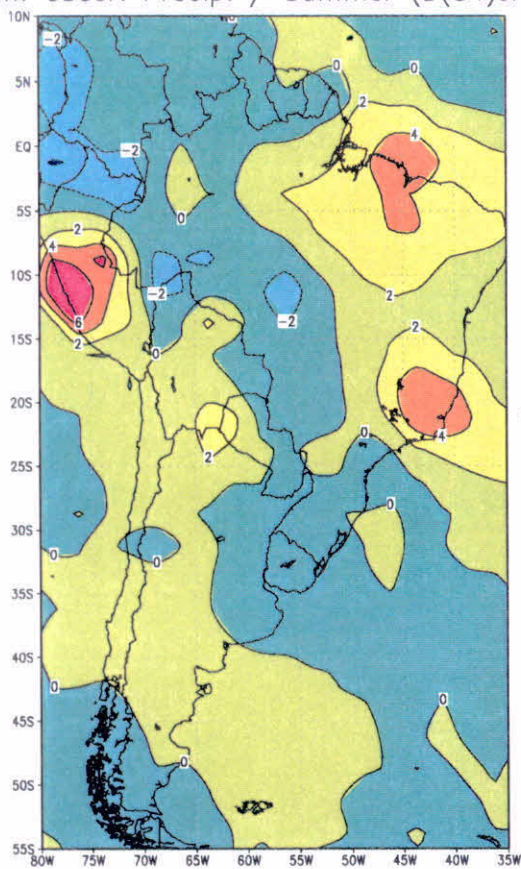
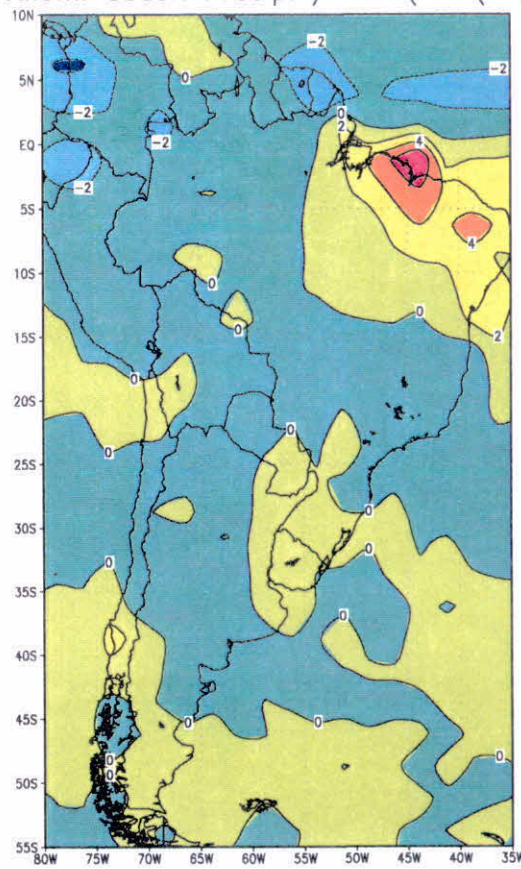


Fig. 4.4.8 Anomalia Sazonal Observada de Precipitação de 1985

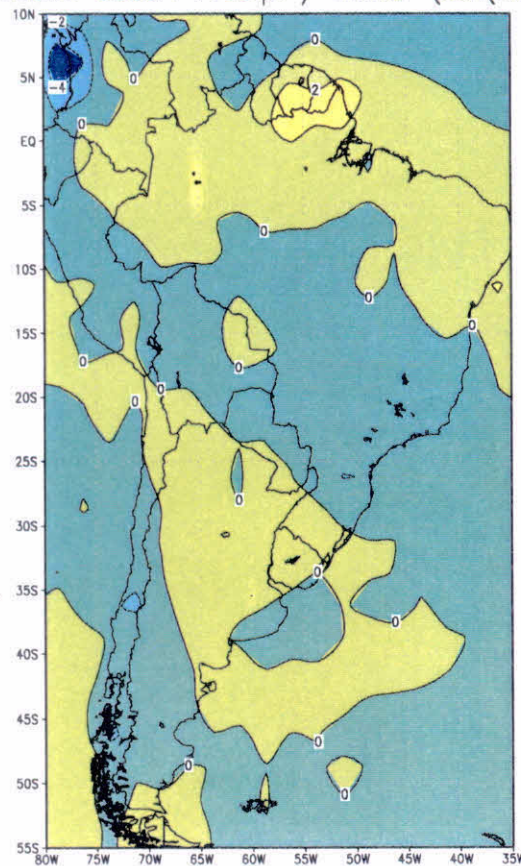
Anom. Obser. Precip. / Summer (D(84)JF(85))



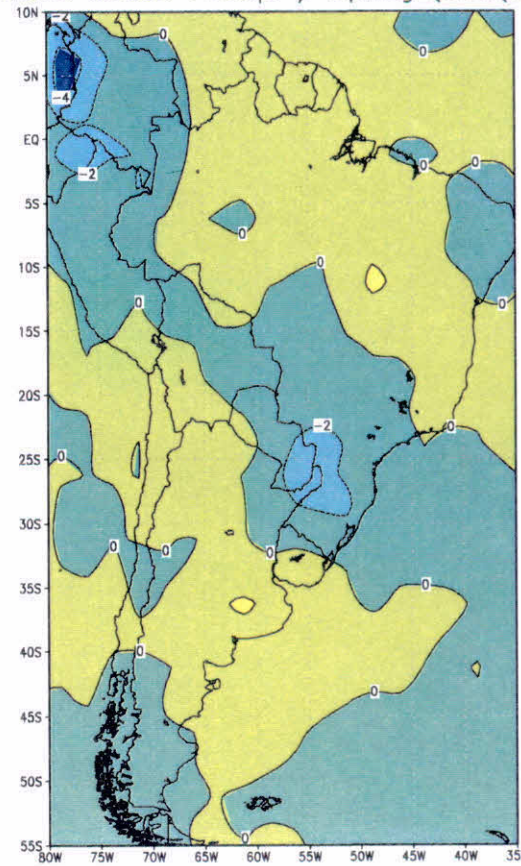
Anom. Obser. Precip. / Fall (MAM(85))



Anom. Obser. Precip. / Winter (JJA(85))



Anom. Obser. Precip. / Spring (SON(85))



4.5 RESULTADOS DO DESEMPENHO DO MODELO MCGA CPTEC/COLA

Na seção de figuras 4.5, encontram-se os resultados do desempenho do modelo MCGA CPTEC/COLA nos formatos sazonais, mensais e um estudo geral, ou seja, resultados do conjunto de anos de 1982 até 1991.

Foram obtidos os resultados com relação aos sinais das médias das anomalias do modelo e observado. A análise para o conjunto de anos mostrou um maior número de concordâncias de sinais nas regiões Nordeste e Sul do Brasil, tanto para as anomalias positivas quanto para as negativas (Fig. 4.5.1). Na análise das somas dos casos positivos com o negativo mensal (Fig. 4.5.2.1 e 4.5.2.2), notou-se que o número maior de concordâncias na região Nordeste ocorre no mês de abril e maio, seguido de fevereiro, junho, julho, março, janeiro e dezembro. Na região Sul o número maior ocorre nos meses de fevereiro e novembro. Áreas menores dentro desta região também apresentam valores altos nos meses de abril, junho, julho e dezembro.

Analisando separadamente os casos negativos (Fig. 4.5.4) e os positivos (Fig. 4.5.3), nota-se que em geral as concordâncias são maiores para as anomalias negativas.

Fig. 4.5.1 Resultado geral. Total de casos de sinais Positivos e Negativos.

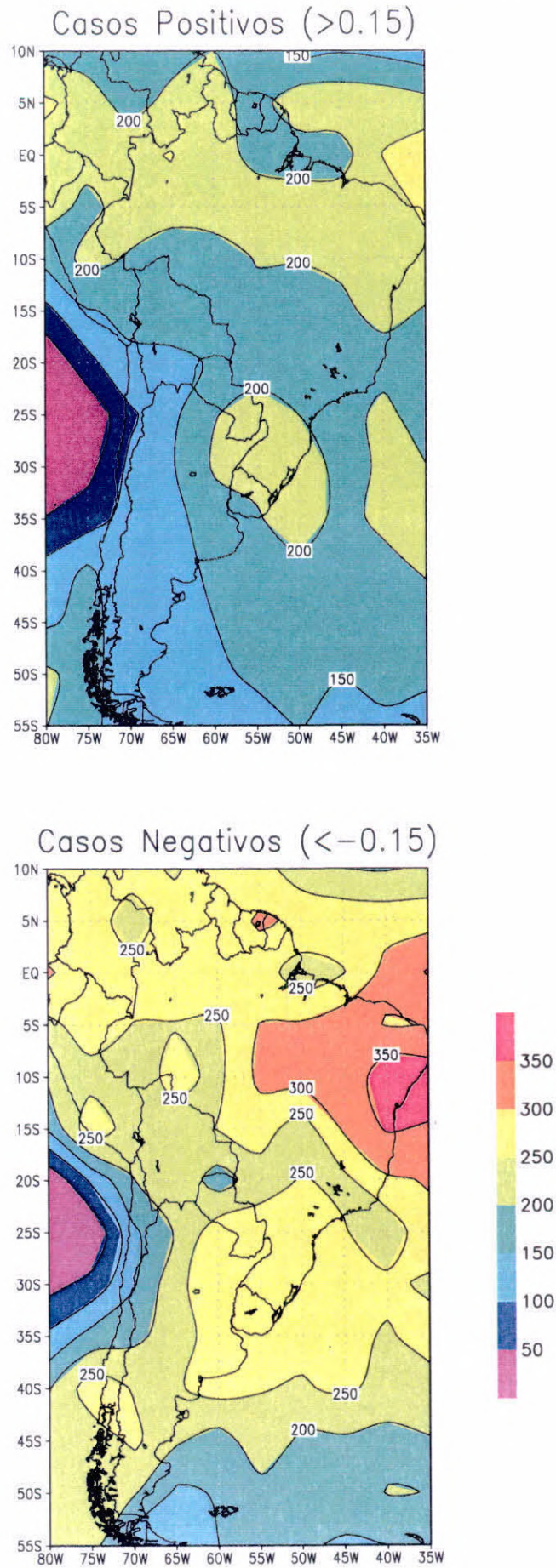


Fig. 4.5.2 Resultado Sazonal da soma dos dois casos (s. Positivo + s. Negativo)

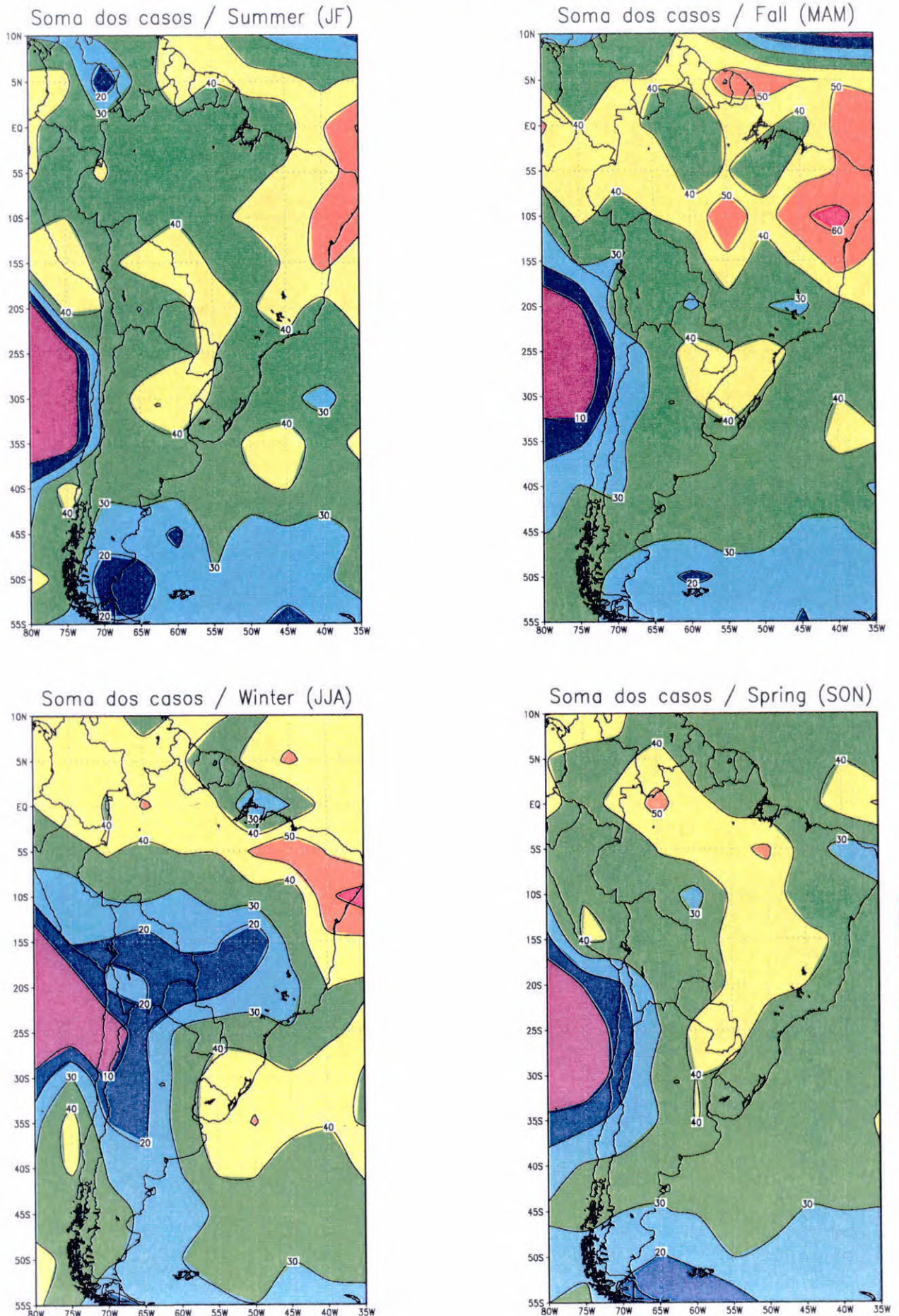
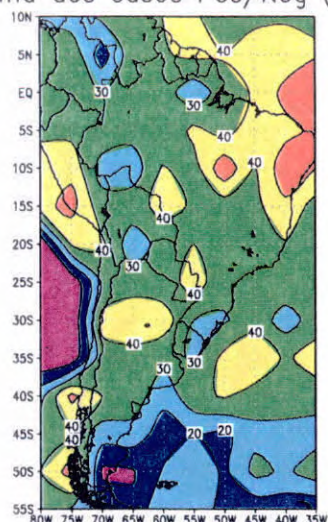
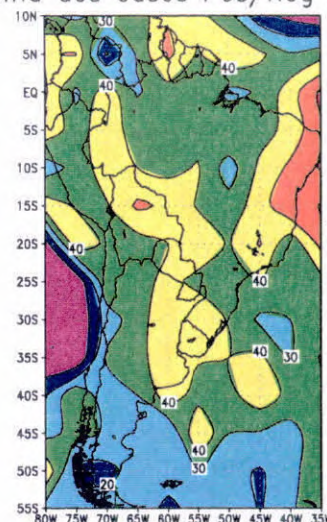


Fig. 4.5.2.1 Resultado Mensal da soma dos dois casos (s. Positivo + s. Negativo)

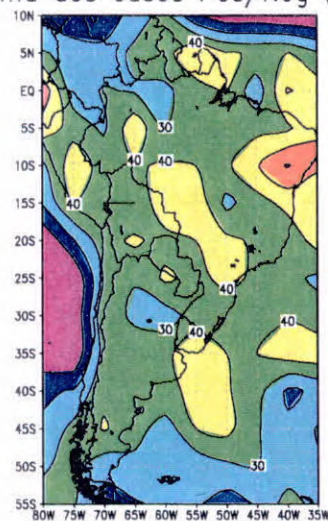
Soma dos casos Pos/Neg (Jan)



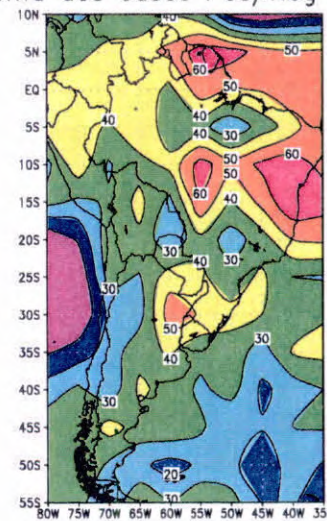
Soma dos casos Pos/Neg (Fev)



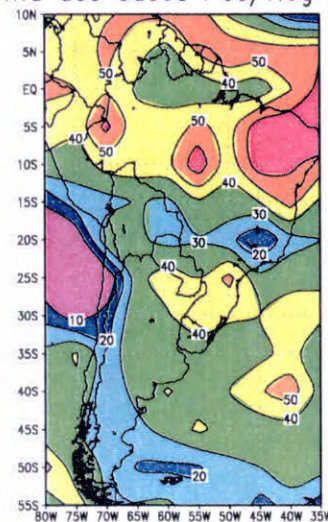
Soma dos casos Pos/Neg (Mar)



Soma dos casos Pos/Neg (Abr)



Soma dos casos Pos/Neg (Mai)



Soma dos casos Pos/Neg (Jun)

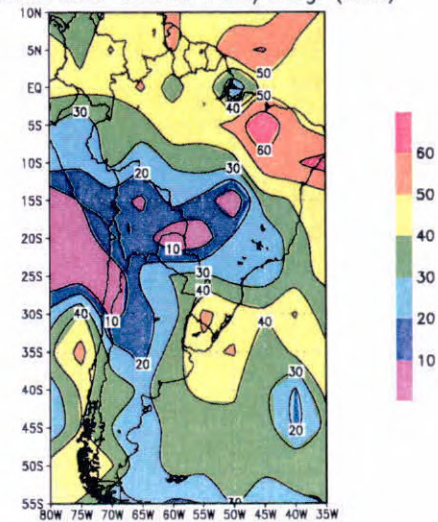
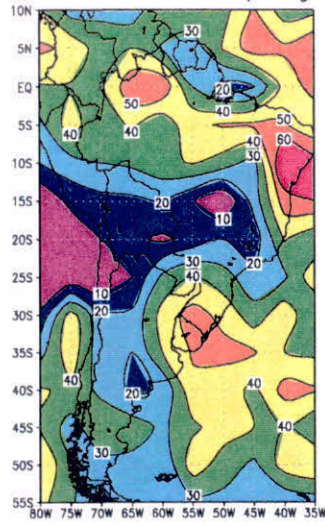
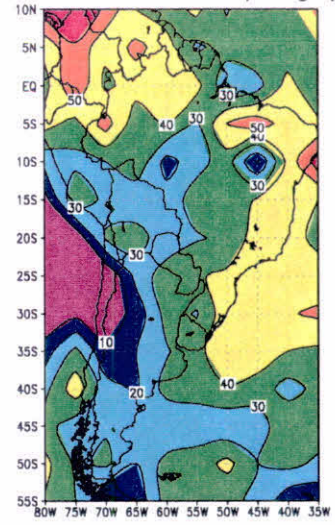


Fig. 4.5.2.2 Resultado Mensal da soma dos dois casos (s. Positivo + s. Negativo)

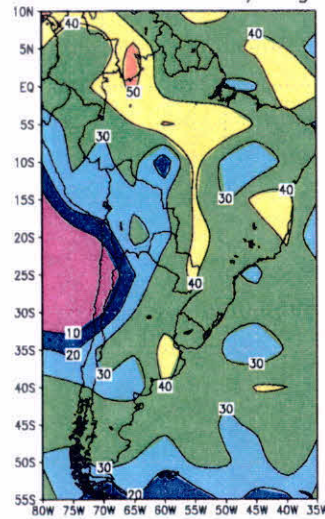
Soma dos casos Pos/Neg (Jul)



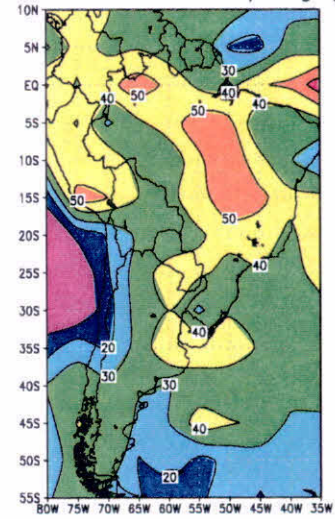
Soma dos casos Pos/Neg (Ago)



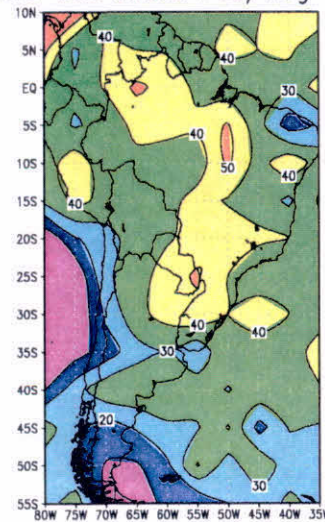
Soma dos casos Pos/Neg (Set)



Soma dos casos Pos/Neg (Out)



Soma dos casos Pos/Neg (Nov)



Soma dos casos Pos/Neg (Dez)

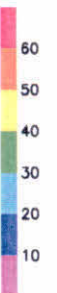
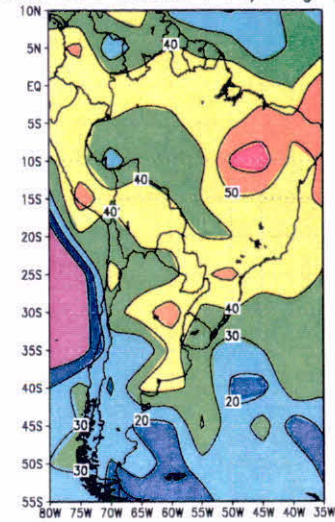
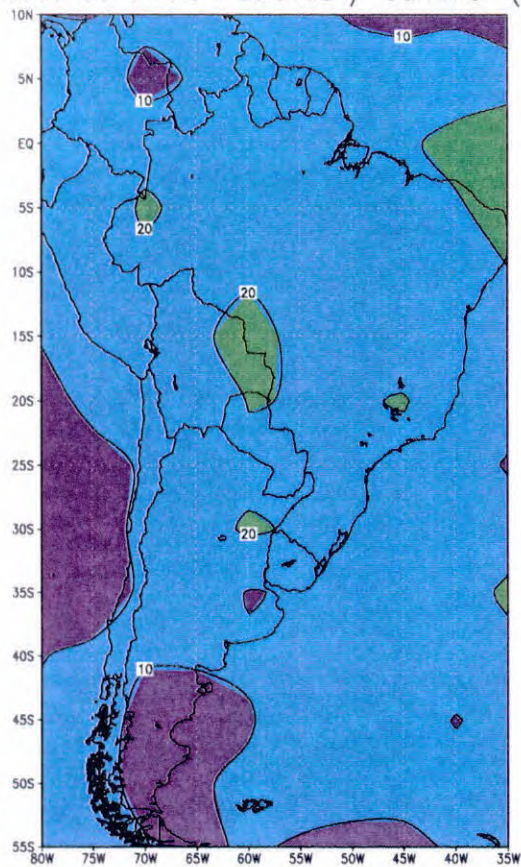
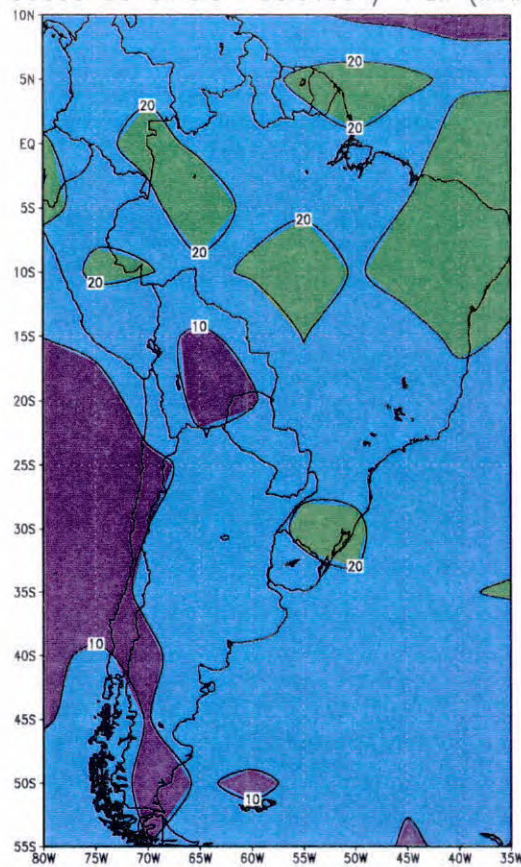


Fig. 4.5.3 Resultado Sazonal de casos dos sinais Positivos

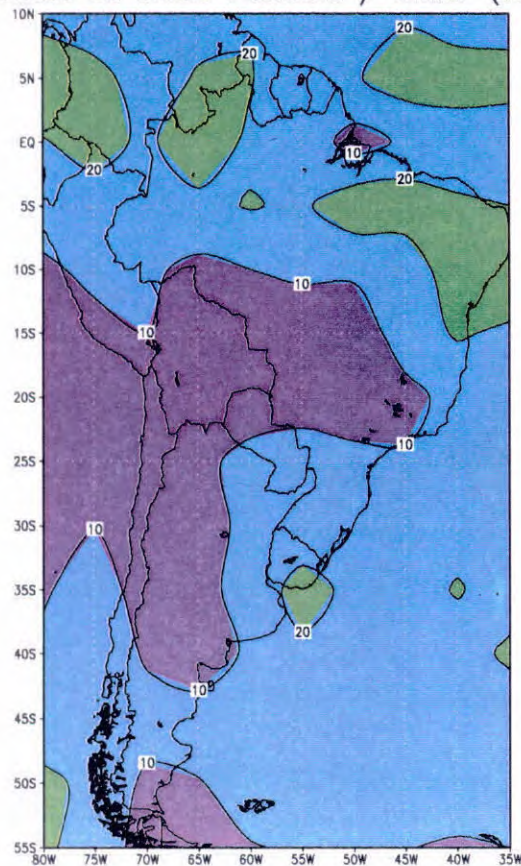
Casos de sinais Positivos / Summer (JF)



Casos de sinais Positivos / Fall (MAM)



Casos de sinais Positivos / Winter (JJA)



Casos de sinais Positivos / Spring (SON)

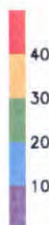
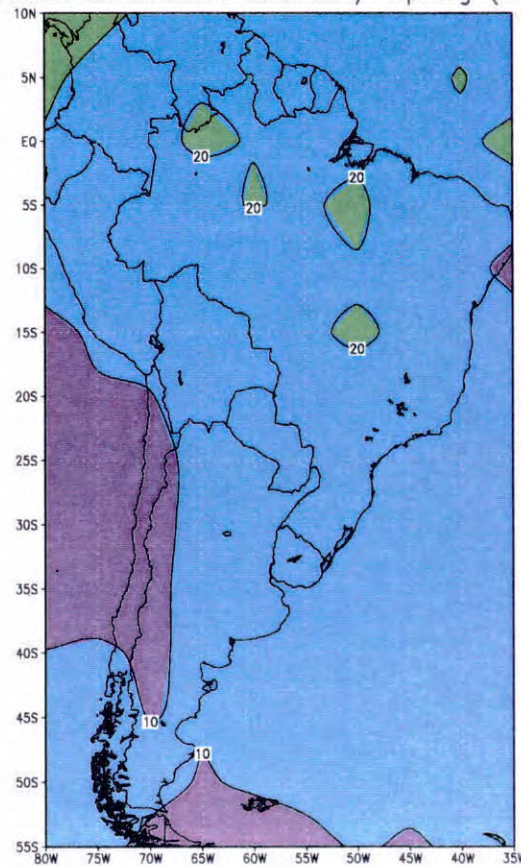
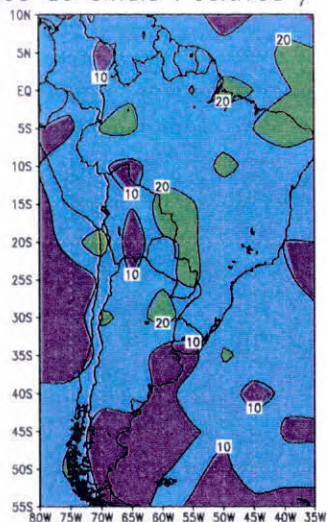
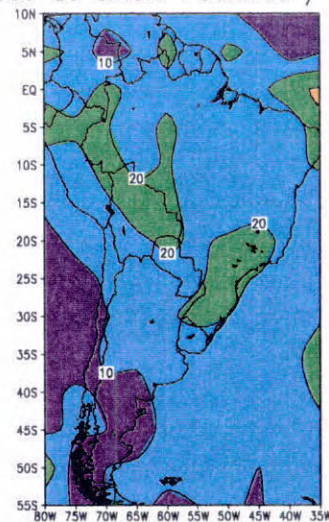


Fig. 4.5.3.1 Resultado Mensal de casos dos sinais Positivos

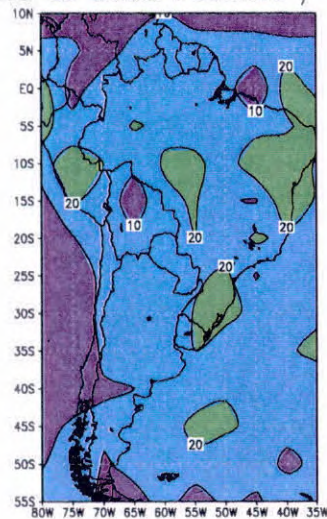
Casos de sinais Positivos / (Jan)



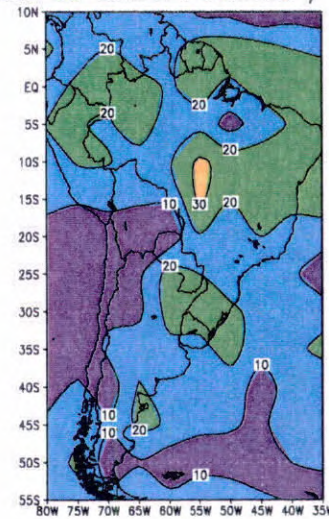
Casos de sinais Positivos / (Fev)



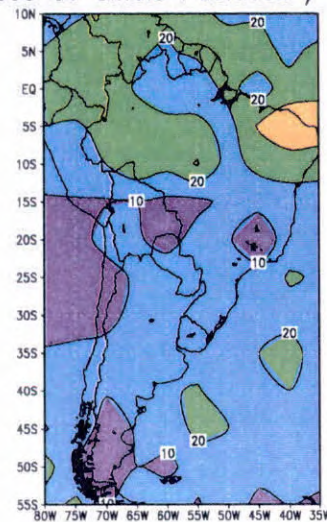
Casos de sinais Positivos / (Mar)



Casos de sinais Positivos / (Abr)



Casos de sinais Positivos / (Mai)



Casos de sinais Positivos / (Jun)

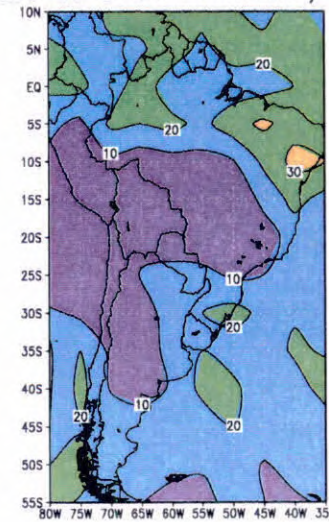
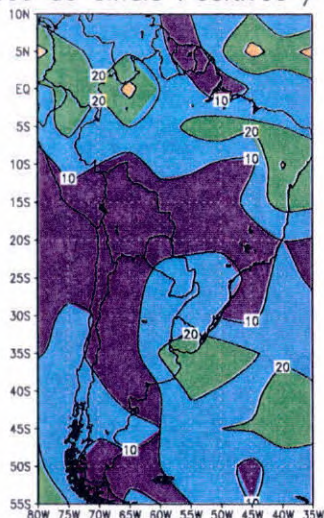
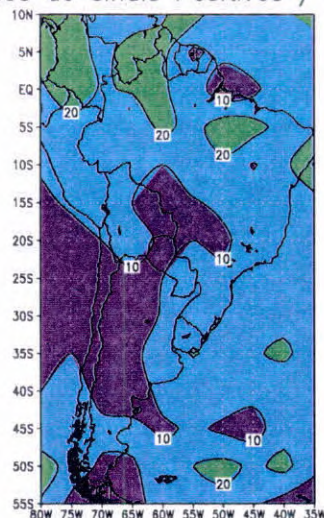


Fig. 4.5.3.2 Resultado Mensal de casos dos sinais Positivos

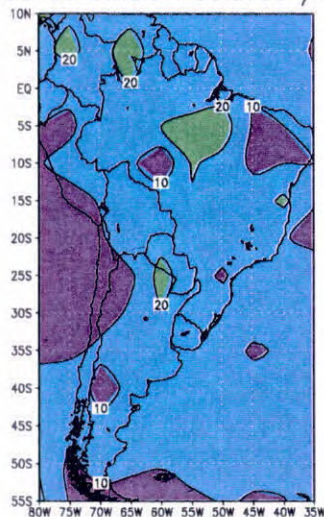
Casos de sinais Positivos / (Jul)



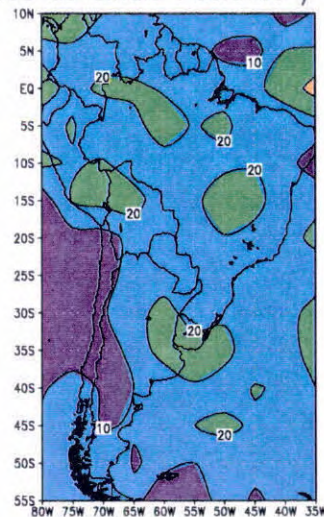
Casos de sinais Positivos / (Ago)



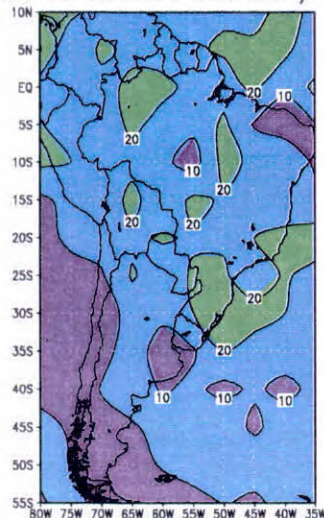
Casos de sinais Positivos / (Set)



Casos de sinais Positivos / (Out)



Casos de sinais Positivos / (Nov)



Casos de sinais Positivos / (Dez)

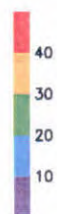
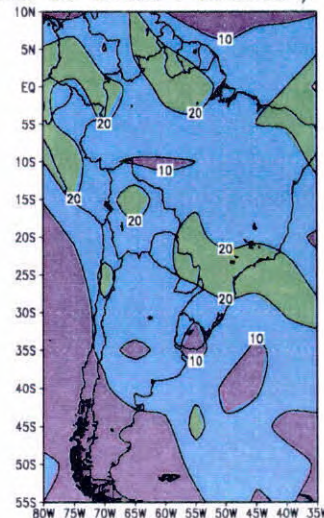
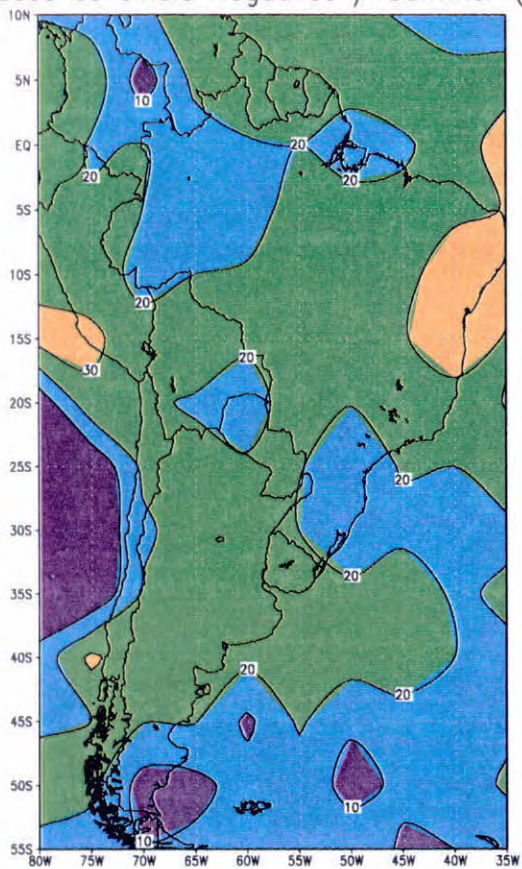
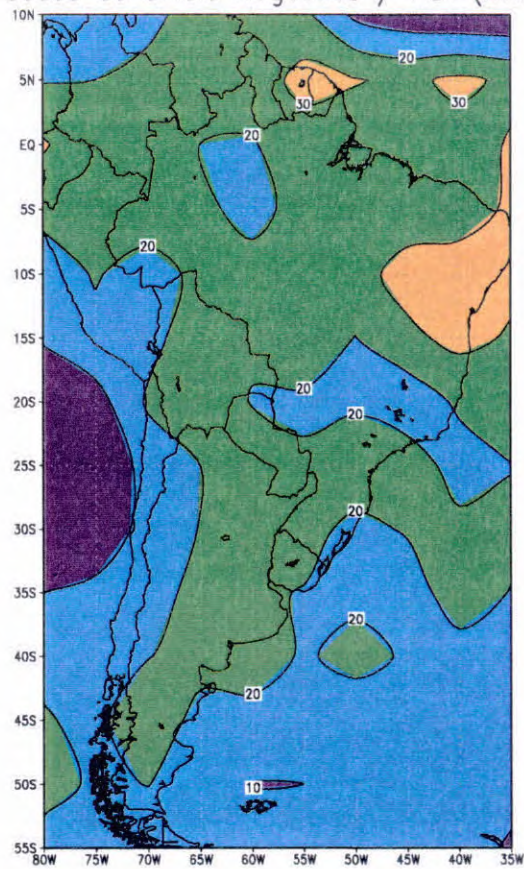


Fig. 4.5.4 Resultado Sazonal de casos dos sinais Negativos

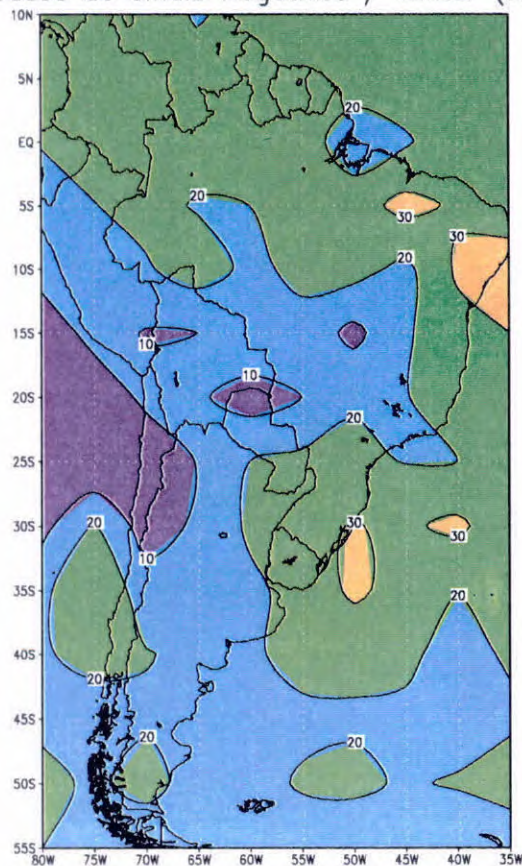
Casos de sinais Negativos / Summer (JF)



Casos de sinais Negativos / Fall (MAM)



Casos de sinais Negativos / Winter (JJA)



Casos de sinais Negativos / Spring (SON)

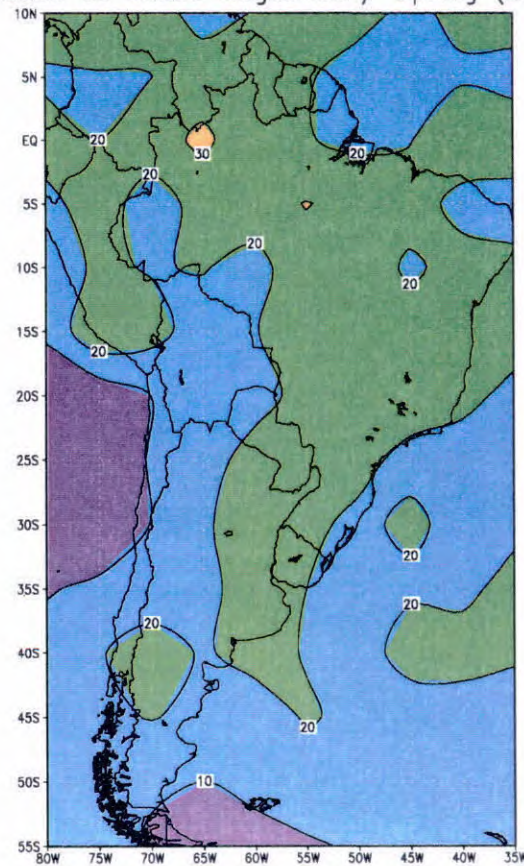
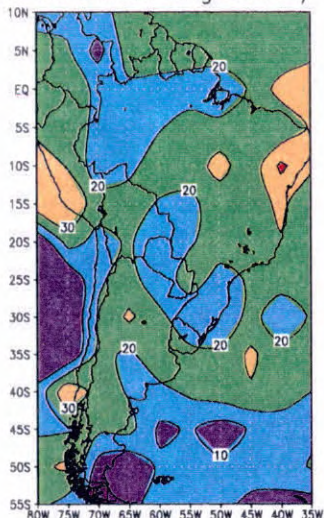
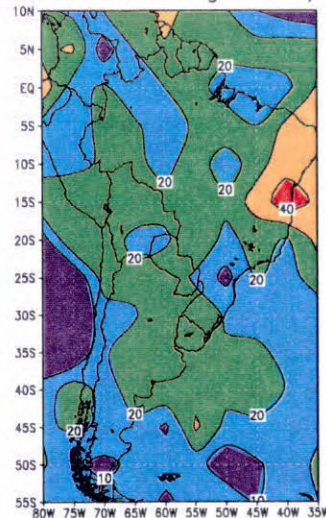


Fig. 4.5.4.1 Resultado Mensal de casos dos sinais Negativos

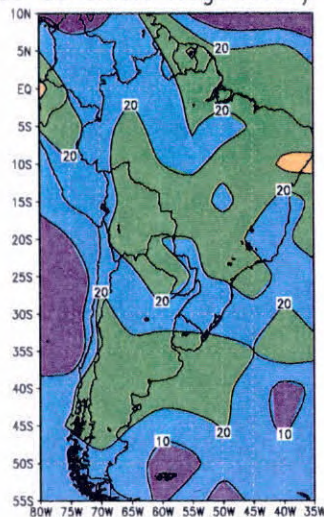
Casos de sinais Negativos / (Jan)



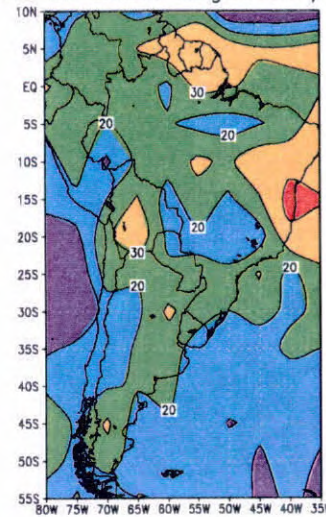
Casos de sinais Negativos / (Fev)



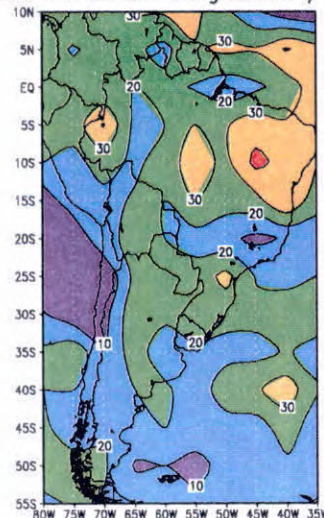
Casos de sinais Negativos / (Mar)



Casos de sinais Negativos / (Abr)



Casos de sinais Negativos / (Mai)



Casos de sinais Negativos / (Jun)

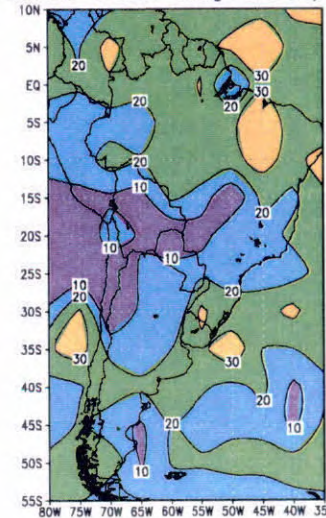
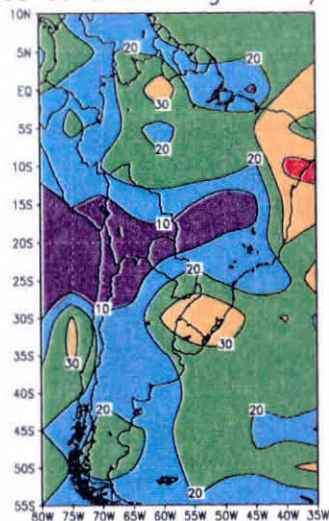
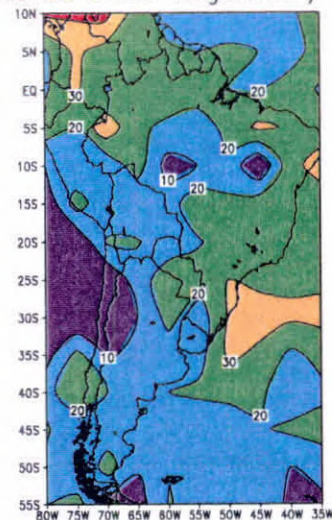


Fig. 4.5.4.2 Resultado Mensal de casos dos sinais Negativos

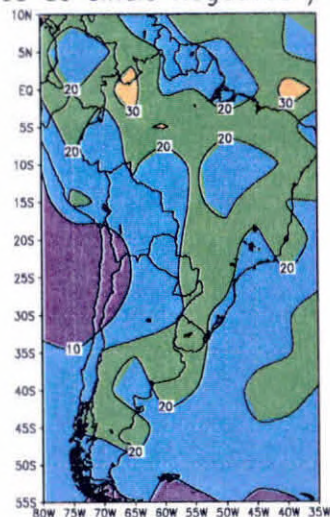
Casos de sinais Negativos / (Jul)



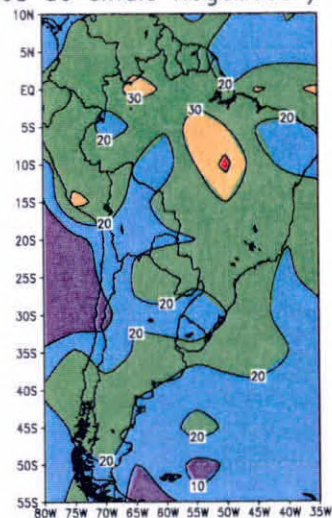
Casos de sinais Negativos / (Ago)



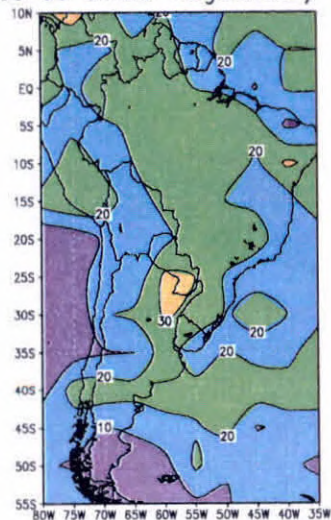
Casos de sinais Negativos / (Set)



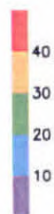
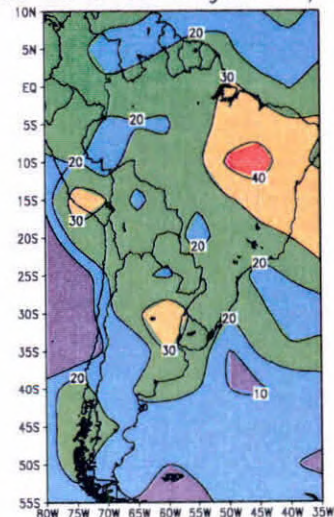
Casos de sinais Negativos / (Out)



Casos de sinais Negativos / (Nov)



Casos de sinais Negativos / (Dez)



5. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo fornecem uma comparação de precipitação e nebulosidade (ROLE) simuladas pelo modelo com dados observados, indicando as regiões em que os sinais das anomalias são bem representados.

As análises dos resultados mostraram que o modelo simula bem as características climatológicas da nebulosidade e reproduz a variação sazonal observada. Porém, nas estações de primavera e verão os valores menores de ROLE e precipitação que são observados na região Amazônica aparecem deslocados para sudeste nos resultados do modelo. Foi também observado que o modelo simulou bem a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é um sistema típico de verão sobre a América do Sul.

As características das anomalias de anos extremos como 82/83 (El Niño) e 84/85 (La Niña) são bem representadas pelo modelo com relação à configuração de um dipolo norte-sul.

A resposta do modelo com relação ao sinal das anomalias foi melhor para o nordeste e sul do Brasil, fornecendo uma maior confiabilidade na previsão sazonal de precipitação nestas regiões.

6. REFERÊNCIA

Bonatti, J.P., 1996: MODELO DE CIRCULAÇÃO GERAL ATMOSFÉRICO DO CPTEC. Climanálise Especial: 198 - 202.

Kousky, V.E., 1988: PENTAD OUTGOING LONGWAVE RADIATION CLIMATOLOGY FOR THE SOUTH AMERICAN SECTOR. Rev. Bras. Meteo., Vol. 3: 217 – 231.

Machado, L. A. T., Guedes, R. L., Alves, M. A. S., 1996: CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DE SISTEMAS CONVECTIVOS E FORÇANTES DA CONVECÇÃO NA AMÉRICA DO SUL, OBSERVADOS POR SATÉLITES. Climanálise Especial: 110 – 116.

Oliveira, A. S., 1986: INTERAÇÕES ENTRE OS SISTEMAS FRONTAIS NA AMÉRICA DO SUL E CONVECÇÃO NA AMAZÔNIA. INPE – 4008 – TDL/239.

Cavalcanti, I. F.A., Marengo, J. A., Satyamurty, P., Nobre, C. A., Trosnikov, I., Camargo, H., Castro, C., Sanches, M., Sampaio, G., 2000: CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS SOBRE A AMÉRICA DO SUL NOS RESULTADOS DE UMA SIMULAÇÃO DE 10 ANOS COM O MCGA CPTEC/COLA NA VERSÃO T62L28. XI Congres. Bras. Meteo.: 3552-3556

Xie, P., Arkin, P. A., 1996: ANALYSES OF GLOBAL MONTHLY MEAN PRECIPITATION USING RAINGAUGE OBSERVATIONS, SATELLITE ESTIMATES, AND NUMERICAL MODEL PREDICTION. J.Climate, 9: 840-858.

