UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

Perspectivas Climáticas del Centro Regional del Clima para el Sur de América del Sur

Uso de método de *downscaling* no sistema de previsão sazonal do NMME (North American Multi-Model Ensemble)

Fabrício Daniel dos Santos Silva

02 de outubro de 2020

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

● O North American Multimodel Ensemble, atualmente em sua Segunda Fase* é uma combinação de sete modelos climáticos globais que prevêem precipitação e temperatura (juntamente com outras variáveis) em um intervalo de tempo mensal para até 6 meses.

● Hindcasts estão disponíveis para 1982/1983-2010/2011.

● Previsões do modelo em tempo real estão disponíveis de 2011 até o presente. Os modelos incluídos no NMME-2 são:

CFSv2 - NOAA NCEP Climate Forecast System version 2 (Saha et al.,2014)
NASA - Goddard Space Flight Center (GSFC) GEOS5 (Vecchi et al.,2014)
NCAR -CCSM4 - NCAR/University of Miami CCSM4.0 (Infanti e Kirtman., 2016)
GFDL - CM2.1 (Delworth et al.,2006; Zhang et al.,2007)
GFDL_FLOR - CM2.5 [FLORa06 and FLORb01] (Vecchi et al.,2014)
CMC3 - Environment Canada CanCM3 (Merryfield et al.,2013)
CMC4 - Environment Canada CanCM4 (Merryfield et al.,2013)

***(NMME-2; Kirtman et al., 2014)**

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

● O CPC (Climate Prediction Center) tornou o sistema de previsão sazonal do NMME operacional em setembro de 2015.

● Previsões em tempo real, seguindo o cronograma de previsão operacional do CPC, desde agosto de 2011.

● Um passo importante na evolução do NMME foi o desenvolvimento de um sistema de Previsão Sub-Sazonal (escala mensal).

Aplicações usando como dados de entrada previsões sazonais e mensais do NMME:

- **Perspectivas de secas na América do Norte;**
- **Diagnóstico e previsão de evolução de ENOS;**
- **Produtos de previsão climática para o continente africano;**
- **Previsões sazonais para aplicações de pesca;**
- **Estudo da variabilidade sazonal do gelo marinho no ártico;**
- **Previsão probabilística de extremos de temperaturas;**
- **etc...**

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

● Os dados do NMME (hindcast e previsões em tempo real) acessíveis ao público estimularam um impulso em pesquisas e aplicações, incluindo mais de 50 artigos revisados por pares publicados em periódicos desde setembro de 2015).

http://www.nws.noaa.gov/ost/CTB/nmme.htm

● Qual a melhor forma do NMME poder contribuir com o avanço das previsões sub-sazonais em centros operacionais de Meteorologia?

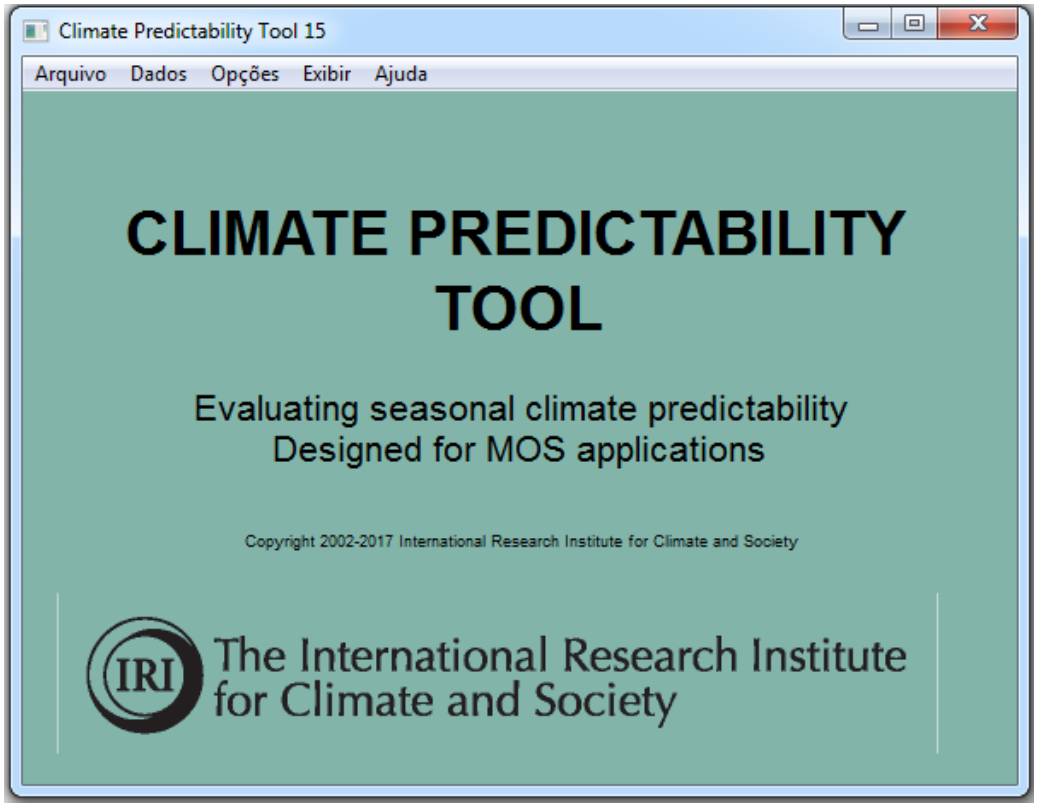
Requisitos básicos para os dados de saída:

- Fornecimento dos dados em uma grade de 1x1°
- Campos totais previstos pelos modelos devem ser fornecidos, não anomalias.
- Todos os membros do conjunto devem ser fornecidos, não apenas o conjunto médio.

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

● Como combinar melhor os resultados do NMME e dos modelos que o compõem (modelos dinâmicos) com ferramentas estatísticas para disponibilizar previsões com melhor destreza?

- Uma forma de incentivar e difundir o uso das previsões fornecidas pelo NMME foi disponibilzar as saídas em formato CPT:



North American Multi-Model Ensemble (NMME)

NMME Data Access

Phase-I hindcast and real-time forecast data

Phase-II data

Real-time forecast anomalies
Real-time probabilistic forecasts
Model hindcast climatologies
CPC International Desk
Seasonal forecast and hindcast in CPT format

User's Guide
Send a question

When using the NMME data, *please cite the BAMS article describing the project (Kirtman et al. 2014) and in the acknowledgements please note that the NMME project and data dissemination is supported by NOAA, NSF, NASA and DOE. Please also acknowledge the help of NCEP, IRI and NCAR personnel in creating, updating and maintaining the NMME archive. Thank you.*

For additional information, contact Qin Zhang (**Qin.Zhang@noaa.gov**) or Emily Becker (**Emily.Becker@noaa.gov**)

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/International/nmme/

Índice de /International/nmme/

[diretório pai]

Nome	Tamanho	Data da modificação
archive_binary/		17/05/2018 09:38:00
binary_monthly/		18/07/2018 10:51:00
binary_seasonal/		18/07/2018 10:52:00
monthly_nmme_forecast_in_cpt_format/		10/09/2018 23:22:00
monthly_nmme_hindcast_in_cpt_format/		18/07/2018 10:39:00
readme	823 B	15/10/2015 21:00:00
seasonal_nmme_forecast_in_cpt_format/		10/09/2018 23:00:00
seasonal_nmme_hindcast_in_cpt_format/		18/07/2018 10:23:00
special/		17/09/2018 14:40:00

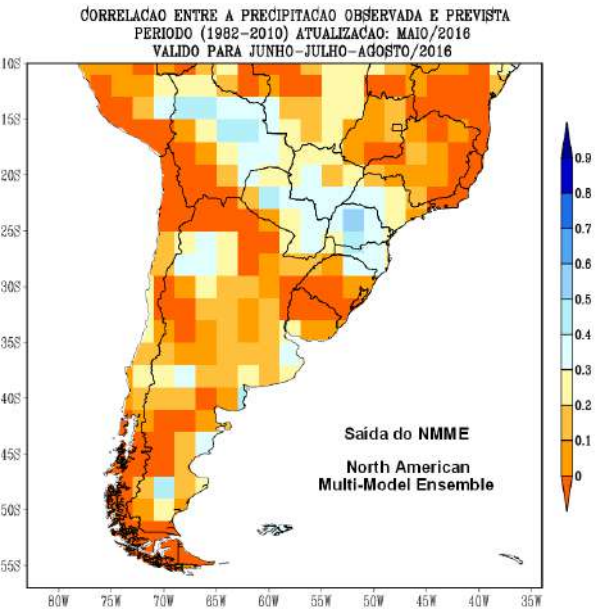
North American Multi-Model Ensemble (NMME)

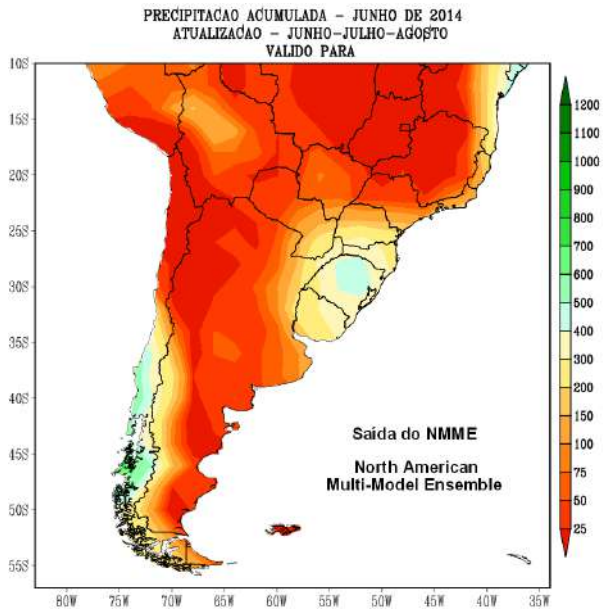
cfsv2_precip_hcst_Sepic_1_1983
cfsv2_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
cfsv2_precip_hcst_Sepic_2_1983
cfsv2_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
cfsv2_precip_hcst_Sepic_3_1983
cfsv2_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
cfsv2_precip_hcst_Sepic_10_1982
cfsv2_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
cfsv2_precip_hcst_Sepic_11_1982
cfsv2_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
cfsv2_precip_hcst_Sepic_12_1982
cfsv2_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011
cmc1_precip_hcst_Sepic_1_1983
cmc1_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
cmc1_precip_hcst_Sepic_2_1983
cmc1_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
cmc1_precip_hcst_Sepic_3_1983
cmc1_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
cmc1_precip_hcst_Sepic_10_1982
cmc1_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
cmc1_precip_hcst_Sepic_11_1982
cmc1_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
cmc1_precip_hcst_Sepic_12_1982
cmc1_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011
cmc2_precip_hcst_Sepic_1_1983
cmc2_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
cmc2_precip_hcst_Sepic_2_1983
cmc2_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
cmc2_precip_hcst_Sepic_3_1983
cmc2_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
cmc2_precip_hcst_Sepic_10_1982
cmc2_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
cmc2_precip_hcst_Sepic_11_1982
cmc2_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
cmc2_precip_hcst_Sepic_12_1982
cmc2_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_1_1983
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_2_1983
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_3_1983
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_10_1982
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_11_1982
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_12_1982
gfdl_flor_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011
gfdl_precip_hcst_Sepic_1_1983
gfdl_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
gfdl_precip_hcst_Sepic_2_1983
gfdl_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
gfdl_precip_hcst_Sepic_3_1983
gfdl_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
gfdl_precip_hcst_Sepic_10_1982
gfdl_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
gfdl_precip_hcst_Sepic_11_1982
gfdl_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
gfdl_precip_hcst_Sepic_12_1982
gfdl_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011
nasa_precip_hcst_Sepic_1_1983
nasa_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
nasa_precip_hcst_Sepic_2_1983
nasa_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
nasa_precip_hcst_Sepic_3_1983
nasa_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
nasa_precip_hcst_Sepic_10_1982
nasa_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
nasa_precip_hcst_Sepic_11_1982
nasa_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
nasa_precip_hcst_Sepic_12_1982
nasa_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_1_1983
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_2_1983
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_3_1983
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_10_1982
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_11_1982
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_12_1982
ncar_ccsm4_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011
nmme_precip_hcst_Sepic_1_1983
nmme_precip_hcst_Sepic_1-3_1983-2011
nmme_precip_hcst_Sepic_2_1983
nmme_precip_hcst_Sepic_2-4_1983-2011
nmme_precip_hcst_Sepic_3_1983
nmme_precip_hcst_Sepic_3-5_1983-2011
nmme_precip_hcst_Sepic_10_1982
nmme_precip_hcst_Sepic_10-12_1982-2010
nmme_precip_hcst_Sepic_11_1982
nmme_precip_hcst_Sepic_11-1_1982-2011
nmme_precip_hcst_Sepic_12_1982
nmme_precip_hcst_Sepic_12-2_1982-2011

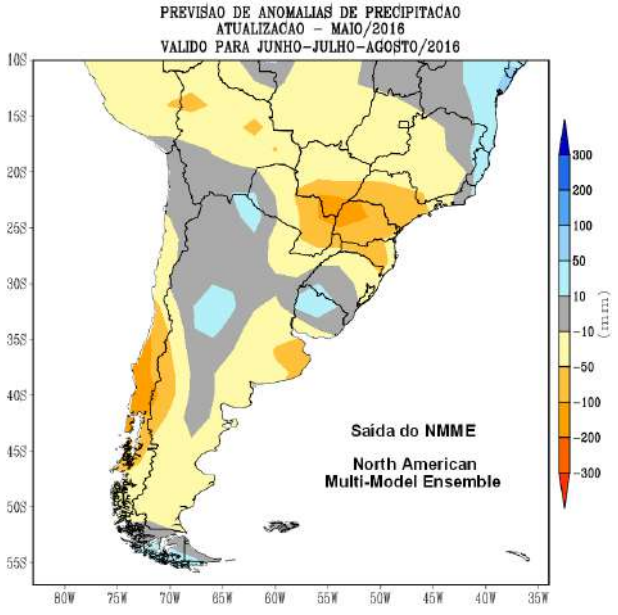
North American Multi-Model Ensemble (NMME)

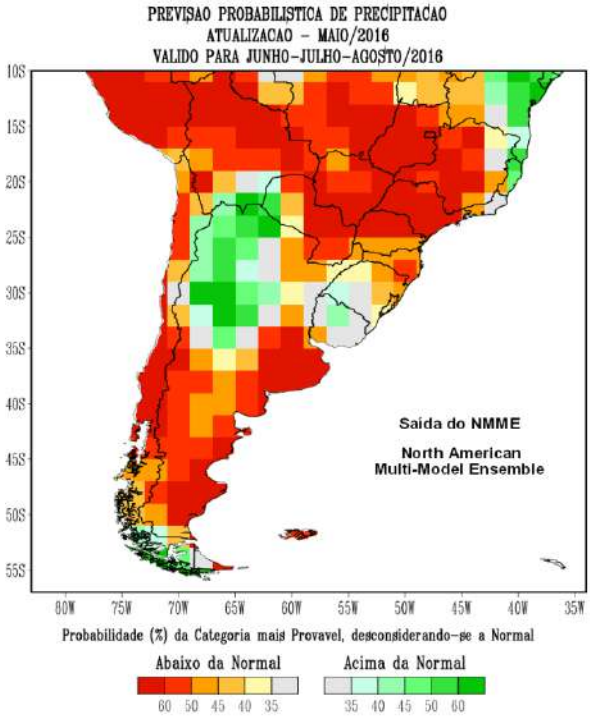
Primeira iniciativa: Maio de 2016
CATCOS – Taller Regional de Servicios Climáticos
03-06 de maio de 2016 em Santiago-Chile

Previsões Sazonais - NMME

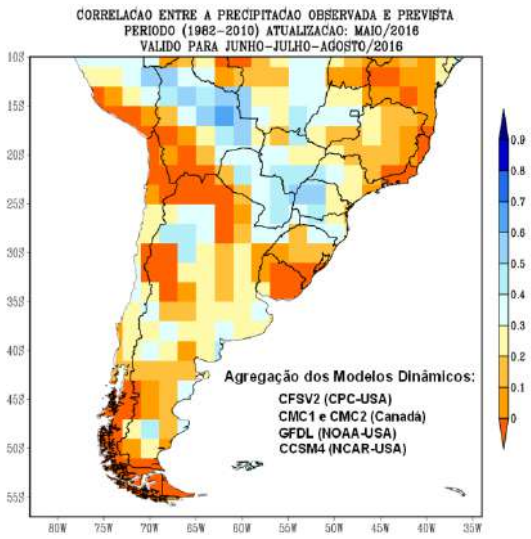


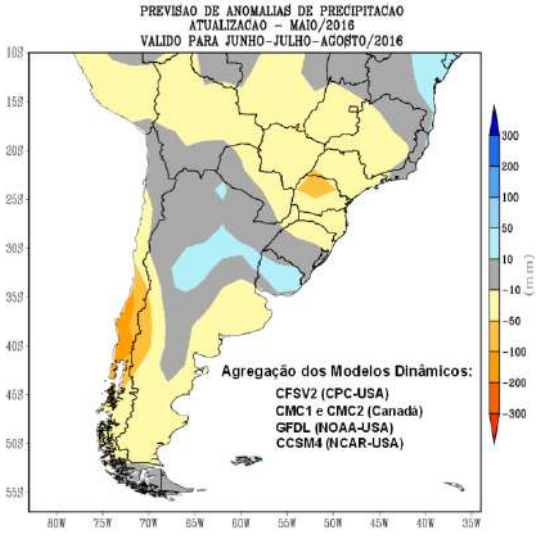


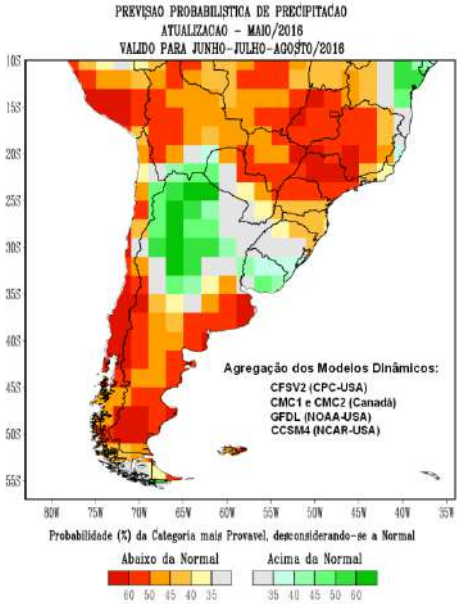


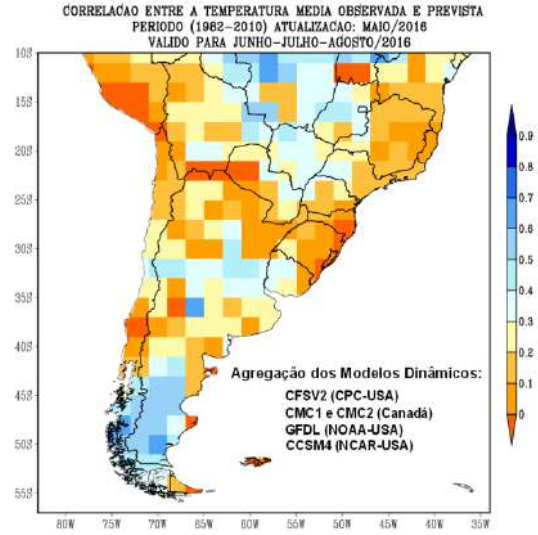


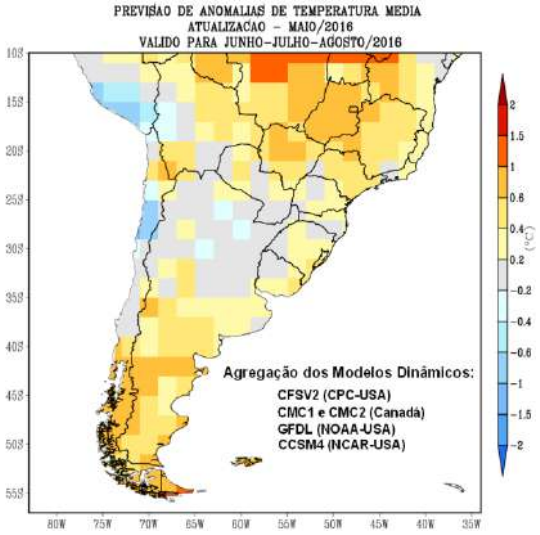
Combinação de Modelos do NMME

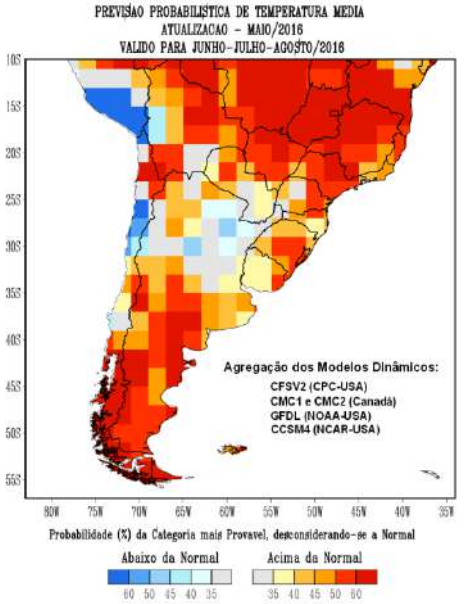












Síntese da Metodologia

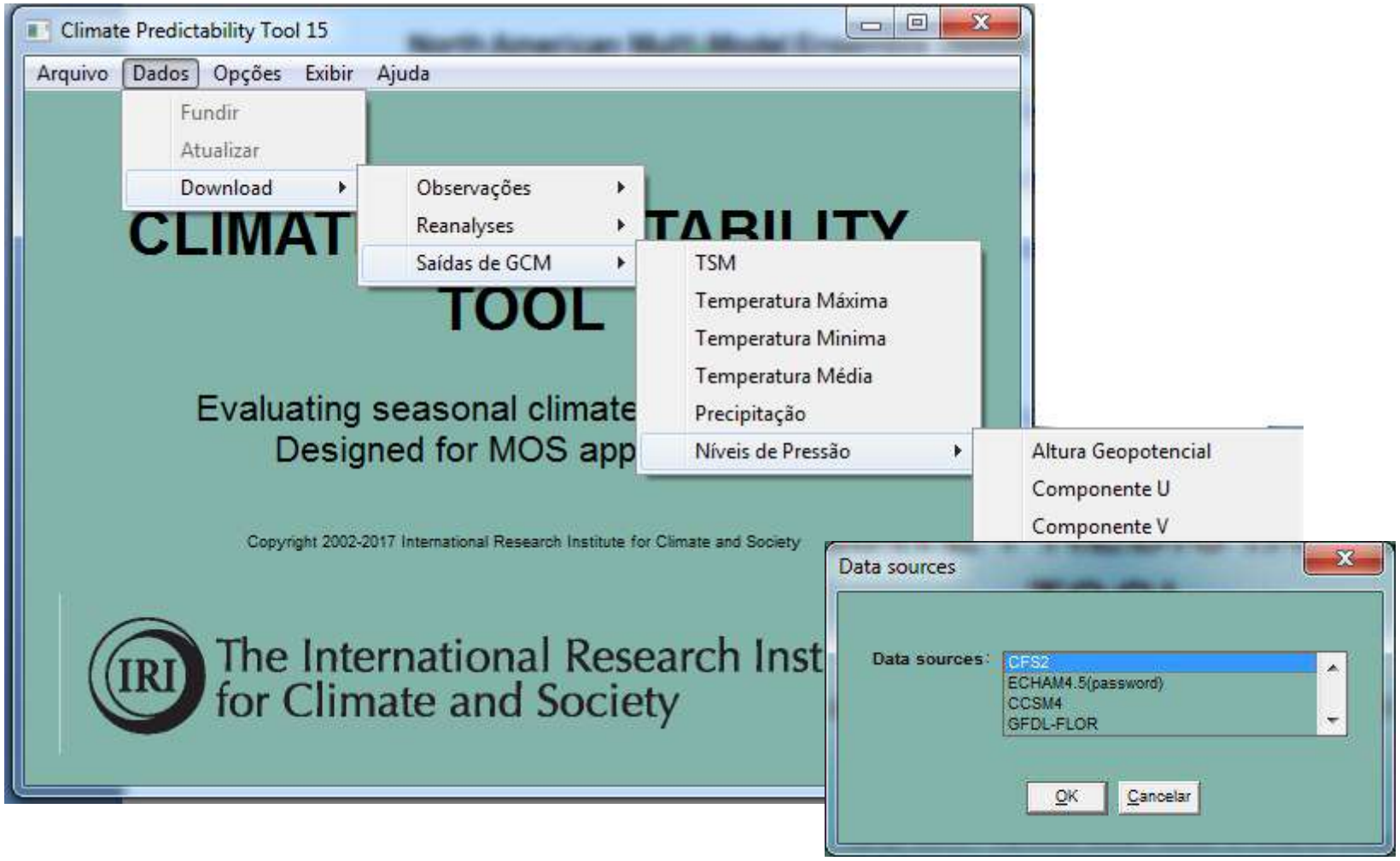
- Previsões Sazonais e Mensais para Precipitação e Temperatura Média.
- Passo de tempo: 6 trimestres/6 meses à frente, atualizadas mensalmente.

- Downscaling aplicado as saídas do NMME para calibração em relação às observações do período de hindcast: 1982-2010/1983-2011:
  - Análise de Correlações Canônicas
  - Regressão por Componentes Principais
  - Regressão Linear Múltipla

- Desempenho do modelo é aferido por validação cruzada. O modelo é considerado aceitável quando r>=0.27 (limite para significância estatística com p-valor<5%).

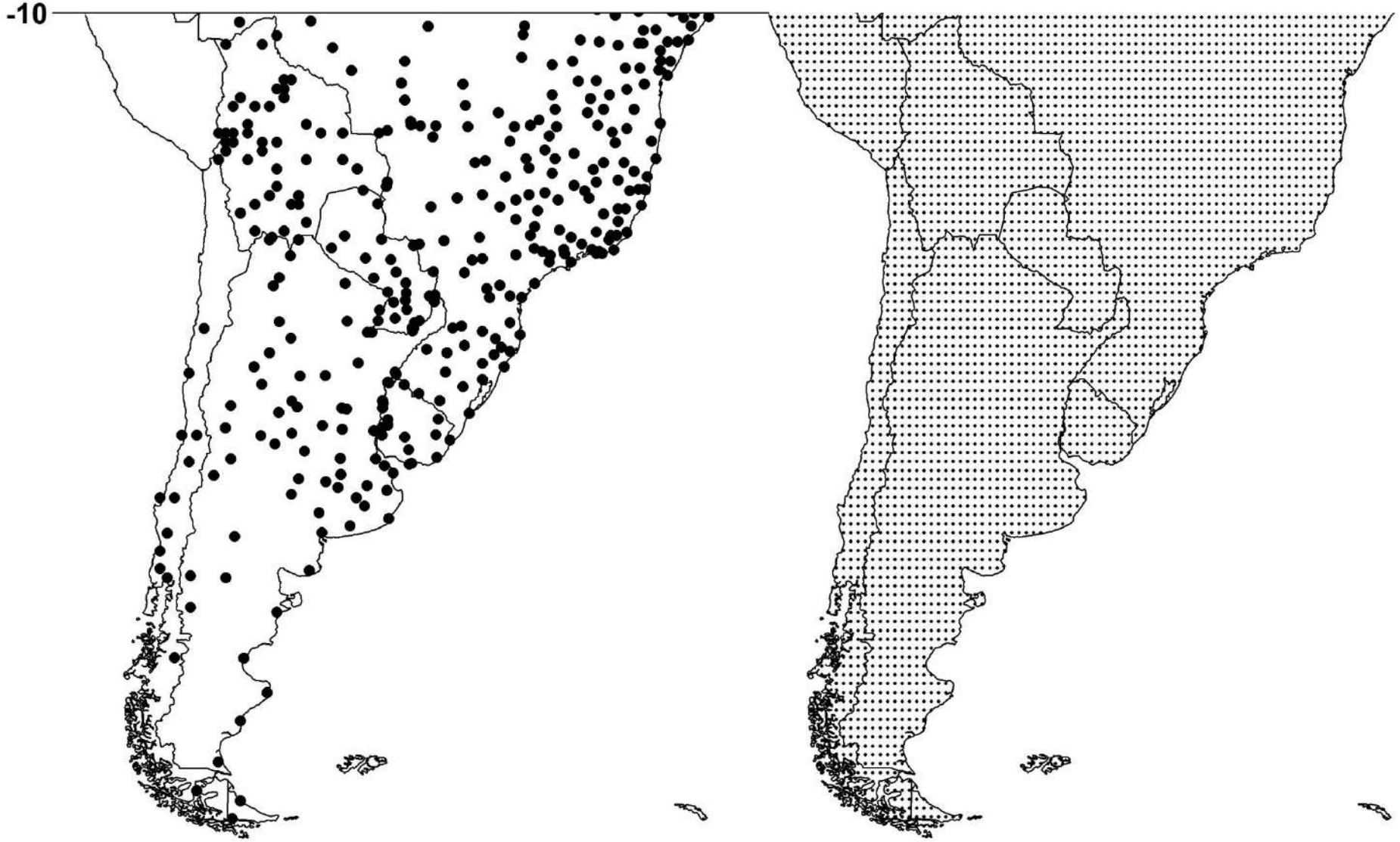
- A previsão é Determinística e Probabilística
- Aplicativos utilizados: "*Climate Pedicability Tool" (CPT) do* ***IRI*** */ Un. Columbia* e R. No caso da regressão linear múltipla as rodadas são feitas para 4 variáveis preditoras:
  - TSM prevista
  - Altura Geopotencial a 500 mb prevista
  - Componentes U e V do vento previstas (850hPa e 300hPa)
  - Modelo utilizado: CFSv2

North American Multi-Model Ensemble (NMME)



North American Multi-Model Ensemble (NMME)

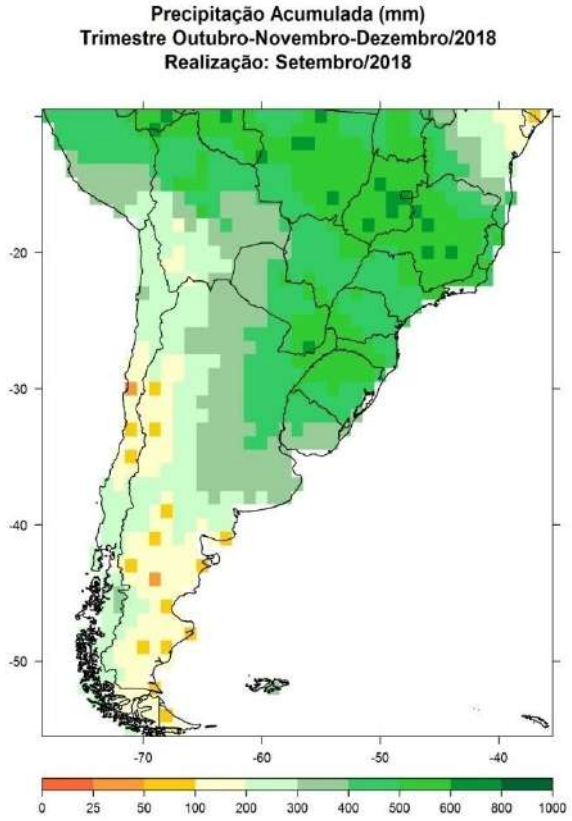
Área do CRC-SAS (AS inferior a latitude 10°S)



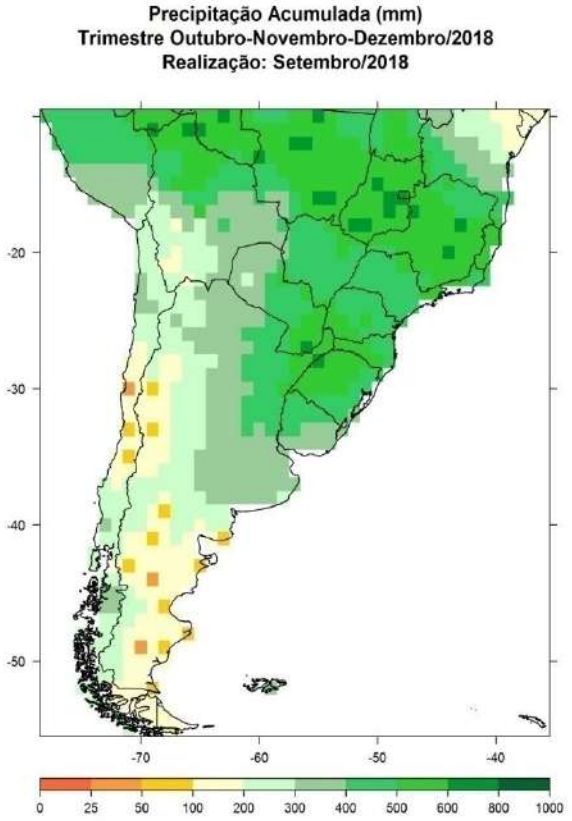
Previsões para Precipitação e Temperatura Média do Trimestre OND/2018

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

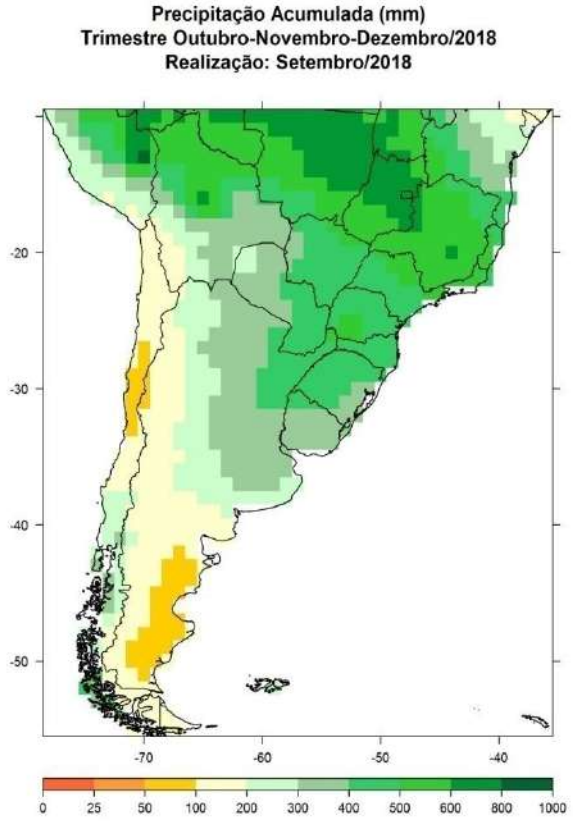
Precipitação Acumulada Prevista
Outubro-Novembro-Dezembro/2018



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



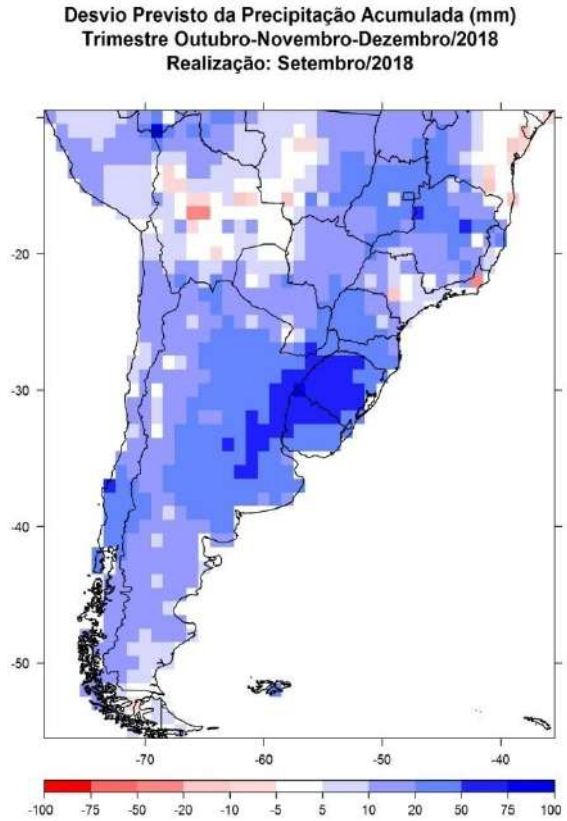
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais



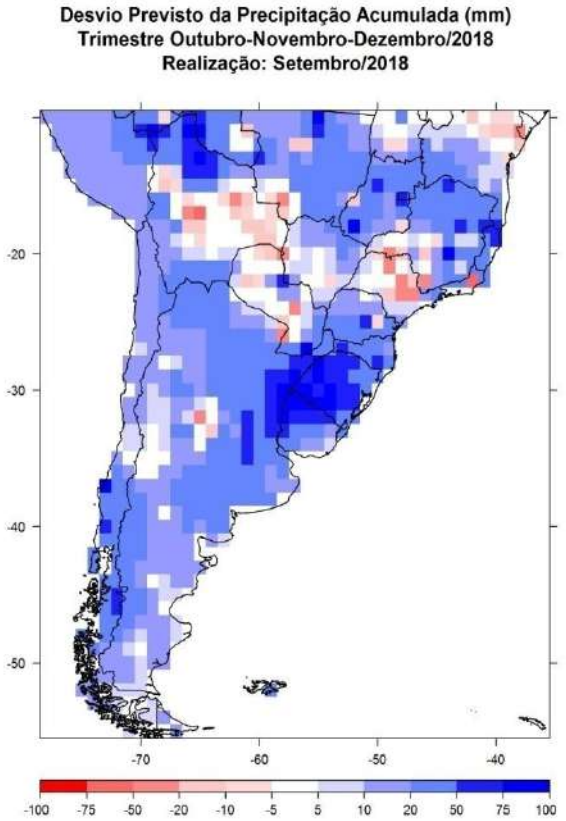
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

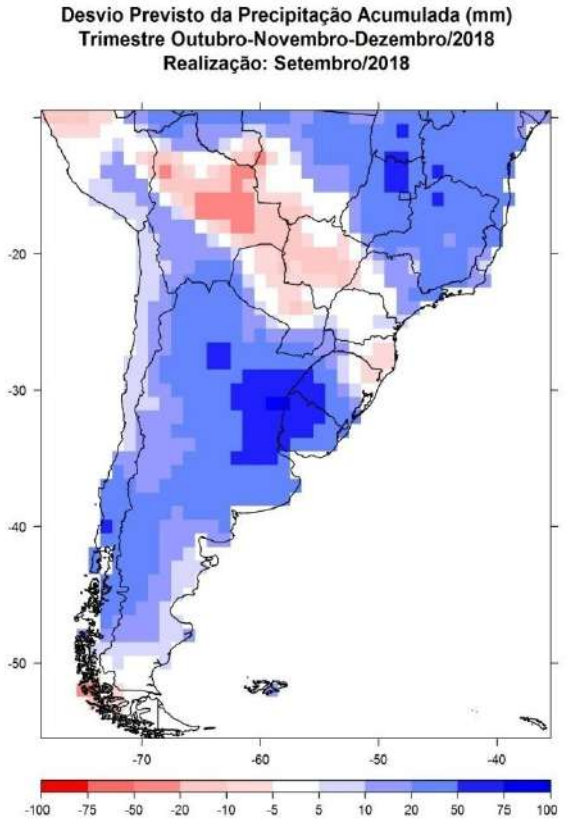
Desvio Previsto da Precipitação Acumulada
Outubro-Novembro-Dezembro/2018



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



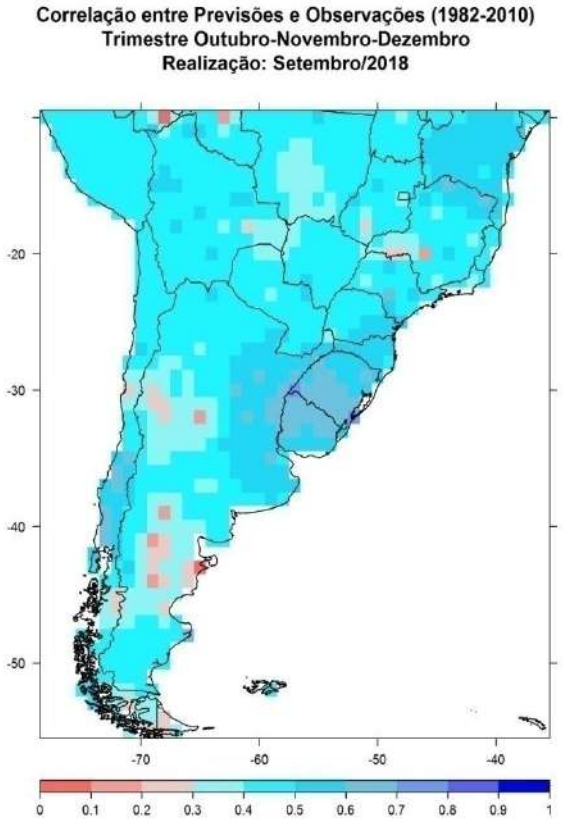
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais



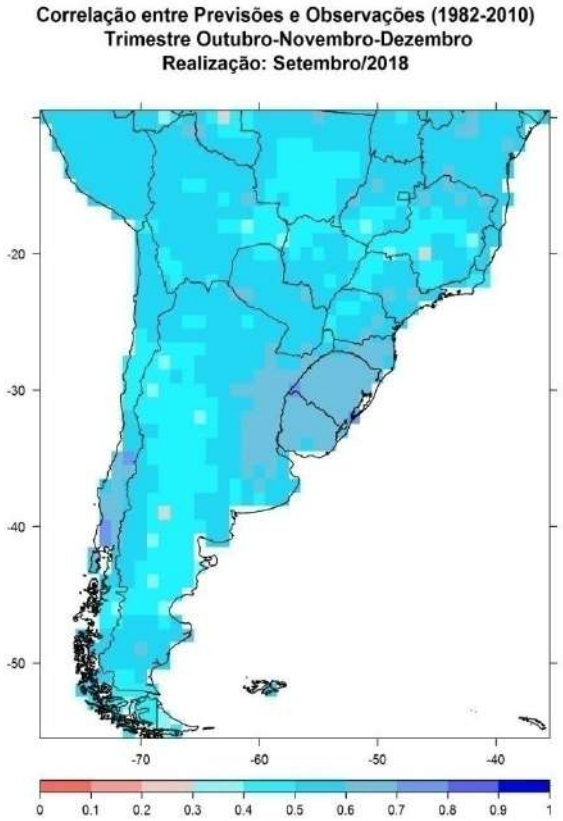
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

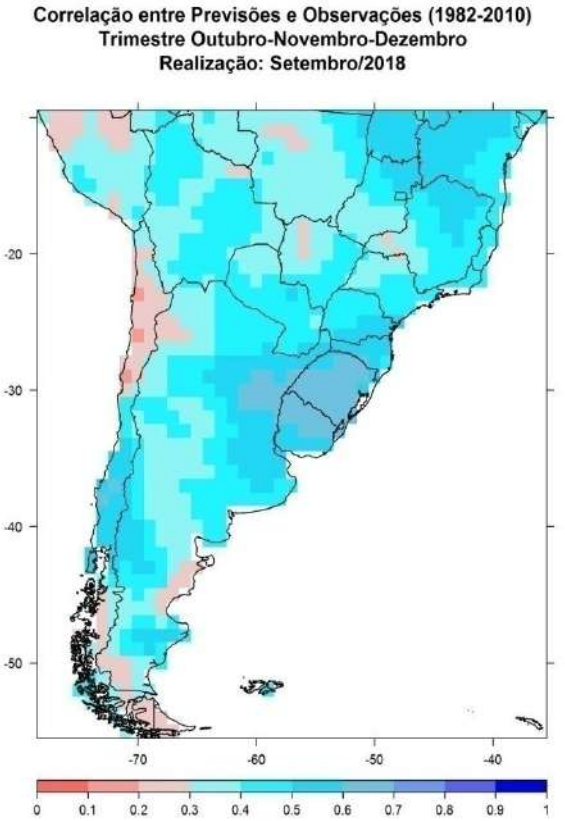
Destreza dos Métodos de Downscaling da Previsão do NMME
Trimestre Outubro-Novembro-Dezembro



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



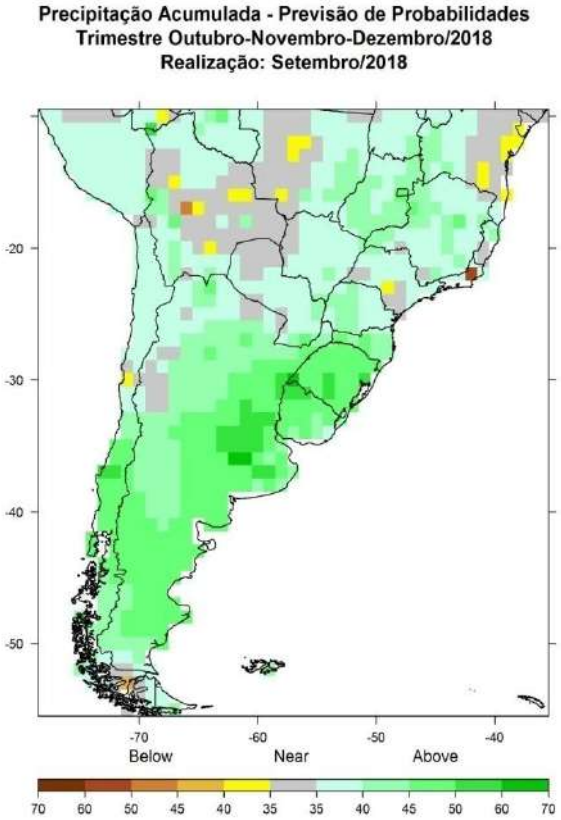
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais



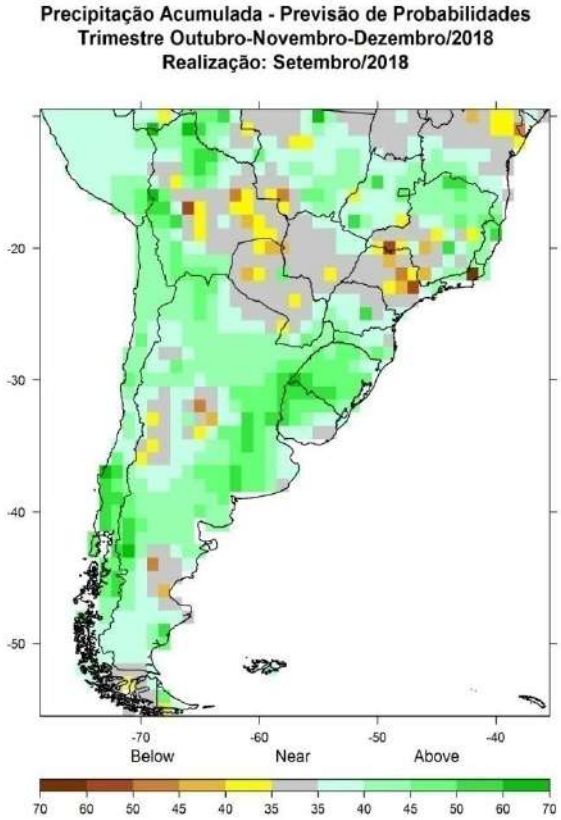
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

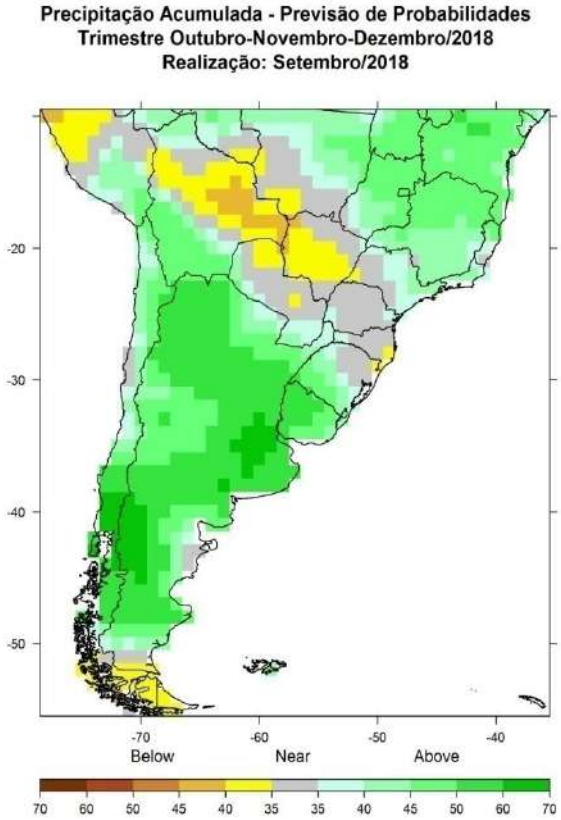
Previsão Probabilística da Precipitação para o Trimestre Outubro-Novembro-Dezembro/2018



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



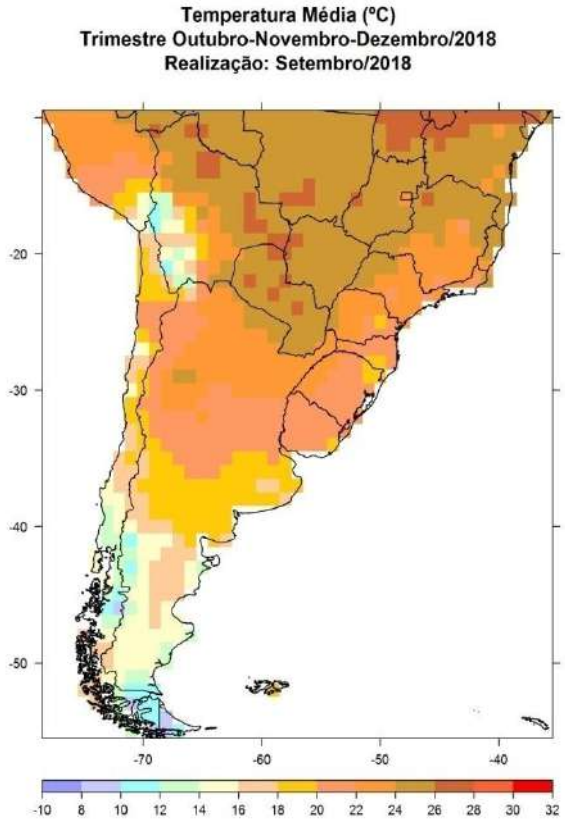
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais



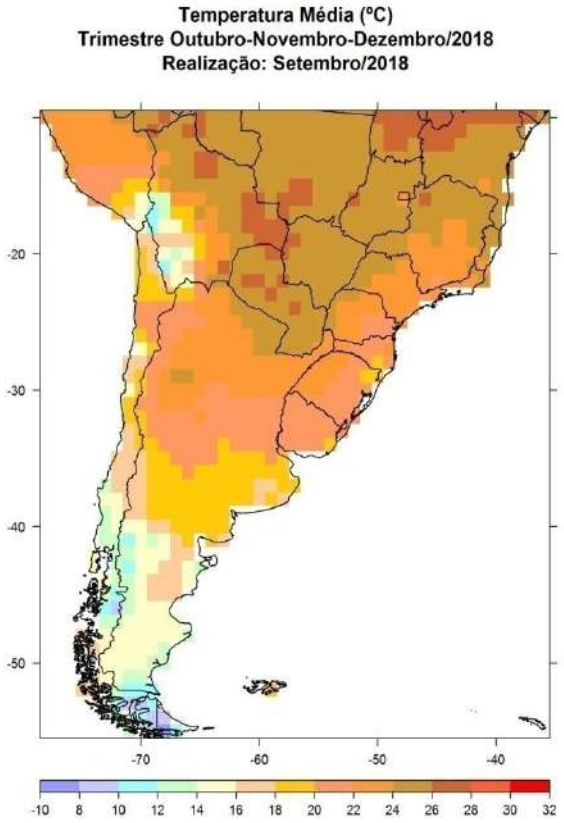
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

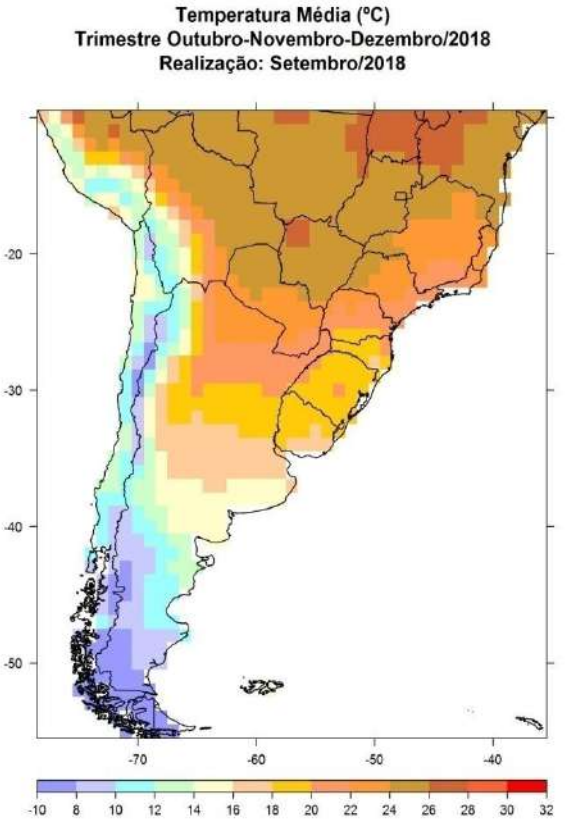
Temperatura Média Prevista
Outubro-Novembro-Dezembro/2018



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



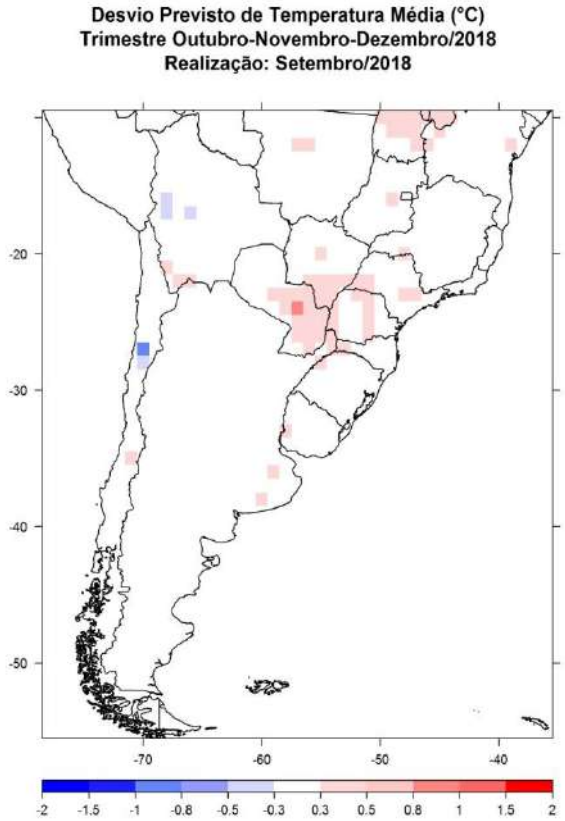
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais



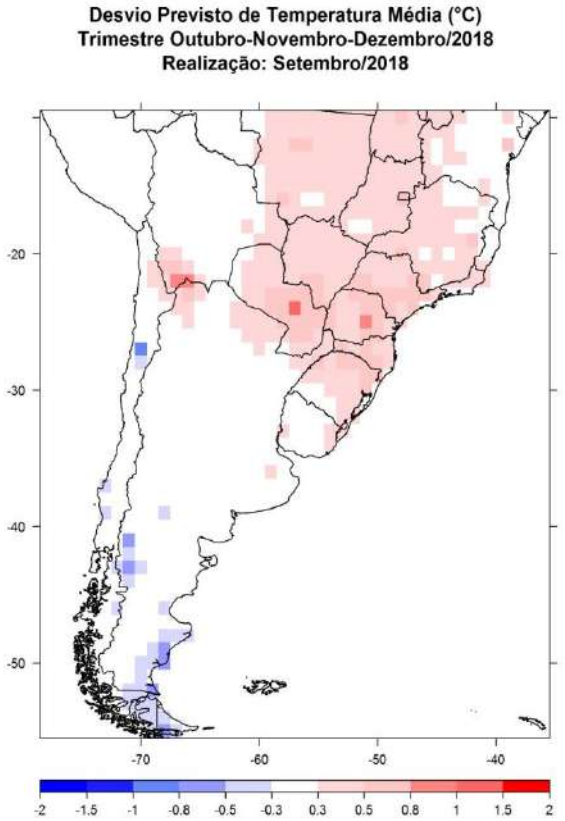
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

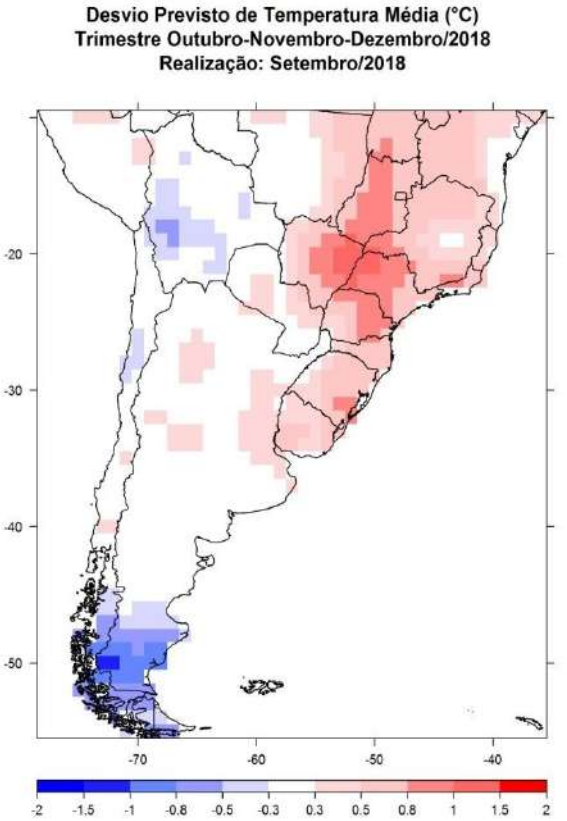
Desvio Previsto da Temperatura Média
Outubro-Novembro-Dezembro/2018



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



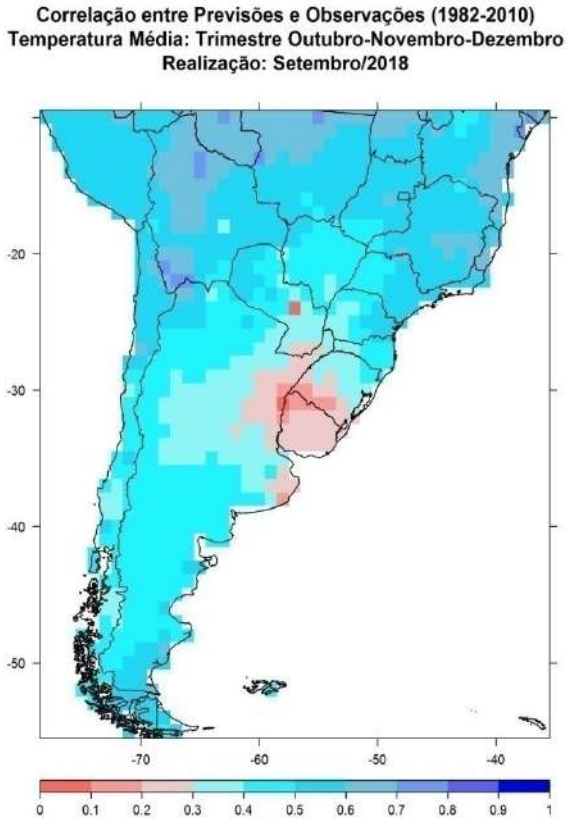
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais



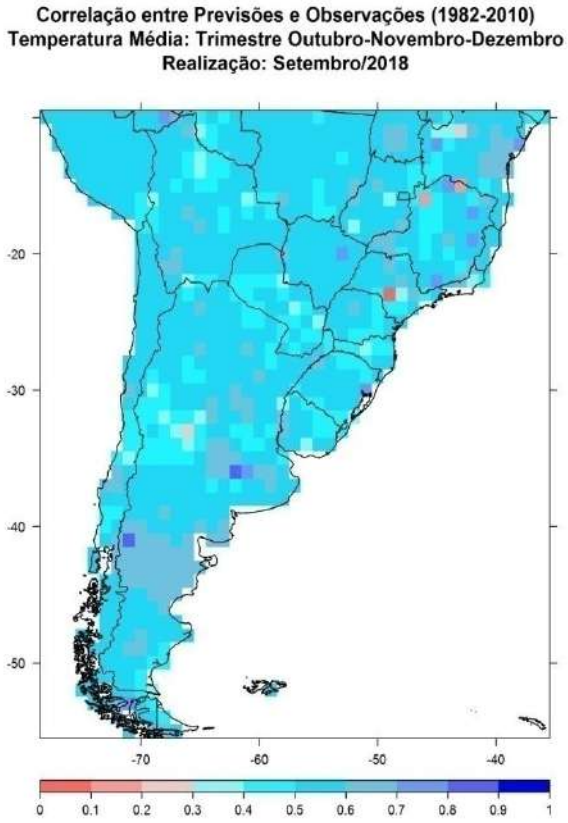
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

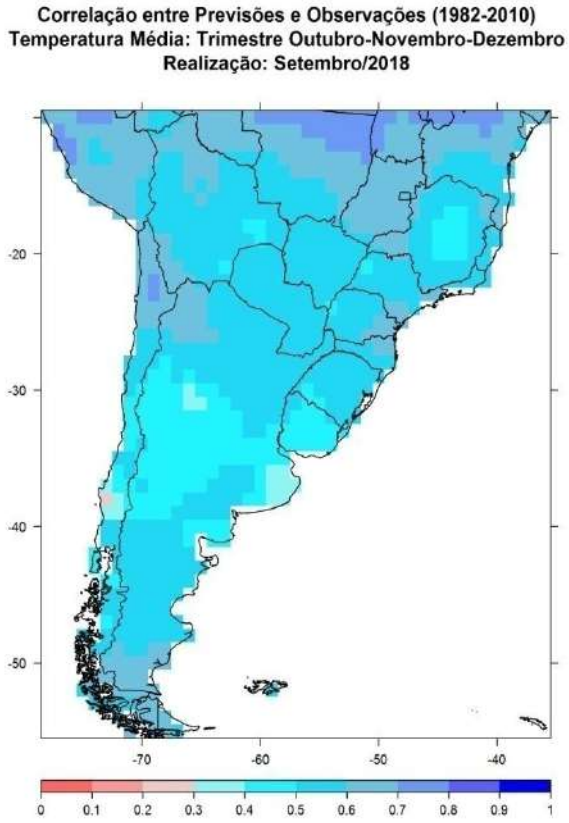
Destreza dos Métodos de Downscaling da Previsão do NMME
Temperatura Média doTrimestre Outubro-Novembro-Dezembro



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



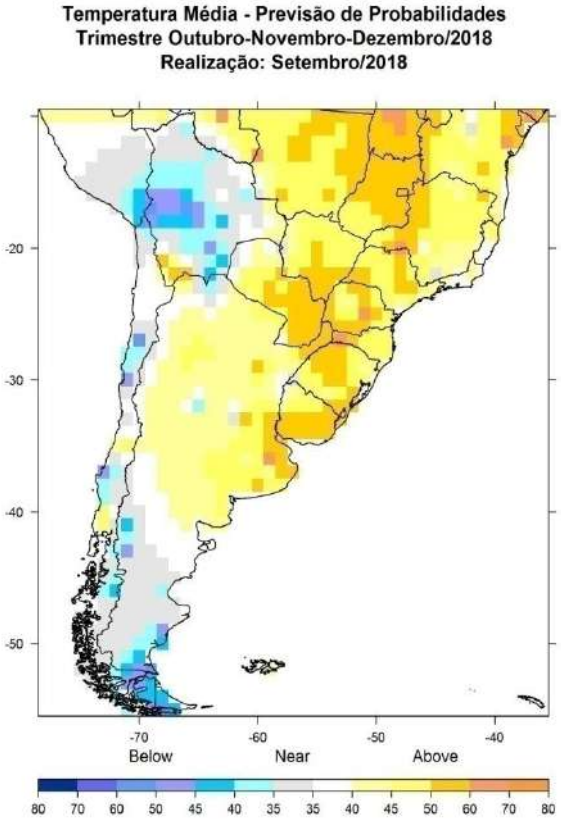
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais



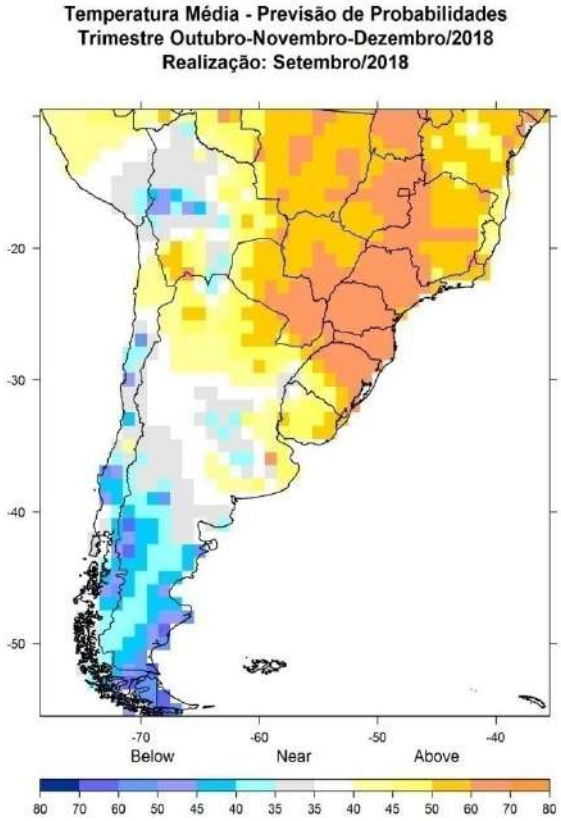
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

North American Multi-Model Ensemble (NMME)

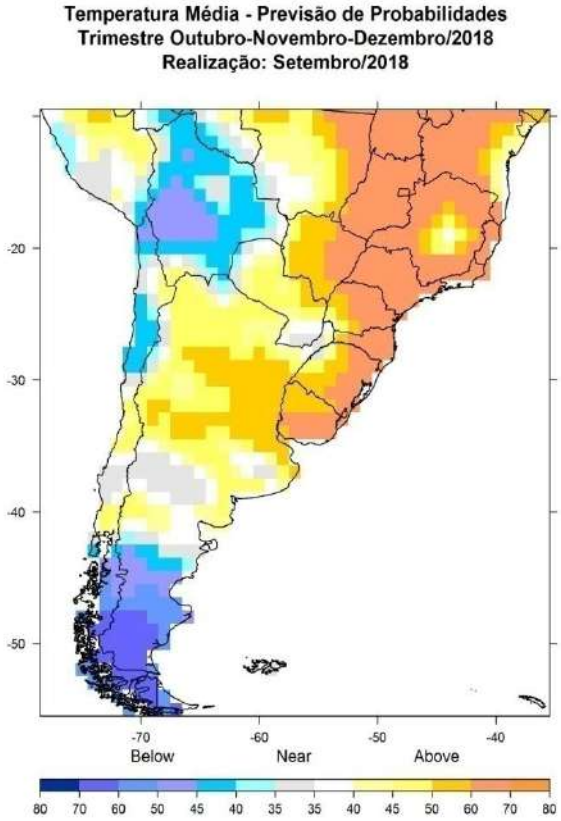
Previsão Probabilística da Temperatura Média para o Trimestre Outubro-Novembro-Dezembro/2018



Método de Downscaling:
Análise de Correlações Canônicas



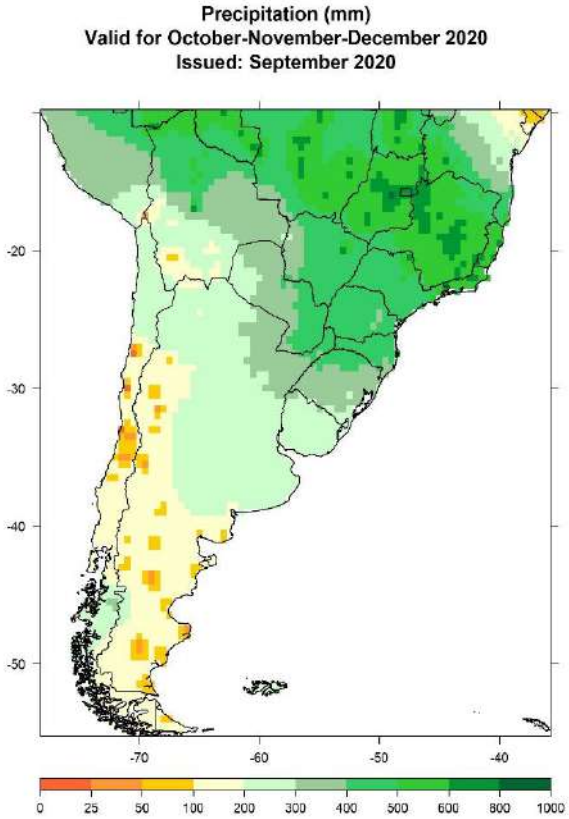
Método de Downscaling:
Regressão por Componentes Principais

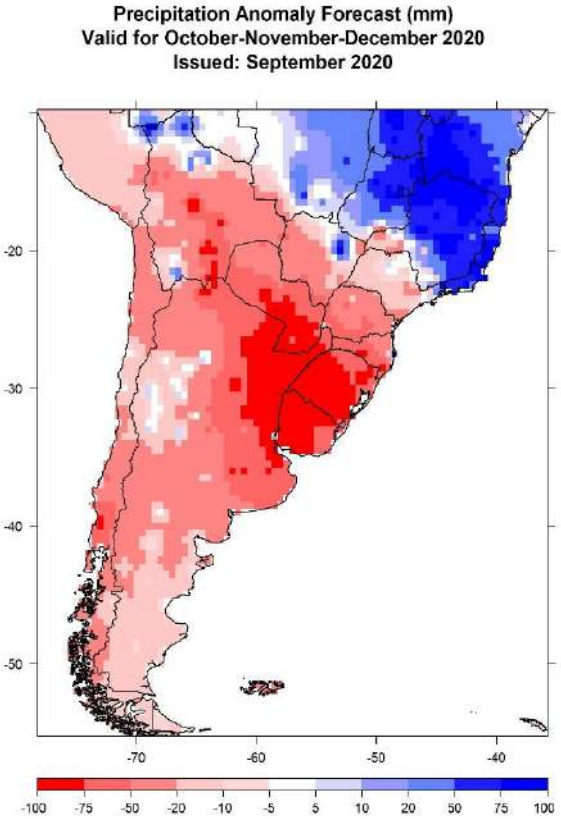


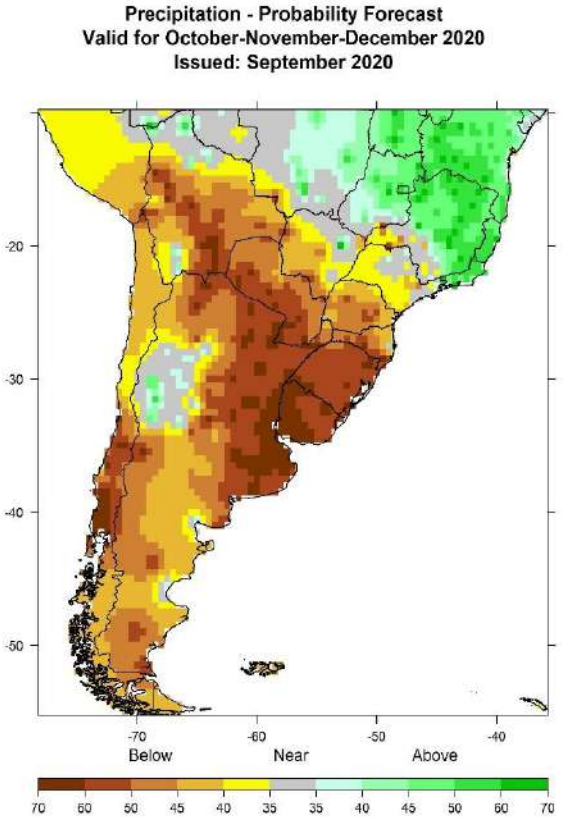
Método de Downscaling:
Regressão Linear Múltipla

Previsões para Precipitação e Temperatura Média do Trimestre OND/2020

Precipitação Acumulada Prevista
Outubro-Novembro-Dezembro/2020

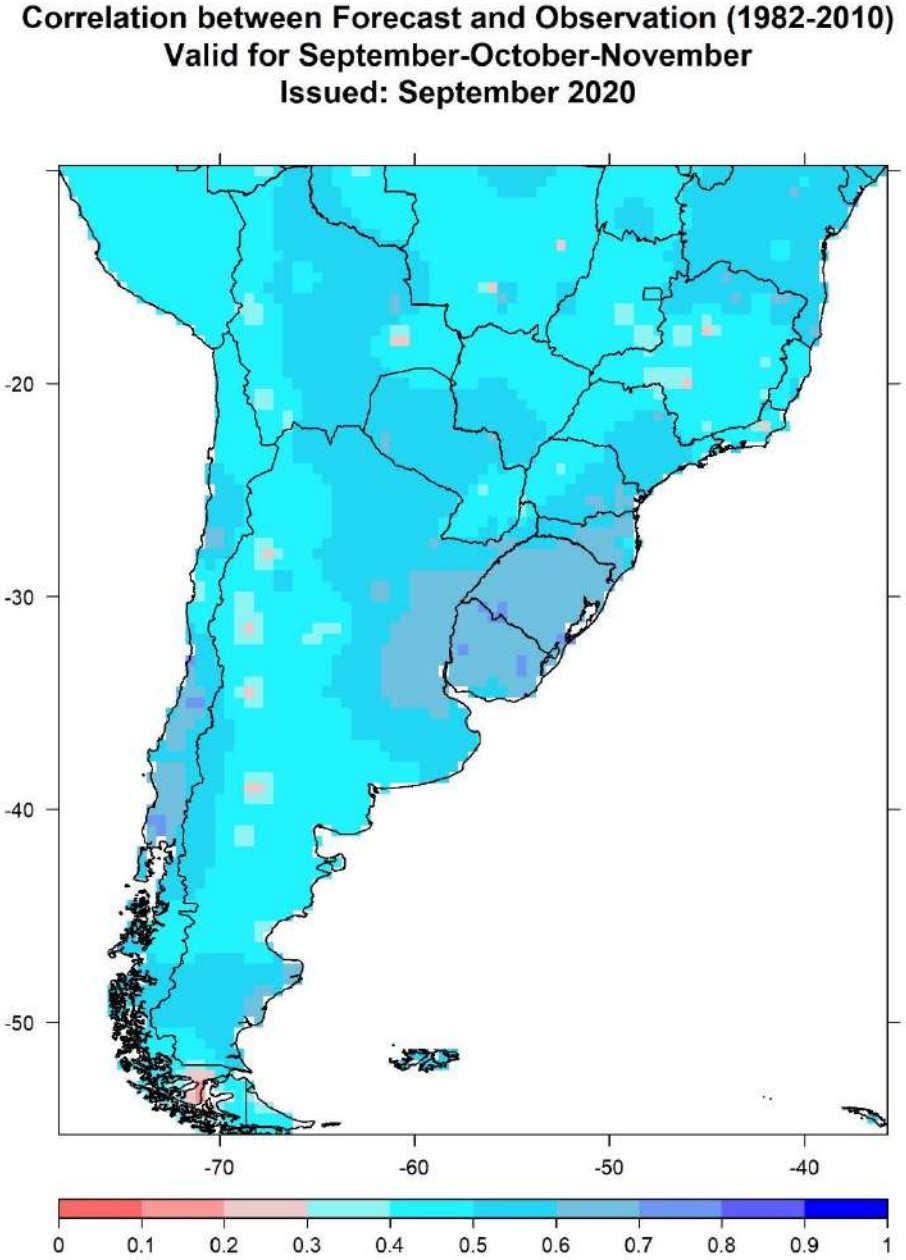






Métodos de *Downscaling*: Análise de Correlações Canônicas e Regressão por Componentes Principais. Os resultados apresentados são a partir da agregação dos dois métodos.

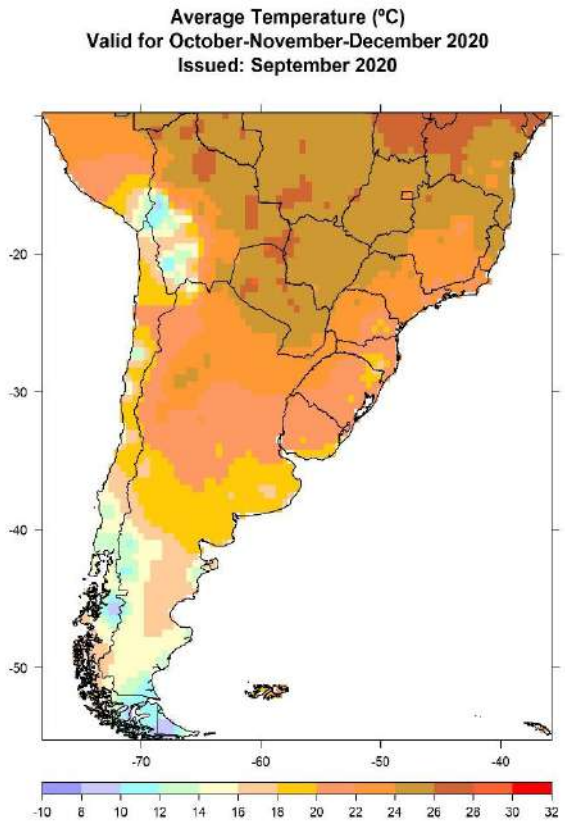
Destreza do Modelo
Outubro-Novembro-Dezembro/2020

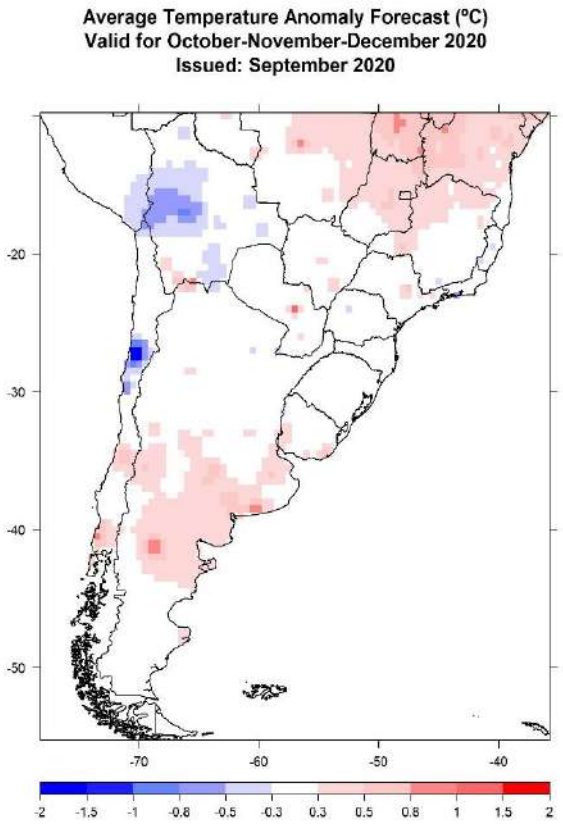


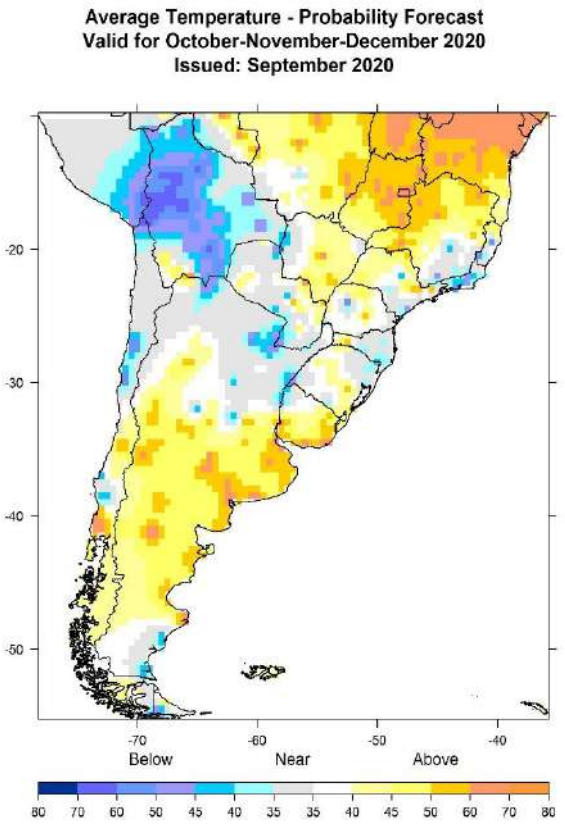
Previsão para Temperatura do Trimestre

Outubro-Novembro-Dezembro/2020

Temperatura Média Prevista
Outubro-Novembro-Dezembro/2020

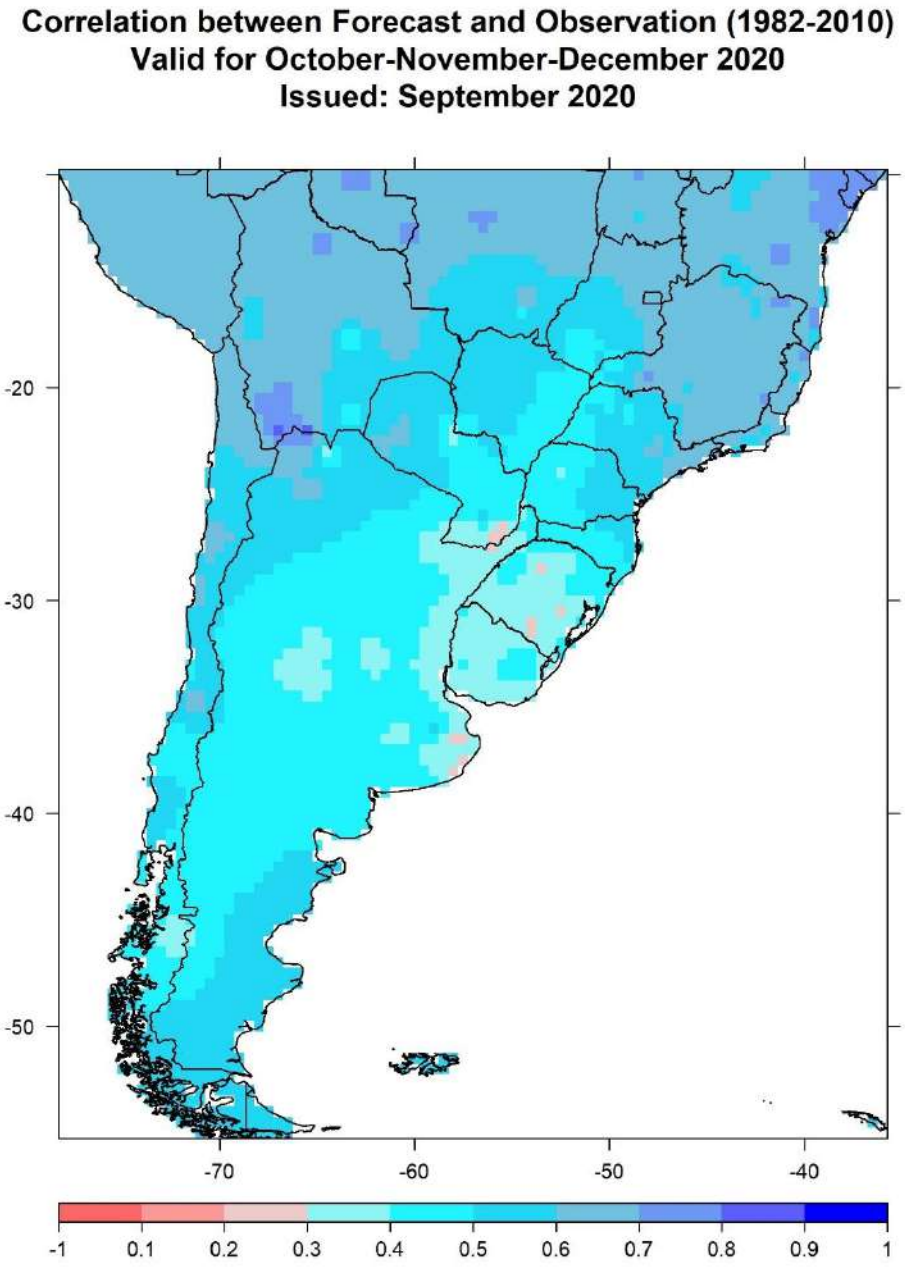






Métodos de *Downscaling*: Análise de Correlações Canônicas e Regressão por Componentes Principais. Os resultados apresentados são a partir da agregação dos dois métodos.

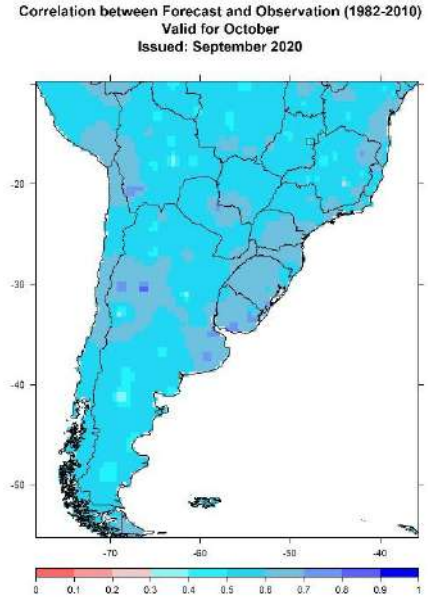
Destreza do Modelo
Outubro-Novembro-Dezembro/2020

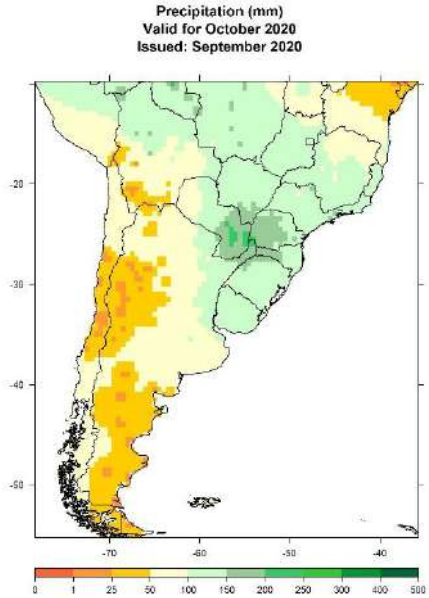


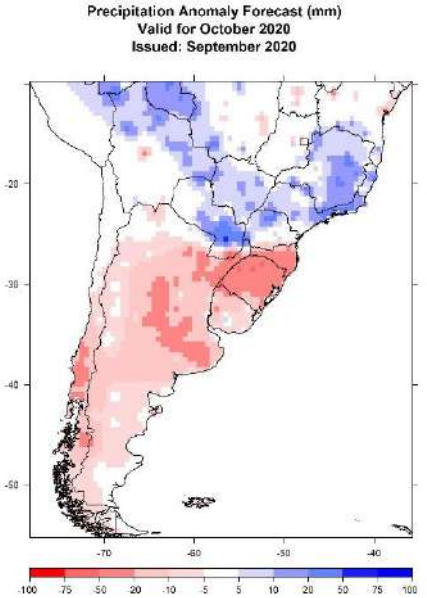
Previsões para Precipitação e Temperatura Média dos Meses

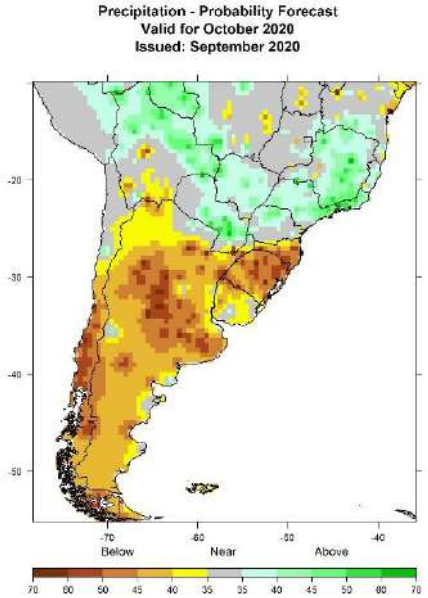
Outubro/2020
Novembro/2020
Dezembro/2020

Precipitação Acumulada Prevista
Outubro/2020

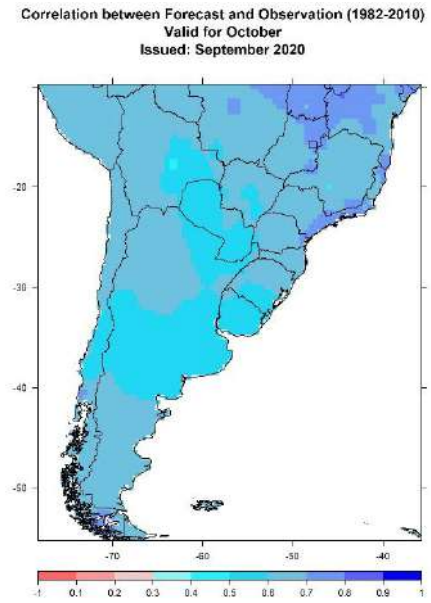


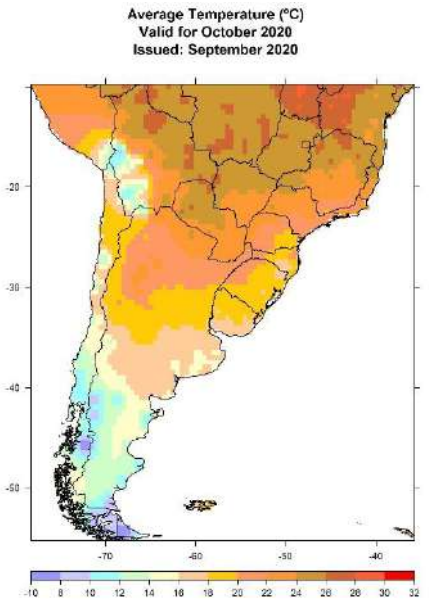


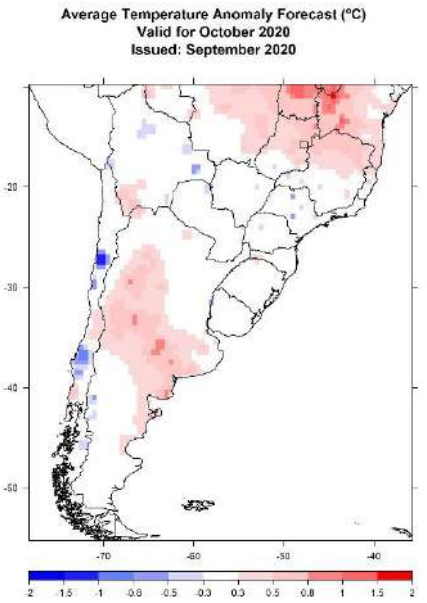


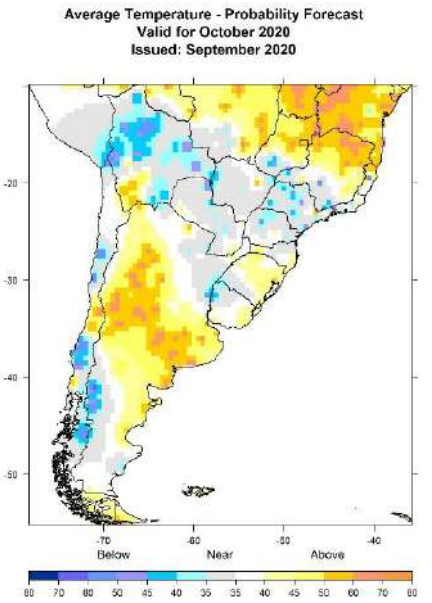


Temperatura Média Prevista

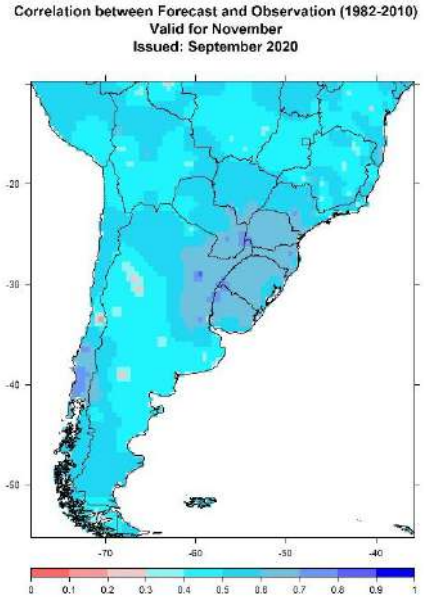


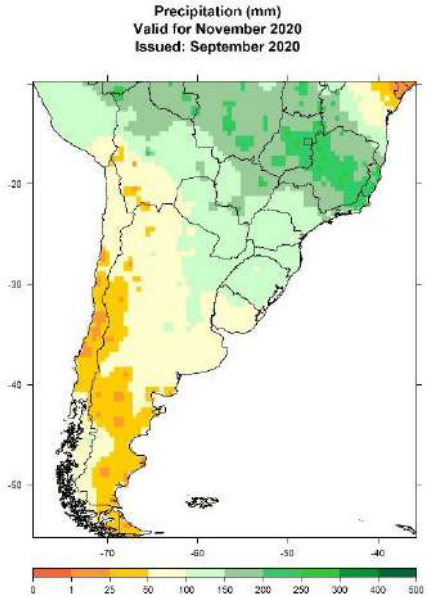


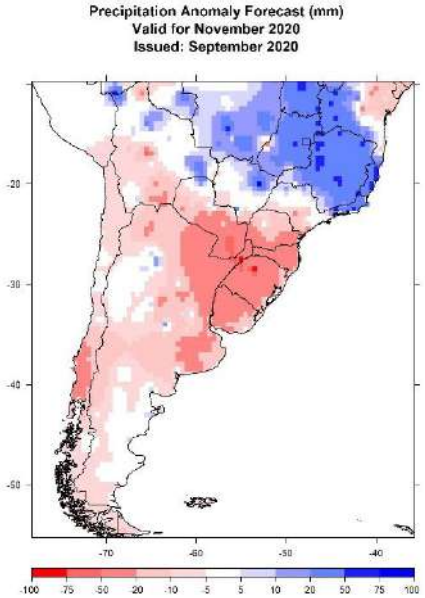


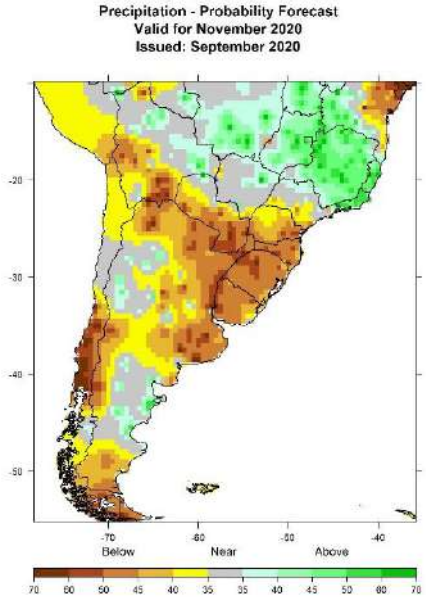


Precipitação Acumulada Prevista
Novembro/2020

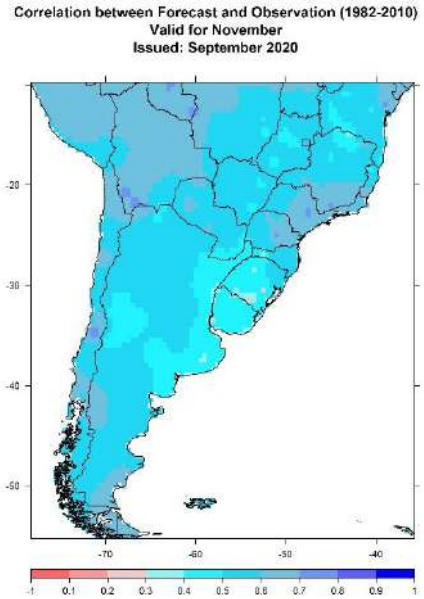


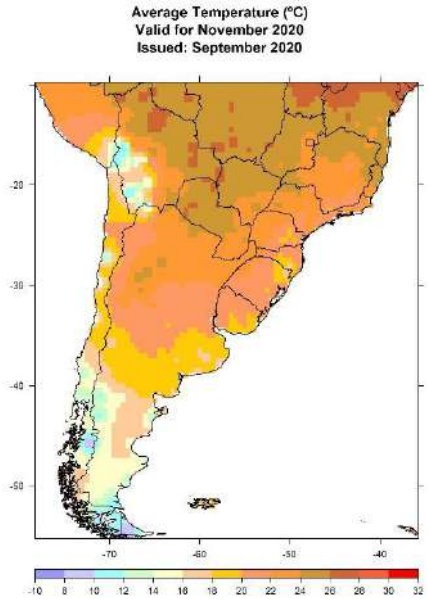


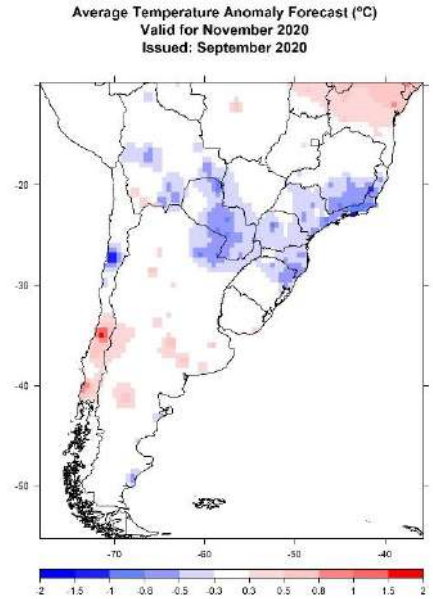


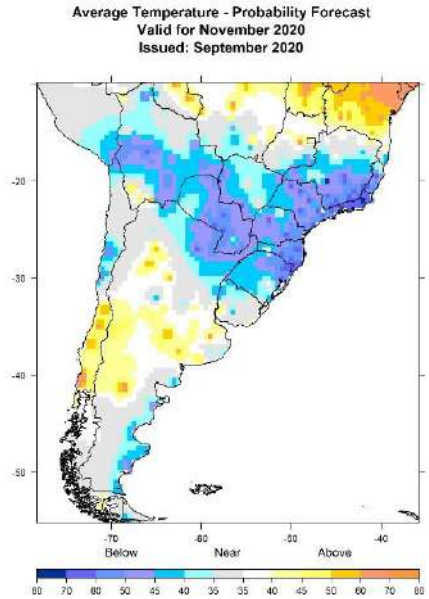


Temperatura Média Prevista

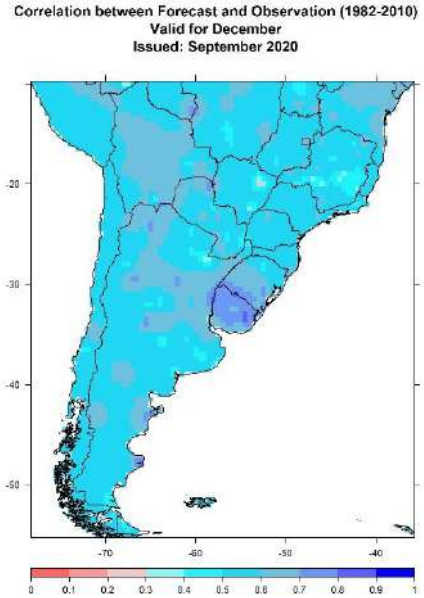


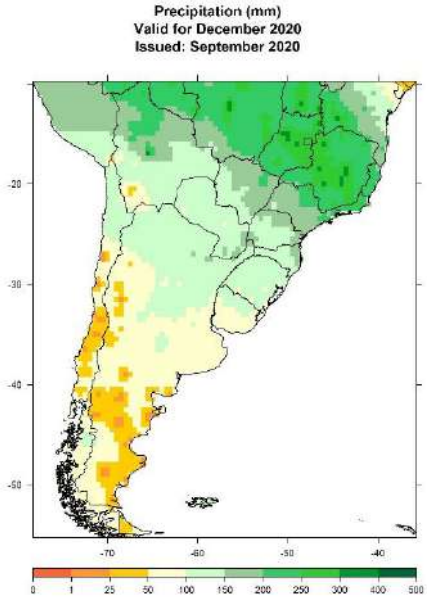


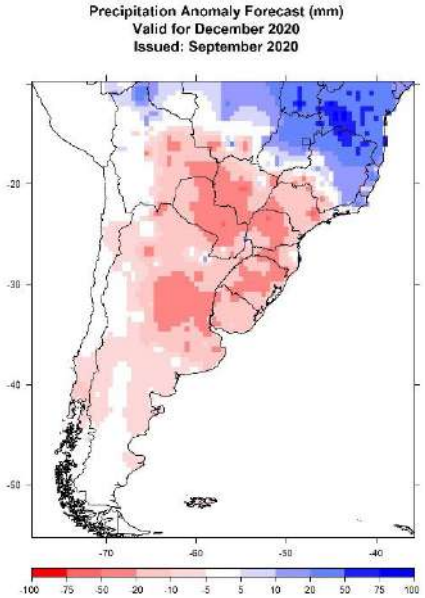


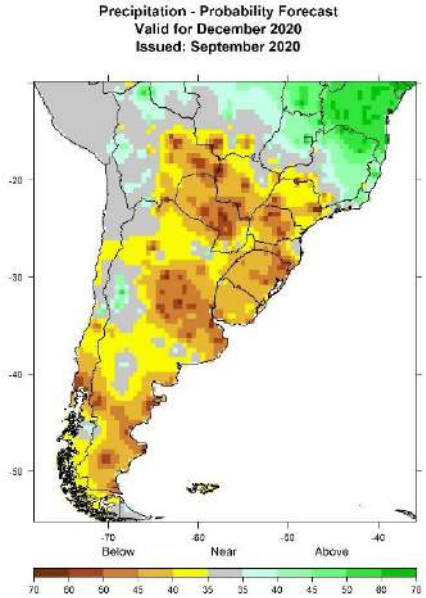


Precipitação Acumulada Prevista Dezembro/2020

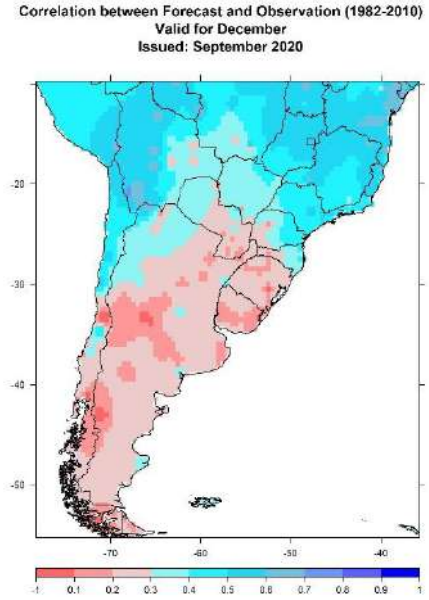


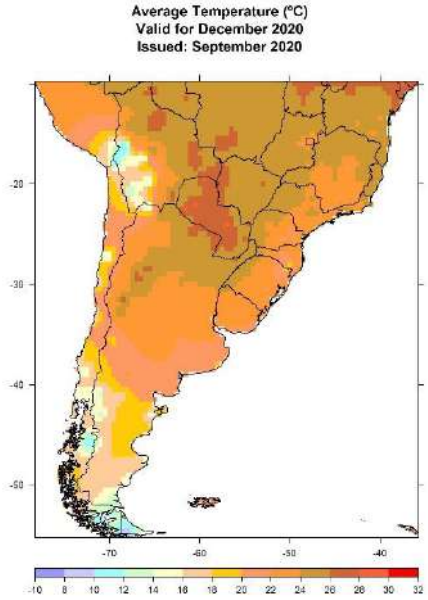


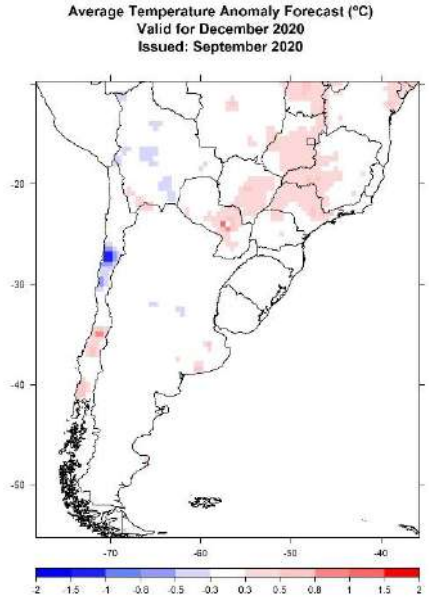


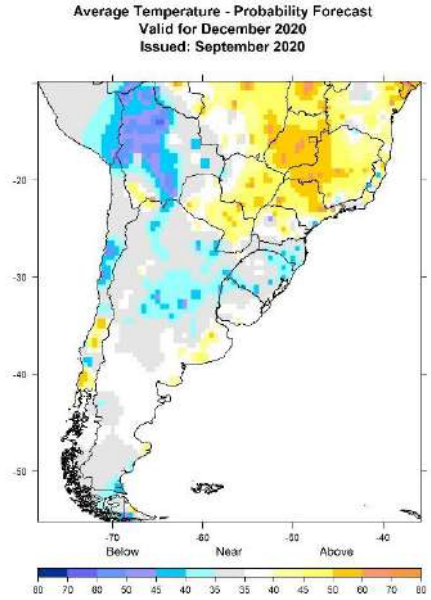


Temperatura Média Prevista





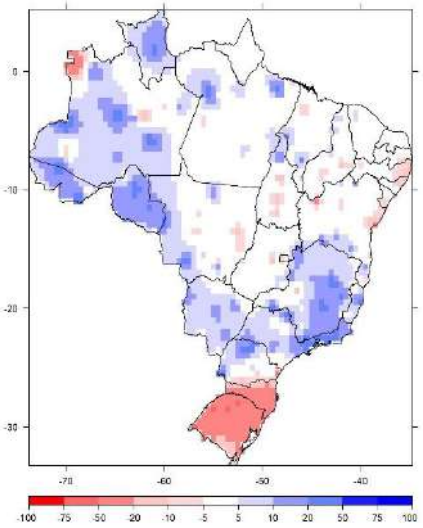




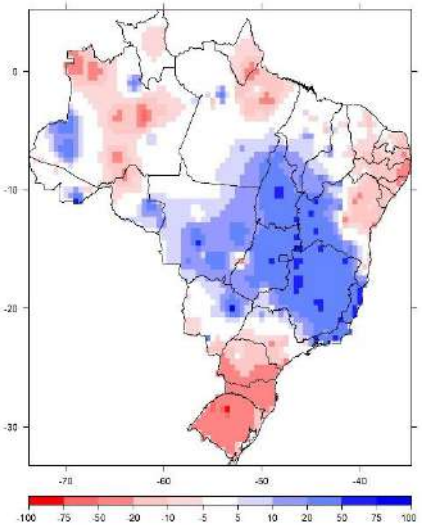
North American Multi-Model Ensemble (NMME)

Podemos ir além, Previsões feitas em setembro para:
Trimestres: OND, NDJ, DJF, JFM, FMA e MAM
Meses: Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março,
(Abril e Maio ???)

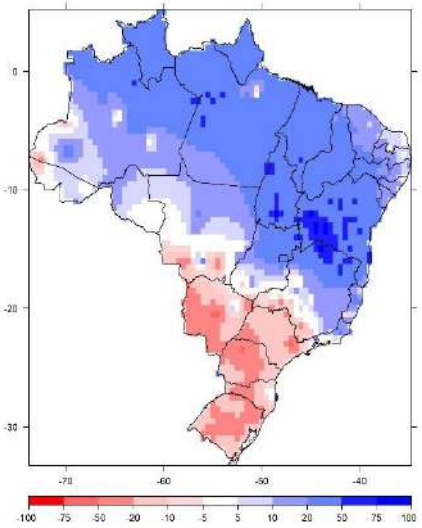
Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for October 2020
Issued: September 2020



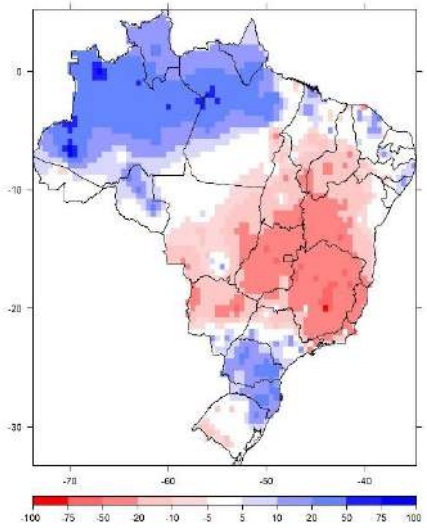
Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for November 2020
Issued: September 2020



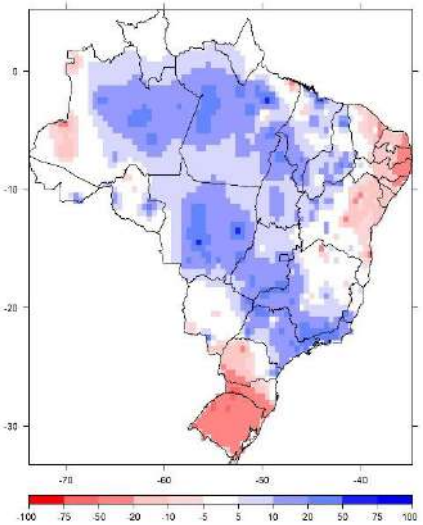
Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for December 2020
Issued: September 2020



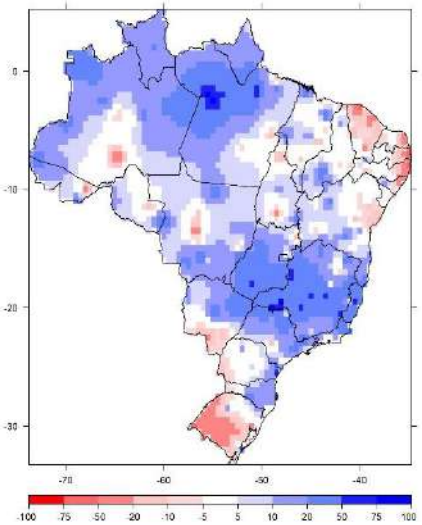
Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for January 2021
Issued: September 2020



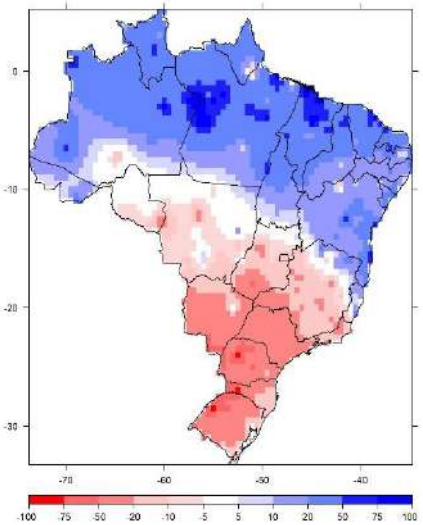
Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for February 2021
Issued: September 2020



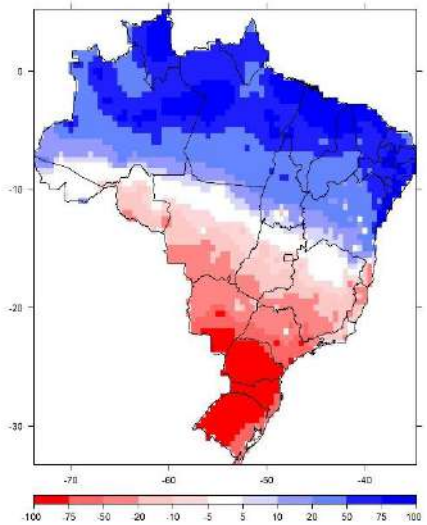
Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for March 2021
Issued: September 2020



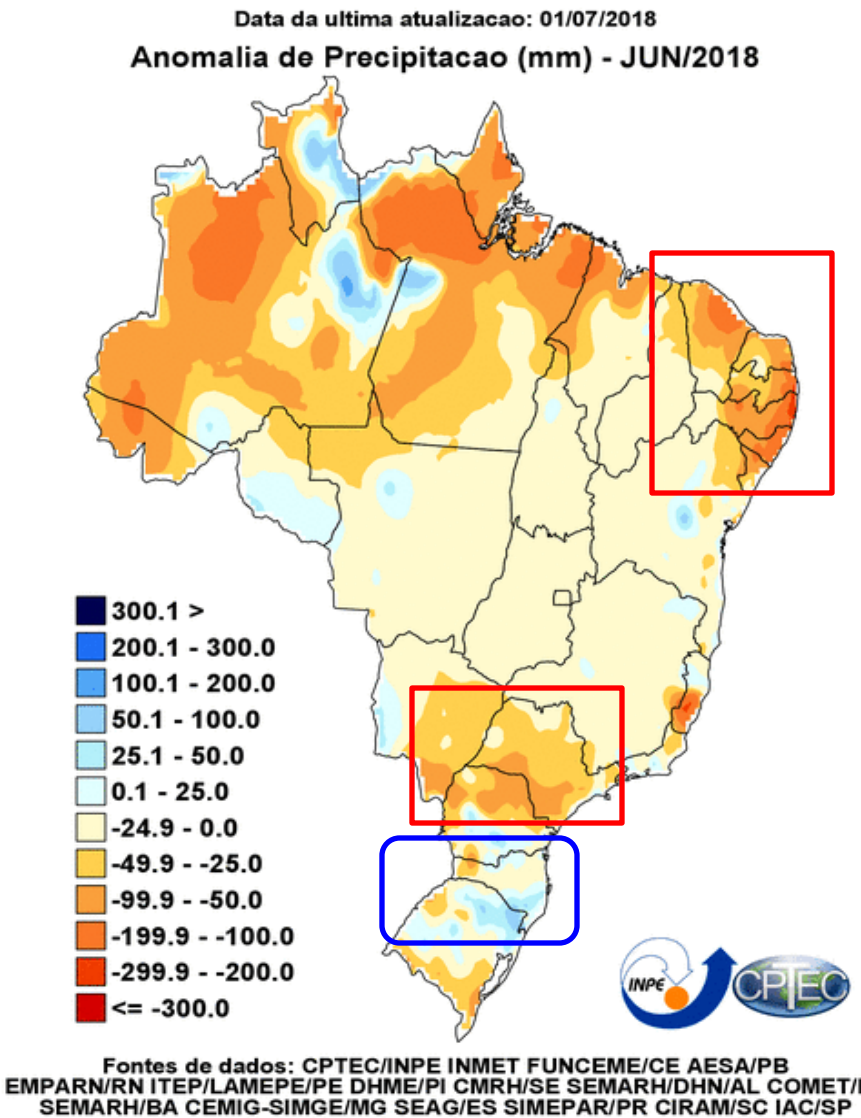
Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for April 2021
Issued: September 2020

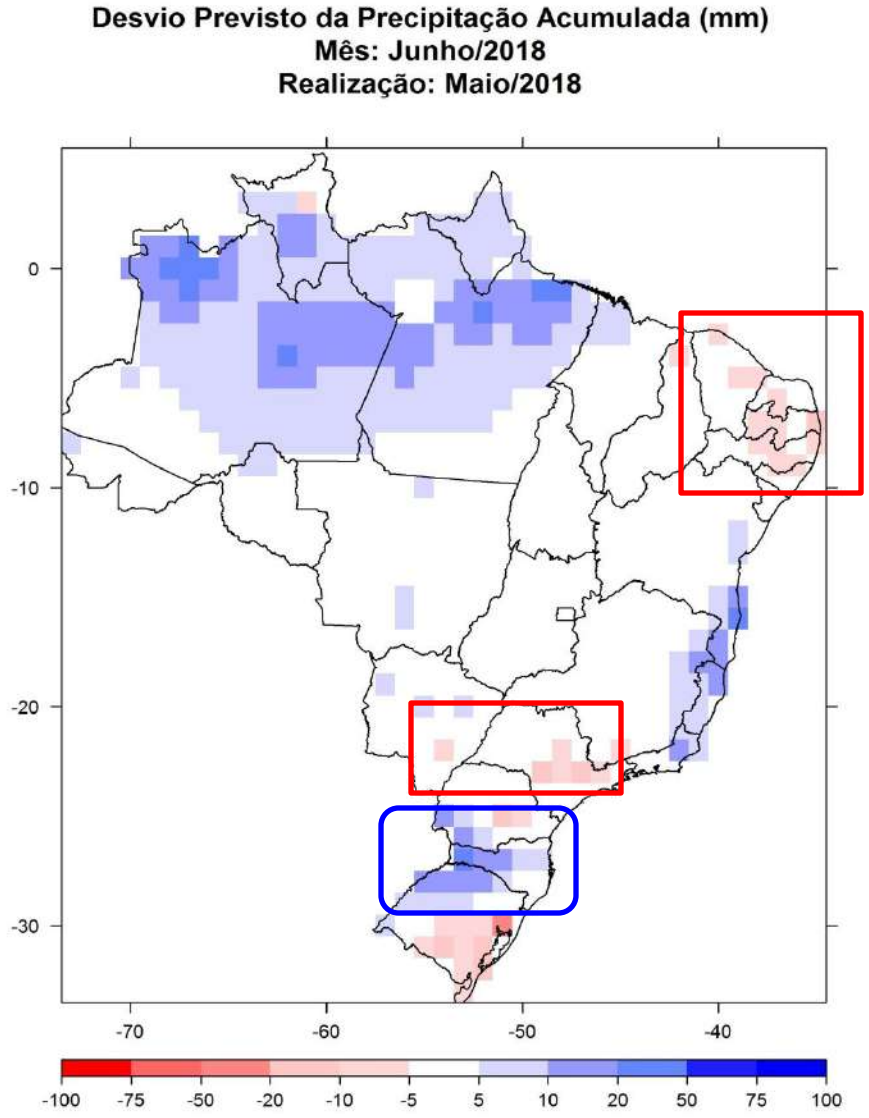


Precipitation Anomaly Forecast (mm)
Valid for May 2021
Issued: September 2020

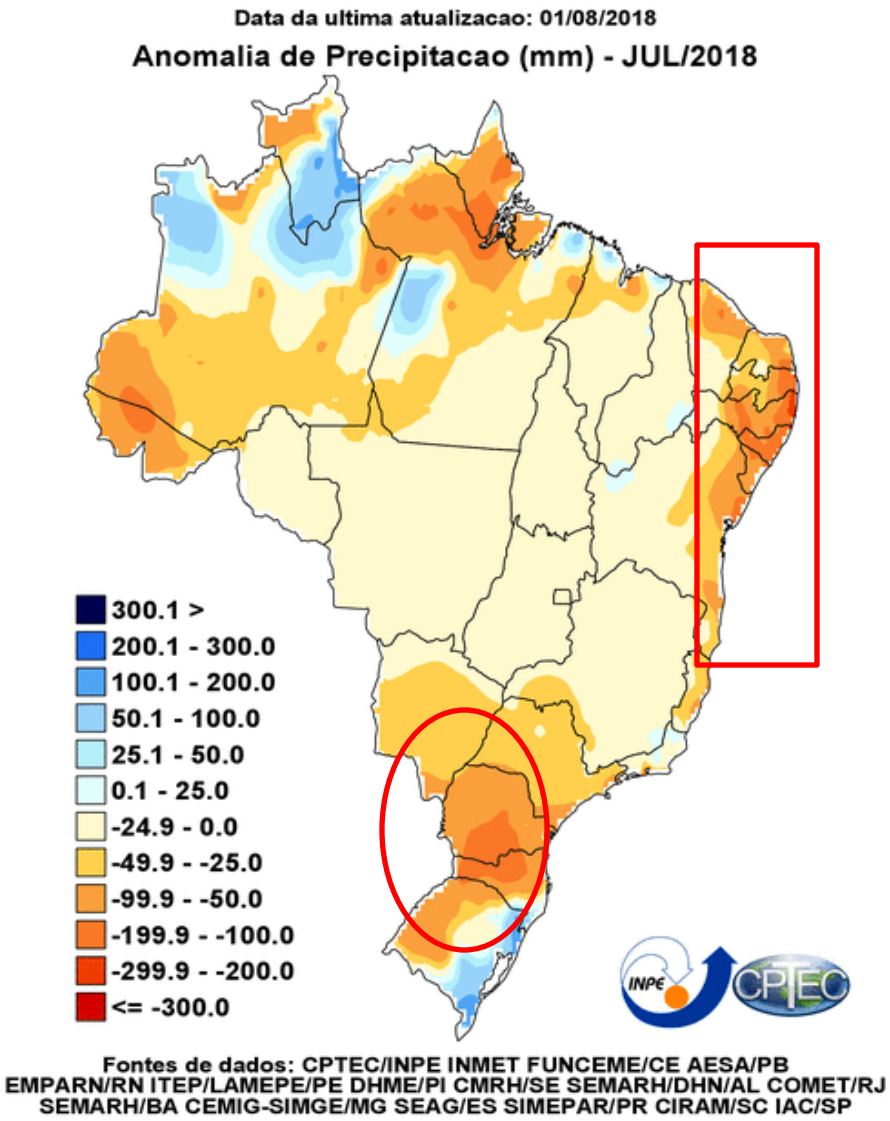


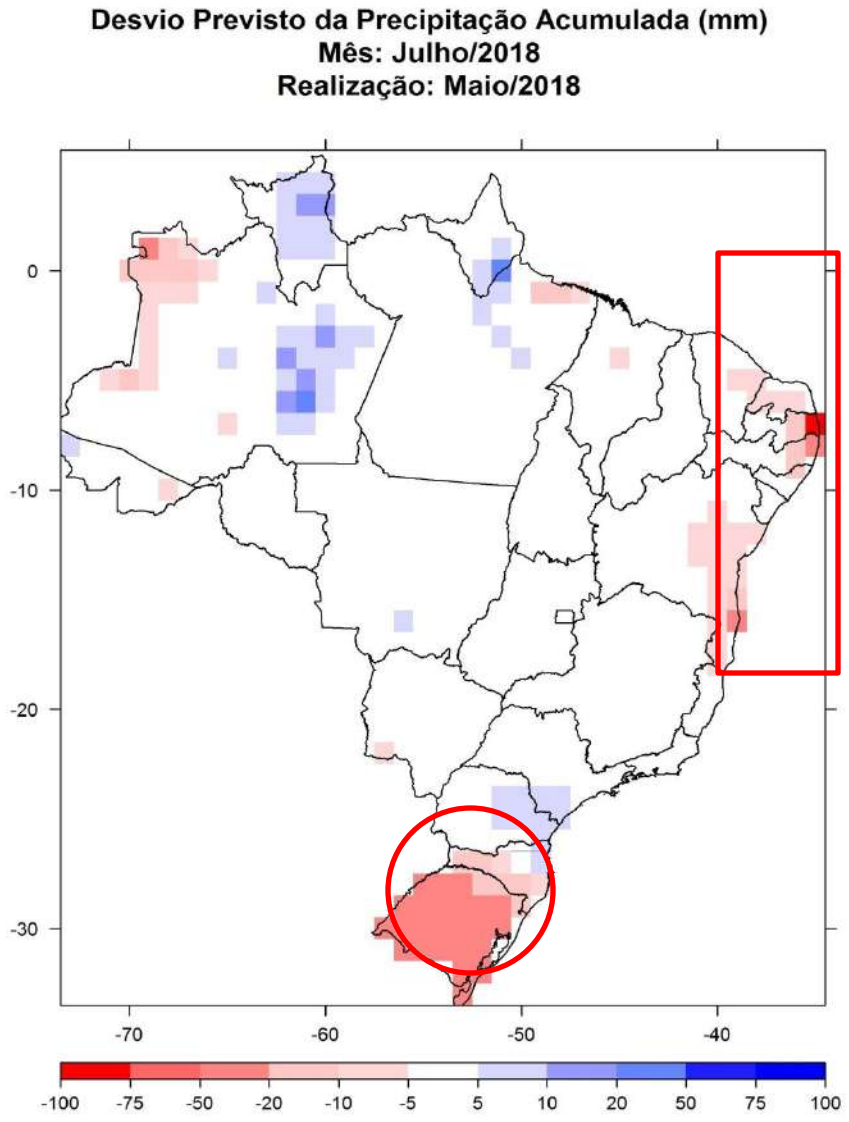
Avaliação do Modelo em Previsões Recentes
Junho/2018



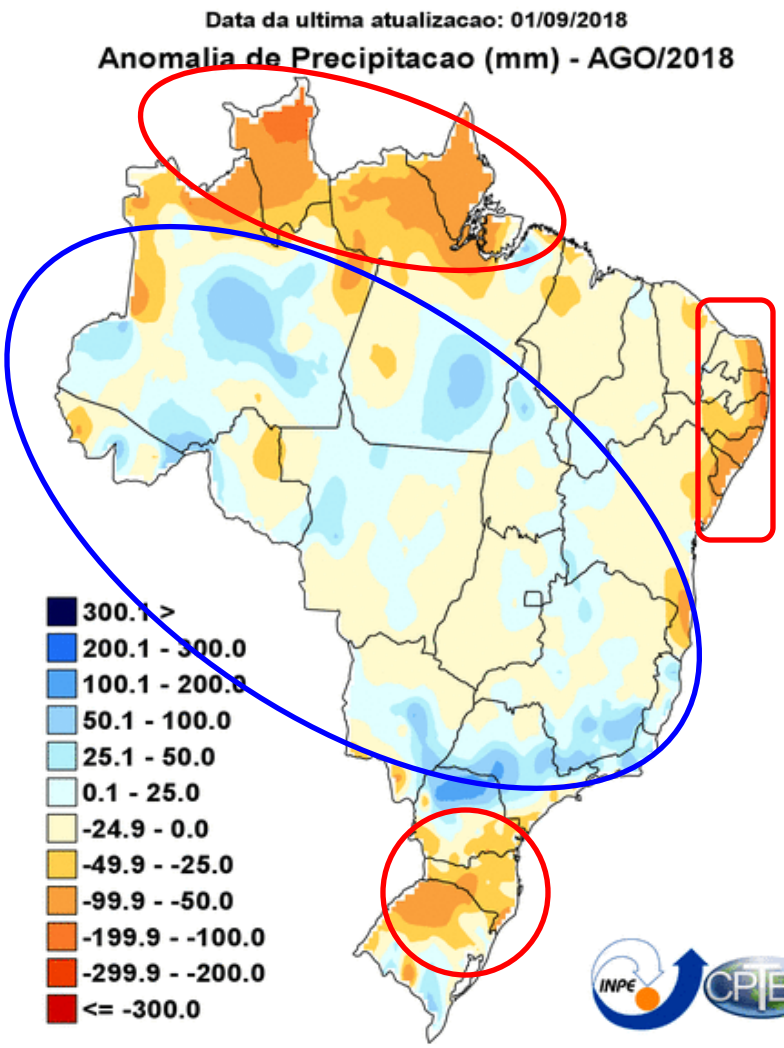


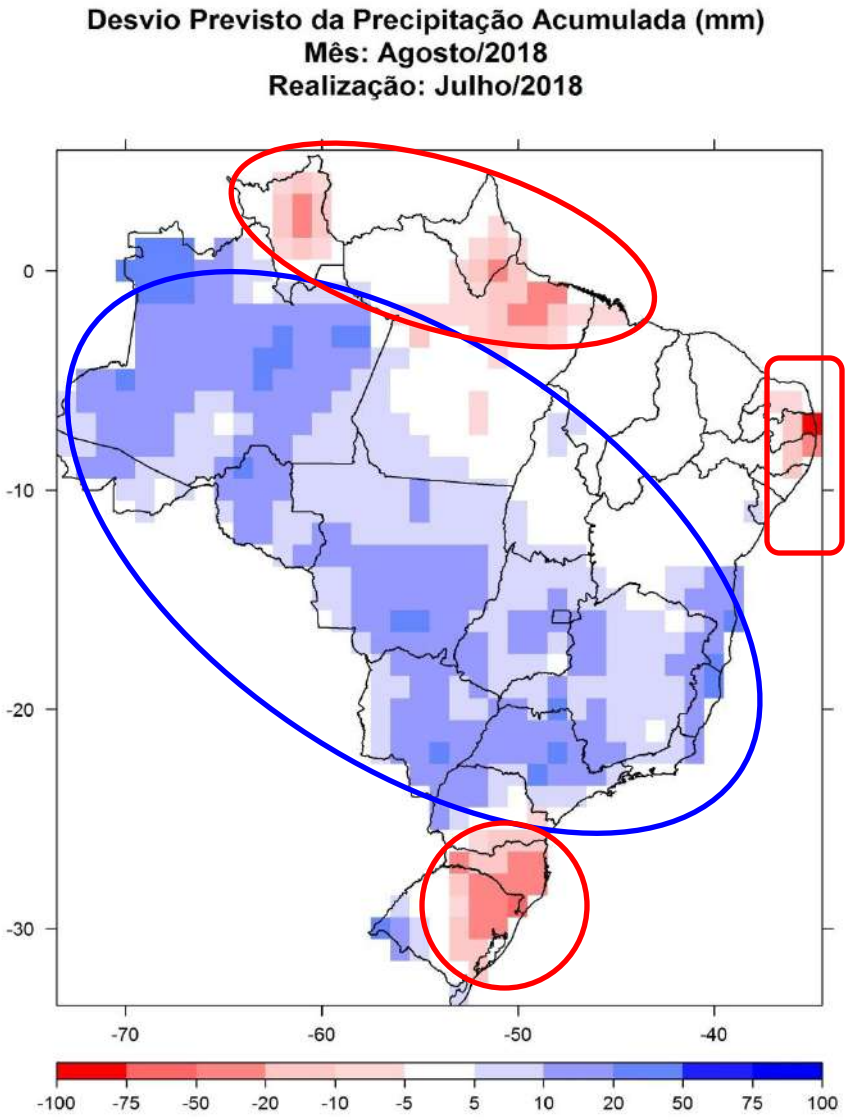
Avaliação do Modelo em Previsões Passadas Recentes
Julho/2018



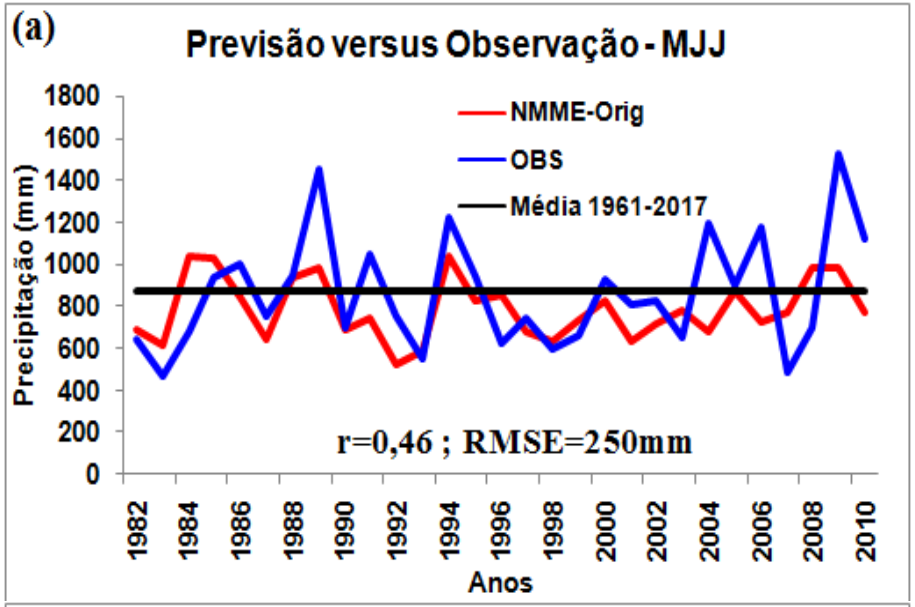


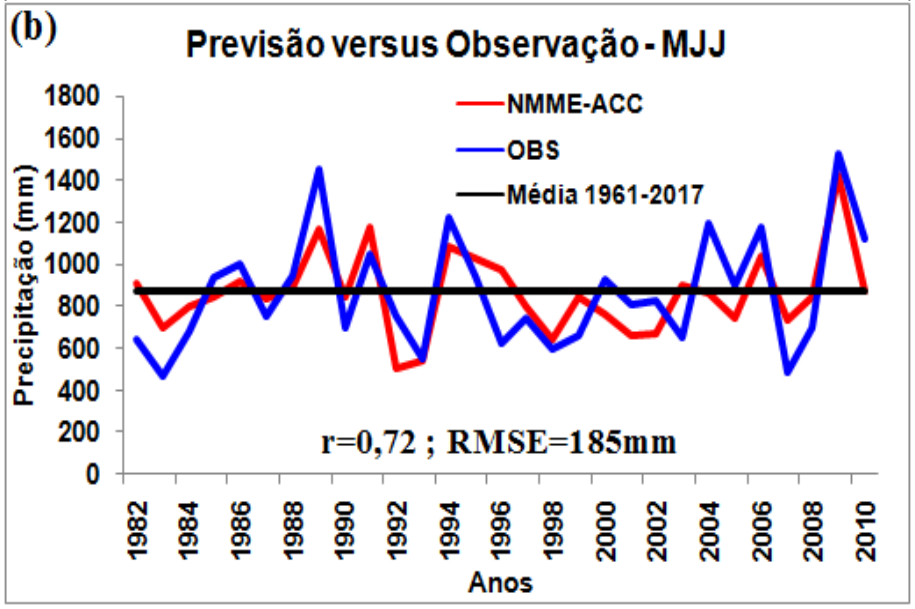
Avaliação do Modelo em Previsões Passadas Recentes
Agosto/2018



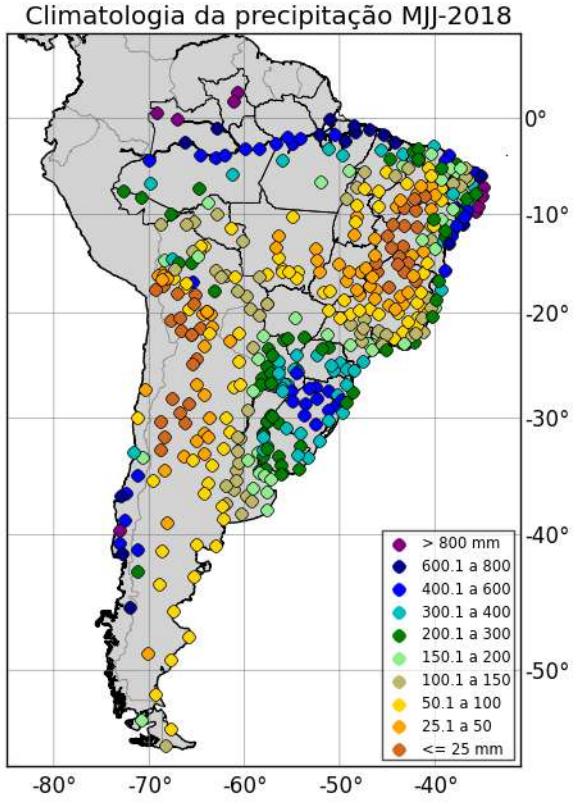


Comparação entre previsões e observações para MJJ em Maceió no período 1982-2010. Em (a) NMME-Orig e em (b) NMME-ACC. A linha preta centralizada representa a média do trimestre, relativa ao período 1961-2017, valores de r e RMSE inseridos nos gráficos.





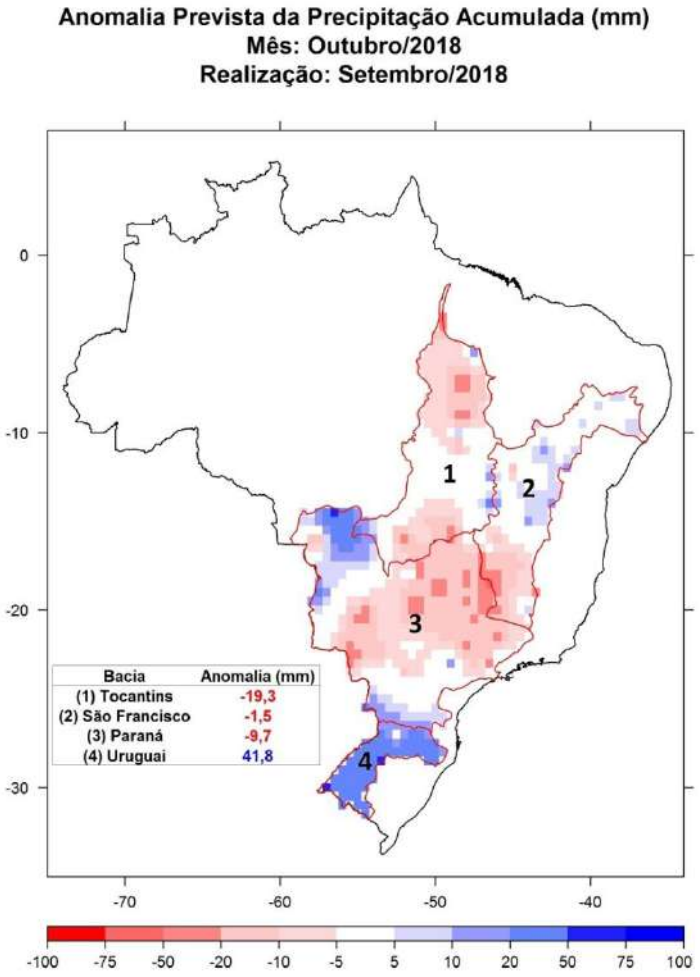
O trimestre Maio-Junho-Julho (MJJ) é o mais chuvoso no litoral do Nordeste do Brasil. Em Maceió, capital do Estado de Alagoas, a média do período 1961-2017 é 870mm.



North American Multi-Model Ensemble (NMME)

Conclusões - A sociedade demanda por:

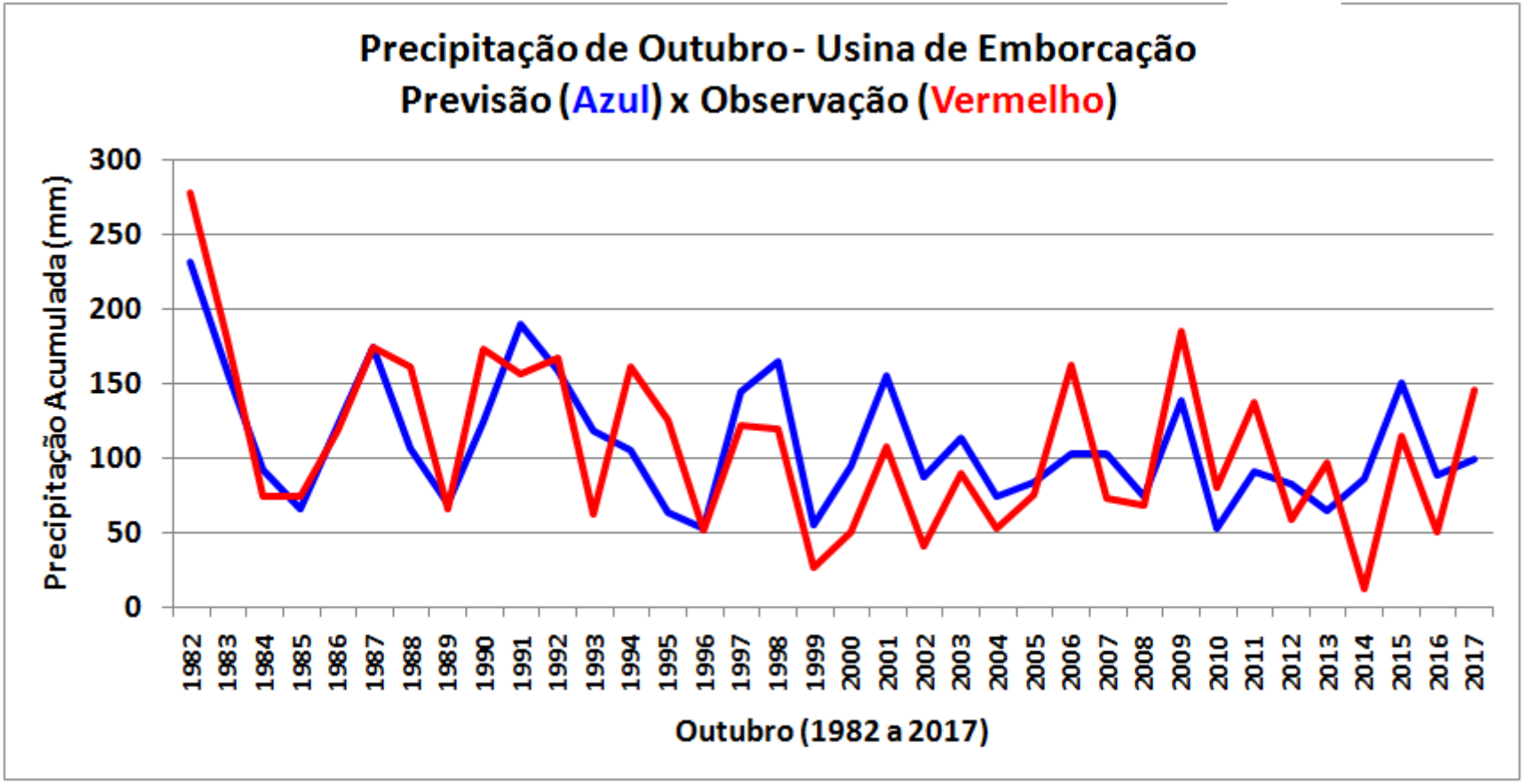
1- Previsões sazonais e sub-sazonais estendidas e setorizadas:



North American Multi-Model Ensemble (NMME)

Conclusões - A sociedade demanda por:

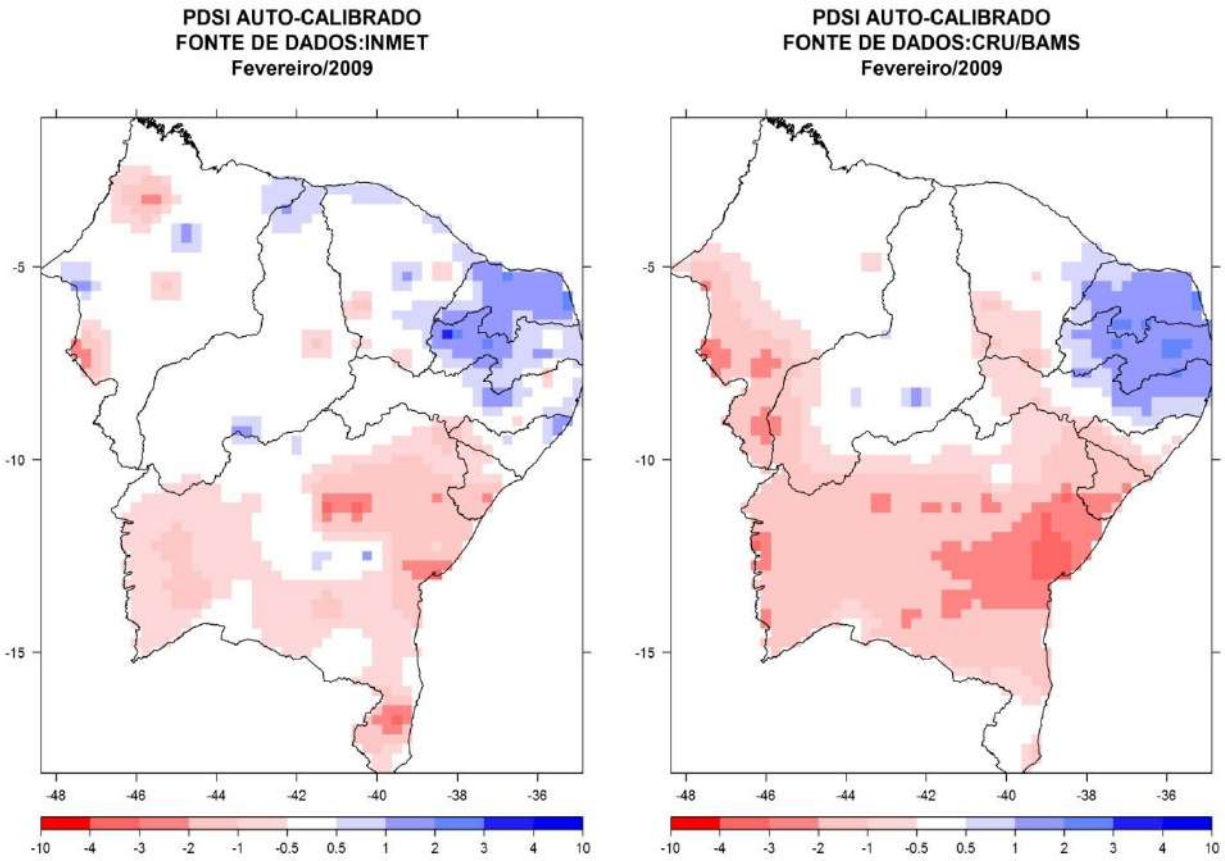
2- Previsões para demandas específicas:



North American Multi-Model Ensemble (NMME)

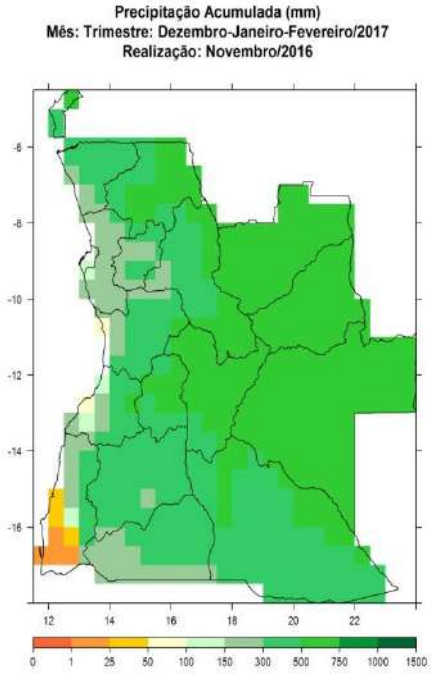
Conclusões - A sociedade demanda por:

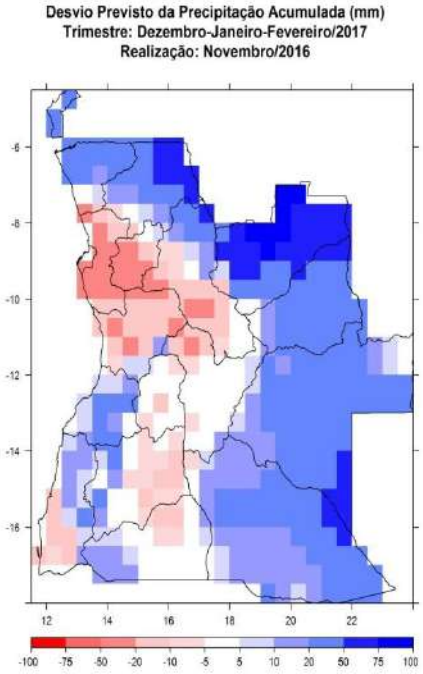
3- Índices de seca derivados a partir de previsões climáticas:

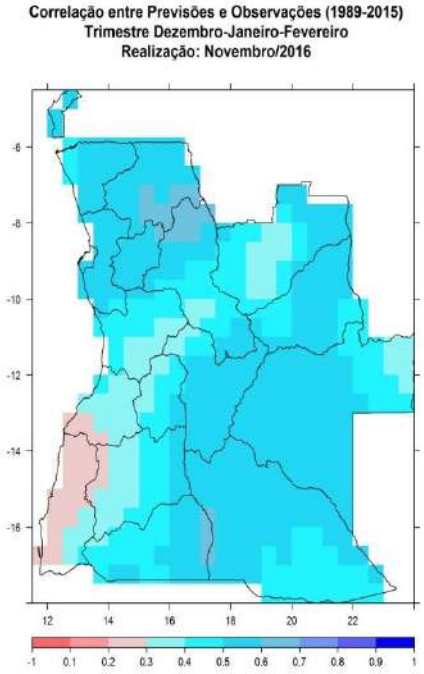


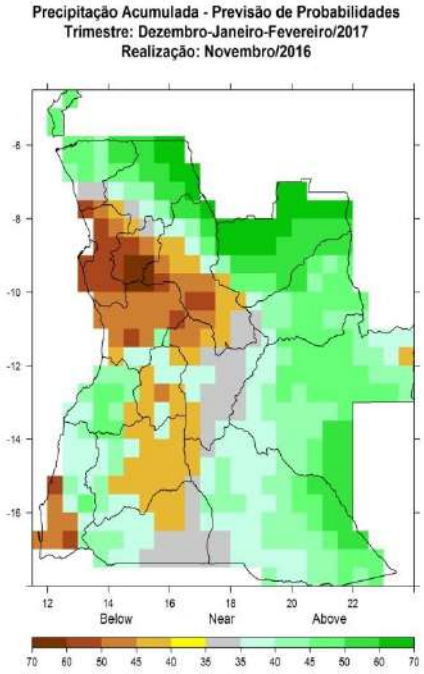
North American Multi-Model Ensemble (NMME)

Projeto CIICLA-CPLP: Apoiar Países de Língua Portuguesa na Africa
Projeto Piloto: Angola









Obrigado

Fabrício Daniel dos Santos Silva
ICAT/UFAL
Contato:
fabricio.santos@icat.ufal.br