



Climatic variability of river outflow in the Pantanal region and the influence of sea surface temperature

Carlos Batista Silva¹ · Maria Elisa Siqueira Silva¹ · Tércio Ambrizzi²



Estrutura do Artigo

1. Introdução
2. Dados e Métodos
3. Resultados
 - a. Abordagem de modelagem estocástica para descargas sazonais do rio Pantanal
 - b. Padrões atmosféricos gerais durante sub períodos secos e chuvosos
4. Discussão e Conclusão
5. Referências



Introdução

1. A temperatura da superfície do mar é uma importante forçante atmosférica, que pode alterar os padrões de fluxo atmosférico como:
 - a. pressão,
 - b. campos de ventos, e
 - c. propagação de ondas de Rossby.
2. A SST pode influenciar:
 - a. anomalias de precipitação e temperatura do ar sobre os continentes da América do Sul
 - b. descarga de rios como: rio Negro, Uruguai, Paraguai e Paraná.
3. Consequentemente, alguns padrões como ENSO, variabilidade quase decadal, PDO, SAM e SOI podem estar associados às mudanças no regime de descarga fluvial.



Base para formulação do artigo

Hipótese: Há uma relação linear entre o clima, hidrologia e a variabilidade oceânica na região do Pantanal.

O principal **objetivo** do estudo é analisar o clima e a variabilidade hidrológica sobre a América do Sul (SQA), mais especificamente a região do pantanal, e suas relações com as áreas oceânicas

Dados e Métodos

Serão realizadas: correlação linear entre duas variáveis, construção de um modelo estocástico de descarga de rio (entre SST e variáveis independentes), e análise dos padrões atmosféricos.

Descarga dos rios

- Agência Nacional de Águas - ANA
- 1970-2003 → escala mensal
- Área de estudo (FIG 1)

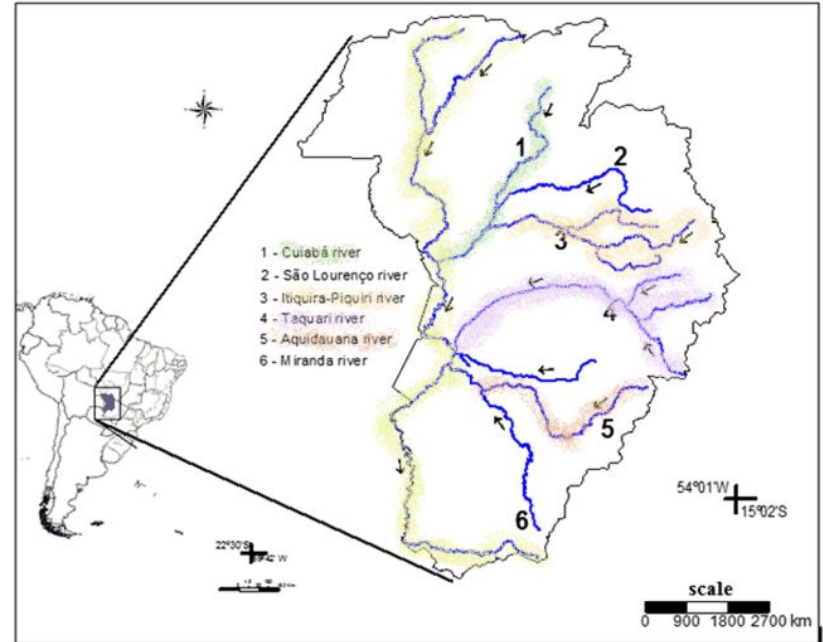


Fig. 1 Pantanal hydrological basin in South America and location of the rivers in the basin: 1 Cuiabá, 2 São Lourenço, 3 Itiquira-Piquiri, 4 Taquari, 5 Aquidauana, and 6 Miranda. Arrows indicate the stream direction

Dados e Métodos

Temperatura da Superfície do Mar (SST)

- National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA
- Dados mensais
- resolução espacial de 5°
- 1900-2010

PDO e SST para regiões de El Niño

- National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA

Correlação Linear com Lag entre SST e a descarga de rio foi realizada por meio da equação

$$r_{i,p} = \frac{(x_i - \bar{x})(y_{i+p} - \bar{y})}{S_{xx}S_{yy}}, \quad p = [0, 8] \text{ and } i = [1, 11] \quad (1)$$

where i represents the x temporal variation and p , the y variation; x and y represent SST and river discharge variables. \bar{x} and \bar{y} represent the respective means for the whole period. S_{xx} and S_{yy} represent the standard deviation for x and y variables.

Campos de divergência de fluxo de umidade (1000 e 700 hPa) e altura geopotencial em 850 hPa

- Reanalysis I dataset

Dados e Métodos

A construção do modelo estocástico foi baseado em regressão linear múltipla

- foi construído em escala anual e mensal
- com propósito diagnóstico e predictivo

A verificação de previsão foi estimada por:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|P_i - O_i|}{|O_i|} \quad (2)$$

where P_i and O_i are predicted and observed data and n represents the number of elements in the times series.

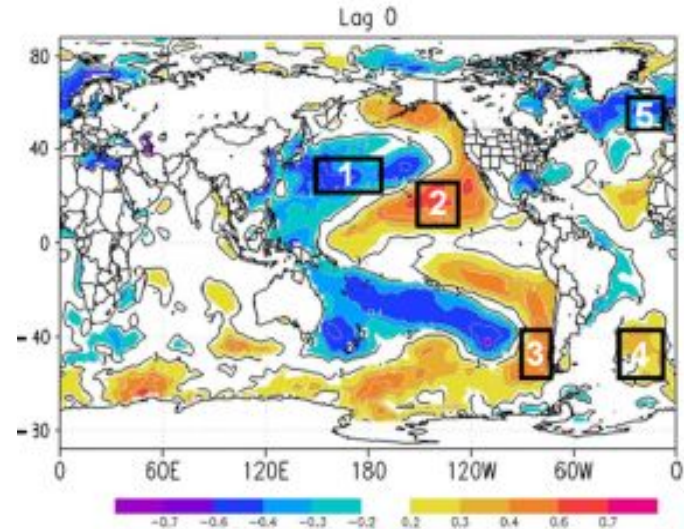
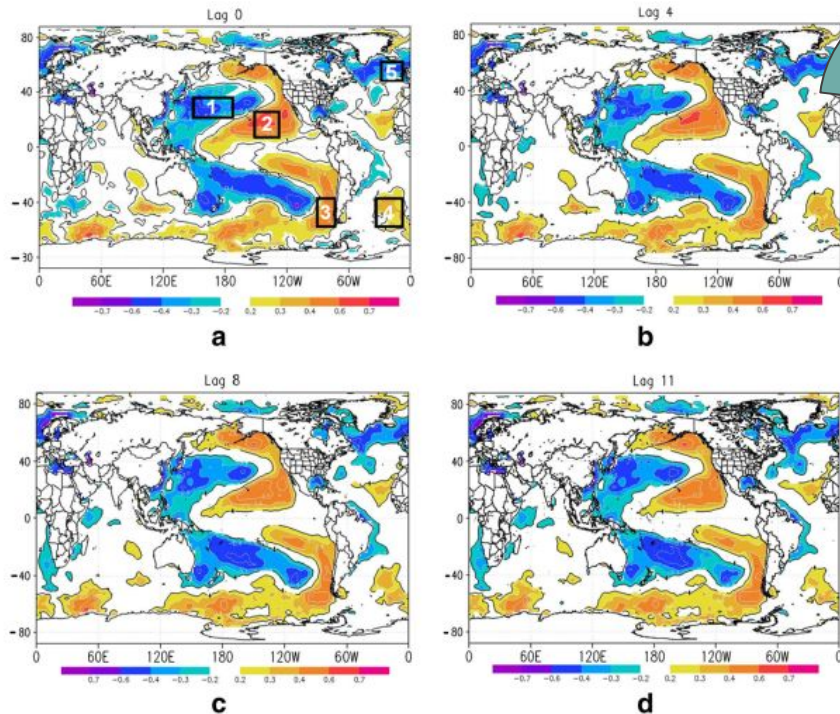


Figura 1.1: Áreas retidas no modelo

Resultados: Modelo Estocástico com aproximação sazonal para descarga do Rio Pantanal

Fig. 2 Lagged linear correlation between Pantanal discharge and SST monthly data for the period of 1970–2003, for **a** lag = 0, **b** lag = 4, **c** lag = 8, and **d** lag = 11 months. The first month in SST time series is always January. The five areas (depicted in *black rectangles*) over the Pacific and the Atlantic oceans used as independent variables in the linear adjustment are Subtropical North Pacific (1), Tropical North Pacific (2), Extratropical South Pacific (3), Southeast South Atlantic (4), and Extratropical North Atlantic (5). The statistical significant areas at 99 % (Student *t* test) are given by *black lines* ($t_c \geq 0.2$)



Norte: Trópicos e subtrópicos + intenso que o Sul do Pacífico.

Simetria entre os padrões: b- d;

Diferentes resultados podem ser proveniente dos padrões climáticos, ENSO e PDO.

Resultados: Modelo Estocástico com aproximação sazonal para descarga do Rio Pantanal

Table 1 Linear correlation between monthly discharge in the Pantanal region and climate indices for the period of 1970–2003

River station	PDO	SOI	NAO	SAM	Niño1 + 2	Niño3 + 4	Niño3	Niño4
Pantanal mean								
Aquidauana	0.57*	(-0.40)	0.06	0.02	0.32*	0.3*	0.12	0.07
São Lourenço	0.35*	(-0.10)	(-0.08)	0.11	0.11*	0.08	0.10	0.04
Piquiri-Itiquira	0.56*	(-0.32)*	0.02	(-0.01)	0.22*	0.17*	0.27*	0.22*
Taquari	0.24*	(-0.33)*	0.15	0.18*	0.71*	0.40*	0.58*	0.22*
Cuiaba	0.43*	(-0.28*)	0.21*	(-0.03)	0.22*	0.24*	0.23	0.22*
Pantanal	0.43*	(-0.28*)	0.07	0.05	0.3	0.23*	0.2	0.23

PDO pacific decadal oscillation, *SOI* South Oscillation Index, *NAO* North Atlantic Oscillation, *SAM* Southern Annular Mode. *Indicates statistical significance of 95 %

Resultados: Modelo Estocástico com aproximação sazonal para descarga do Rio Pantanal

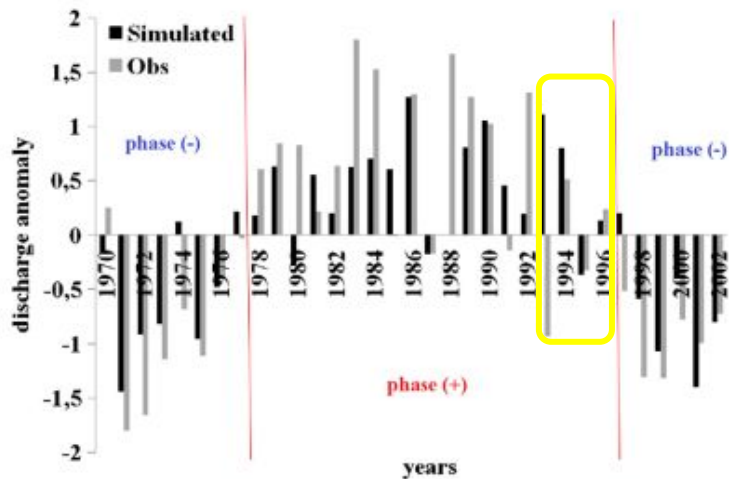


Fig. 3 Simulated (*black bars*) and observed (*gray bars*) normalized discharge anomaly ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) in Pantanal for the period of 1970–2003 by linear regression considering mean SST at SNP, TNP, SSA, ESP, and ENA locations as independent variables. All data were smoothed by a 12-month running mean. The linear adjustment presents R^2 equal to 51%. *Vertical red lines* in the graph mark the three considered subperiods

Table 2 Variance explanation (R^2) for discharge in Pantanal by each SST area: Subtropical North Pacific (SNP), Tropical North Pacific (TNP), Extratropical South Pacific (ESP), Southeast South Atlantic (SSA), and Extratropical North Atlantic (ENA). Data were smoothed by 12-year running mean

Oceanic areas	R^2
SNP	27.3
TNP	33.8
ESP	24.0
SSA	17.0
ENA	16.8

~61,1

Considerada as melhores áreas para descrever a variabilidade anual

Resultados: Modelo Estocástico com aproximação sazonal para descarga do Rio Pantanal

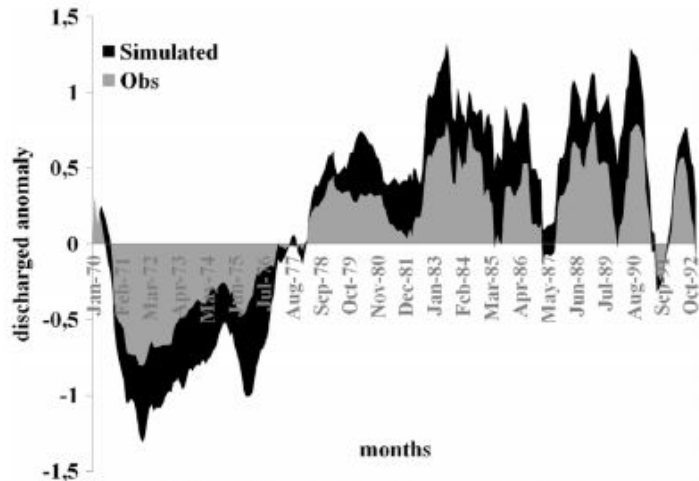


Fig. 4 Simulated (*black*) and observed (*gray*) monthly normalized discharge anomaly ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) (3 months ahead) in the Pantanal region. The linear model was built for the period of 1970 January–1992 December and explains 68 % of the observed variance

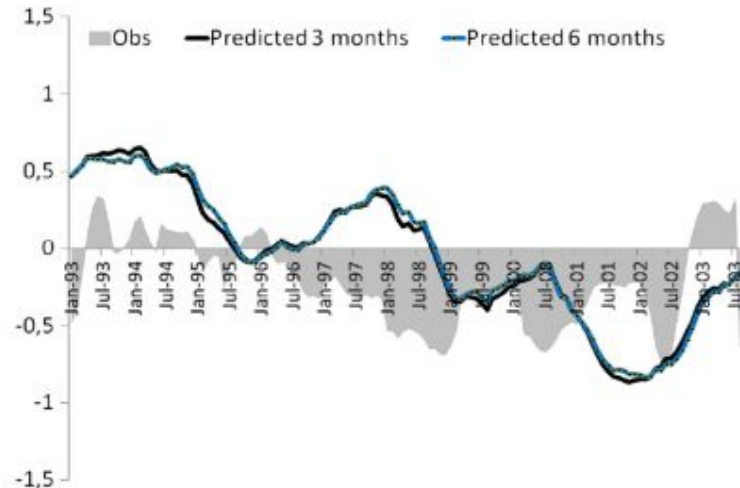


Fig. 5 Predicted for 3 and 6 months ahead (*black and blue lines*) and observed (*gray bars*) monthly anomaly discharge in Pantanal between 1993 March (July, for 6 months ahead) and 2003 December. Mean errors are respectively equal to 34.5 and 34.7 %

Resultados: Modelo Estocástico com aproximação sazonal para descarga do Rio Pantanal

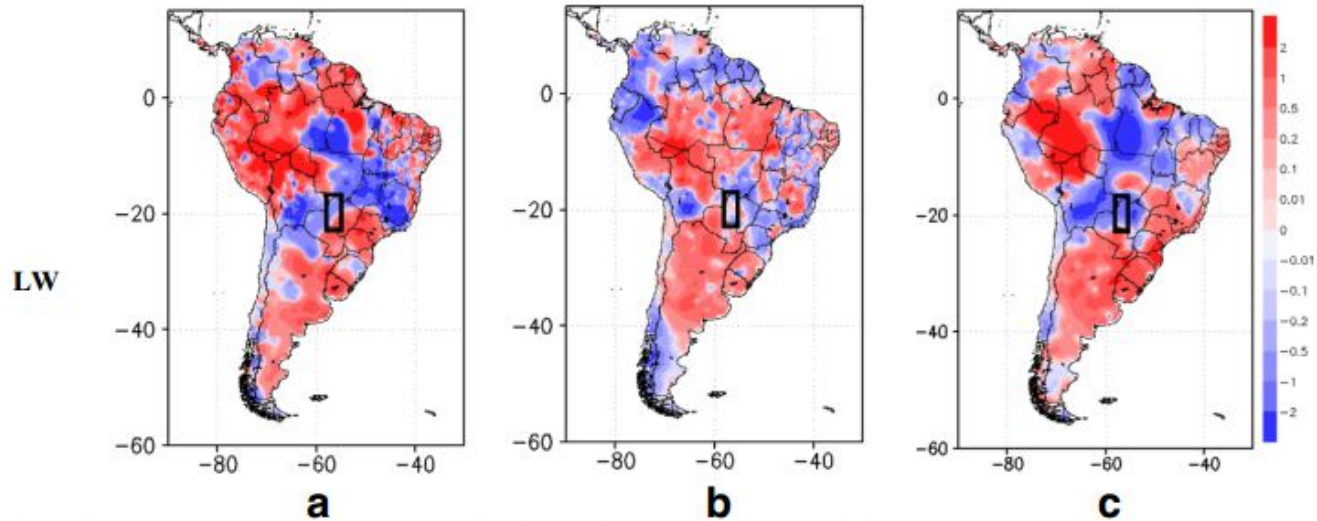


Fig. 6 South America precipitation anomaly (mm day^{-1}) from LW dataset for each subperiod **a** 1970–1977, **b** 1978–1996, and **c** 1997–2003. The Pantanal region is marked with a *black rectangle*

Resultados: Padrões atmosféricos gerais durante períodos de seca e chuva

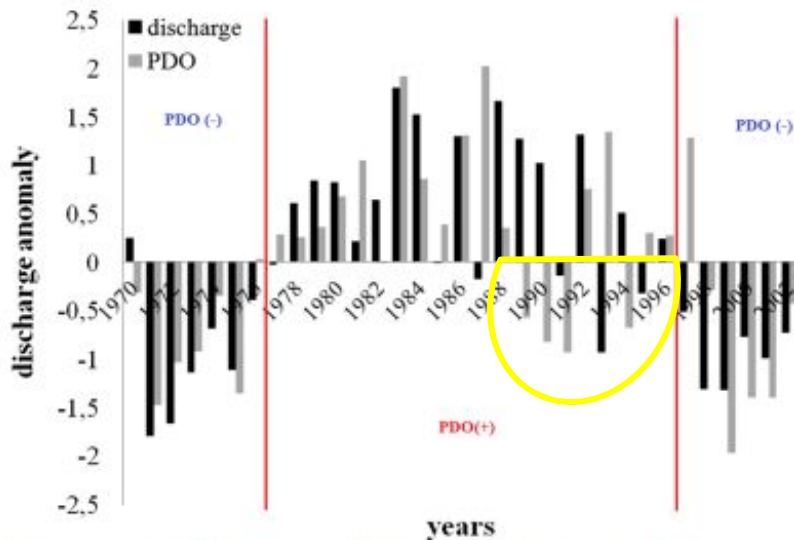


Fig. 7 Annual PDO index (Mantua et al. 1997) and Pantanal river discharge normalized anomalies from 1970 to 2003

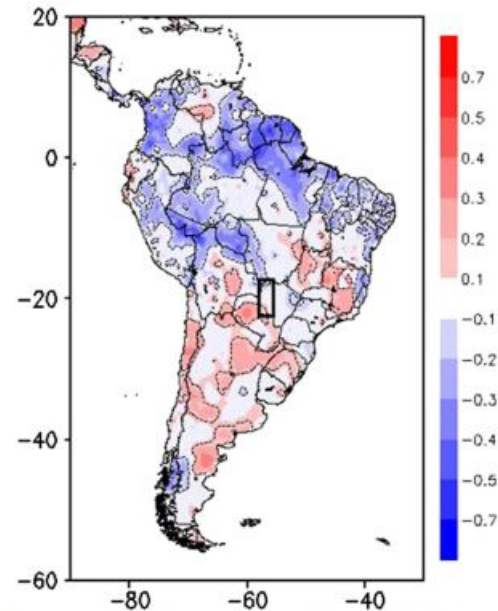
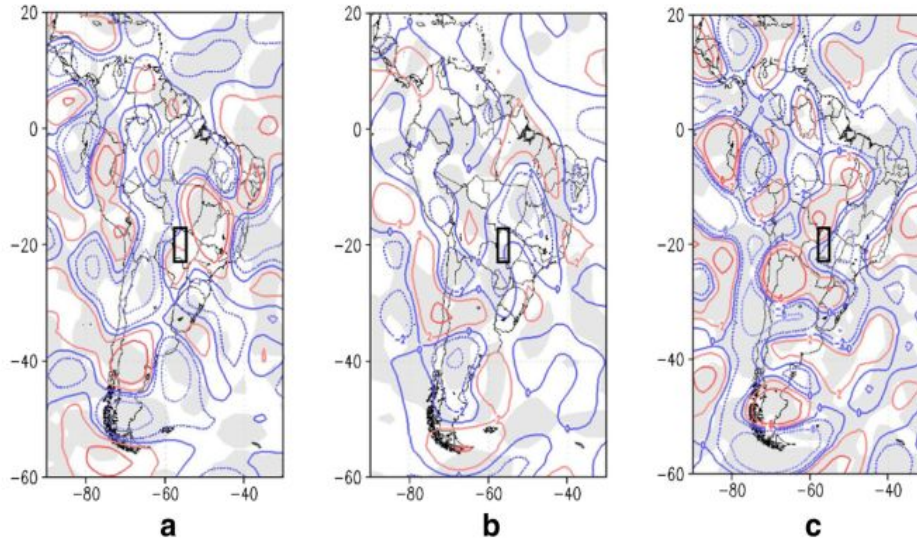


Fig. 8 Linear correlation between PDO index and South America LW precipitation, both in monthly resolution, from 1970 to 2003. Correlation with statistical significance of 99 % is shown inside dashed lines. Pantanal region is marked by the black rectangle

Resultados: Padrões atmosféricos gerais durante períodos de seca e chuva



- (a) positivo
- (b) convergência
- (c) positivo

Fig. 9 Divergence of humidity flux vertically integrated ($10^{-8} \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) at 1000–700 hPa for the **a** 1st, **b** 2nd, and **c** 3rd

subperiods. Significant areas, at the 90 % level, are shaded in gray. The Pantanal region is marked with a black rectangle

Resultados: Padrões atmosféricos gerais durante períodos de seca e chuva

1 e 3: anomalias anticiclônicas;

2: anomalia ciclônica e distinto padrão comparando com 1 e 3;

Relação das regiões da América do Sul com a escala decadal do Pacífico.

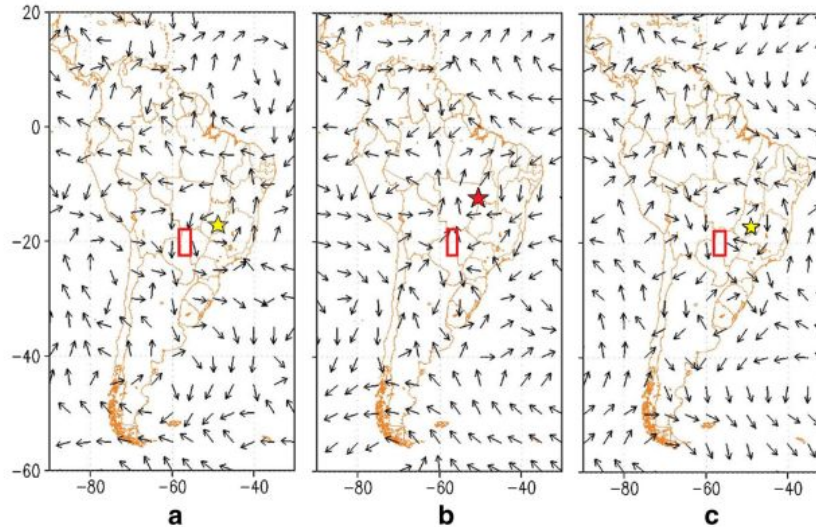


Fig. 10 Vector wind anomaly at 850 hPa for the a 1st, b 2nd, and c 3rd subperiods. The yellow star marks the center of the anomalous anticyclonic region over the eastern SA for the 1st and 3rd subperiods.

The red star marks the center of the anomalous cyclonic region for the 2nd subperiod. The Pantanal region is marked with a red rectangle

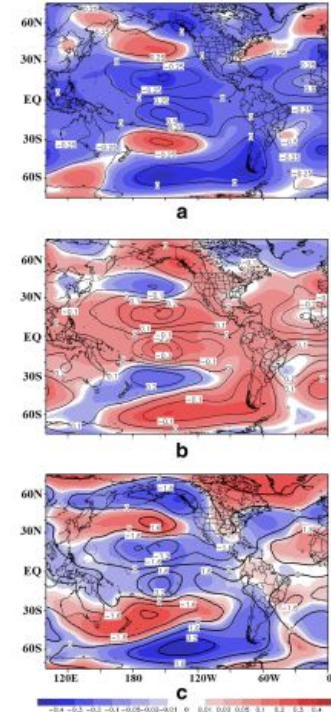


Fig. 11 Geopotential height (10^7 m² s⁻²) (shaded) and stream function (contour lines) (low frequency) anomalies at 250 hPa and 0.21 sigma level, respectively, for a 1st, b 2nd, and c 3rd subperiods. The 1st and 2nd subperiods (3rd subperiod) present statistical significance, at the 90% (75%) level, for areas with absolute values of geopotential height and stream function anomalies above 0.1×10^7 m² s⁻² and 0.2×10^7 m² s⁻², respectively



Discussões e Conclusões

1. Há uma correlação relevante entre o Pantanal e os padrões de larga escala do Pacífico Norte;
2. O setor sudeste do Atlântico Sul apresenta um sinal positivo entre a descarga de rio no Pantanal;
3. O norte do Atlântico Norte apresenta correlação linear negativa com as descarga no Pantanal;
4. A variabilidade de ventos do nordeste pode estar associado a anomalias de SST sobre o norte do Atlântico Norte (Precisa de mais estudos);
5. A circulação atmosférica no centro do Atlântico Sul não parece estar relacionada diretamente SST TNA ;
6. A SST no SNP, TNP, ESP e ENA explicam juntas 51% da variância anual observada na descarga de rios no Pantanal;
7. Anomalias de divergência e convergência do fluxo de umidade em baixos níveis (1000 e 700 hPa) e a circulação a 850 hPa podem explicar a ocorrência de secas e chuvas;
8. A PDO pode estar associadas com padrões de propagação de ondas de Rossby.



Obrigada a todos!