



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO SUL DA BAIXA DO CHACO**

Aline Landim Moreira<sup>(a)</sup>, William Carvalho Maia<sup>(b)</sup>, Éder Leandro Bayer Maier<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto de Ciências Humanas e da Informação/Geografia, FURG, alineelandimm@gmail.com

<sup>(b)</sup> Instituto de Ciências Humanas e da Informação/Geografia, FURG, wlycmaia@gmail.com

<sup>(c)</sup> Instituto de Ciências Humanas e da Informação/Geografia, FURG, edermaeir@gmail.com

**Eixo: A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais**

### **Resumo**

O artigo descreve a variabilidade da precipitação em um perfil latitudinal (seis cidades) usando técnicas da estatística descritiva, a fim de subsidiar futuras campanhas de coletas de dados. A caracterização do ciclo sazonal, interanual e decenal é fundamental para a configuração do pluviômetro automático desenvolvido na FURG (solicitação de patente N° BR 10 2018 076833 6). Sua instalação será na região do Chaco e possibilitará a mensuração do volume precipitado e a razão isotópica. Os dados analisados são totais mensais da precipitação disponibilizados pela Universidade de Delaware (entre 1900-2010). As médias mensais mostram a sazonalidade da precipitação e a subtração da média mensal de cada amostra gera as anomalias, que possibilitam uma análise visual da variabilidade interanual e decenal. Por final, verifica-se que o fenômeno ENSO controla parcialmente a precipitação, predominando a ocorrência de anomalias positivas ou negativas com a ocorrência dos eventos El Niño e La Niña.

**Palavras chave:** água, paleoclima, sazonalidade.

### **1. Contextualização**

Em um contexto geral, a área de estudo se localiza na região tropical da América do Sul que através de muitos estudos é caracterizada por ter altos níveis de precipitação causado pelas



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

diversas morfologias, deslocamento meridional da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao longo do ano, e ainda durante o verão temos a formação e intensificação da Zona Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que vão impulsionar a convecção no centro-norte da América do Sul, e levar intensos índices de chuvas nas regiões sudeste, centro-oeste e norte. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é analisar as ocorrências das variações pluviométricas na região sul da Baixa do Chaco, e as interferências que vão caracterizar sua marcante sazonalidade.

Com as mudanças climáticas e ambientais se intensificando, cresce no Brasil a necessidade de um melhor planejamento ambiental, e visando esse contexto o projeto CaSA (Climas Sul-Americanos), investiga a relação entre a razão isotópica do oxigênio ( $\delta^{18}O$ ) do testemunho de gelo do Nevado Illimani/Bolívia e as variações espaço temporal da precipitação na região tropical na América do Sul, pois com a alta resolução temporal do testemunho, podemos ter informações importantes para a análise do ciclo hidrológico e assim ampliar o conhecimento sobre a reciclagem da água na região.

Com esse objetivo, foi construído um pluviômetro de baixo custo, com técnicas de produção simples e automação com software livre, que foi testado por um ano no campus Carreiros da FURG, resultando nesse período um significativo desempenho na armazenagem e preservação da água da chuva, vai ser aprimorado para possibilitar a construção de uma rede de monitoramento do ciclo hidrológico na América do Sul, mais precisamente na zona sul da Baixa do Chaco (MAIA, 2018).

Para a construção do equipamento, a parte teórica busca investigar as precipitações e suas variações para melhor dimensioná-lo, certificando que mesmo com diferentes regimes climáticos a coleta máxima não passe de um litro de água, e ainda equacionar a relação entre os milímetros coletados e o volume da precipitação.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

### **1.1 Circulação atmosférica e Precipitação na América do Sul Central**

Na região central da América do Sul, temos um ciclo anual de chuvas bem definido, caracterizado por seis meses com chuva e seis meses de secas, com 90% dessa precipitação ocorrendo anualmente entre os meses mais quentes, constatando assim, nessa área uma circulação de monção. (GAN et. al. 2009)

A propagação desse sistema na América do Sul começa durante a primavera, com o aumento da convecção sobre o noroeste da bacia Amazônica no mês de setembro, quando segue para o Sudeste. Já em novembro, atingindo as máximas de precipitação durante os meses de verão (dezembro a fevereiro), pela propagação de uma profunda convecção por cima da região tropical e subtropical na América do Sul.

Com a reciclagem da umidade proveniente da Amazônia, os maiores volumes de precipitação vão se manter no Brasil Central, beneficiando, no verão, a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), começando a dissipar no final da mesma estação quando a convecção se desloca aos poucos para o Equador, deixando o outono com baixos níveis de umidade devido as frequentes entradas de ar seco e frio que vem das médias latitudes (GAN et. al. 2009).

Um dos componentes das Monções da América do Sul é a Baixa do Chaco, região localizada aproximadamente entre 15-25°S e 60-65° O, nas planícies entre a Bolívia e Paraguai. As Monções se caracterizam pela ocorrência da estação chuvosa na América do Sul entre os meses de outubro e abril, quando a circulação nos campos da baixa troposfera se identifica pela ampla área de baixa pressão que vai desde a Amazônia até o noroeste da Argentina (Satyamurty,1998).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Com alta variabilidade, está ligada a intensas anomalias de temperatura, vento e umidade, age praticamente por todo verão, mas tem sua máxima intensidade antes da passagem de um sistema frontal e frio, que se dissipa após devido ao esfriamento convectivo, e tem sua formação e alterabilidade ligada ao balanço de radiação em superfície e a subsidência orográfica forçada (SELUCHI e GARREAUD, 2012).

## 1.2 El Niño e La Niña e suas influências

Os fenômenos El Niño e La Niña, anomalias já conhecidas pelas suas interações com a atmosfera e oceano podem se mostrarem como mais um fator importante de análise pluviométrica, que acaba acentuando a sazonalidade das secas e chuvas na região de estudo.

Com os estudos já realizados temos comportamentos comprovados de cada fase do ENOS - El Niño Oscilação Sul, que quando positiva chamada de El Niño, temos o aquecimento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, gerado pelo enfraquecimento dos ventos alísios e assim observamos mudanças na circulação atmosférica, e, portanto, a distribuição da umidade e das chuvas. Já com a fase negativa, o La Niña, os ventos mais intensos acabam ocasionando movimentos descendentes da célula de Walker no Pacífico Equatorial Oriental não gerando tantas nuvens de chuvas, como na fase de El Niño (CPTEC/INPE).

## 2. Materiais e Métodos

Foram utilizados dados mensais da precipitação da Universidade de Delaware, que compila observações globais de climatologia histórica em uma grade com resolução de 0,5° de latitude e longitude usando a interpolação espacial. E usa a normal climática para quando não há dados observados, tendo assim dados confiáveis da precipitação para todos os continentes (MATSURA e WILLMOT, 2009).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Os dados foram escolhidos nos locais onde os pluviômetros serão instalados, sendo eles as cidades: Uruguai/Brasil ( $25^{\circ}45'S$ ,  $57^{\circ}5'O$ ), Corrientes/Argentina ( $27^{\circ}28'S$ ,  $58^{\circ}48'O$ ), Assunción/Paraguai ( $25^{\circ}15'S$ ,  $57^{\circ}34'O$ ), Concepción/Paraguai ( $23^{\circ}25'S$ ,  $57^{\circ}26'O$ ), Porto Murtinho/Brasil ( $20^{\circ}59'S$ ,  $57^{\circ}16'O$ ) e Corumbá/Brasil ( $19^{\circ}S$ ,  $57^{\circ}39'O$ ).

A série temporal (1900-2010) da precipitação que representa a variabilidade de cada cidade foi analisada a partir do cálculo das médias mensais e das anomalias mensais, que são obtidas pela subtração da média mensal das amostras que compõem a série temporal. Adicionalmente, foi realizada análise visual das séries temporais da anomalia da precipitação e suas relações com os fenômenos El Niño-Oscilação Sul (ENSO) e Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

### 3. Resultados e Discussões

A Figura 1 mostra a localização da futura instalação de pluviômetros automáticos. Além disso é possível observar nos gráficos as variações das anomalias da precipitação (gráficos da direita) e as médias mensais (gráficos da esquerda) no período entre 1900-2010.

Os resultados descritivos da precipitação irão auxiliar nas futuras campanhas de campo, visto que é necessário a configuração do pluviômetro automático de acordo com o regime pluviométrico, bem como é fundamental compreender a variabilidade climática pretérita para compreender os futuros registros (volume precipitado e composição isotópica da água) no contexto da dinâmica sazonal, interanual e decenal da precipitação.

Nesse contexto, as análises apresentadas na sequência visam mostrar limites da precipitação associadas aos ciclos temporais. Em outras palavras, será descrito os ciclos sazonal da chuva (estação seca ou chuvosa), as influências interanuais como, por exemplo, o ENOS e o ciclo decenal controlado pela ODP.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A cidade de Corumbá, localizada entre a fronteira do Mato Grosso do Sul/BR e a Bolívia, apresenta uma estação chuvosa crescente a partir do mês de Outubro, até Março, com máxima precipitação de 162 milímetros (mm) no mês de Janeiro, e com a estação seca entre os meses de Junho a Agosto, com precipitação mensal mínima de 20mm. Além disso os gráficos mostram que nos anos de El Niño, temos predomínio de anomalia pluviométrica positivas entre os meses de novembro a março, chegando a atingir uma anomalia de 200 mm em 1979-80. Adicionalmente, existem períodos de secas anômalas entre maio e setembro que estão associadas a ocorrência de La Niña, como no ano de 1933-34, com anomalia negativa chegando a -100 mm.

Na cidade de Porto Murtinho, divisa entre Mato Grosso do Sul/BR e Paraguai, onde a precipitação pode atingir máxima de 150mm no mês Janeiro, e mínima de 21mm em Agosto, evidenciando uma sazonalidade da precipitação, com verões chuvosos e invernos secos. A variabilidade climática em escala temporal superior a sazonal é caracterizada pelo predomínio de anomalias positivas nos meses de Dezembro a Fevereiro, marcantes nos anos de El Niño, mas diferente de Corumbá, visto que as anomalias da precipitação não passam de 198mm, e nos anos de La Niña, chegam a -98mm.

Em Concepción, cidade localizada no Paraguai, observa-se uma estação chuvosa a partir do mês de Novembro, com máxima de 161mm em Novembro, e uma estação seca entre os meses de Junho a Setembro, com mínima de 42mm em Agosto. Nos anos de El Niño foram registradas anomalias da precipitação de 280mm entre os meses de Janeiro a Março nos anos de 1992 e 1983. Em períodos de La Niña as secas anômalas podem atingir -150mm como, por exemplo, a ocorrência nos anos entre 1942-1943.

Assunção, capital do Paraguai, registra uma estação chuvosa entre os meses de Novembro a Abril, atingindo volumes médios de 140mm entre Dezembro e Março e a estação seca entre Junho e Setembro com mínima de 45mm em Agosto. Nos anos de El Niño observa-



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

se um maior número de anomalias positivas chegando a 300 mm, e durante os de La Niña, períodos de secas com -140 mm.

Na cidade de Corrientes, na Argentina, observa-se uma estação chuvosa entre os meses de Outubro a Abril, com máxima de 160 mm em Março e a estação seca entre Junho e Setembro com mínima de 45mm em Agosto. Nessa região vamos ter em anos de El Niño as maiores anomalias positivas entre as seis cidades, chegando a registrar precipitações anômalas de 410 mm entre os meses de Novembro a Março, e as secas mais intensas durante os anos de La Niña, com anomalia de -140mm.

Em Uruguiana, no estado brasileiro do Rio Grande do Sul, observa-se entre os meses de Novembro a Maio a estação chuvosa, atingindo em Novembro um valor médio da precipitação de 185mm, e entre Junho a Setembro um período de seca, com precipitações de 55mm. Nos anos de El Niño predominam anomalias positivas, podendo atingir 380 mm e durante os eventos de La Niña é mais comum as secas, chegando a registrar anomalias de -130mm.

Além dos ciclos sazonais e interanuais controlados pela radiação solar e por ENOS, respectivamente, é possível observar que os períodos com secas intensas e prolongadas estão associadas as fases frias da oscilação decadal do Pacífico e com a ocorrência mais frequente dos eventos La Niña. Os períodos com predomínio das anomalias positivas da precipitação estão associados a ocorrência simultânea da fase positiva da ODP e a insificação e maior frequência de ocorrência do El Niño (KAYANO e ANDREOLI, 2009).

Uruguiana, a última cidade de instalação, no estado brasileiro do Rio Grande do Sul, entre os meses de Novembro a Maio, uma estação mais chuvosa, atingindo no 11º mês uma máxima de 185mm, e entre Junho a Setembro um período de seca com mínima de 55mm. Nos anos de El Niño, registrou 380 mm de anomalia positiva e secas mais marcantes durante dos eventos de La Niña, chegando a -130mm.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

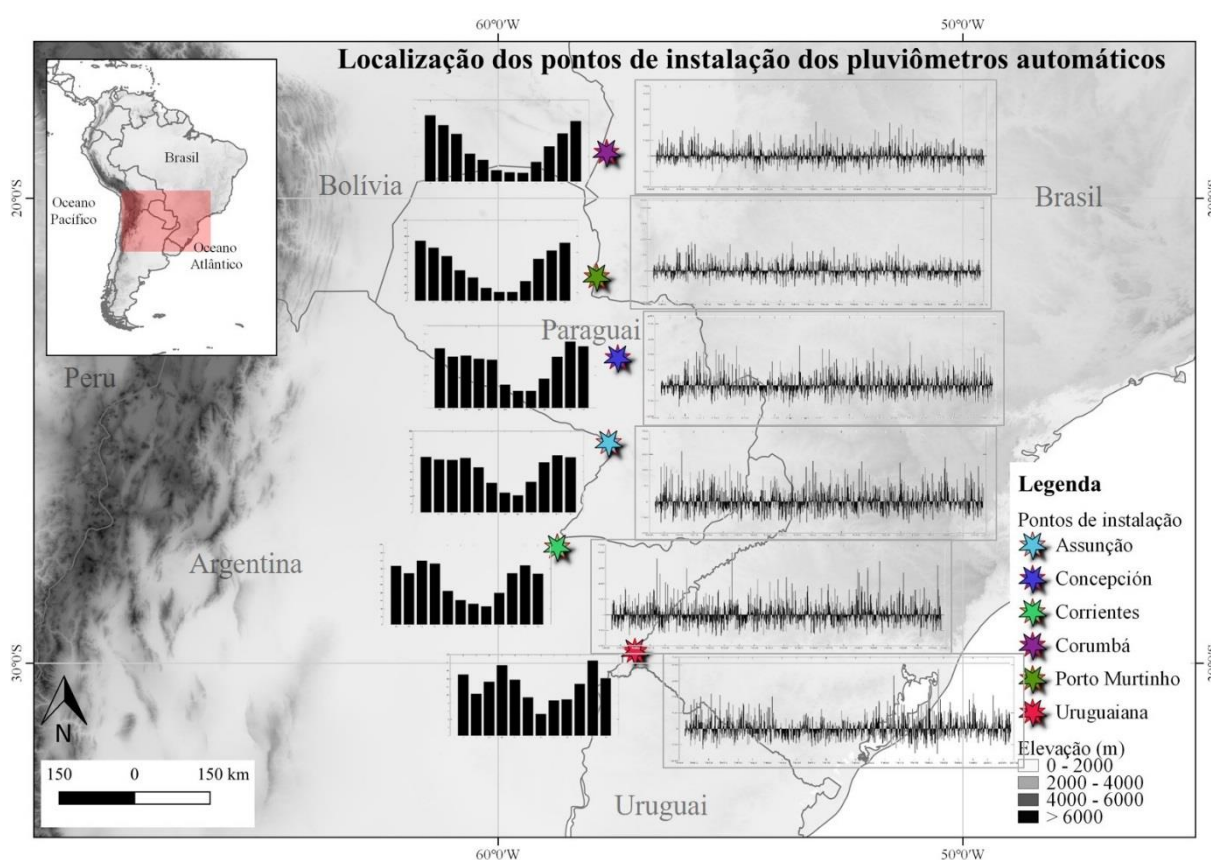


Figura 1 – Mapa de localização dos pluviômetros com a média mensal e anomalia de precipitação

#### 4. Considerações finais

As análises evidenciam que a variabilidade da precipitação é controlada predominantemente pela sazonalidade, pelo fenômeno ENSO e PDO. Sendo que os eventos El Niño e La Niña estão associados aos períodos de chuvas acima da média e secas anormais. Ocorrendo a diminuição da sazonalidade no sentido norte-sul e as maiores anomalias da





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

precipitação ocorrem no sul, especificamente nas 3 cidades denominadas Uruguaina, Corrientes e Assunção.

### **Agradecimentos**

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes

### **Referências Bibliográficas**

CAPISTRANO, V. B. Precipitação na América do Sul associada às variabilidades de baixa frequência nas TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico. 169p. **Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. São José dos Campos, 2012.

GAN ET. AL. Monção na América do Sul. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009, p. 297 – 316.

GERSHUNOV, A.; BARNETT, T.P. Interdecadal Oscillation of ENSO Teleconnections. **Bulletin of American Meteorology Society**, v.79, p.2715-2725,1998.

GRIMM, A.M.. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: Regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, v. 16, n. 2, p. 263–280, 2003.

GRIMM, A.M. How do La Niña events disturb the summer monsoon system in Brazil? **Climate Dynamics**, v. 22, n. 3, p. 123–138, 2004.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. **International Journal of Climatology**, v. 27, p. 531-540, 2007.

KAYANO, M, T; ANDREOLI, V, R. Clima da Região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F, A. FERREIRA, N, J. SILVA, M, G, A, J. DIAS, M, A, F, S (Org). **Tempo e Clima no Brasil**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2009, p. 213 – 233.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MAIA, C. W. **Desenvolvimento De Geotecnologias Para Coleta De Dados Climáticos.** Universidade Federal Do Rio Grande – Furg. Instituto De Ciências Humanas e da Informação. Programa De Pós-Graduação Em Geografia. Disciplina: Seminário de Dissertação, 2018

MAIER, E.L.B. **Relações espaço-temporais entre dados paleoclimáticos do Nevado Illimani (Bolívia) e a precipitação na América do Sul.** Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Geografia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 126p.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.78, n.6, p.1069-1079, 1997.

MATSUURA, K. e WILLMOTT, C.J. 2009. Terrestrial precipitation: 1900–2008 gridded monthly time series (versão 4.01). Newark – EUA: Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware. Disponível em: <http://climate.geog.udel.edu/~climate/> (acessado em 02/08/2018).

NEWMAN, M.; COMPO, G.P.; ALEXANDER, M.A. ENSO forced variability of the Pacific Decadal Oscillation. **Journal of Climate**, v.16, n. 23, p.3853-3857, 2003.

SELUCHI, M. E.; GARREAUD, R; NORTE F.; SAULO A.C., Influence of the Subtropical Andes on baroclinic disturbances: A cold-front case study. **Monthly Weather Review**. v.134, p. 3317-3335, 2006.

SELUCHI, M. E.; SAULO A.C., Baixa do Noroeste Argentino e Baixa do Chaco : Características, diferenças e semelhanças. Revista **Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.1, p.49 a 60, 2012.

SIQUEIRA, A. H. B.; SOUZA, L. O.; VAZ, J. C. M.; MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O.; SALVADOR, M. A.; OLIVEIRA, J. P. P. Impactos do ENOS no Norte e Nordeste brasileiros e sua relação com a Oscilação Decadal do Pacífico. In: **Congresso Brasileiro De Meteorologia**, 14., 2006, Florianópolis, SC. Anais... Rio de Janeiro, 2010. 1 CD-ROM.

VERDON, D.C.; FRANKS, S.W. Long-term behavior of ENSO: Interactions with PDO over the past 400 years inferred from paleoclimatic records. **Geophysical Research Letters**, v. 33, p. L06712, 2006.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

XAVIER, T. M. B.; XAVIER, A. F. S. A ODP a Eventos no Atlântico Intertropical e no Nordeste Setentrional do Brasil. In: **Congresso Brasileiro De Meteorologia**, 13., 2004, Fortaleza, CE. Anais... Rio de Janeiro: SBMet, 2004. 1 CD-ROM

ZHANG, Y.; WALLACE, J. M.; BATTISTI, D. S. ENSO-like interdecadal variability: 1900-93. **Journal of Climate**, v. 10, p. 1004-1020, 1997.