



O SISTEMA DE MONÇÃO DA AMÉRICA DO SUL E A VARIABILIDADE INTERANUAL DAS PRECIPITAÇÕES NO ALTIPLANO CHILENO¹

MAGALY MENDONÇA²
HUGO ROMERO³

Resumo: Neste artigo se compara a distribuição das chuvas no Altiplano Chileno nos verões de 1996-97, 2000-01 e 2010-11 e sua relação com a dinâmica do Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) e a variabilidade interanual associada ao fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). O SMAS articula diferentes componentes da circulação atmosférica em distintos níveis acima da superfície como a Alta da Bolívia (AB-250hPa), o Jato de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS-850hPa), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A análise dos dados demonstrou a não preponderância do ENSO sobre a variabilidade interanual da precipitação e a influência da dinâmica da circulação dos componentes da SMAS em relação à posição da ZCIT, AB e da presença ou não da ZCAS/NZCAS.

Palavras-chave: precipitação, variabilidade interanual, Sistema de Monção da América do Sul, El Niño Oscilação Sul, altiplano chileno.

Abstract: 1996-97, 2000-01 and 2010-11 Chilean altiplanic summer rainfalls are compared and related with the South American Monsoon System's (SAMS) dynamic and interannual variability associated to El Niño Southern Oscillation (ENSO). The SAMS organizes several components of atmospheric circulation at different layers such as the Bolivian Height (BH-250Hpa), the South American Low-Level Jet (SALLJ-850hPa), the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) and the Southern Atlantic Convergence Zone (SACZ). Data analyses demonstrates that ENSO's variability is not stronger than rainfall interannual variability and the influence of the dynamic of the SAMS in relation to ITCZ, AB and the presence or absence of SACZ/NSACZ.

Key words: rainfall, interannual variability, South American Monsoon System, El Niño Southern Oscillation, Chilean altiplano.

1 – Introdução

No Chile a Cordilheira dos Andes atua como uma fronteira para a circulação atmosférica, separando quase completamente o setor Atlântico no leste sul americano do Pacífico no oeste do continente. Entretanto, no norte deste país, no altiplano andino, com altitudes acima dos 3000 m, o clima semiárido se caracteriza por chuvas de verão (janeiro-fevereiro-março), alimentadas pela umidade amazônica distribuída pelo Sistema de Monção

¹ Investigación financiada por los proyectos FONDECYT N°1120204 e Centro de Investigación en Vulnerabilidades y Desastres Socionaturales (CIVDES), Milenio N° 100022

² Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina-Brasil. E-mail de contato: magaly@cfh.ufsc.br

³ Professor da Universidad de Chile E-mail de contrato: hromero@uchilefau.cl



da América do Sul (SMAS). Neste artigo será analisada a distribuição de precipitação, em anos-padrão chuvoso, muito chuvoso e pouco chuvoso, a partir de dados de estações meteorológicas situadas nas regiões Arica-Parinacota e Tarapacá, entre as latitudes 18° e 21°S, entre o limite norte do Chile com o Peru e o Salar de Coposa (Fig. 01).

A ocorrência anual da precipitação no Altiplano está relacionada com o início da atuação do Sistema de Monção da América do Sul que se dá a partir de outubro e novembro (MARENGO *et al.*, 2012) quando os ventos de nordeste e noroeste, deslocando-se paralelamente à Cordilheira dos Andes, transferem massas de ar úmidas da Amazônia para a planície central da América do Sul, as quais convergem para a região da Baixa do Chaco (Gan, Rodrigues e Rao, 2009). Este movimento em superfície vai produzir convecção e fluxos de leste em altitude na direção do altiplano. As massas de ar úmidas da Amazônia se deslocam durante o verão em dois sentidos preferenciais: para o oceano dando origem à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS/SACZ) e a chuvas convectivas na região tropical leste e para a Bacia do Rio da Prata, como Jatós de Baixos Níveis (JBNAS/SALLJ), causando precipitações convectivas na região subtropical.

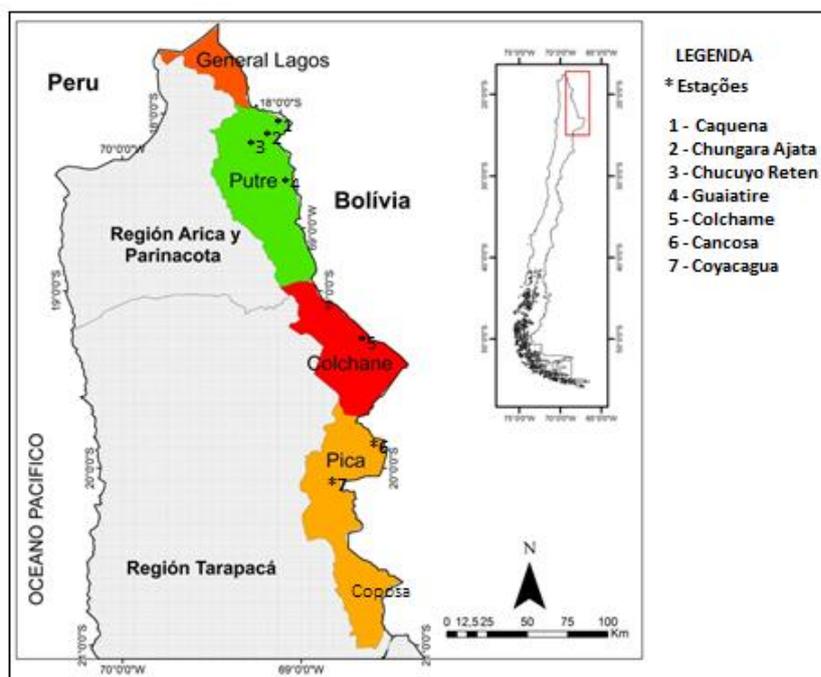


Figura 01 – Localização da área de estudo, com destaque para o Altiplano Andino Chileno, e das estações meteorológicas.

Em geral a ocorrência de ZCAS permite a instalação de uma massa quente e seca sobre o Sul do Brasil, em virtude da canalização da umidade para o Sudeste (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo). Enquanto chove torrencialmente no Sudeste,



não chove no Sul, especialmente na região oeste dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MONTEIRO; MENDONÇA, 2014), sendo identificada uma relação entre as inundações de verão no Sudeste e períodos prolongados sem chuvas no Sul, durante a atuação da ZCAS (SILVA DIAS e MARENGO, 2002). As massas de ar úmidas da Amazônia que convergem para as planícies tropicais do lado leste da Cordilheira ascendem e em altos níveis são advectadas pela Alta da Bolívia que transfere as massas úmidas de leste para oeste em direção ao altiplano (GAN, RODRIGUES e RAO, 2009, ROMERO *et al.*, 2011 e 2013). A dinâmica do SMAS e sua atuação no altiplano chileno encontram-se descritas e analisadas em Mendonça e Romero (2013). Neste artigo o que se pode acrescentar é que no Altiplano se observa uma das principais características que define um regime de monção que é a reversão dos ventos. Enquanto durante a maior parte do ano a circulação se dá de oeste para leste, a partir de outubro/novembro, com o deslocamento da Alta da Bolívia da Amazônia em direção ao centro-norte do continente, em altitude, massas úmidas são transferidas de leste para o Altiplano, dando início a partir de dezembro à temporada de precipitações que se estende, no máximo, até meados de abril.

O objetivo deste trabalho é investigar as causas da variabilidade interanual da precipitação no altiplano andino chileno. Neste sentido foram buscadas relações com o fenômeno El Niño Oscilação Sul, relativamente bem conhecido, e com a dinâmica dos componentes do Sistema de Monção da América do Sul (SMAS/SAMS), especialmente, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT/ITCZ), a Alta da Bolívia (AB) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

O altiplano andino chileno constitui a borda oriental do Deserto do Atacama, uma das paisagens mais áridas do mundo e onde nunca chove. As precipitações de água e neve que aí caem são a principal fonte que alimenta os pastos para o gado auquênido, a agricultura de oásis e canais, intensas atividades mineras e cidades situadas em nos vales e planícies costeiras. A variabilidade interanual das precipitações têm fortes repercussões na economia e sociedade do Chile, sendo fundamentais as estratégias de mitigação e adaptação às secas e inundações.

2 - Metodologia

Para o alcance deste objetivo inicialmente foram selecionadas sete estações meteorológica entre as localizadas na fronteira leste do altiplano chileno (68°50' e 69°30'W), em um transecto longitudinal entre 18° e 21°S (Quadro 1). Para análise foram utilizados



dados de precipitação diária de dezembro a abril, estação chuvosa, cedidos pela Diretoria General de Aguas do Chile, para os anos de 1996, 1997, 2000, 2001, 2010 e 2011. Os dados foram compilados e organizados em um quadro por ano, mês e dia para cada uma das estações. Neste quadro foram identificados os períodos chuvosos considerando-se precipitação acima de 1mm na maioria das estações. A identificação destes períodos permitiu que, utilizando-se os Boletins Climanalise e Boletins Técnicos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil, os mesmos fossem relacionados com a posição da ZCIT, Alta da Bolívia e ZCAS.

Código DGA	Estação	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude	Região	Comuna
01001005-5	Caquena	18°3'26,9"	69°12'12,9"	4400	Arica-Parinacota	Putre
01010010-0	Chungará Ajata	18°14'19,2"	69°11'6,8"	4585		
01020016-4	Chucuyo Retén	18°13'2,5"	69°19'24,4"	4400		
01021007-0	Guallatire	18°29'49,5"	69°9'15,2"	4240		
01041003-7	Colchane (T. Isluga)	19°16'19,4"	68°38'28,3"	3700	Tarapacá	Colchane
01042001-6	Cancosa	19°51'30,6"	68°36'13"	3930		Pica
01050007-9	Coyacagua	20°2'15,9"	68°49'48,7"	3950		

Quadro 01 - Estações meteorológicas utilizadas, códigos DGA, coordenadas geográficas, altitude e localização administrativa.

Fonte: Adaptado de Sarricolea e Romero (inédito).

Para a caracterização da variabilidade interanual relacionada com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS/ENSO, em inglês), foi consultado o sítio do Climate Prediction Center, NOAA Center for Weather and Climate Prediction, NOAA National Weather Service (NOAA/NCEP, 2014), onde pode ser consultado o Índice Oceânico El Niño (ONI, em inglês) que classifica períodos El Niño e La Niña no Pacífico Tropical considerando uma temperatura superficial do mar (TSM) média trimestral acima ou abaixo de 0,5°C que prevaleça por no mínimo cinco trimestres. Baseado neste índice Jan Null (2014) propôs uma classificação da intensidade dos eventos em Forte, Fraco e Moderado: Strong La Niña (SL), Weak La Niña (WL), Moderate La Niña (ML) e Strong El Niño (SE), Weak El Niño (WE) e Moderate El Niño (ME).



3 – Resultados

A análise dos dados diários de precipitação demonstra uma importante variabilidade espacial e temporal, típica de chuvas convectivas, que ocorrem especialmente nas tardes de verão. Devido à quantidade de dados diários optou-se pela apresentação da distribuição e variabilidade na escala mensal.

A Tabela 01 apresenta os dados mensais da precipitação registrados nas sete estações, organizados por ano e pelos meses de verão, elaborado com a soma dos dados diários, visando à caracterização da distribuição em anos mais e menos chuvosos. Na tabela se pode observar a variabilidade interanual e espacial da precipitação. Tanto no período mais como nos menos chuvosos e até no mais seco, os maiores totais são observados em janeiro e fevereiro. Entretanto, enquanto nos anos mais chuvosos os maiores totais ocorrem em Janeiro, no ano mais seco ocorreu em fevereiro. Os maiores totais nos anos chuvosos se concentraram nas estações da Região Arica-Parinacota, porém, no ano mais seco, totais mais significativos ocorreram nas estações da Região de Tarapacá. Em dezembro as precipitações ocorrem principalmente na segunda quinzena, com totais maiores nos verões chuvosos e mais chuvosos. Em março, as precipitações se concentram na primeira quinzena, porém em 2001 (verão muito chuvoso), o total foi até seis vezes superior ao de 1997 (verão chuvoso). Em março de 2011 (verão menos chuvoso/seco) choveu em apenas três das sete estações, duas da região de Arica-Parinacota. Em abril choveu menos de 10 dias em 1997 e 20 dias em 2001, essencialmente nas estações situadas mais ao norte. Não choveu em abril de 2011.

A ocorrência de precipitação no altiplano chileno é geralmente relacionada à fase La Niña do fenômeno ENOS, enquanto os anos secos são relacionados com episódios El Niño. Entretanto o verão 2010-11, considerado o mais seco da amostra, se caracterizou como La Niña Forte (SL) e o mais chuvoso (2000-2001) como La Niña Fraca (WL). O verão 1996-97 (chuvoso) foi neutro para o ENOS. Nos três episódios o índice ONI esteve negativo e em decréscimo a partir do trimestre novembro-dezembro-janeiro. Em 1997, El Niño já se caracterizou no trimestre abril-maio-junho; em 2001 o trimestre março-abril-maio apresentava neutralidade e em 2011 a neutralidade foi registrada para o trimestre abril-maio-junho.



Região		Arica-Parinacota				Tarapacá		
Comuna		Putre		Colchane		Pica		
Estações	ano mês	Caquena	Chugara	Chucuyo	Guallatire	Colchane	Cancosa	Coyacagua
		Ajata	Reten	(T. s luga)				
1996	dez	20	45	28,1	11	-	0	8,5
1997	jan	177	188,4	326,9	115	37,7	19,2	89,5
1997	fev	247	126,4	181	102	88	16,3	73,2
1997	mar	38,1	29,5	0	15	16	0	15,4
1997	abr	2	8	-	0	0	0	0
		484,1	397,3	536	243	141,7	35,5	186,6
2000	dez	46	37,8	0	36,5	0	0	3
2001	jan	254	203	193	134	114,1	201,1	78
2001	fev	277	219,8	175	133	107,7	121,9	149,6
2001	mar	107	124,9	137	118	93,9	0	118,2
2001	abr	32	30,6	34	17,1	0	0	10,7
		716	616,1	539	438,6	315,7	323	359,5
2010	dez	0	0	38	3	0	4	10
2011	jan	0	0	112	42	18,5	11	34,7
2011	fev	28,9	0	116	123	117	136	154,5
2011	mar	13	0	0	31	0	7	0
2011	abr	0	0	0	5	0	19	10,5
		41,9	0	266	204	135,5	177	209,7

Tabela 01 - Totais mensais de precipitação (mm) no altiplano chileno nos verões 1996-97, 2000-01 e 2010-11. Fonte: Direção General de Aguas do Chile. Elaboração própria.

O verão 2000-01 foi, sem dúvida, o mais chuvoso em todas as estações meteorológicas, entretanto o verão 1996-97 foi o mais seco para Cancosa, enquanto o de 2010-2011 foi cerca de 500% mais chuvoso em relação àquele. Para Caquena e Chungará Ajata o verão 2010-2011 foi realmente seco, porém em Guallatire e Colchane choveu mais de 80% do total de 1996-97, ao passo que em Coyacagua choveu 12% a mais. Assim percebe-se que o efeito de uma variabilidade interanual como La Niña tem uma influencia condicionada por outros fatores, no espaço e no tempo.

Para interpretar a influencia dos componentes do SMAS foi elaborado o Quadro I que apresenta uma síntese de algumas situações registradas em relação à configuração e posição dos sistemas durante os meses dos três verões selecionados. No quadro também estão destacadas as semanas mais chuvosas dos meses das três temporadas distintas.



	Ano/mês	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Semanas mais chuvosas	96/97 (chuvoso)	14-20; 24-28	1-2; 4-11; 13-16; 18-22; 23-31	5-10; 14-23	1-3; 27-28
	00/01 (muito chuvoso)	9-10,18-22,27-30	1-8,10-15,18-31	1-4; 6-20; 23-28	1-3, 6-14; 16-19
	10/11 (seco)	22-28	23-26; 28/29	1-9; 19-21	3-6
ZCIT (posição)	96/97	sem informação	sem informação	sem informação	sem informação
	00/01	climática entre 3°N e 5°N	pouco ao Norte do Equador e nos dias 16 a 25 ao sul	ao norte do Equador, abaixo de 3°N e de 11-15 ao sul	norte do Equador exceto nos dias 1-5 e 6-10 ao sul
	10/11	Posição climática 5°N	Sul da posição média no final do mês	3°S a 5°N e entre Equador e 3°S no final do mês	Norte do Equador
AB	96/97	10°S70°W (Norte da Bolívia)	20°S66°W(Sudoeste da Bolívia)	23°S60°W(Paraguai)	10°-15°S60°W (Rondônia/Oeste Mato Grosso-Brasil)
	00/01	16°S55°W(Sul do Mato Grosso)	23°S69°W(Norte do Chile)	23°S69°W(Norte do Chile)	17°S68°W (Peru/Chile)
	10/11	19°S64°W(Sul da Bolívia e Norte do Paraguai)	20°S70°W(Costa do Chile)	20°S66°W (Sudoeste da Bolívia)	18°S56°W(Sul do Mato Grosso)
ZCA S	96/97	13-15 e 29-31	2-8 e 20-29	Ausente	1-5 e 17-23
	00/01	1-8 e 17-22	1-4	Ausente	Ausente
	10/11	30/11-08/12; 13-17 e 27-31	1-7 e 11-16	9-16	28/02-09/03; 10-18 e 30-31

Quadro 02 - Síntese da posição dos sistemas e distribuição anual da precipitação

Fonte: CPTEC/INPE: Climanálise (dez a mar 1996-97, 2000-01, 2010-2011). Elaboração própria.

Na região do Atlântico Equatorial a ZCIT, em anos considerados normais alcança posições em torno de 2°S em março-abril, o que, aliado a outros fatores que atuam na intensidade dos alísios, influencia na estação chuvosa do Nordeste do Brasil (MELO, CAVALCANTI e SOUZA, 2009). Em janeiro e fevereiro de 2001 e 2011 a ZCIT ondulou entre 5°N e 3°S (CLIMANÁLISE, 2001 e 2011). Percebe-se, ao analisar os dados diários, que quando a ZCIT deslocou-se nas posições ao sul do Equador registraram-se maiores totais de chuva por período. Em 1996-97 o Boletim Climanálise não registrou as posições da ZCIT em pântadas, nem mesmo as posições médias. Entre janeiro e março de 2001, observou-se menor ondulação para o norte do Equador e ondulações em torno de 2°S, que coincidiram com os períodos mais chuvosos. Em 2010-2011, verão seco, nos meses de janeiro e fevereiro, que foram mais chuvosos, a ZCIT ondulou em algumas semanas em direção aos 3°S.



A Alta da Bolívia (AB), uma circulação anticiclônica em altos níveis atmosféricos, é observada nas proximidades da região de máxima precipitação no verão (Gan, Rodrigues e Rao, 2009). Durante o ano a AB se desloca de sua posição mais setentrional no noroeste da Amazônia em junho para sua posição média mais meridional em janeiro, no centro do Paraguai (Figura 02).

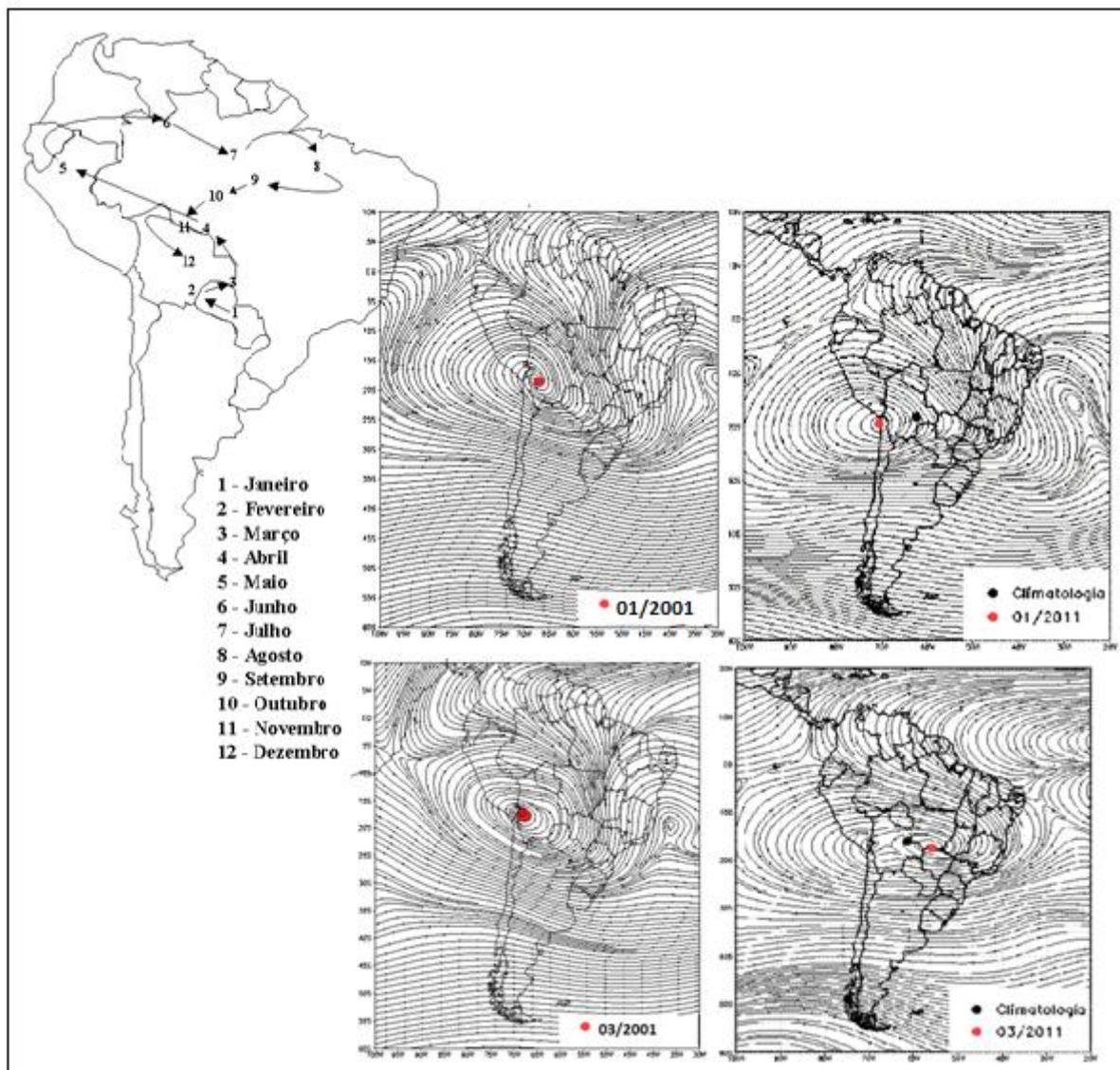


Figura 02 – Posição média climatológica e de janeiro e março de 2001 e 2011 da circulação da alta troposférica (Alta da Bolívia). Adaptada de Climanálise (jan.e mar.2000 e 2001).

Em sua trajetória média em setembro a AB encontra-se no sudeste da Amazônia de onde se desloca em outubro para Rondônia e em novembro para o norte da Bolívia. Em dezembro, já na típica estação chuvosa, ela posiciona-se no centro da Bolívia. Em fevereiro



ela começa a retornar para posições mais setentrionais pelo sul e sudeste da Bolívia para em abril retornar à Rondônia e daí para o norte do Peru e noroeste da Amazônia (CLIMANÁLISE, dez. 2000). Entretanto também é comum que ela se afaste e sua posição média, o que influi na intensificação das precipitações em diferentes lugares. Para o Altiplano Chileno as posições mais próximas ao trópico, especialmente no Norte do Chile coincidem com os meses mais chuvosos de 2011, o ano menos chuvoso da amostra. Isto pode explicar porque neste ano os totais mensais foram maiores nas estações mais meridionais do transeto. Posições a sudoeste da Bolívia, oeste do Paraguai e costa norte chilena também se relacionaram com os meses mais chuvosos dos demais períodos. Em 2001 quando a Alta da Bolívia esteve entre Peru e Chile, registrou-se o mês de março mais chuvoso. No mês de março de 2011, quando esteve a sudeste de sua posição climatológica, registrou-se pouca chuva em apenas três estações. As posições da Alta da Bolívia mais ao norte e leste coincidem com totais de precipitação menores.

A configuração ou não da ZCAS/NZCAS aparece como outro fator bem relacionado com o aumento dos totais de precipitação. No verão 2010-11 registrou-se o maior número de ocorrência de ZCAS e o mês mais chuvoso (fevereiro) foi exatamente o que apresentou apenas um episódio de ZCAS, sendo que a semana menos chuvosa foi aquela na qual ela esteve configurada. Em 2001, quando foi registrado o mês de março mais chuvoso, a ZCAS esteve ausente, já em 2011, no menos chuvoso, ocorreram três episódios de ZCAS. Nos meses de dezembro, também se observa que o menos chuvoso (2011) apresentou três episódios de ZCAS.

A ZCAS, considerada a monção em sua plenitude, é uma faixa de nebulosidade e chuvas, resultantes de uma convecção profunda, para onde convergem massas de ar úmidas da Amazônia, do interior do continente e do Atlântico, que se estende de noroeste a sudeste sobre os trópicos. Esta atividade convectiva pode ou não se estender até o oceano, porém concentra umidade numa faixa do trópico, tendo períodos de atividade e inatividade, que no interior do Brasil determina a distribuição das chuvas. Ou seja, a atividade convectiva, presente durante todo o verão, sob determinadas condições é canalizada em direção ao Atlântico durante a ocorrência de ZCAS, reduzindo a disponibilidade de umidade para a precipitação no altiplano chileno, assim como provoca estiagem nos subtropicais. Por outro lado, nos períodos em que a ZCAS não está ativa (NZCAS) aumenta significativamente o número de sistemas convectivos de mesoescala no noroeste da Amazônia (CARVALHO e JONES, 2009). Além disso, intensifica-se o transporte de umidade ao longo da Cordilheira dos Andes, realizado pelo Jato de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS), ventos com velocidade máxima em torno de 2.000 m, com ciclo diurno que se



intensifica de manhã cedo (11:00UTC), entre 1.600 até 2.000m de altitude, aproximadamente. Esses ventos de altitude, conhecidos como “rios voadores” poderiam transportar uma quantidade de vapor d’água da ordem de grandeza da vazão do Rio Amazonas (MARENGO, AMBRIZZI e SOARES, 2009), e, em sua trajetória em direção à Bacia do Rio da Prata alimentar a convecção forçada pelas vertentes da Cordilheira, gerando linhas de instabilidade sobre o altiplano chileno, aumentando os totais de precipitação diária.

4 – Conclusões

A análise dos dados diários de estações em um transecto longitudinal sobre o altiplano chileno, abrangendo as regiões de Arica-Parinacota e Tarapacá, nos verões de 1996-97, 2000-01 e 2010-11, demonstrou algumas relações entre a dinâmica dos componentes do Sistema de Monção da América do Sul (ZCIT, AB e ZCAS) e a variabilidade da precipitação diária, mensal e sazonal. Percebeu-se que independente da intensidade da atuação de La Niña ou mesmo quando em face de um período neutro de atuação do ENSO, os totais de precipitação aumentam quando a ZCIT situa-se em torno do Equador e nas posições mais ao sul. Isto deve intensificar o fluxo dos alísios sobre a Amazônia. Também quando a AB ocupa suas posições mais ocidentais e meridionais (Costa e Norte do Chile, Sudoeste da Bolívia), porque seus fluxos divergentes se deslocam sobre o Altiplano. No caso da ZCAS, sua inatividade (NZCAS) resulta na intensificação do JBNAS, que transfere a umidade da Amazônia para latitudes mais altas aumentando a instabilidade ao longo da Cordilheira dos Andes.

Estas conclusões estão baseadas em um universo reduzido de informações, mas apontam no sentido de um aprofundamento de uma investigação que poderia ampliar as possibilidades da previsão de tempo e clima para o Altiplano Chileno, apesar de que também parece significativa a atuação dos fatores locais.

5 - Referências Bibliográficas

CARVALHO, L. M. V. y JONES, C. *Zona de Convergência do Atlântico Sul*. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da SILVA (orgs) (2009) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 96-109.

CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v.11, n.12; v. 12, ns.1-4; v.15, n.12; v.16, n.1-4; v. 25, n.12; v.26, n.1-4 (dez a abril de 1996, 1997, 2000, 2001, 2010



e 2011). Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/>. Acessado em: jan/fev de 2014.

GAN, M.; RODRIGUES, L. C.; RAO, V. B. (2009). *Monção na América do Sul*. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da SILVA (orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 297-316.

JAN NULL, CCM. **El Niño and La Niña Years and Intensities. Based on Oceanic Niño Index (ONI)**. Disponível em: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>. Acessos em: jan/fev, 2014.

MARENGO, J. A. LIEBMANN, B. GRIMM, A. M. MISRA, V. SILVA DIAS, P. L. CAVALCANTI, I. F. A. CARVALHO, L. M. V. BERBERY, E. H. AMBRIZZI, T. VERA, C. S. SAULO, A. C. NOGUES-PAEGLE, J. ZIPSER, E. SETH, A.; ALVES, L. M. (2012). Review *Recent developments on the South American monsoon system*. **International Journal of Climatology**. 32: 1–21.

MARENGO, J. A., AMBRIZZI, T. e SOARES, W. R. *Jato de Baixos Níveis ao longo dos Andes*. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da e DIAS, M. A. F. da SILVA (orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 169-180. *global monsoon systems: research*. Genebra: World Meteorological Organization. WMO/TD, n.1266 (TMRP Rep. n. 70), 2005.p. 197-206.

MELO, A. B. C. de; CAVALCANTI, I. F. de A. y SOUZA, P. P. *Zona de Convergencia Intertropical do Atlântico*. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J. da y DIAS, M. A. F. da SILVA (orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, p. 25-41.

MENDONÇA, M.; ROMERO, H. *Monzón Sudamericano: La Integración de la Circulación Amazónica y Altiplánica*. **Anales da Sociedad Chilena de Ciências Geográficas**, 2012, 8p.

MONTEIRO, M.A.; MENDONÇA, M. Dinâmica Atmosférica do Estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M. L. de P.(Org.). **Atlas de Desastres Naturais do Santa Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**, 2ed. Florianópolis: Instituto Histórico Geográfico de Santa Catarina e Cadernos Geográficos GCN/UFSC, , 2014, v.1, p.5-12 (CD).

NOAA/NCEP. Cold & Warm Episodes by Season. **Change to the Oceanic Niño Index (ONI)**. Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis>.

ROMERO, H.; MENDONÇA, M; MENDEZ, M. Y SMITH, P. (2011). *Multiescalaridad, relaciones espaciales y desafíos ecológico-sociales de la climatología sudamericana. El caso del Desierto de Atacama*. **Revista Brasileira de Climatologia**. Curitiba: UFPR. Ano 7, vol. 8, jan/jun., p.7-29. Disponível em: www.ufpr.br/revistaabclima.

ROMERO, H.; MENDONÇA, M.; MENDEZ, M.; SMITH, P. (2013) *Macro y Mesoclimas del Altiplano Andino y Desierto de Atacama: Desafíos y Estrategias de Adaptación Social Ante su Variabilidad*. **Revista de Geografía Norte Grande**. Santiago, n° 55, set., p.19-41.

SARRICOLEA, P.; ROMERO, H. **Variabilidad y cambios climáticos observados y esperados en el Altiplano del norte de Chile**. inédito

SILVA DIAS, P.; MARENGO, J. *Águas atmosféricas*. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA JUNIOR, B.; TUNDIZI, J. G. **Águas doces no Brasil - capital ecológico usos múltiplos, exploração racional e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p 65-116