

Diagnóstico Preliminar de Anomalias Climáticas em Janeiro e Fevereiro de 2014

Preliminary Diagnosis of Climate Anomalies in January and February 2014

Isimar de Azevedo Santosⁱ
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Rio de Janeiro, Brasil

Resumo: O Laboratório de Meteorologia (LAMET) do CCT/UENF está realizando pesquisas sobre a condição climática de altas temperaturas e déficit de precipitação observada no início de 2014 nas regiões sul e sudeste do Brasil, causando sérios transtornos no fornecimento de água às populações, além de reduzir enormemente a capacidade de geração de energia pelas hidrelétricas. Estas pesquisas procuraram, num primeiro momento, dimensionar as anomalias na temperatura e nas chuvas que afetaram os brasileiros, mas com ênfase no estado do Rio de Janeiro e no norte fluminense. Este estudo diagnóstico preliminar mostra que em janeiro e fevereiro de 2014, as temperaturas mais elevadas ocorreram no sul do estado, incluindo a capital, enquanto no norte as temperaturas eram arrefecidas pela brisa devida às águas frias da ressurgência oceânica que caracteriza a costa no norte fluminense. Quanto às anomalias da precipitação, todo o estado do Rio de Janeiro foi afetado pelo déficit hídrico em janeiro e fevereiro de 2014, principalmente a região serrana e o sul do estado.

Palavras-chave: Anomalias climáticas; clima global; clima do Brasil; clima do Rio de Janeiro.

Abstract: The Laboratory of Meteorology (LAMET) of the Center of Science and Technology (CCT) of the State University of Northern Rio de Janeiro (UENF) is making researches on the climatic condition of high temperatures and precipitation deficit that was observed in the beginning of 2014 in South and Southeast regions of Brazil. This occurrence caused enormous troubles to the water supplying to the population, the food production was affected, and this reduced enormously the capacity of producing electricity by hydroelectric power plants. The present study aims to dimension the anomalies of temperature and rain that affected the Brazilian people, but with focus on the Rio de Janeiro State. This preliminary diagnosis shows that in January and February of 2014, the more elevated temperatures occurred in the southern part of the state including the capital, but in the northern part the temperatures were dampened by the breeze due to the cold water of the oceanic upwelling that characterizes the northern coast. About the precipitation anomalies, all the Rio de Janeiro State was affected by a hydric deficit in January and in February 2014, mainly the mountain region and the southern part of the state.

Keywords: Climate anomalies; global climatology; climate of Brazil; climate of Rio de Janeiro.

ⁱ Laboratório de Meteorologia – CCT – Universidade Estadual do Norte Fluminense.
isimar@uenf.br

Introdução

A imprensa brasileira tem destacado a excepcionalidade climática do verão de 2014, principalmente focalizando o forte calor observado em várias capitais dos estados do Sul e Sudeste do Brasil, e uma seca intensa nas regiões Sudeste e Nordeste, que levou ao esvaziamento de reservatórios de água destinada às populações urbanas, bem como de reservatórios das usinas hidrelétricas. Esta intensa estiagem obrigou o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) a trazer energia gerada na região Norte e a acionar usinas termoelétricas para suprir as regiões afetadas pela forte estiagem. A situação se agravou porque as populações urbanas passaram a demandar mais eletricidade em decorrência das elevadas temperaturas registradas.

O presente estudo é um diagnóstico preliminar das anomalias na temperatura e na precipitação com o objetivo de quantificar sua intensidade e determinar sua abrangência. Tanto o forte calor quanto a estiagem que se observaram em algumas regiões do Brasil em janeiro e fevereiro de 2014 se deveram a bloqueios atmosféricos originados no Oceano Pacífico, os quais impediram as frentes frias de se deslocarem desde o sul do continente sulamericano até as latitudes tropicais (Ambrizzi, Marques & Nascimento, 2009).

Como será visto a seguir, o presente diagnóstico preliminar traz indícios dos prováveis processos dinâmicos em escala global que atuaram no período ora analisado, a partir da distribuição regionalizada das anomalias de precipitação e da temperatura, além de facilitar o entendimento dos efeitos dessas anomalias para a vida humana, para a produção de energia e de alimentos e, enfim, para todas as atividades humanas.

Metodologia e Dados

Para este diagnóstico climático foram usados dados da distribuição global da temperatura a 2m da superfície (médias mensais) e da precipitação (totais mensais) nos meses de janeiro e fevereiro, desde 1979 até 2014, obtidos no banco de dados das reanálises NCEP/CFSR, produzidas e disponibilizadas pelo *National Centers for Environmental Prediction*, o Serviço Meteorológico Americano (<http://nomad1.ncep.noaa.gov/cfsr>). As reanálises são interessantes bancos de dados que permitem análises climáticas com acesso facilitado e elevado grau de confiabilidade (Kalnay et al., 1996; Saha et al., 2010). As

reanálises mais confiáveis para o Hemisfério Sul se iniciaram em 1979, quando houve a incorporação efetiva de informações de satélites às análises meteorológicas globais (Kistler et al., 2001). A partir dos dados médios mensais, foram calculadas as anomalias globais da temperatura e da precipitação, isto é, a diferença ponto a ponto entre a grandeza meteorológica em janeiro e fevereiro de 2014 e a média também ponto a ponto da mesma grandeza e para o mesmo mês nos últimos 35 anos.

Diagnóstico Global

As Figuras 1 e 2 a seguir mostram, para o setor oriental do Hemisfério Norte, a distribuição das anomalias da temperatura em janeiro e fevereiro de 2014. Em janeiro destaca-se um forte aquecimento anômalo na China, na África e no sul da Europa, enquanto o norte da Rússia, o norte da Europa e o sudeste asiático experimentavam temperaturas mais baixas que a média histórica. Em fevereiro, o frio anômalo registrado no norte do continente eurásiano se estende para sul sobre a China, enquanto a Europa passa a experimentar um final de inverno mais quente que a média histórica.

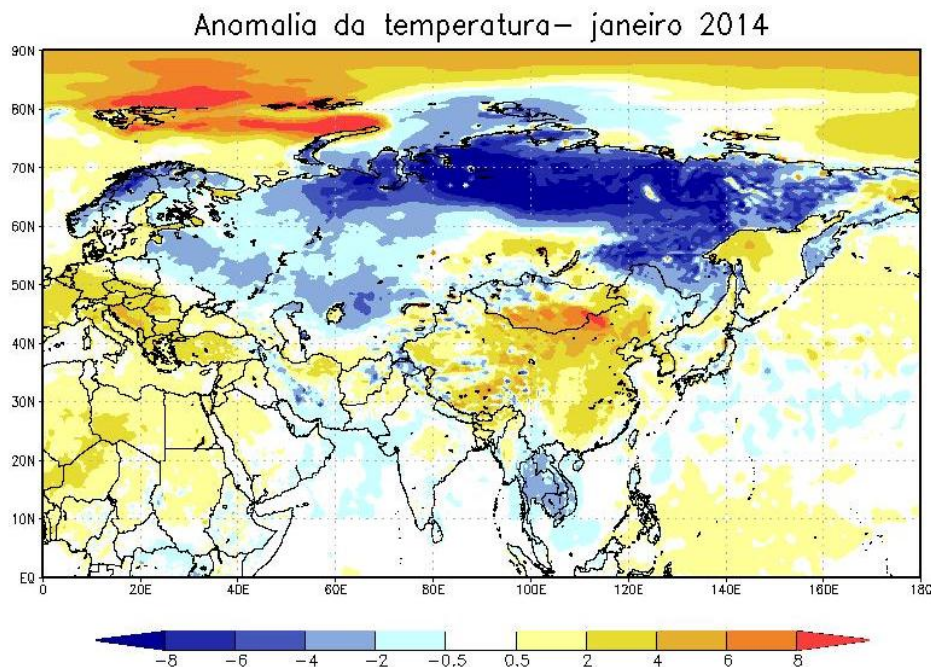


Figura 1 - Anomalia da temperatura no setor oriental do Hemisfério Norte em janeiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

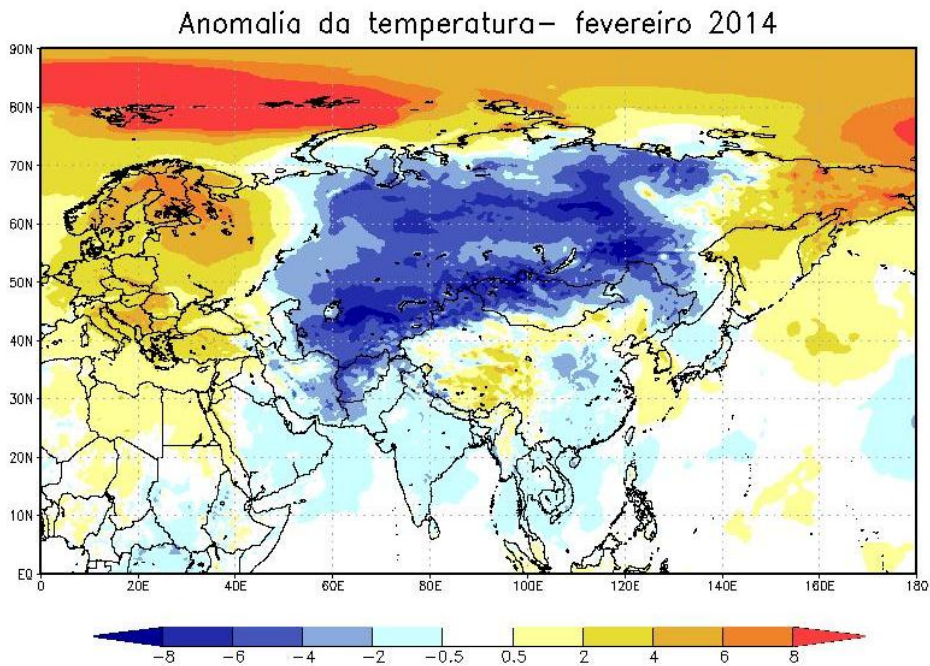


Figura 2 - Anomalia da temperatura no setor oriental do Hemisfério Norte em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

As Figuras 3 e 4 referem-se ao setor ocidental do Hemisfério Norte. Em janeiro de 2014, estiveram mais quentes que o normal a Groenlândia, o nordeste do Canadá, além do setor oeste da América do Norte, incluindo o Canadá e o Alaska. Enquanto isto esteve anormalmente mais frio o setor leste da América do Norte e o setor central do Canadá.

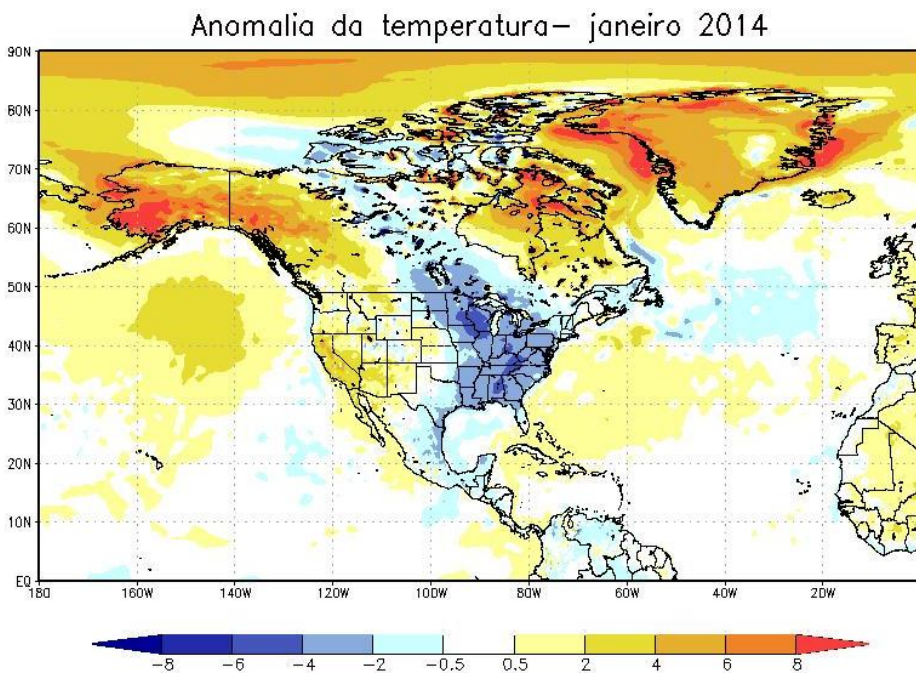


Figura 3 - Anomalia da temperatura no setor ocidental do Hemisfério Norte em janeiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

Em fevereiro (figura 4), o frio anômalo se estende desde o leste norte-americano por todo o oeste do Canadá, chegando ao Alaska, mas o nordeste do Canadá, o oeste americano e a maior parte da Groenlândia continuaram aquecidos.

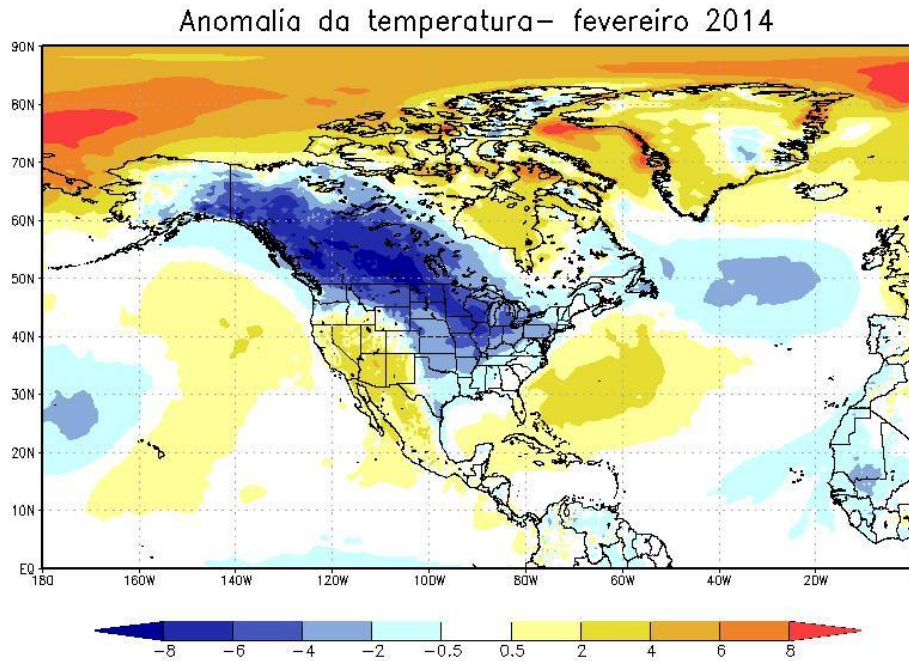


Figura 4 - Anomalia da temperatura no setor ocidental do Hemisfério Norte em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

No verão de 2014, o Hemisfério Sul (Figuras 5 a 8) experimentou resfriamento no noroeste da Austrália, no sul da África (exceto na África do Sul), no setor central e no extremo sul da América do Sul, e no entorno do continente antártico. Em termos de área, a maior porção do Hemisfério Sul experimentou temperaturas acima da normal em janeiro e em fevereiro de 2014, exceto no continente antártico que esteve mais quente em janeiro e mais frio em fevereiro.

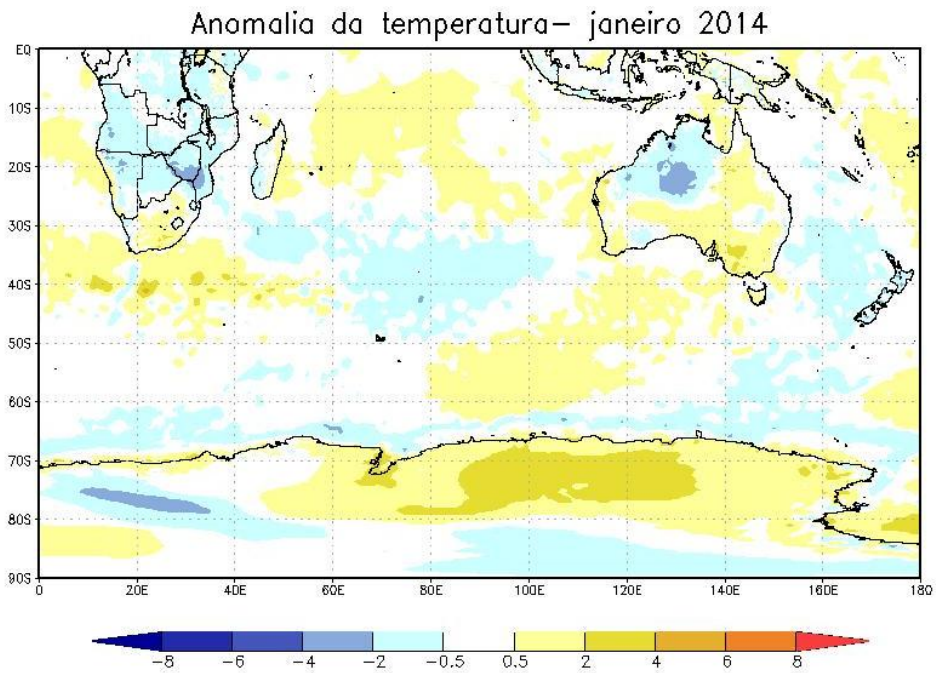


Figura 5 - Anomalia da temperatura no setor oriental do Hemisfério Sul em janeiro de 2014.
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

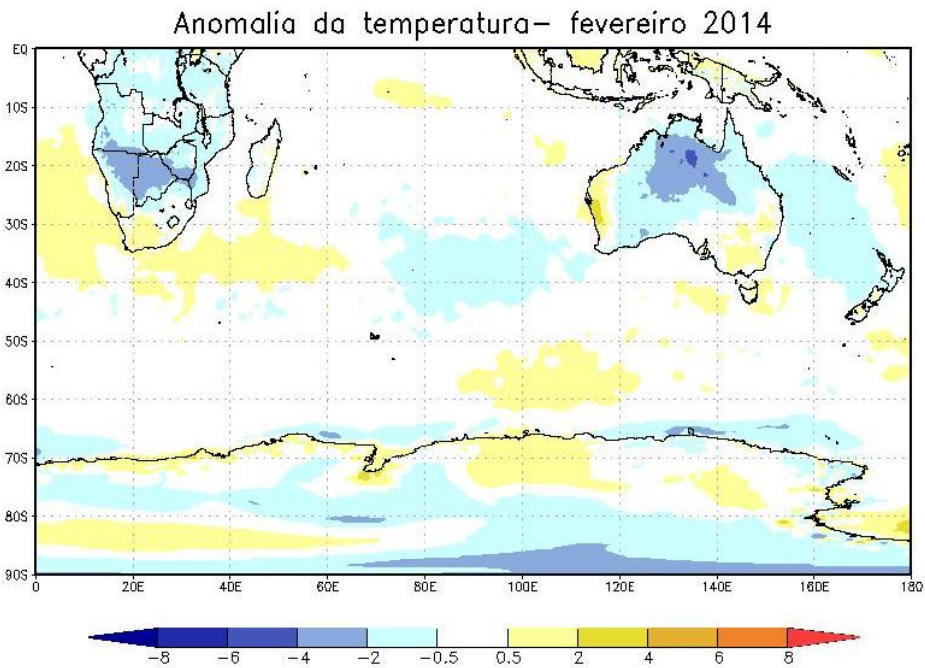


Figura 6 - Anomalia da temperatura no setor oriental do Hemisfério Sul em fevereiro de 2014.
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

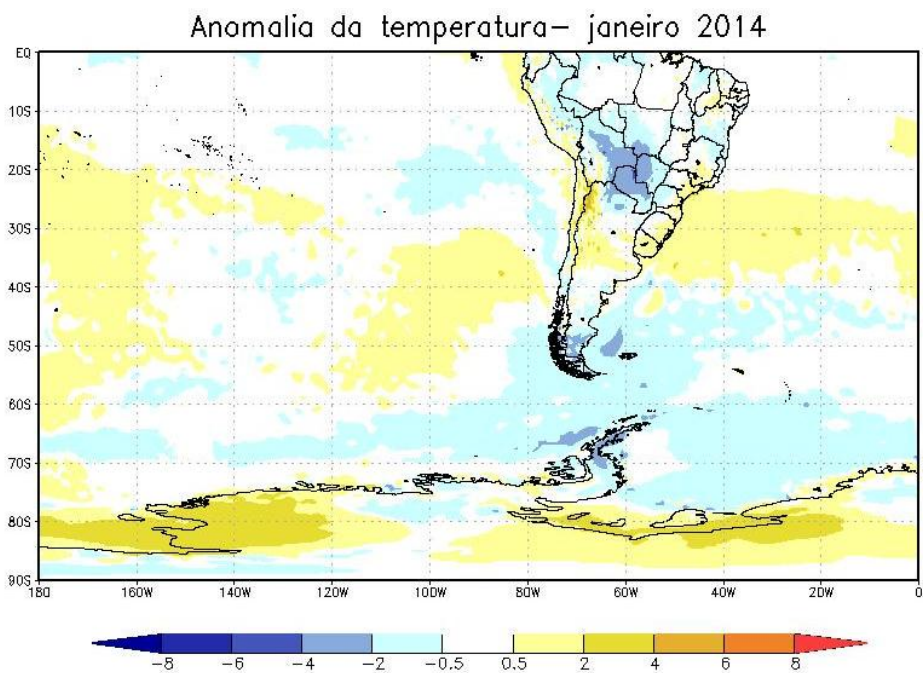


Figura 7 - Anomalia da temperatura no setor ocidental do Hemisfério Sul em janeiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

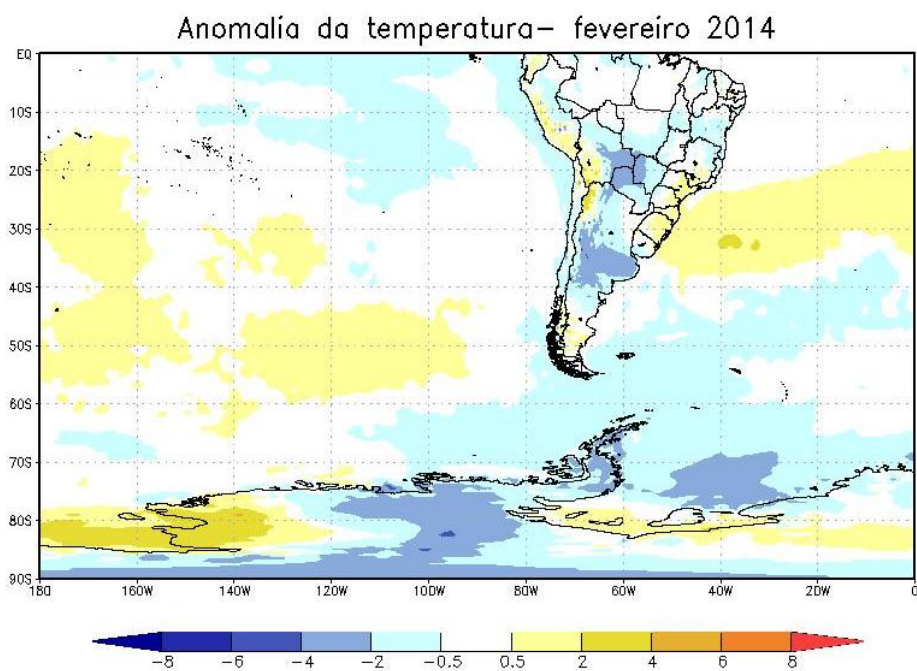


Figura 8 - Anomalia da temperatura no setor ocidental do Hemisfério Sul em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

A seguir são analisadas as anomalias da precipitação em janeiro e fevereiro de 2014. As Figuras 9 e 10 referem-se ao setor oriental do Hemisfério Norte, onde apenas o setor noroeste da Europa e algumas áreas tropicais da Oceania mostraram anomalias.

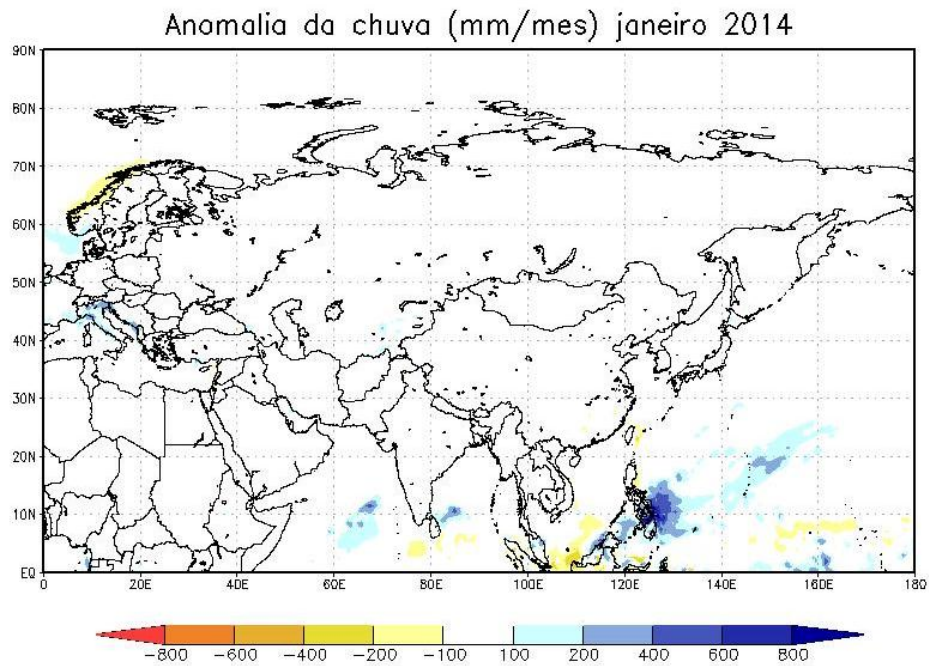


Figura 9 – Anomalia da precipitação no setor oriental do Hemisfério Norte em janeiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

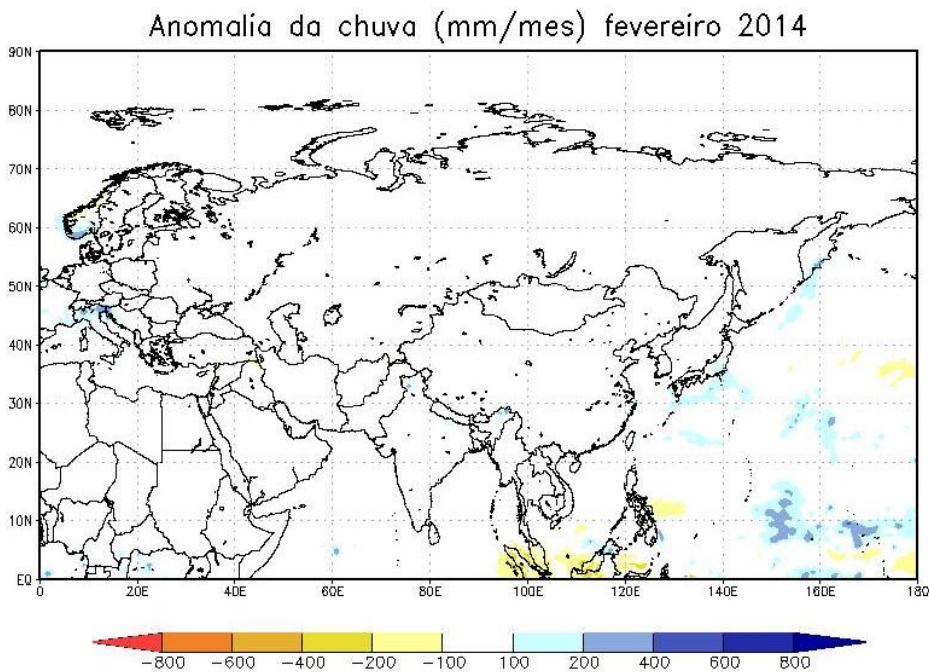


Figura 10 – Anomalia da precipitação no setor oriental do Hemisfério Norte em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

Nas Figuras 11 e 12 a seguir, referentes ao setor ocidental do Hemisfério Norte, também se observou pouca variação na precipitação, exceto na faixa tropical oceânica.

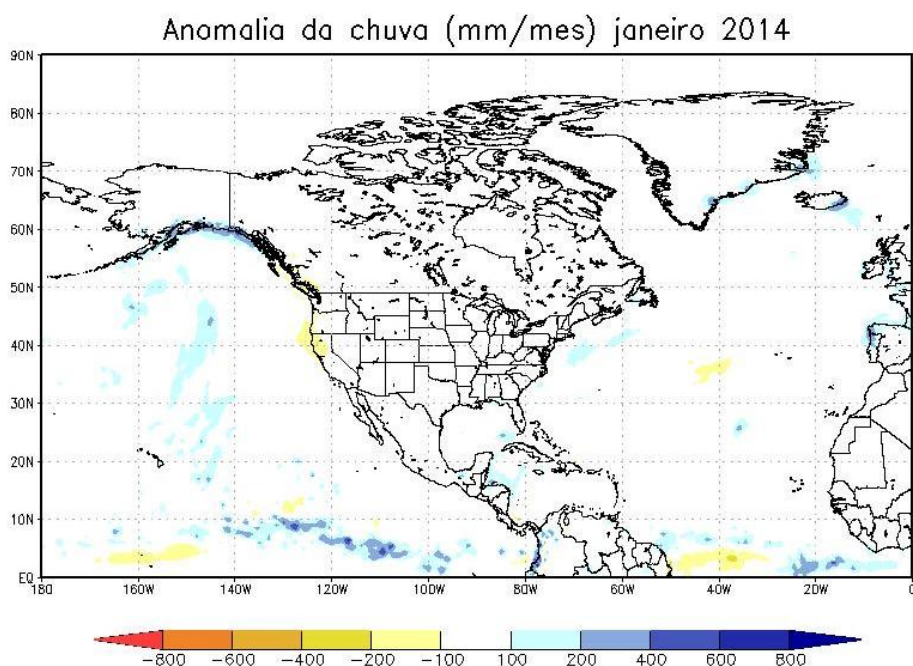


Figura 11 - Anomalia da precipitação no setor ocidental do Hemisfério Norte em janeiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

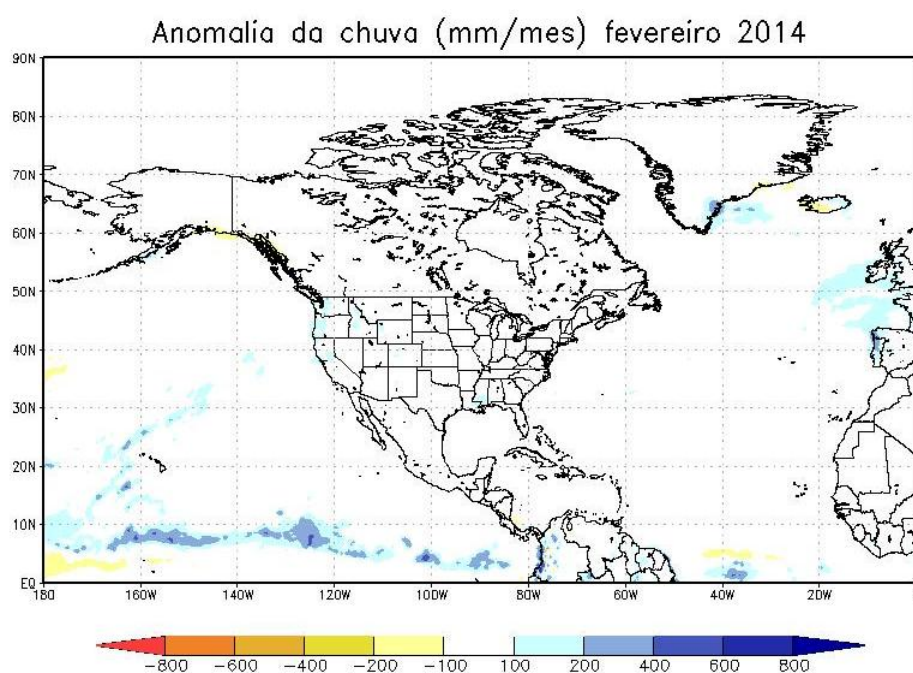


Figura 12 - Anomalia da precipitação no setor ocidental do Hemisfério Norte em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

De um modo geral, a precipitação no Hemisfério Norte em janeiro e fevereiro de 2014 mostrou pouca variação em comparação com a média histórica, exceto na faixa tropical onde se observam alterações principalmente na ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) que foi suprimida no Oceano Índico e no setor oeste do Oceano Pacífico. Enquanto isto, no setor leste

do Oceano Pacífico a ZCIT foi deslocada para sul de sua posição climatológica, e no Oceano Atlântico tropical a ZCIT foi deslocada para norte.

As Figuras de 13 a 16 a seguir, referem-se às anomalias da precipitação no Hemisfério Sul.

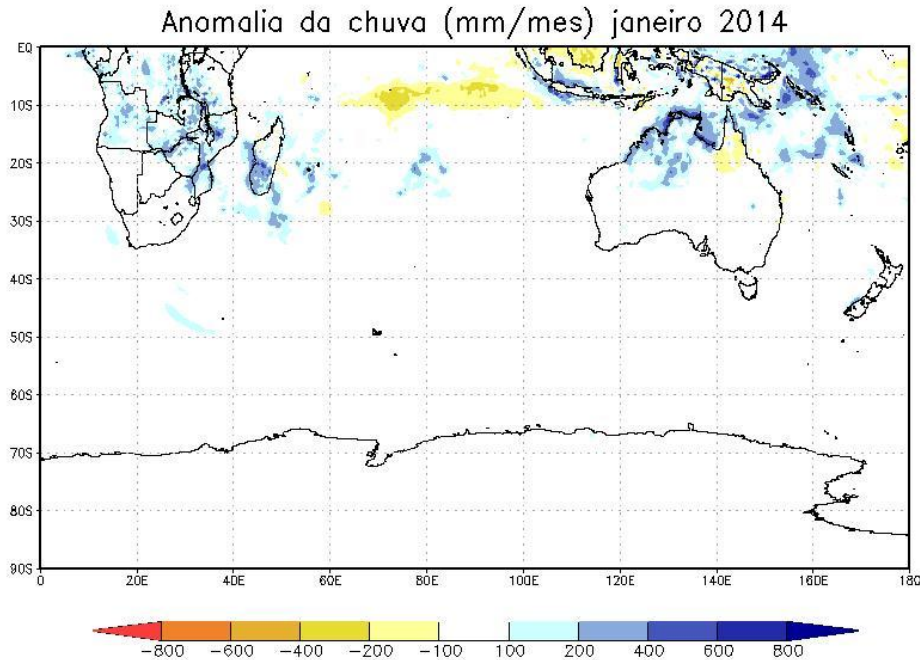


Figura 13 - Anomalia da precipitação no setor oriental do Hemisfério Sul em janeiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

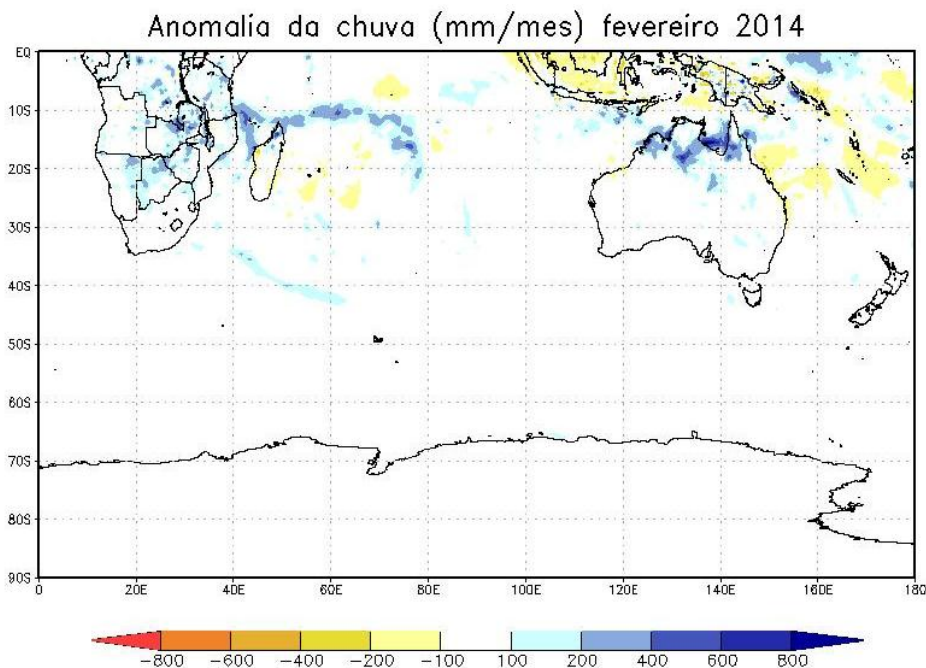


Figura 14 - Anomalia da precipitação no setor oriental do Hemisfério Sul em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

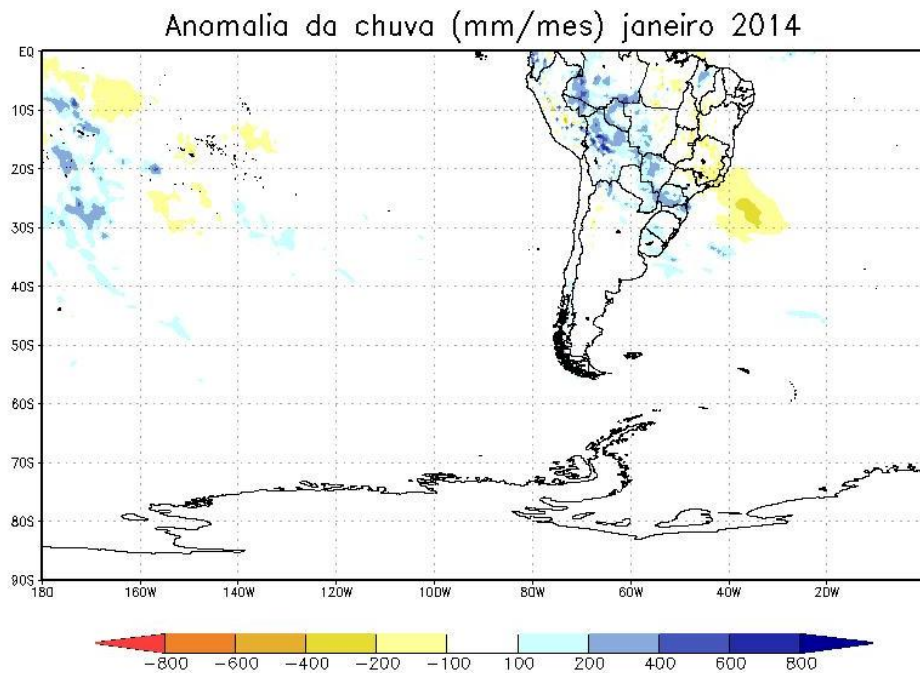


Figura 15 - Anomalia da precipitação no setor ocidental do Hemisfério Sul em janeiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

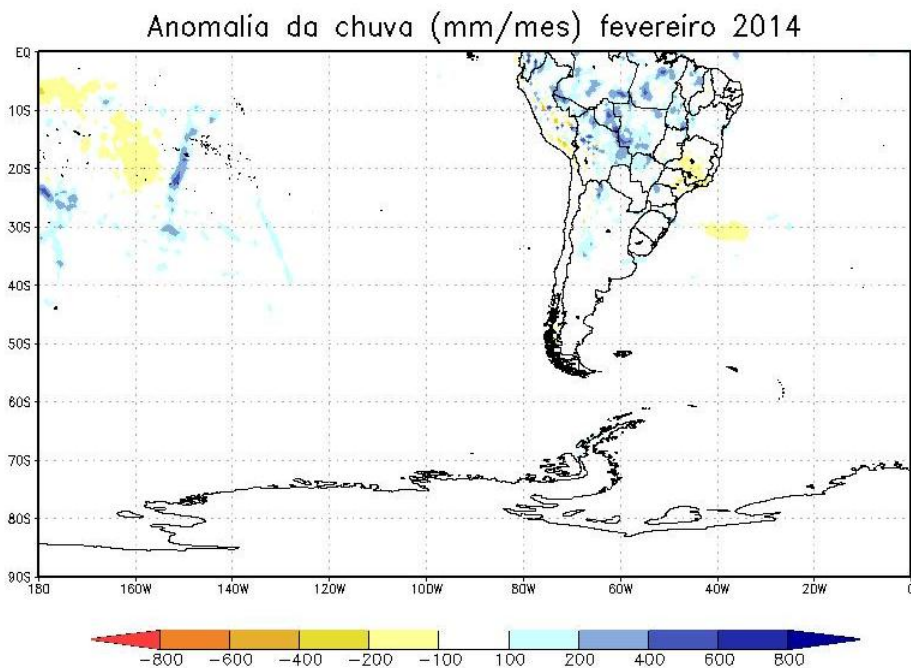


Figura 16 - Anomalia da precipitação no setor ocidental do Hemisfério Sul em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

Vê-se que a África subtropical, o setor noroeste australiano, o setor leste da região da Indonésia e uma extensa faixa na parte central da América do Sul tiveram chuvas acima da média histórica em janeiro e fevereiro de 2014. Por outro lado, a parte central e leste do Oceano Índico, o setor oeste da região da Indonésia, o Pacífico central tropical e subtropical e

o setor leste da América do Sul juntamente com o setor Atlântico subtropical experimentavam secas.

As variações regionais na precipitação ocorridas em janeiro e fevereiro de 2014, na faixa subtropical do Hemisfério Sul, sugerem a atuação de processos dinâmicos dignos de investigação futura. A alternância observada entre setores anômalos de seca e chuva sugere um padrão de onda três contornando a faixa subtropical do Hemisfério Sul. O setor subtropical do Hemisfério Sul mostra setorizações regionais marcantes, incluindo-se a seca no Sudeste do Brasil, tema que motivou o presente estudo climatológico.

Diagnóstico no Brasil

As Figuras 17 e 18 mostram como as anomalias da temperatura a 2m da superfície se comportaram sobre o Brasil em janeiro e fevereiro de 2014. Houve resfriamento em grande parte do território brasileiro, incluindo-se um setor anormalmente mais frio atingindo partes da região Centro-Oeste do Brasil.

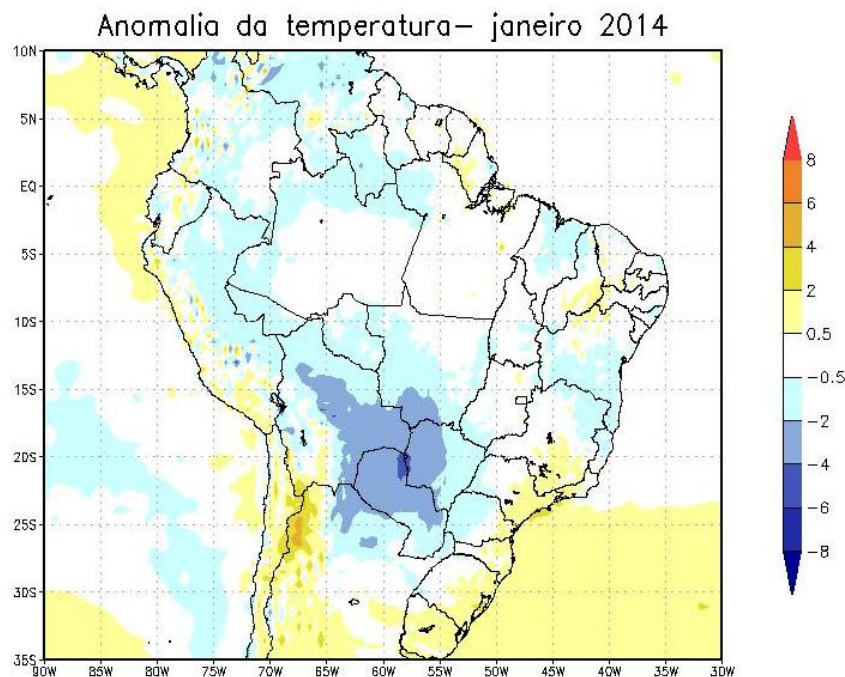


Figura 17 - Anomalia da temperatura no Brasil em janeiro de 2014.

Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

Nos países limítrofes com o Brasil também houve resfriamento, principalmente em partes da Bolívia, do Paraguai e numa pequena área no norte da Argentina. A incidência do calor anômalo acontece na faixa leste costeira dos estados da região Sul e do estado de São

Paulo, no sul do estado do Rio de Janeiro e no sudeste de Minas Gerais, área inclusive onde estão as principais represas do sistema hidrelétrico deste estado. Este quadro da distribuição geográfica do aquecimento anômalo indica claramente ser decorrente da não entrada de frentes frias (Cavalcanti e Kousky, 2009).

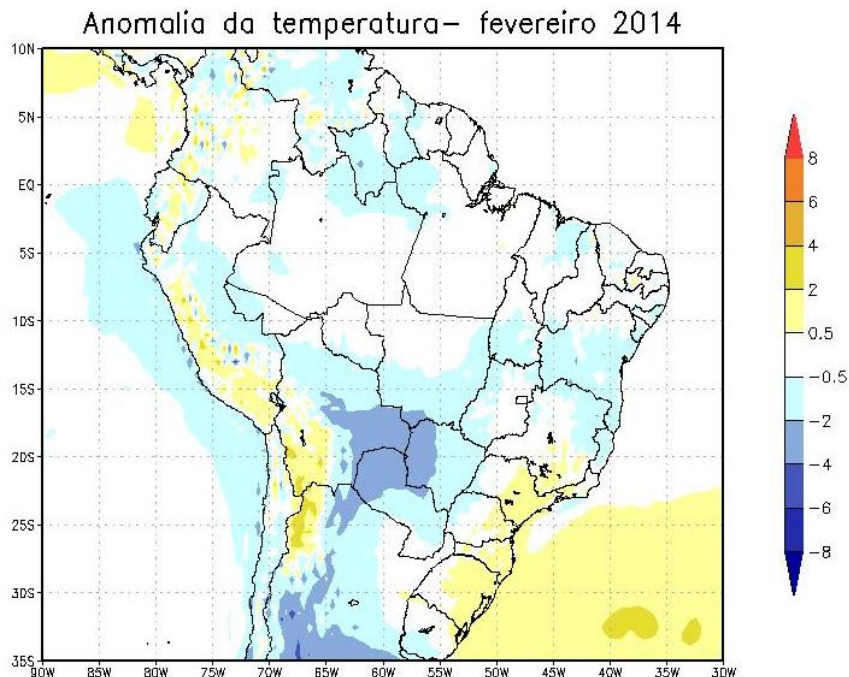


Figura 18 - Anomalia da temperatura no Brasil em fevereiro de 2014.
Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

A Figura 19 mostra as anomalias da precipitação no Brasil em janeiro de 2014, onde se observa estiagem na região Sudeste e em partes da Bahia, Piauí, Pará, leste de Mato Grosso, em Goiás e em Tocantins. Já em fevereiro de 2014, a seca se restringiu à região Sudeste, como mostra a Figura 20, enquanto na Amazônia e no Centro-Oeste do Brasil, as chuvas no mês de fevereiro passam a ocorrer.

As características da seca na região Sudeste, avançando em direção ao Oceano Atlântico, principalmente em janeiro mas também em fevereiro de 2014, indicam que não só as frentes frias não trouxeram chuvas à área anormalmente seca como também não se estabeleceu a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) como é comum ocorrer no verão (Carvalho e Jones, 2009).

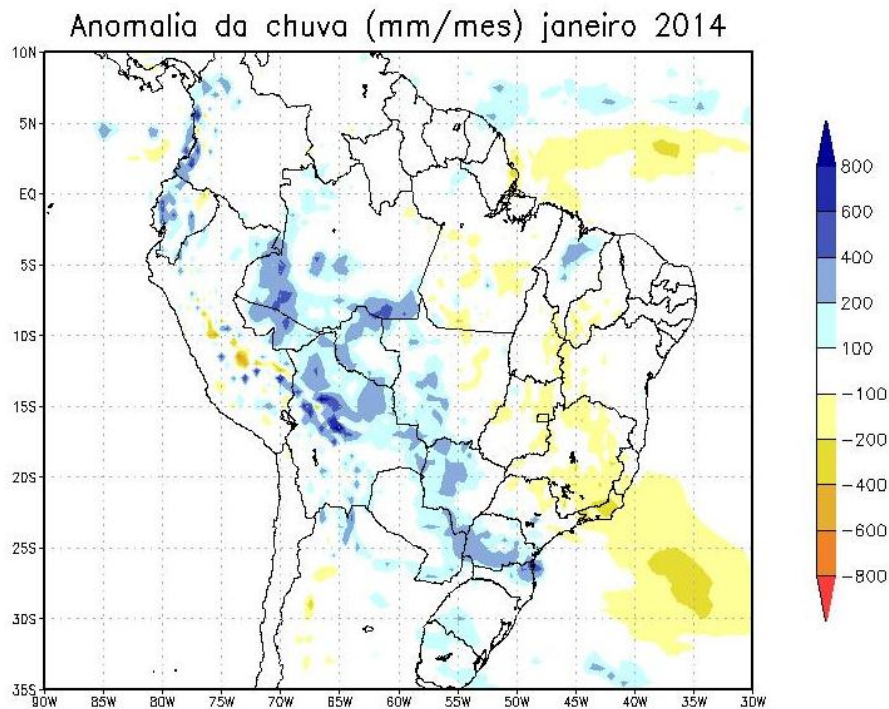


Figura 19 - Anomalia da precipitação no Brasil em janeiro de 2014.
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

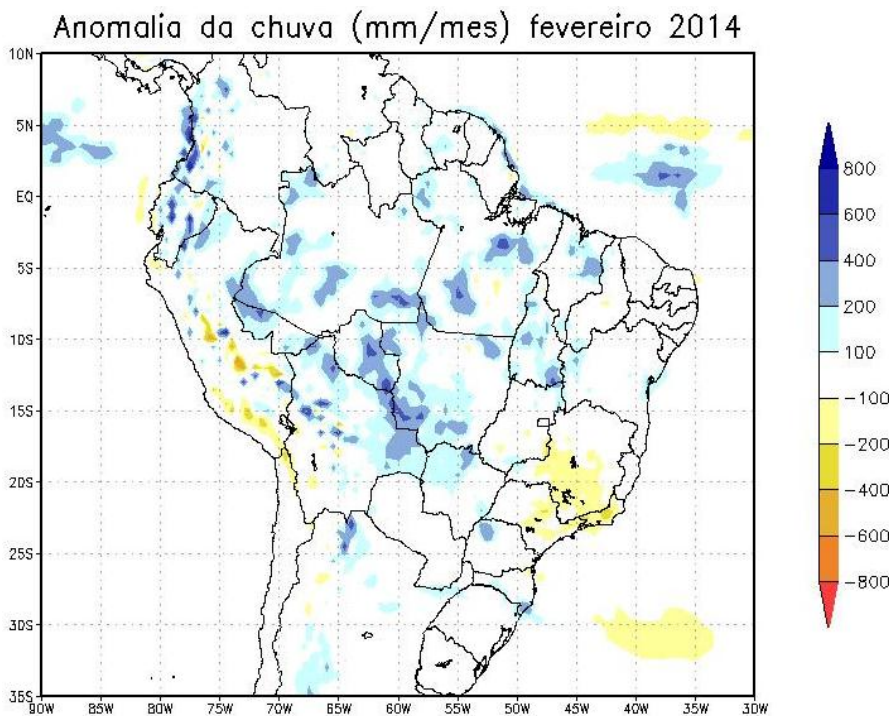


Figura 20 - Anomalia da precipitação no Brasil em fevereiro de 2014.
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

O que ocorreu no Pará e em estados vizinhos ao sul, com seca em janeiro e chuva em fevereiro indica uma conexão com o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical

(ZCIT). Em janeiro a ZCIT esteve bastante deslocada para norte no Oceano Atlântico, enquanto que em fevereiro esta é trazida para sul. Como na região Sudeste a estiagem se prolongou, isto indica um desacoplamento entre os padrões de chuva nos trópicos e no subtropical da América do Sul.

Diagnóstico no Estado do Rio de Janeiro

A cidade do Rio de Janeiro é vista como uma das capitais estaduais mais quentes do Brasil e, no verão de 2014, o calor excepcional foi destaque nos noticiários. Contudo, em termos de anomalia, como é mostrado nas Figuras 21 e 22, embora a cidade estivesse com temperaturas acima da normal, o sul do estado apresentou anomalias ainda maiores, especialmente em janeiro. Já o norte do estado apresentou temperaturas em torno da normal ou mesmo ligeiramente abaixo da normal em janeiro e fevereiro de 2014.

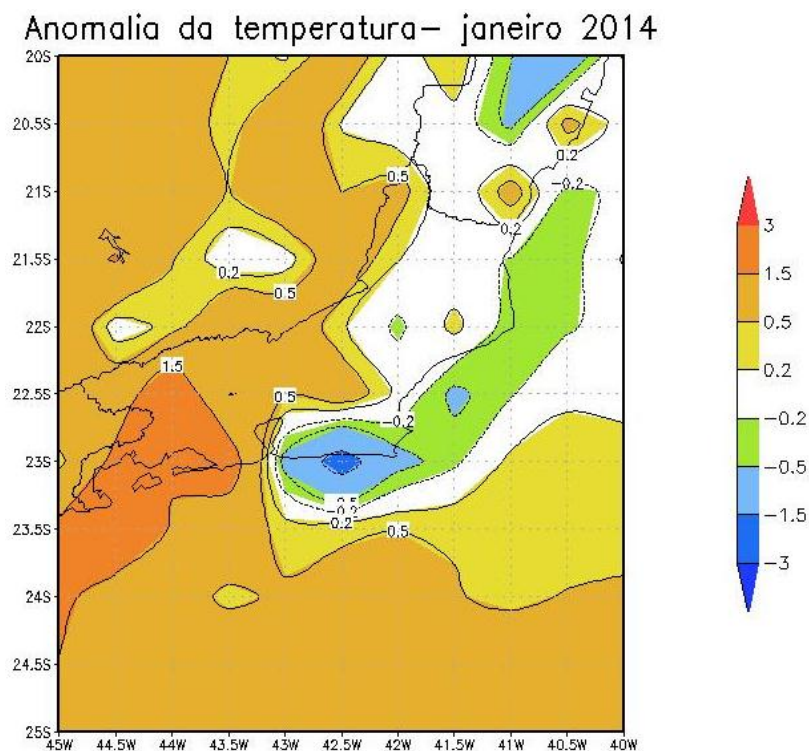


Figura 21 - Anomalia da temperatura no estado do Rio de Janeiro, em janeiro de 2014.
Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

Anomalia da temperatura – fevereiro 2014

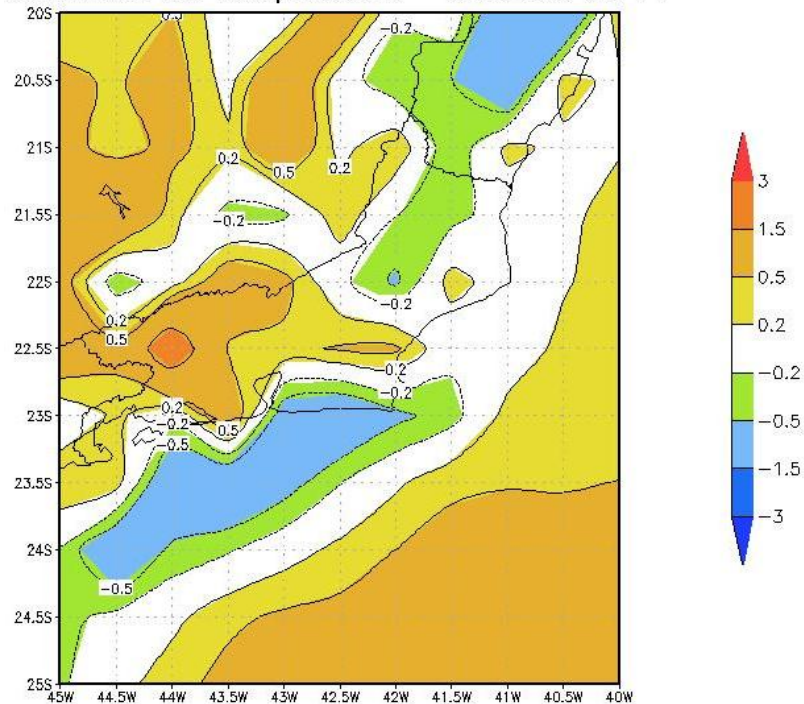


Figura 22 - Anomalia da temperatura no estado do Rio de Janeiro em fevereiro de 2014. Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

Em janeiro, o máximo negativo das anomalias da temperatura atmosférica, localizado na região de Cabo Frio, indica que este comportamento climático se deveu ao oceano mais frio, graças à ressurgência observada nesta região, e não à corrente oceânica fria das Malvinas, pois nas latitudes mais ao sul, o ar sobre o mar esteve em torno de meio grau mais quente que a normal. Em fevereiro, a ressurgência de Cabo Frio continua atuando no controle regional da temperatura do ar, mas desta feita, o litoral sul do Estado do Rio de Janeiro é que experimenta temperaturas abaixo da normal.

Na sequência, as Figuras 23 e 24 mostram as anomalias da precipitação sobre o estado do Rio de Janeiro em janeiro e fevereiro de 2014. Os principais déficits hídricos ocorreram no sul do estado e na região serrana. A extensão da zona de seca para o oceano sugere a ausência de instalação da ZCAS neste período, a qual de certa maneira decorre da aproximação das frentes frias e é responsável por boa porcentagem das chuvas de verão no estado.

Anomalia da chuva (mm/mes) janeiro 2014

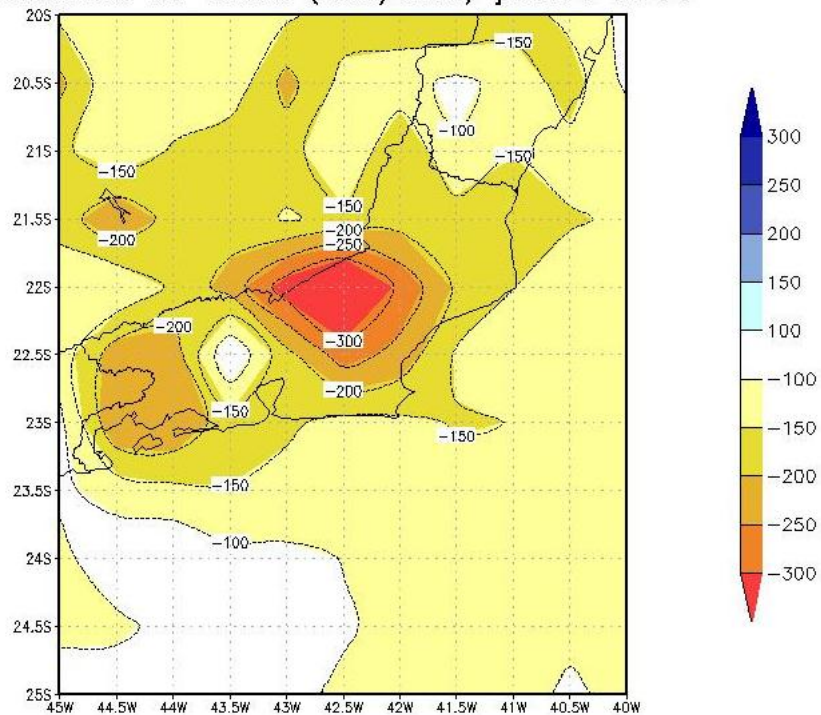


Figura 23 - Anomalia da precipitação no estado do Rio de Janeiro, em janeiro de 2014.
Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

Anomalia da chuva (mm/mes) fevereiro 2014

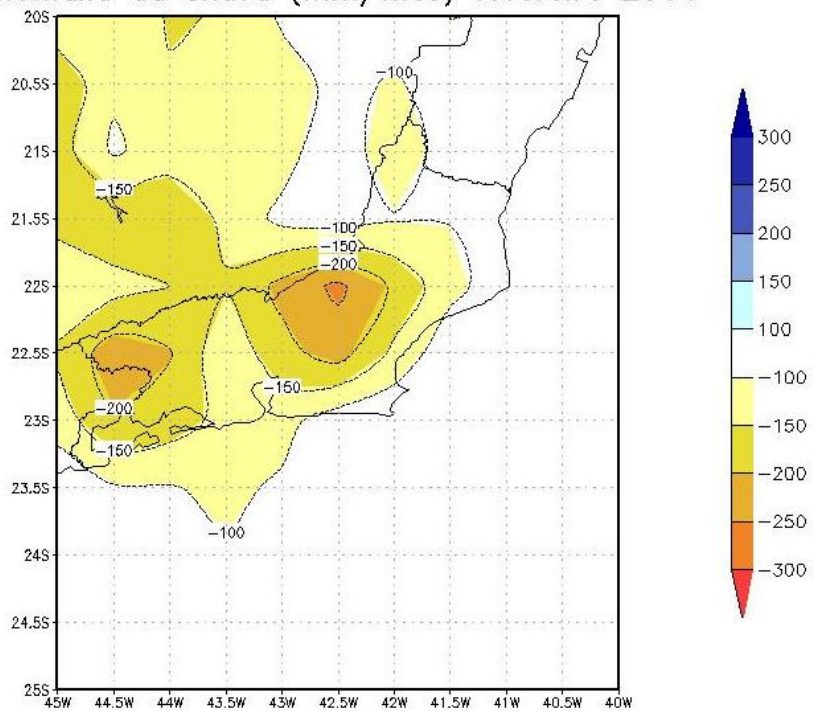
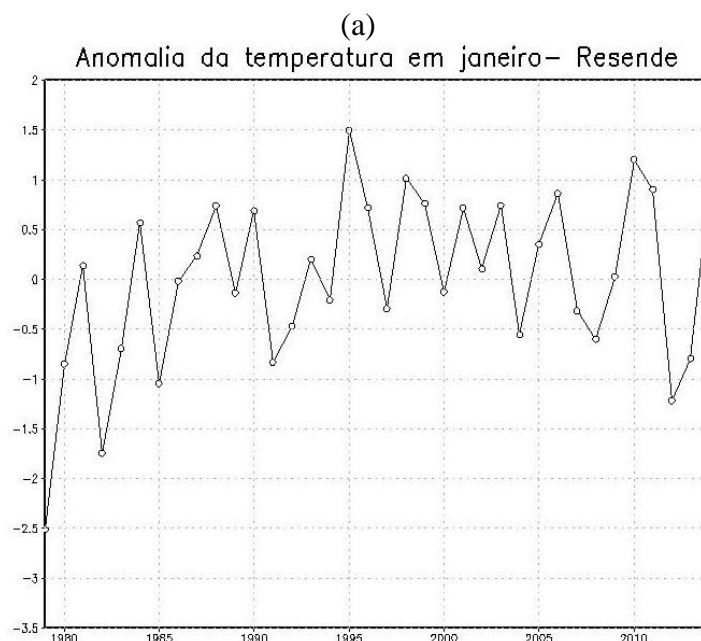


Figura 24 - Anomalia da precipitação no estado do Rio de Janeiro em fevereiro de 2014.
Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

A seguir as anomalias da temperatura e da precipitação são analisadas pontualmente em quatro localidades do estado do Rio de Janeiro: Resende (latitude = 22,5 S; longitude = 44,5 W) representando as condições climáticas do sul do estado, o Rio de Janeiro (latitude = 22,8 S; longitude = 43,3 W) sendo destacado pela importância populacional e econômica, e Macaé (latitude = 22,3 S; longitude = 41,8 W) e Campos dos Goytacazes (latitude = 21,7 S; longitude = 41,3 W) representando o norte do estado. Nestas figuras a seguir, são representadas as séries históricas das anomalias da temperatura e da precipitação em janeiro e em fevereiro, no período de dados da Reanálise NCEP/CFSR desde 1979 e incluindo para comparação janeiro e fevereiro de 2014.

As Figuras 25 e 26 a seguir, referem-se a Resende. Observa-se que janeiro de 2014 não foi o janeiro mais quente no período de registros do banco de dados utilizado, sendo superado pelos janeiros de 1995, 1998 e 2010. Fevereiro de 2014 também não foi excepcionalmente quente em Resende, sendo superado por 1994, 1998, 2001, 2003 e 2010. Quanto à precipitação, Resende teve em 2014 o janeiro mais seco dos últimos 35 anos, sendo fevereiro de 2014 também excepcionalmente seco, comparável às estiagens de fevereiro de 1984 e 2003.



(b)

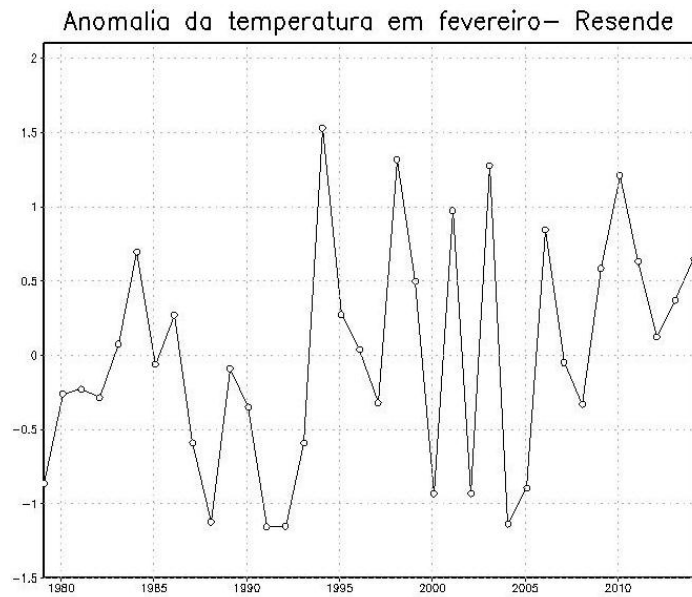
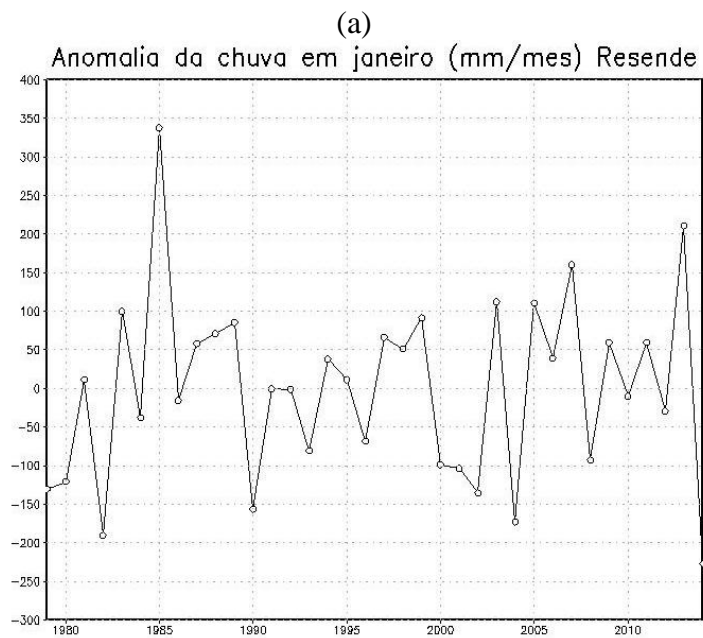


Figura 25: Séries temporais das anomalias da temperatura nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, em Resende (latitude=22,5S; longitude=44,5W).
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.



(b)

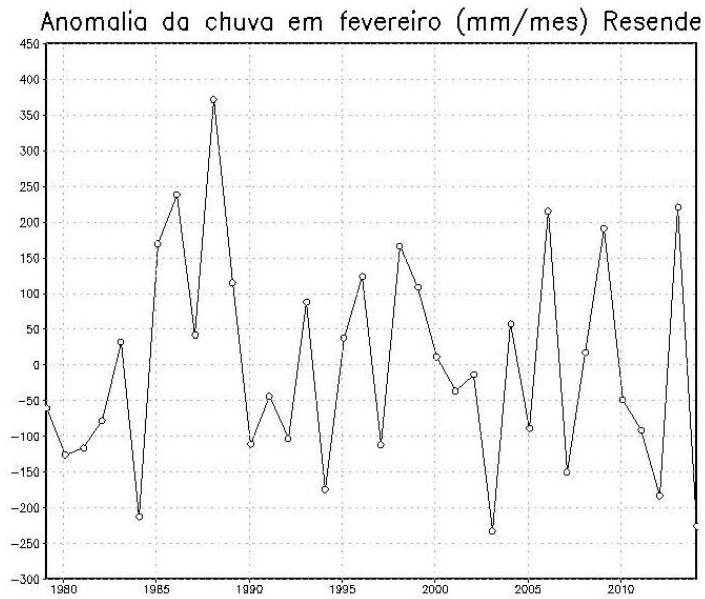
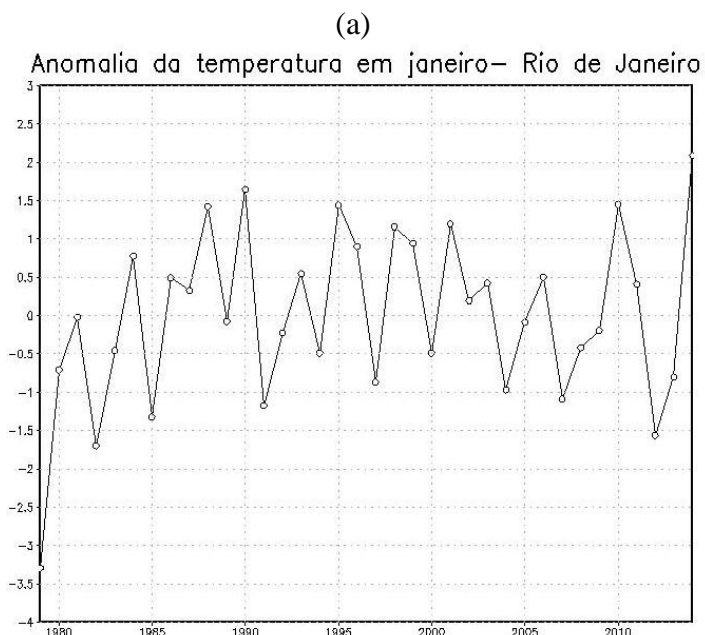


Figura 26: Série temporal das anomalias da precipitação nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, em Resende (latitude=22,5S; longitude=44,5W).
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

Nas Figuras 27 a seguir, as séries temporais referentes às anomalias da temperatura na cidade do Rio de Janeiro são representadas. A temperatura média mensal em janeiro de 2014 foi a maior dos últimos 35 anos, no banco de dados globais do NCEP/CFSR. Fevereiro contudo não foi exceção, sendo superado pelos fevereiro de 1984, 1994, 2001, 2003 e 2010.



(b)

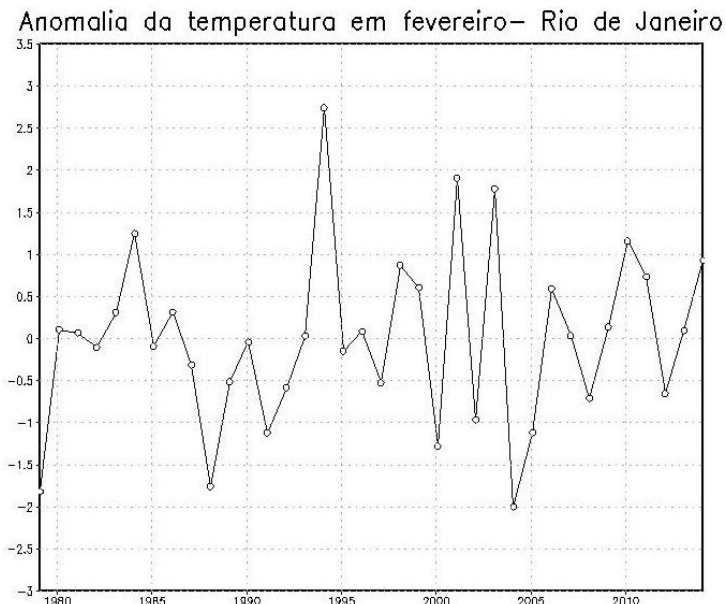
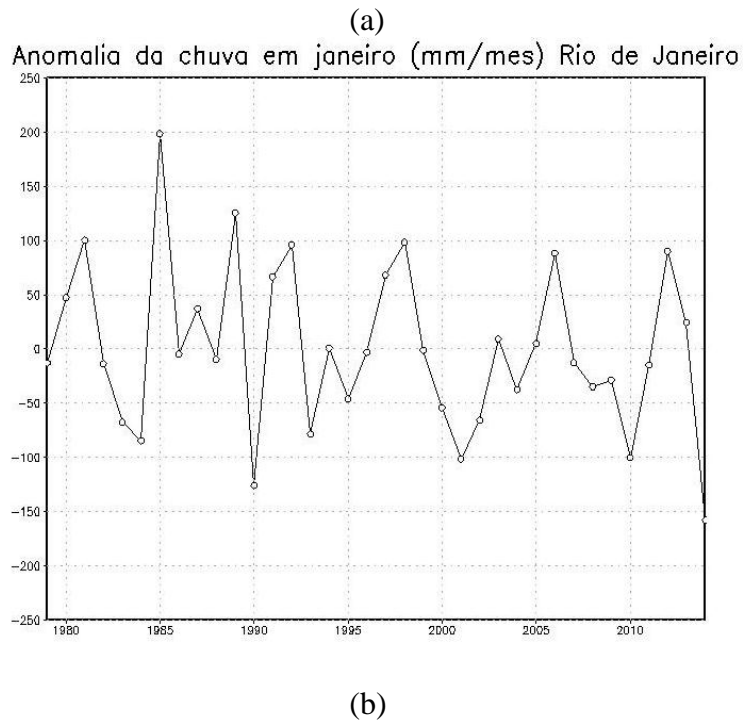


Figura 27 - Séries temporais das anomalias da temperatura nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, no Rio de Janeiro (latitude=22,8S; longitude=43,3W).
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

Quanto à precipitação, janeiro de 2014 aparece como o mais seco na cidade do Rio de Janeiro, na série de 35 anos analisados, mas o déficit da ordem de 100 mm/mês em fevereiro é comparável aos anos 1984, 1994, 2003 e 2011.



Anomalia da chuva em fevereiro (mm/mes) Rio de Janeiro

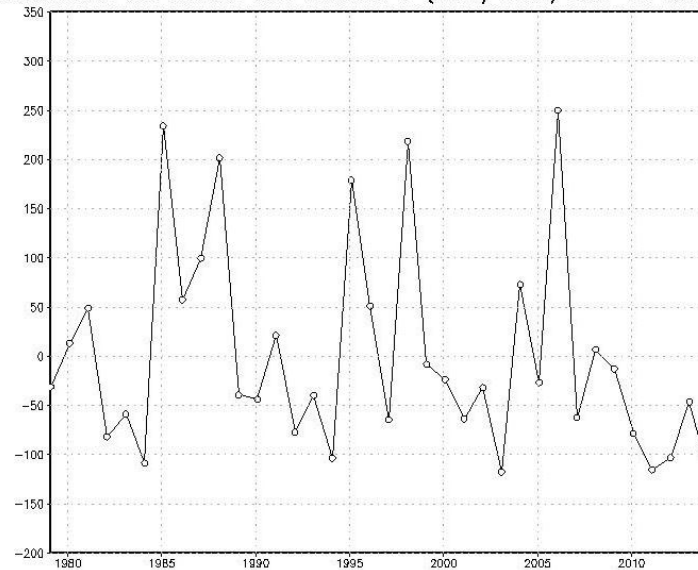
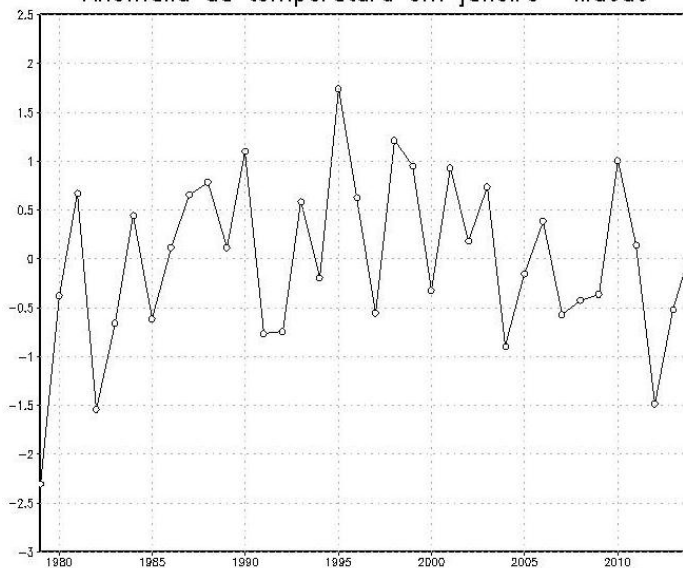


Figura 28 - Série temporal das anomalias da precipitação nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, no Rio de Janeiro (latitude=22,8S; longitude=43,3W). Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

As temperaturas de janeiro e fevereiro de 2014 em Macaé (Figuras 29) não foram excepcionalmente quentes; ao contrário, estiveram bem próximas das médias históricas dessa localidade.

(a)

Anomalia da temperatura em janeiro— Macaé



(b)

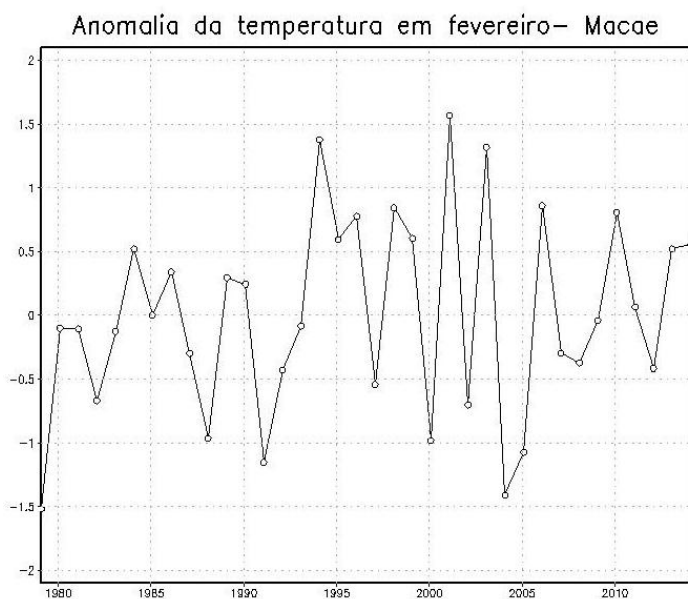
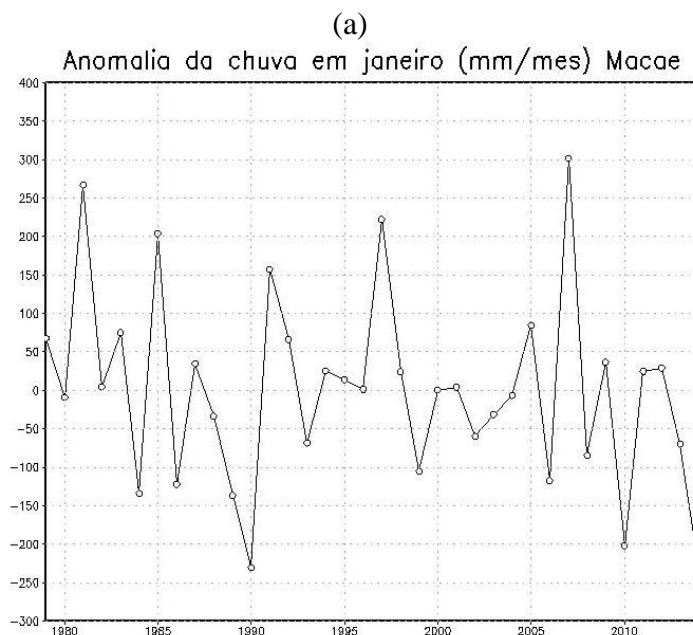


Figura 29 - Séries temporais das anomalias da temperatura nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, em Macaé (latitude=22,3S; longitude=41,8W)
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

Quanto à precipitação em Macaé, as Figuras 30 mostram que janeiro e fevereiro de 2014 constam entre os mais secos da série.



(b)

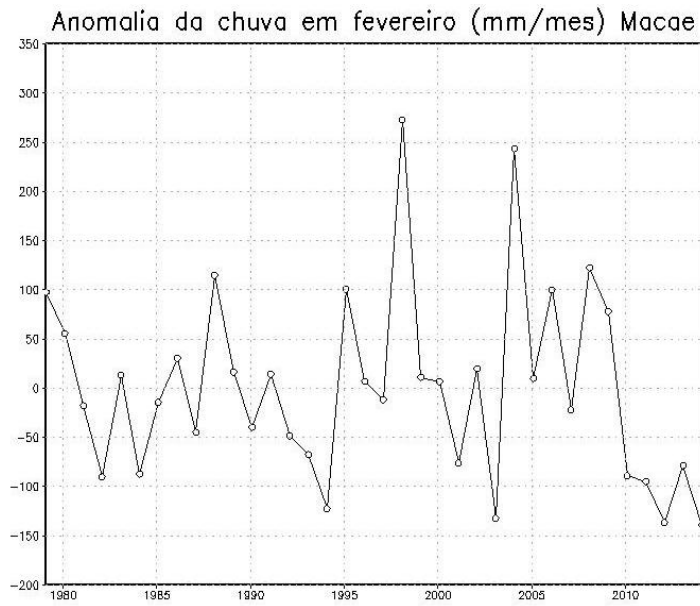
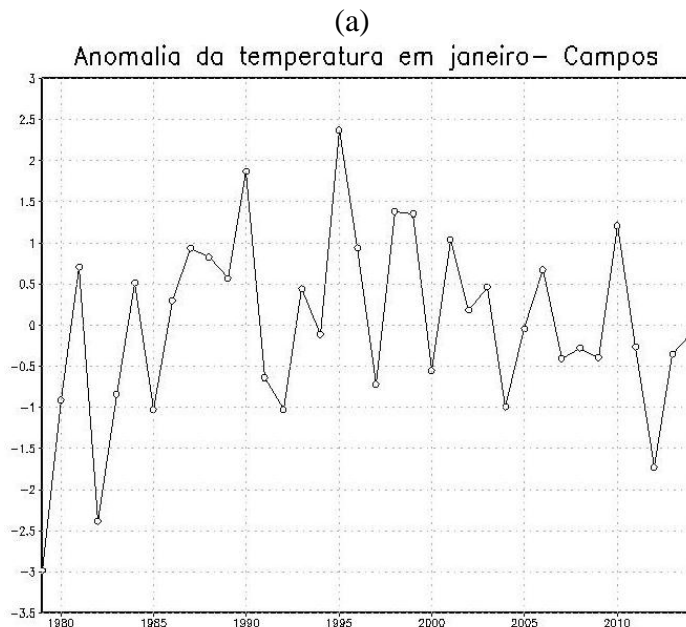


Figura 30 - Série temporal das anomalias da precipitação nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, em Macaé (latitude=22,3S; longitude=41,8W).
 Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

Como foi visto para Macaé, também em Campos dos Goytacazes as temperaturas estiveram dentro da normalidade em janeiro e fevereiro de 2014 (Figuras 31).



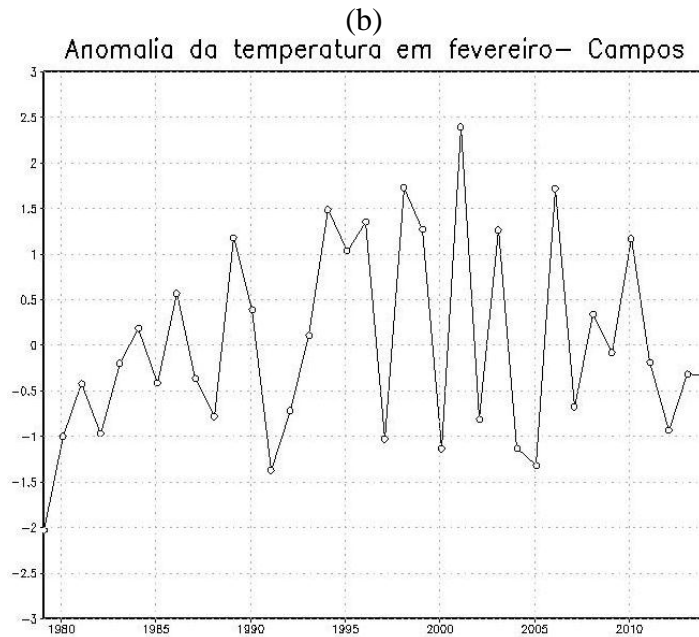
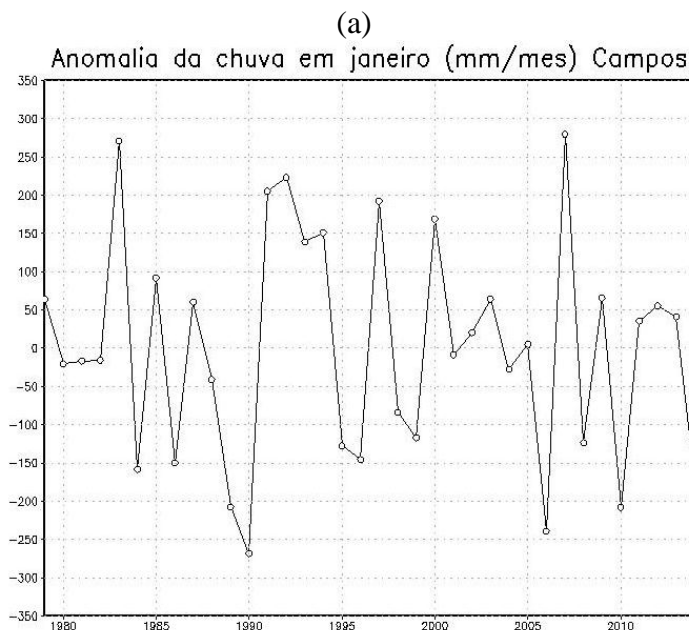


Figura 31 - Séries temporais das anomalias da temperatura nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, em Campos dos Goytacazes (latitude=21,7S; longitude=41,3W).

Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: °C.

As Figuras 32 mostram que janeiro e fevereiro de 2014 foram secos em Campos dos Goytacazes, mas esta estiagem foi superada nos janeiros de 1989, 1990, 2006 e 2010, e nos fevereiro de 1994 e 2003.



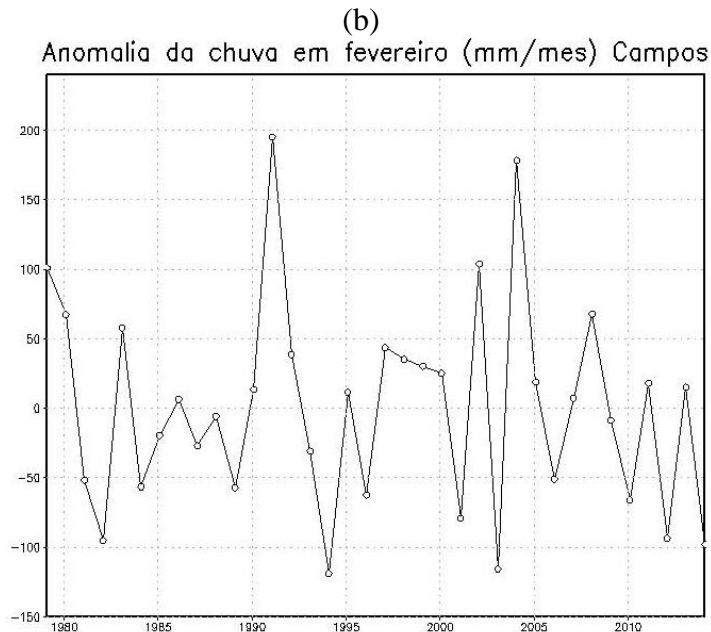


Figura 32 - Série temporal das anomalias da precipitação nos meses de (a) janeiro e (b) fevereiro, no período de 1979 a 2014, em Campos dos Goytacazes (latitude=21,7S; longitude=41,3W).

Fonte dos dados: Reanálise NCEP/CFSR. Unidade: mm/mês.

Discussão

Considerando que o excessivo calor associado aos déficits de chuva observados na região Sudeste do Brasil em janeiro e fevereiro de 2014 tiveram suas razões na dificuldade das frentes frias vindas da Argentina em chegarem às latitudes subtropicais, e que este fenômeno se deve ao bloqueio destas frentes frias, ocorrido no Oceano Pacífico, o presente estudo deverá ter continuidade, usando dados ambientais tanto locais quanto globais para compor um quadro elucidativo dos processos dinâmicos envolvidos. Esse estudo permitirá que, no futuro, possamos ter previsões mais acertadas de eventuais ondas de calor e de estiagem que venham a afetar o país.

Referências Bibliográficas

AMBRIZZI, T.; R. MARQUES, R.; NASCIMENTO, E. Bloqueios Atmosféricos. In: CAVALCANTI, I. F. A., FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M.G.A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Organizadores). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina M. G. A. de Textos. 2009.

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

CAVALCANTI, I. F. A.; V. E. KOUSKY, **Frentes Frias sobre o Brasil**. In: CAVALCANTI, I. F. A., FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M.G.A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Organizadores). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2009.

KALNAY, E. e coautores. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. **Bull. Amer. Meteor. Soc.** **77**(3): 437-471. 1996.

KISTLER, R. e coautores. The NCEP-NCAR 50-Year Reanalysis: Monthly Means CD-ROM and Documentation. **Bull. Amer. Meteor. Soc.** **82**(2): 247-267. 2001.

SAHA, S. e coautores. The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. **Bull. Amer. Meteor. Soc.** **91**(8): 1015-1057. 2010.