

A influência do desmatamento na Amazônia sobre a pluviosidade da Região Sudeste e sua relação com a crise hídrica paulistana (2013-2016)

Apesar do Brasil possuir algumas das maiores reservas de água doce do planeta, o país sofre com secas periódicas. De norte a sul esses fenômenos são observados, principalmente no Nordeste, onde os efeitos são mais pronunciados. Recentemente, a região mais rica e desenvolvida do país sentiu os efeitos de uma estiagem até então sem precedentes. A seca somada a outros fatores culminaram no que foi denominado “crise hídrica”. São diversas as causas da escassez de água que se instaurou não só na Região Metropolitana de São Paulo, entre o final de 2013 e até o começo de 2016, como também em outros estados do Sudeste. Na capital paulista a crise hídrica só teve seu fim decretado, pelo menos na cidade de São Paulo, quando os reservatórios do sistema Cantareira mostraram níveis satisfatórios de recuperação.

Muito se debateu, e ainda se debate, a respeito das principais causas desta falta de água histórica. Aponta-se para a má gestão dos recursos hídricos pelo Governo do Estado de São Paulo através da principal operadora, a Sabesp, como uma das causas primordiais visto que o processo de estiagem da região sudeste é natural e deveria ter sido levado em conta na elaboração das políticas de gerenciamento. Coutinho et al.^[1] em um estudo publicado em 2015, detalha os principais problemas de administração que levaram o Sistema Cantareira, responsável por abastecer cerca de 5,3 milhões de pessoas^[2], ao menor nível registrado desde a sua inauguração na década de 1980.

Somado a ineficiência do Governo Paulista, há dados^{[3][4]} mostrando que o padrão inconsequente de consumo de água característico do cidadão paulista e de grandes empresas e instituições foram determinantes para a drástica redução dos níveis de água dos principais reservatórios e o agravamento da crise hídrica. Somente após incentivos como multas e descontos sobre a taxa de água observou-se a redução do consumo. Sabe-se também que as causas da estiagem que castigou a região Sudeste durante o verão de 2014 são principalmente climatológicas^[5]. A variação climática durante esse período foi anômala, a presença de bloqueios atmosféricos contribuiu significativamente para esse colapso do

sistema de distribuição de água visto que os níveis de precipitação foram os mais baixos desde que pluviosidade começou a ser registrada década de 1930 pelo IAG/USP^{[5][6][7]}.

Ao analisarmos os efeitos da crise hídrica sob uma visão mais ampla, podemos notar que a Região Sudeste sofreu durante o período de estiagem em vários aspectos, tanto ambiental quanto socioeconômico. Observou-se o aumento de queimadas em vários pontos dessa região, como no Rio de Janeiro e Minas Gerais^[8], além da diminuição da produção de energia pelas hidrelétricas^[9]. Na região sudeste observou-se uma forte retração da economia nesse período, com danos significativos inicialmente para a agricultura, porém sentidos, com o agravamento da estiagem, em alguns setores da indústria como Alimentício e Químico^[10]. Observando o estado de São Paulo, nota-se que o habitante dessa região ficou sujeito a aumentos significativos nas taxas de energia elétrica^[11] e água e esgoto, além de estarem sujeitos a racionamentos de água não assumidos pelo governo do Estado^[12]. Importante ressaltar que durante estes períodos de estiagem a saúde dos habitantes das regiões afetadas fica seriamente ameaçada, favorecendo surtos de doenças transmitidas pela água sem contar a queda na qualidade do tratamento desse recurso tão importante^[13].

As precipitações da região sul do continente americano são formadas por uma série de sistemas meteorológicos, sujeitos a influências diversas^[5]. Uma parte significativa das chuvas dessa região é formada pelo influxo de vapor de água oriundo da evapotranspiração do solo e plantas em regiões mais afastadas, como a Amazônia. Principalmente no verão observa-se a formação de um grande corredor de umidade que corta o país denominado Zona de Convergência [de umidade] do Atlântico Sul (ZCAS) ^{[14][15]}. Durante a estiagem do Sudeste, observou-se a formação da ZCAS, porém essa não pôde penetrar efetivamente a região dado um bloqueio atmosférico de alta pressão^[5]. Esse bloqueio também não permitiu a entrada das massas de ar frio vindas do polo sul. Muitos especialistas afirmaram que o bloqueio teve uma ação maior do que era prevista, durando aproximadamente 45 dias, fato não observado a cinco décadas^[16]. As figuras **1** e **2** ilustram como são formadas as chuvas e a ação da zona de alta pressão anômala (representada por A) principal causadora da estiagem no Sudeste em 2014.

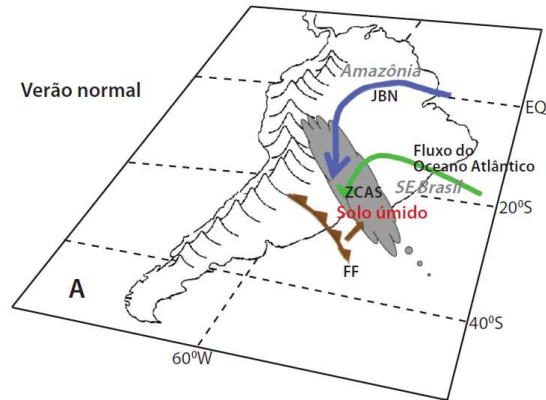


Figura 1. Verão Climatológico ou Normal. A umidade vinda da Amazônia (JBN) somada com a umidade do atlântico e as frentes frias (FF) vindas do Sul formam a ZCAS. Com a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul observa-se altas níveis de precipitação no Sudeste. Adaptado de Marengo et. al. [36]

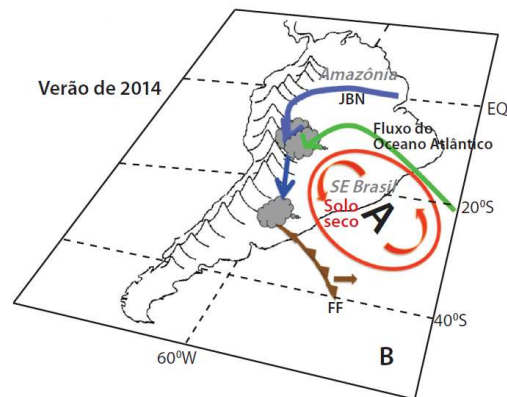


Figura 2. Verão de 2014, classificado como um verão seco e anômalo. Nota-se a presença de uma zona de alta pressão (A) que atua como bloqueio atmosférico impedindo a entrada de umidade vinda dos 3 principais sistemas meteorológicos para o Sudeste e a consequente formação da ZCAS. Adaptado de Marengo et. al. [36]

A evapotranspiração, a grosso modo, pode ser descrita como um processo pelo qual as águas da chuva retornam para atmosfera, na forma de vapor de água, contribuindo assim para os ciclos de chuva. Em áreas florestadas, medir a evaporação do solo e a transpiração das plantas de maneira separada é um desafio que ainda não foi superado com praticidade, por isso considera-se o efeito dos dois processos no termo evapotranspiração. É um fenômeno observado em qualquer área com vegetação, inclusive em áreas urbanas e periurbanas, porém, visto a colossal extensão da floresta amazônica os efeitos desse processo se mostram em escala continental[16].

Estima-se que existam cerca de 600 bilhões de árvores na Amazônia, cada uma delas em média transpira cerca de 1000 litros por dia. Juntas, elas são responsáveis pela evapotranspiração de aproximadamente 20 trilhões de litros por dia^[17]. É número astronômico, superior até mesmo a vazão de 17 trilhões de litros do maior rio de água doce do mundo^[16]. Segundo o pesquisador Antônio Nobre^{[17][18]} sem a Amazônia, o quadrilátero composto pelas cidades de Cuiabá a Buenos Aires e de São Paulo aos Andes seria um deserto. Posição polêmica, porém, dividida com várias ressalvas por outros pesquisadores^[19].

O desmatamento na Amazônia tornou-se um processo constante. De acordo com dados recentes do Projeto PRODES^[20], que monitora o status do desmatamento da floresta por corte raso (eliminação completa da vegetação) usando satélites, cerca de 7989 km² foram desmatados entre 2015 e 2016. Em um único ano de monitoramento foi possível observar a perda de uma área verde similar a 5 vezes o tamanho da cidade de São Paulo. São números alarmantes dados os benefícios ecossistêmicos provenientes dessa floresta. Muitos estudos^{[21][22]} demonstram que as principais causas da destruição da Amazônia Legal são os avanços da agricultura e da pecuária sobre a floresta, porém os mesmos explicitam que as políticas públicas e de crédito atuam fortemente nesse aspecto.

Ainda assim, mesmo com as altas taxas de desmatamento, a Amazônia possui cerca de 60% de todas as florestas tropicais do planeta^[16], logo, a devastação dessa área pode trazer efeitos irremediáveis dada sua importância e extensão. A destruição dessas áreas além de gerar danos para biodiversidade local, principalmente por meio de destruição de habitats, que pode ocasionar extinções, causa erosão do solo, liberação de CO, CO₂ e O₃ dentre outros gases poluentes em decorrência das queimadas. Fica claro que o desmatamento prejudica uma série de outros benefícios ecossistêmicos que não tiveram sua importância percebida ainda pela sociedade civil, como a contribuição para o processo de formação de nuvens, tão importante para os ciclos de chuva no Cone Sul da América Latina.

Foi por meio do pesquisador José Marengo, atual integrante do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), que o termo “rios aéreos” foi popularizado^[23]. Esse serviu para denominar o deslocamento de massas de vapor de água, formadas principalmente região norte do continente, que se deslocavam para a região do Cone Sul da América Latina. Tal conceito se tornou muito conhecido, tanto no meio científico (onde

também são chamados de *jatos de baixos níveis*) quanto no cotidiano através das mídias^{[23][24]}.

Os jatos de baixos níveis ou “rios aéreos” foram descritos inicialmente na década de 60 por pesquisadores americanos que estudavam como estas massas de umidade, formadas no Golfo do México, influenciavam o clima na América do Norte^[25]. Na América do Sul, essas grandes correntes de umidade podem atingir alturas médias de 3 km, algumas centenas de largura e milhares em extensão, podendo viajar a cerca de 50 km por hora. São de grande interesse inclusive de outros países da América do Sul, como Bolívia, Paraguai Uruguai e Argentina, visto a contribuição dessa umidade para as chuvas que afetam a agricultura na bacia do rio Prata^[26].

Em 2012, Spracklen et al.^[27] demonstraram com dados empíricos qual é o papel desempenhado pela floresta tropical nesse transporte de umidade, ligando regiões ricas em vapor de água com regiões pobres. O mesmo estudo apresenta os efeitos do desmatamento: áreas desmatadas produzem duas vezes menos chuvas do que áreas não-desmatadas.

Em um estudo publicado em 2014, Makarieva et al.^[28] introduziram uma nova visão climatológica a respeito do fenômeno de condensação que gerou uma grande controvérsia no meio científico. A teoria desses pesquisadores foi denominada “teoria da bomba biótica de umidade”, essa consiste numa série de conjecturas que explicam como a floresta Amazônica consegue “puxar” ou “bombear” os ventos alísios contendo umidade proveniente do oceano. Em outras palavras a floresta gera sua própria chuva. Além disso, a floresta Amazônica permite reabastecer os ventos com mais umidade oriunda da evapotranspiração. Na ausência da Amazônia, os ventos alísios carregados de umidade proveniente do Atlântico ficariam secos antes de chegar em outros estados^{[5][17]}.

É importante salientar que a umidade proveniente da evapotranspiração que ocorre na Amazônia só migra em direção a região sul do continente pela presença da cordilheira dos Andes. Essa grande cadeia de montanhas, com altura média de 4 km, se estende do norte da Venezuela até o outro extremo na Argentina e funciona como uma barreira que impede a passagem dos ventos alísios oriundos do oceano Atlântico se dirijam em direção ao oceano Pacífico. A cordilheira funciona como um acelerador desses ventos úmidos, que redireciona os rios aéreos em direção a região centro e sul do Brasil como Mato Grosso, São Paulo e Santa Catarina^{[5][17][29]}.

Já é um fato que a floresta Amazônica tem influência sobre o clima, não apenas sobre do Brasil, como também de outros países, os diversos estudos aqui referenciados demonstraram teoricamente e empiricamente como se dá parte dessa influência. A principal evidência de que o desmatamento na Amazônia afeta a pluviosidade do sul do país é a diminuição das massas de vapor de água que são formadas. Essa diminuição pode interferir diretamente nas dimensões dos rios aéreos, prejudicando o processo de formação das ZCAS que chegam no Estado de São Paulo e conseqüentemente na capital. Com o desflorestamento é possível inferir que ocorram também cada vez mais interrupções dos fluxos dos rios aéreos, isto é, estas massas de umidade não são alimentadas com a evapotranspiração proveniente dessas aéreas desmatadas^[27].

Em 2014 observou-se que, enquanto São Paulo vivia uma das maiores crises hídricas já registradas no estado, na Amazônia chovia a ponto de causar enchentes do Rio Negro e do Rio Madeira^[30]. Porém, nota-se que a essas correlações e possíveis causalidades só chamaram atenção de alguns grupos de pesquisadores e não da comunidade científica como um todo, como podemos observar pelo número de trabalhos publicados referente ao tema^{[5][17][31]}.

No relatório elaborado por Nobre^[17] sobre o funcionamento e o futuro do clima da Amazônia, o pesquisador, através de uma ampla revisão da literatura da área, apresentou de forma clara uma grande quantidade de evidências concretas de que parte da umidade que entra no Sul e Sudeste da Brasil é de fato advinda da floresta. Resta saber o quanto dessa umidade de fato precipita na forma de chuva.

De acordo com Marengo^[19] e Marengo & Alves^[5] ainda não sabemos exatamente quanto foi a contribuição da falta de rios aéreos para a crise hídrica na cidade de São Paulo, nem há estudos específicos em relação a isso. Sabe-se também, como foi mencionado acima, que as chuvas da região sul do país não dependem unicamente desse fenômeno de umidade. Segundo Marengo & Alves^[5], o problema de atribuir o desmatamento (e conseqüente formação de rios aéreos) como causa direta da crise hídrica reside na falta de dados: a série temporal de dados sobre precipitação a ser analisada é muito curta e não permite constatar a causalidade entre a redução dos rios aéreos e a estiagem do Sudeste.

Cabe aqui observar que mesmo quando os rios aéreos chegam na região sul, estudos mostram que é possível que ao invés de umidade eles estejam carregando poluentes e matéria biológica oriunda das grandes queimadas das áreas verdes da floresta^{[32][33]}. Esses

poluentes podem ter influência direta sobre a saúde dos habitantes dessas áreas, aumentando risco de doenças respiratórias principalmente. Vale ressaltar que os gases provenientes dos desmatamentos também podem interferir diretamente no ciclo das chuvas, pois esses gases tornam o clima mais seco e elevam significativamente a temperatura^[26].

O ecossistema amazônico tem se mostrado bastante resiliente^[34], apesar dos constantes danos causados pelo ser humano. Porém alguns estudos já apontam que estamos nos aproximando de um ponto de não-retorno, no qual o ecossistema defenderia um novo ponto de “homeostase”. Existem hipóteses de que talvez ocorra a savanização ou até mesmo a desertificação desse bioma, dado degradação e desmatamento a qual estamos submetendo a floresta^{[17][35]}.

Em suma, é inegável a importância da Amazônia como refúgio de uma enorme biodiversidade e beleza natural. Entretanto, a fauna, flora e a grandiosidade da floresta, constituintes do valor intrínseco dessa não devem ser os únicos eixos norteadores das políticas de conservação. A crise hídrica na região Sudeste nos serve de alerta. Apesar de não existirem estudos climatológicos que quantifiquem a influência dos rios aéreos sobre os fenômenos de estiagem no Brasil, existem muitos apresentando que a ação das florestas sobre o clima é algo real. É imperativo que a sociedade civil, científica e os tomadores de decisão como um todo tenham plena consciência dos serviços/benefícios ecossistêmicos que são concedidos a nós e como esses afetam o nosso cotidiano, não importando a distância que estejamos do oceano verde.

Referências:

1. Coutinho, R. M., Kraenkel, R. A., Prado, P. I. (2015). Catastrophic Regime Shift in Water Reservoirs and São Paulo Water Supply Crisis, 10(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138278>
2. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Região Metropolitana de São Paulo. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=36>>. Acesso em: 02/05/2017
3. Velasco, Clara; Reis, Thiago; Aragão, Leo. Infográfico: Mapa do Consumo de água em São Paulo. G1. Disponível em: <<http://especiais.g1.globo.com/sao-paulo/mapa-do-consumo-de-agua/>>. Acesso em: 02/05/2017
4. Rodrigues, C.; Villela, F. N. J. Disponibilidade e escassez de água na Grande São Paulo: elementos-chave para compreender a origem da atual crise de abastecimento. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 399-421, mês. 2016. ISSN 2179-0892.
5. Marengo, J. A., & Alves, L. M. (2015). Crise Hídrica em São Paulo em 2014: Seca e Desmatamento. GEOUSP: Espaço E Tempo (Online), 19(3), 485. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.100879>
6. Barifouse, R. (2014). Maior crise hídrica de São Paulo expõe lentidão do governo e sistema frágil. BBC Brasil, São Paulo, 22 mar. 2014. Disponível em:

- <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/03/140321_seca_saopaulo_rb#orb-banner>. Acesso em: 02/05/2017.
7. Obregón, G. O., Marengo, J. A., & Nobre, C. A. (2014). Rainfall and climate variability: Long-term trends in the Metropolitan Area of São Paulo in the 20th century. *Climate Research*, 61(2), 93–107. <https://doi.org/10.3354/cr01241>
 8. Davée-Guimarães, J.R. (2014). Desmatamento, secas e queimadas, um círculo suicida. *Ciência Hoje*. Disponível em: <http://www.cienciahoje.org.br/noticia/v/ler/id/2850/n/desmatamento,_secas_e_queimadas,_um_circulo_suicida>. 31 out. 2014. Acesso em: 02/05/2017
 9. O Economista. (2015). Crise hídrica afeta distribuição de água e energia elétrica no país. Disponível em: <<https://www.oeconomista.com.br/crise-hidrica-afeta-distribuicao-de-agua-e-energia-eletrica-no-pais/>>. 21 fev. 2015. Acesso em: 03/05/2017
 10. Martins, R. (2015). A seca já começou a afetar a economia. *Carta Capital*. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/revista/835/a-seca-da-economia-4105.html>>. 11 de fev. 2015. Acesso em: 03/05/2017
 11. Laporta, T. (2015). Crise da água pesa na conta de luz e eleva ainda mais a inflação. G1. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/crise-da-agua/noticia/2015/03/crise-da-agua-pesa-na-counta-de-luz-e-eleva-ainda-mais-inflacao.html>>. 31 de mar. 2015. São Paulo. Acesso em: 02/05/2017
 12. Rodrigues, B., Brenha, H. (2014). São Paulo tem 2,1 milhões de pessoas sob racionamento. *Folha de São Paulo, caderno Cotidiano*. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/08/1498512-sao-paulo-tem-21-milhoes-de-pessoas-sob-acionamento.shtml>>. 11 de ago. 2014. Acesso em: 02/05/2017
 13. Spilki, F. R. (2015). Crise hídrica, saúde e parâmetros de qualidade microbiológica da água no Brasil. *Revista USP*, n. 106. p. 71-78. São Paulo. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/viewFile/109119/107624>>. Acesso em: 04/05/2017
 14. Pegorim, J. (2016). ZCAS se forma sobre o Brasil. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/noticia/2016/01/15/zcas-se-forma-sobre-o-brasil-4321>>. Acesso em: 02/05/2017
 15. Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais (INPE). Projeto ZCAS. Disponível em: <<http://zcas.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 04/05/2017
 16. Nobre, C. A., Marengo, J. A., Seluchi, M. E., Cuartas, A., & Alves, L. M. (2016). Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. *Journal Of Water Resource and Protection*, 8(February), 252–262. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.82022>
 17. Nobre, A.D, 2014, O Futuro Climático da Amazônia, Relatório de Avaliação Científica. Patrocinado por ARA, CCST-INPE e INPA. São José dos Campos, Brasil, 42p.
 18. Nobre, A. D. (2010). Antônio Donato Nobre: Há um rio sobre nós. Disponível em: <https://www.ted.com/talks/antonio_donato_nobre_the_magic_of_the_amazon_a_river_that_flows_invisibly_all_around_us>. Acesso em 01/05/2017.
 19. Guimarães. M. (2014). Dança da Chuva. *Revista Pesquisa FAPESP*. Edição 226, dez. 2014. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2014/12/29/danca-da-chuva/>>. Acesso em: 02/05/2017
 20. Projeto PRODES. Taxas anuais de desmatamento – 1988 até 2016. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2016n.htm>. Acesso em: 02/05/2017
 21. Margulis, S. (2003). *Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira*. *Bras Banco Mundial* (Vol. 80). Retrieved from <http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1185895645304/4044168-1185895685298/010CausasDesmatamentoAmazoniaBrasileira.pdf>

22. Diniz, M. B., de Oliveira Junior, J. N., Neto, N. T., & Diniz, M. J. T. (2009). Causas do desmatamento da Amazônia: Uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira. *Nova Economia*, 19(1), 121–151. <https://doi.org/10.1590/S0103-63512009000100006>
23. Projeto Rios Voadores. O fenômeno dos Rios Voadores. Disponível em: <<http://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/>>. Acesso em: 02/05/2017
24. Baima, C. (2010). Entenda como os rios voadores comandam o tempo no Brasil. G1. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/entenda-como-os-rios-voadores-comandam-tempo-no-brasil-2974269>>. 27 jul. 2010. Acesso em: 02/05/2017
25. Bonner, W. D. (1968). Climatology of the Low Level Jet. *Monthly Weather Review*, 96(12), 833–850. [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1968\)096<0833:COTLLJ>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1968)096<0833:COTLLJ>2.0.CO;2)
26. Bicudo, F. (2005). O mapa dos ventos. Revista Pesquisa FAPESP. Edição 114, ago. 2015. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2005/08/01/o-mapa-dos-ventos/>>. Acesso em: 02/05/2017
27. Spracklen, D. V., Arnold, S. R., & Taylor, C. M. (2012). Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*, 489(7415), 282–285. <https://doi.org/10.1038/nature11390>
28. Makarieva, A. M., Gorshkov, V. G., Sheil, D., Nobre, A. D., Bunyard, P., & Li, B.-L. (2014). Why Does Air Passage over Forest Yield More Rain? Examining the Coupling between Rainfall, Pressure, and Atmospheric Moisture Content. *Journal of Hydrometeorology*, 15(1), 411–426. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-12-0190.1>
29. Insel, N., Poulsen, C. J., & Ehlers, T. A. (2010). Influence of the Andes Mountains on South American moisture transport, convection, and precipitation. *Climate Dynamics*, 35(7), 1477–1492. <https://doi.org/10.1007/s00382-009-0637-1>
30. Espinoza, J. C., Marengo, J. A., Ronchail, J., Carpio, J. M., Flores, L. N., & Guyot, J. L. (2014). The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient. *Environmental Research Letters*, 9(12), 124007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124007>
31. Nobre, C. A., Marengo, J. A., Seluchi, M. E., Cuartas, A., & Alves, L. M. (2016). Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. *Journal of Water Resource and Protection*, 8(February), 252–262. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.82022>
32. Castañeda, M. E. and Ulke, A. G. (2015), Analysis of atmospheric conditions associated to CHACO events of the Low Level Jet East of the Andes and their implications for regional transport. *Int. J. Climatol.*, 35: 4126–4138. DOI:10.1002/joc.4272.
33. Liu, H., He, M., Wang, B., & Zhang, Q. (2014). Advances in low-level jet research and future prospects. *Journal of Meteorological Research*, 28(1), 57–75. <https://doi.org/10.1007/s13351-014-3166-8>
34. Phillips, O. L., Rose, S., Mendoza, A. M. and Vargas, P. N. (2006), Resilience of Southwestern Amazon Forests to Anthropogenic Edge Effects. *Conservation Biology*, 20: 1698–1710. DOI:10.1111/j.1523-1739.2006.00523.x
35. Oyama, M. D., & Nobre, C. A. (2003). A new climate-vegetation equilibrium state for tropical South America. *Geophysical Research Letters*, 30(23), 2199. <https://doi.org/10.1029/2003GL018600>
36. Marengo, J. A., Nobre, C. A., Seluchi, M. C., Cuartas, A., Alves, L. M., Mendiando, E. M., Obregón, G., Sampaio, G. (2015). A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. *Revista USP* 106, 31-44