

A agrometeorologia na solução de problemas multiescala



XX CBAGRO

**Congresso Brasileiro
de Agrometeorologia**



V SMUD

**Simpósio de Mudanças
Climáticas e Desertificação no
Semiárido Brasileiro**

ANAIIS 2017

**14 a 18 de Agosto de 2017, Univasf,
Complexo Multieventos, Juazeiro-BA**



Anais 2017

ANAIS DO XX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA E V SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Petrolina - PE | Juazeiro - BA
14 a 18 de Agosto de 2017

Editores Técnicos

Magna Soelma Beserra de Moura e Thieres George Freire da Silva

Editoração Eletrônica

Alisson Amorim Siqueira

Todos os resumos neste livro foram reproduzidos de cópias fornecidas pelos autores e o conteúdo dos textos é de exclusiva responsabilidade dos mesmos. A Coordenação do XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e o V Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido não se responsabiliza por consequências decorrentes do uso de quaisquer dados, afirmações e/ou opiniões inexatas ou que conduzam a erros publicados neste livro de trabalhos.

Coordenação do XX CBAGRO e V SMUD

Copyright © 2017 - Sociedade Brasileira de Agrometeorologia

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida, arquivada ou transmitida, em qualquer forma ou por qualquer meio, sem permissão escrita da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia

Congresso Brasileiro de Agrometeorologia (20.: 2017; Petrolina, PE; Juazeiro, BA).

A agrometeorologia na solução de problemas multiescala: anais/V Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido. Petrolina, PE; Juazeiro, BA, 14 a 18 agosto de 2017 / Editores, Magna Soelma Beserra de Moura, Thieres George Freire da Silva - Petrolina, PE; Juazeiro, BA: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia; Embrapa, 2017.

3141 p.

ISBN:

1. Agrometeorologia. 2. Bioclimatologia. 3. Produção Agropecuária. 4. Mudança climática. 5. Desertificação.
6. Região Semiárida. I. Moura, Magna Soelma Beserra de. II Silva, Thieres George Freire de. III. Título. XX CBAGRO. V SMUD.

Promoção e Realização



INFLUÊNCIA DO EL NIÑO NOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS E BALANÇO HÍDRICO DO SOLO EM MANAUS.

Isaac Cohen Antonio¹

¹Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, isaac.cohen@embrapa.br

RESUMO: Os eventos extremos das variações positivas do fenômeno ENOS dos últimos 66 anos, ocorridos em 97/98 e 15/16, podem ter gerado eventos iguais no regime de precipitação, temperaturas do ar e no balanço hídrico do solo na região de Manaus, nos anos de 1997/1998 e 2015/2016, ocasionando um forte e prolongado déficit hídrico para a região, com 6 meses de duração, nos anos de 1997 (junho a outubro e dezembro) e 2015 (julho a dezembro e janeiro de 2016), com significantes retiradas de água do solo quando comparado com o balanço hídrico da série 1971-2015. O déficit hídrico de 2015, prolongou-se até o mês de janeiro de 2016, neste último ano, o balanço hídrico do solo, apresentou três períodos de déficits hídricos intercalados por três períodos de excedente hídrico no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Parâmetros climáticos, agroclimatologia, ENOS.

EL NIÑO INFLUENCE OF EXTREME CLIMATE EVENTS AND HYDRIC SOIL BALANCE IN MANAUS

ABSTRACT: The extreme events of the positive variations of the last 66 years, of the ENSO phenomenon, occurred in 97/98 and 15/16, can be generated equal events in the precipitation regime, air temperatures and soil water balance in the Manaus region, in the years 1997/1998 and 2015/2016, causing a strong and prolonged water deficit for the region, with 6 months of duration, in the years of 1997 (June to October and December) and 2015 (July to December and January 2016), with significant water withdrawals from the soil, when compared to the water balance of the 1971-2015 series. The water deficit in 2015 year, continued until January 2016, in this last year, the soil water balance presented three periods of water deficits interspersed by three periods of water surplus in the soil.

KEY-WORDS: Climatic parameters, agroclimatology, ENSO.

INTRODUÇÃO

O acompanhamento dos parâmetros climatológicos através do registro diário, permite definir e avaliar se ocorrem mudanças no clima local. O fenômeno El Niño, que consiste na elevação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial, denominado de El Niño-Oscilação Sul (ENOS), ocorre com a periodicidade de quatro a doze anos, ocasionando a morte de plânctons e peixes, alterando a circulação dos ventos do Pacífico, criando padrões climáticos anormais no mundo todo (NOAA, 2005). As anomalias positivas do ENOS são denominadas de El Niño e as negativas de La Niña.

A definição oficial para o El Niño por consenso internacional, segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), divulgado por NOAA (2005), é que é um fenômeno que ocorre nas águas do Oceano Pacífico equatorial, quando a média de três meses consecutivos da temperatura positiva da superfície do mar, ultrapassa no mínimo

0,5 °C a Normal (período 1971-2000), na região do Niño 3.4, devendo permanecer com essas condições ao menos por cinco trimestres consecutivos ou seis meses seguidos (CONAGUA, 2010), podendo ter uma duração de doze meses ou mais (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 2017), que pode influenciar significativamente os padrões climáticos, as condições dos oceanos e as pescarias marítimas em várias partes do planeta, por um longo período de tempo (NOAA, 2016).

A oscilação positiva forte ou muito forte da TSM (temperatura da superfície do mar) do Pacífico Equatorial (fenômeno ENOS - El Niño Oscilação Sul), coincidiu com a redução de chuvas e baixo nível dos rios em vários anos no norte da Amazônia (MARENGO, 1992). Ronchail et al. (2002), estudando uma série de 1977 a 1999, concluíram que no pico de um evento El Niño, durante a estação seca, quando a TSM do Atlântico Norte está mais quente do que o normal, a influência do fenômeno El Niño predomina sobre as demais interações que determinam o clima e o regime de chuvas na Amazônia.

O objetivo deste trabalho foi constatar se houve alterações extremas nos parâmetros climáticos e balanço hídrico do solo na região de Manaus, utilizando os dados da série histórica da estação meteorológica convencional da Embrapa Amazônia Ocidental, nos mesmo anos em que houve variações positivas extremas do fenômeno ENOS no quadrante 3-4.

MATERIAL E MÉTODOS

Os parâmetros climáticos foram registrados na Estação Agroclimatológica convencional da sede Embrapa Amazônia Ocidental, localizada no km 29 da rodovia AM-10, nas coordenadas georreferenciadas de latitude -2°53'25", Longitude -59°58'06" e altitude de 102 metros acima do nível do mar. Segundo Teixeira et al (1984), o clima local, pela classificação climática de Köppen é do tipo AF, (clima tropical chuvoso), que tem como característica, a temperatura média do mês mais frio nunca inferior a 18°C e a média de precipitação do mês mais seco, acima de 60 mm, sem período seco (ALVARES et al. 2014) e segundo IBGE (2002), classifica-se como clima Equatorial quente úmido com 1 a 2 meses secos, com temperatura média do ar maior que 18°C, em todos os meses do ano.

O registro da temperatura do ar foi feito com leituras diretas nos termômetros de bulbo com tubo capilar de vidro, termômetro de máxima, termômetro de mínima e registros gráficos em termohigrógrafo. As temperatura médias foram obtidas através da média compensada, utilizando o método de Serra (1974).

A precipitação foi registrada através de coleta de chuvas em pluviômetro com 200 cm² de área de captação. A leitura do volume coletado, foi feita com proveta pluviométrica apropriada para o referido pluviômetro. Foram usados também os registros gráficos semanais do pluviógrafo PLG 01s.

Os dados coletados foram tratados no Laboratório de Agroclimatologia da Embrapa Amazônia Ocidental. As médias mensais das Temperaturas do ar e da Precipitação dos biênios 1997-1998 e 2015-2016, foram comparadas com as da Série Histórica 1971-2015.

O Balanço Hídrico do solo foi calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), para CAD (Capacidade de Água Disponível) de 50, 100, 200 e 300 mm. Utilizou-se para os cálculos, planilhas do Excel 2013.

Considerando que a localização da estação está próxima da linha do equador (Latitude: -2°53'25"), na zona de clima equatorial, adotou-se o dia de referência (Dref)

para o cálculo do número de horas de insolação e, a equação para o cálculo da declinação do sol, recomendados por Klein (1977).

A evapotranspiração potencial (ET_0) foi calculada usando a equação de Thornthwaite (1948), quando a temperatura média mensal foi maior ou igual a zero e menor que 26,5 °C e a equação de Wilmott et al. (1985), quando foi maior ou igual 26,5°C.

A evapotranspiração potencial (ET_0), também chamada de evapotranspiração de referência, foi ajustada com dois fatores de correção, um para a variação dos dias mensais e outro para o número de horas, devido a variação do número de dias dos meses e a variação do número de horas entre o início e o final da evapotranspiração no dia, que varia com a estação do ano e a latitude do sítio, segundo Wilm e Thornthwaite (1944).

Foi feita correlação do incremento da média dos três meses consecutivos da temperatura positiva da superfície do mar, que ultrapassaram no mínimo 0,5 °C acima da Normal (período 1971-2000), na região do Niño 3,4 publicados no sítio da National Oceanic and Atmospheric Administration ([NOAA](http://www.noaa.gov)) com o total mensal e o total trimestral da precipitação registrada nos anos de déficit hídrico do solo, severo e prolongado (1997 e 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Ano de 1997 em que ocorreu a segunda maior variação positiva do fenômeno ENOS, registrou o quinto menor volume de precipitação anual da série histórica, 2.243 mm, com 384 mm abaixo da média histórica. No mês de junho, quando o fenômeno El Niño já alcançava a categoria de moderado, com variação positiva acima de 1°C, a precipitação registrada neste mês ficou 101,4 mm abaixo da média histórica do mês, chovendo apenas 40,8% da média histórica. No mês de julho quando o El Niño já estava bem próximo da categoria forte, o total de chuvas ficou 77,4 mm da média histórica, chovendo 36,7% do esperado, sendo o menor volume de toda a série para este mês. Porém no mês de agosto, quando o El Niño já estava na categoria forte, as chuvas foram acima da média histórica, reduzindo o déficit hídrico do solo. Nos meses de setembro e outubro as chuvas foram abaixo da média e o déficit hídrico do solo continuou com consideráveis retiradas de água do solo para os CADs de 100 a 300 mm, com o El Niño chegando no nível de muito forte (variação acima de 1,5°C acima da Normal). Em Novembro houve chuvas acima da média com excedente hídrico no solo, quando o El Niño começou a decair, mas ainda permanecendo na categoria de muito forte. Em dezembro, as chuvas estiveram abaixo da série histórica e houve um déficit hídrico no solo (Figuras 1, 2, 7 e 8).

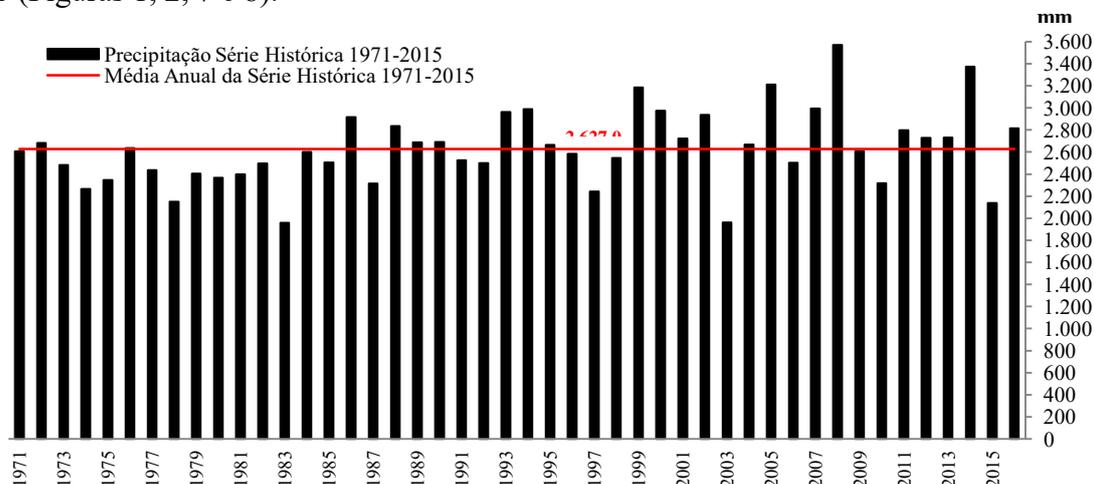


Figura 1. Variação interanual da precipitação comparada com a média da série histórica de 1971-2015, na Estação Agroclimatológica da sede da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

No ano de 2015, o total da precipitação pluviométrica foi de 2.139,2 mm, este volume foi 1.234,6 mm menor que o total de chuva registrado em 2014 e, ficou 487,8 mm abaixo da série histórica de 1971-2015, sendo o terceiro menor da série (Figura 1). Neste ano, foram registrados eventos extremos nos totais mensais de precipitação, nos meses de março (476,8 mm), que foi o maior total mensal do ano e de toda a série histórica e setembro (0,6 mm), que foi o menor para o mês de setembro em toda a série histórica (Figura 2). Dezembro também registrou baixo volume de precipitação (85,8 mm), foi o segundo menor da série para o mês, já em 2016, a precipitação de dezembro, foi a segunda maior da série por influência do esfriamento da TSM que sucede ao fenômeno El Niño, configurando-se no fenômeno denominado de La Niña, apesar desta ter sido classificada como fraca (Figuras 2 e 8).

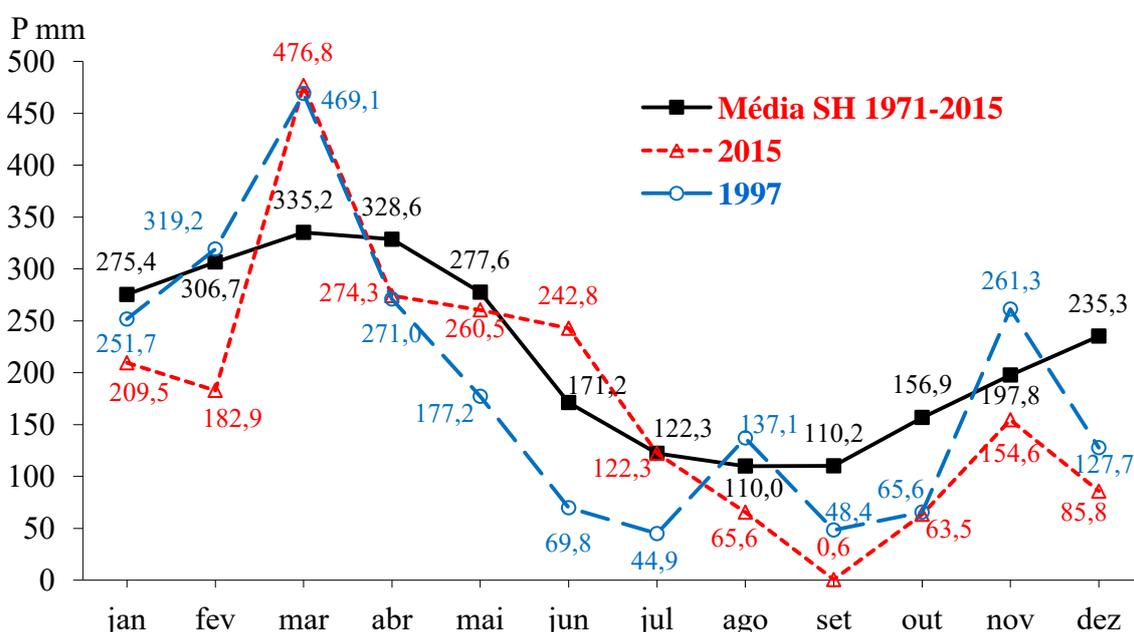


Figura 2. Variação interanual da precipitação do dos anos de 1997 e 2015, com a média da Série Histórica de 1971 a 2015. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

A temperatura média nos meses de julho a setembro no ano de 1997, foram as maiores de toda a série histórica, (Figura 3), coincidindo com as maiores elevações da TSM nas águas do Oceano Pacífico Equatorial para o período na série histórica do fenômeno El Niño, na região 3.4, desde 1950 (Figura 7). No ano de 2015 a temperatura média do mês de setembro foi a segunda maior da série histórica (29,6°C), com 3,0°C acima da média da série 1971-2015 (Figura 4) e, coincidentemente também foi a segunda maior TSM da série desde 1950 para este mês, nas águas do Oceano Pacífico Equatorial, do fenômeno El Niño na região 3,4 (Figura 7).

As médias das temperaturas máxima, mínima e média mensal, registradas em 2015 na Estação da Embrapa Amazônia Ocidental, ficaram acima da média da série de 45 anos (1971 a 2015), em quase todos meses, exceto no mês de janeiro, onde as temperaturas ficaram um pouco abaixo da média da Série histórica, caracterizando 2015 como um ano quente, como consequência do El Niño muito forte (Figura 4). Também foram registrados eventos extremos de temperatura em 2015, nos meses secos de julho (segunda maior máxima da série); agosto (maior máxima da série, terceira maior média

e mínima da série); setembro com a maior máxima (37°C), superando a média da série histórica em 3,7°C, a maior média das mínimas (23°C), com 0,8°C acima da média da série histórica e segunda maior média mensal, e outubro com a maior máxima e média da série e segunda maior mínima (Figura 4).

O Balanço hídrico do solo, mostra que em 1997, houve uma seca de junho a outubro e reposição de água do solo à partir com excedente hídrico no mês de novembro, devido o retorno das chuvas acima da Normal e novamente déficit hídrico em dezembro (Figura 5). Enquanto o balanço hídrico do solo da série 1971-2015, para Capacidade de Água Disponível no solo (CAD) de 50, 100, 200 e 300, não apresenta variações expressivas (Figuras 5 e 6).

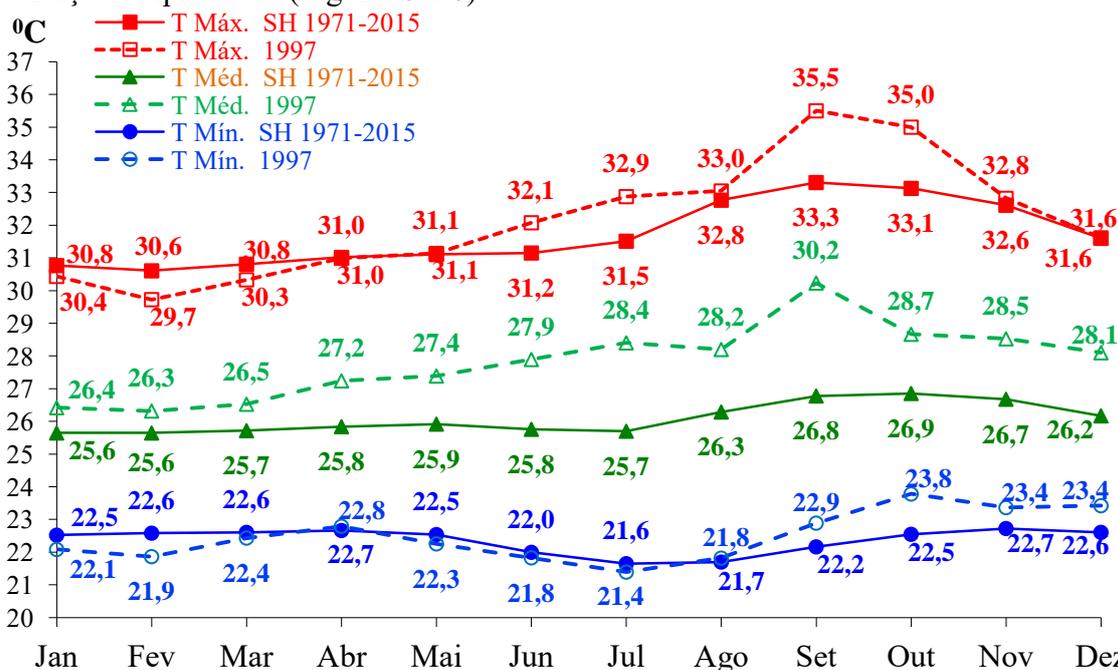


Figura 3. Variação mensal das temperaturas máxima, média e mínima do ano 1997 comparadas com respectivas séries históricas de 1971 a 2015. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

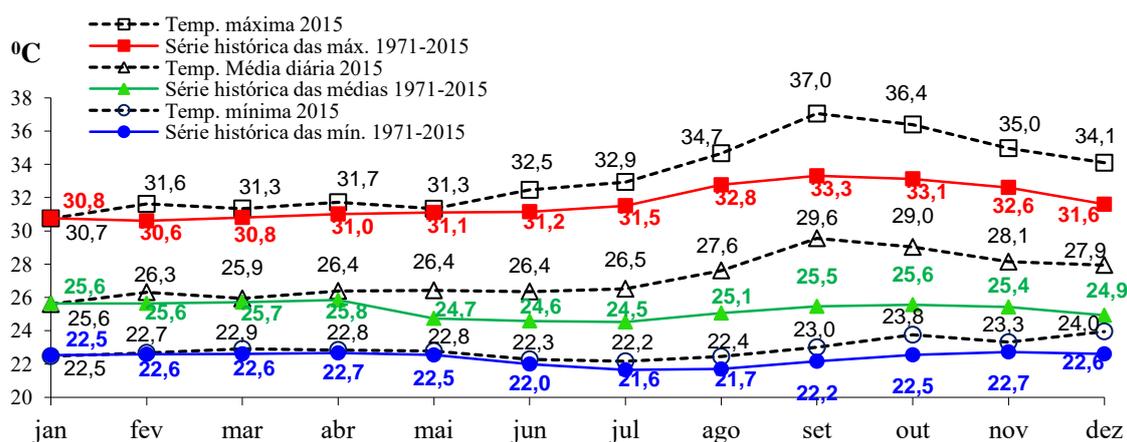


Figura 4. Variação mensal das temperaturas máxima, média e mínima do ano 2015 com respectivas séries históricas (1971-2015). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

Os resultados do balanço hídrico do solo, para capacidade de água disponível no solo (CAD) de 50, 100, 200 e 300 mm, dos anos 1997-1998, 2015-2016 e série histórica 1971-2015, são apresentados em forma de gráfico nas Figuras 5 e 6. O balanço hídrico de 2015, apresentou um período de déficit hídrico de 6 meses (julho a dezembro), para

capacidade de armazenamento de água do solo (CAS) de 50, 100, 200 e 300 mm, com retirada considerável de volume de água do solo, para CAS de 100, 200 e 300 mm, sem reposição do volume de água no solo. A maior variação positiva do fenômeno ENOS dos últimos 66 anos, no ano de 2015, coincidiu com o registro de fenômenos extremos no regime de precipitação e temperatura, ocasionando um forte e prolongado déficit hídrico de 6 meses (julho a dezembro), calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), com significantes retiradas de água do solo, quando comparado com o balanço hídrico da série 1971-2015, na região de Manaus. Este déficit prolongou-se até a primeira semana de janeiro de 2016, quando o fenômeno ENOS ainda se apresentava extremamente forte.

A seca hídrica de 2015, constitui-se numa das maiores secas agrícolas já registradas para a região de Manaus, muito semelhante a de 1997, quando houve também um período de 6 meses de déficit hídrico no solo, de maio a outubro, e também uma oscilação positiva muito forte do fenômeno ENOS, com a TSM elevando-se próximo aos 2,5°C (Figuras 6, 7 e 8). Estas secas de 1997 e 2015, evidenciam a influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) quadrantes 3.4, que apresentou em 2015, a maior anomalia já registrada desde os anos 1950, chegando próximo de +2,5°C em novembro, como pode ser visto na Figura 7 (USAID/FIU, 2016), sendo o mais forte da série desde janeiro de 1950, ultrapassando os de 1982/83 e 1997/98 como observa-se na Figura 8 (NULL, 2017). Em 2015 também foi registrado a maior seca hídrica do solo, no mês de setembro, o mais seco de toda a série (Figuras 2 e 6).

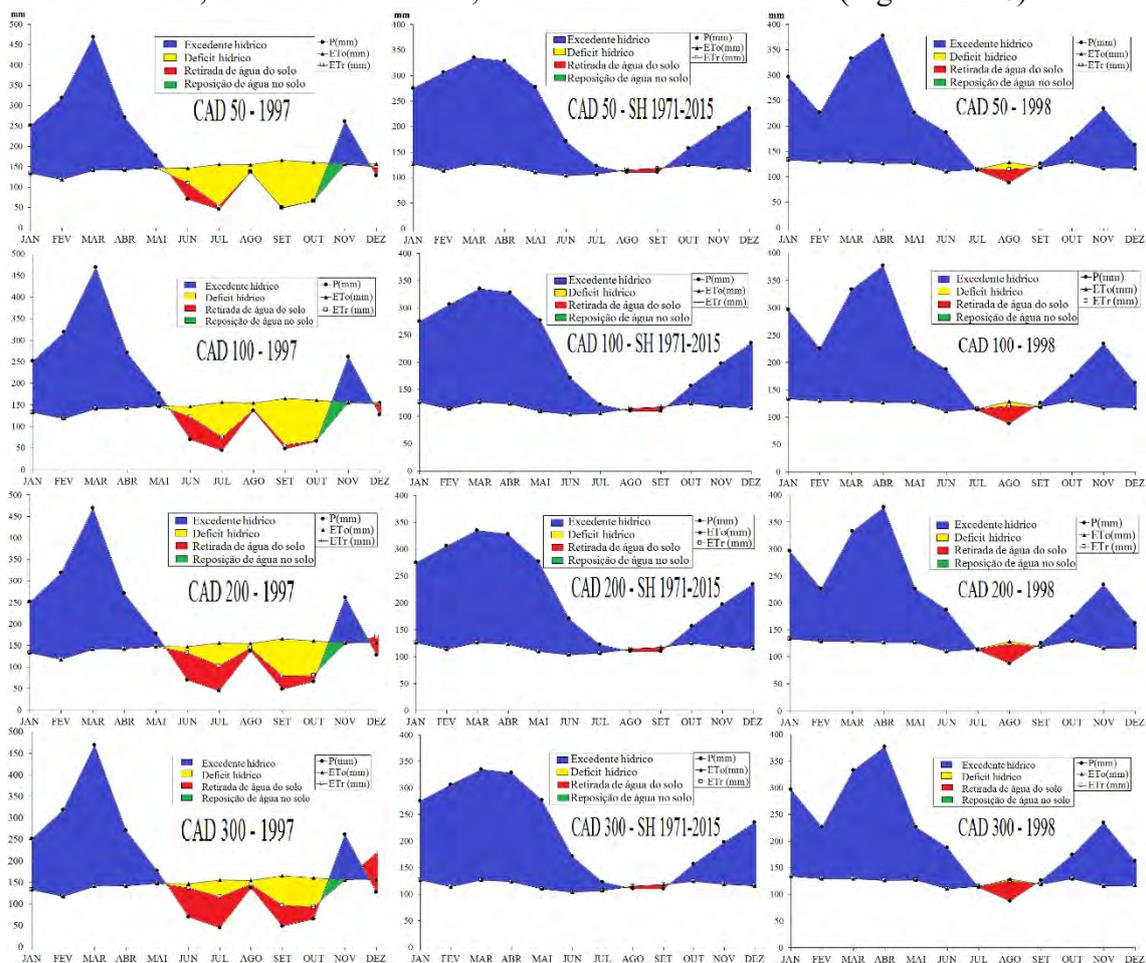


Figura 5. Balanço hídrico pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), de 1997, 1998 e série histórica 1971-2015, para CAD de 50, 100, 200 e 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

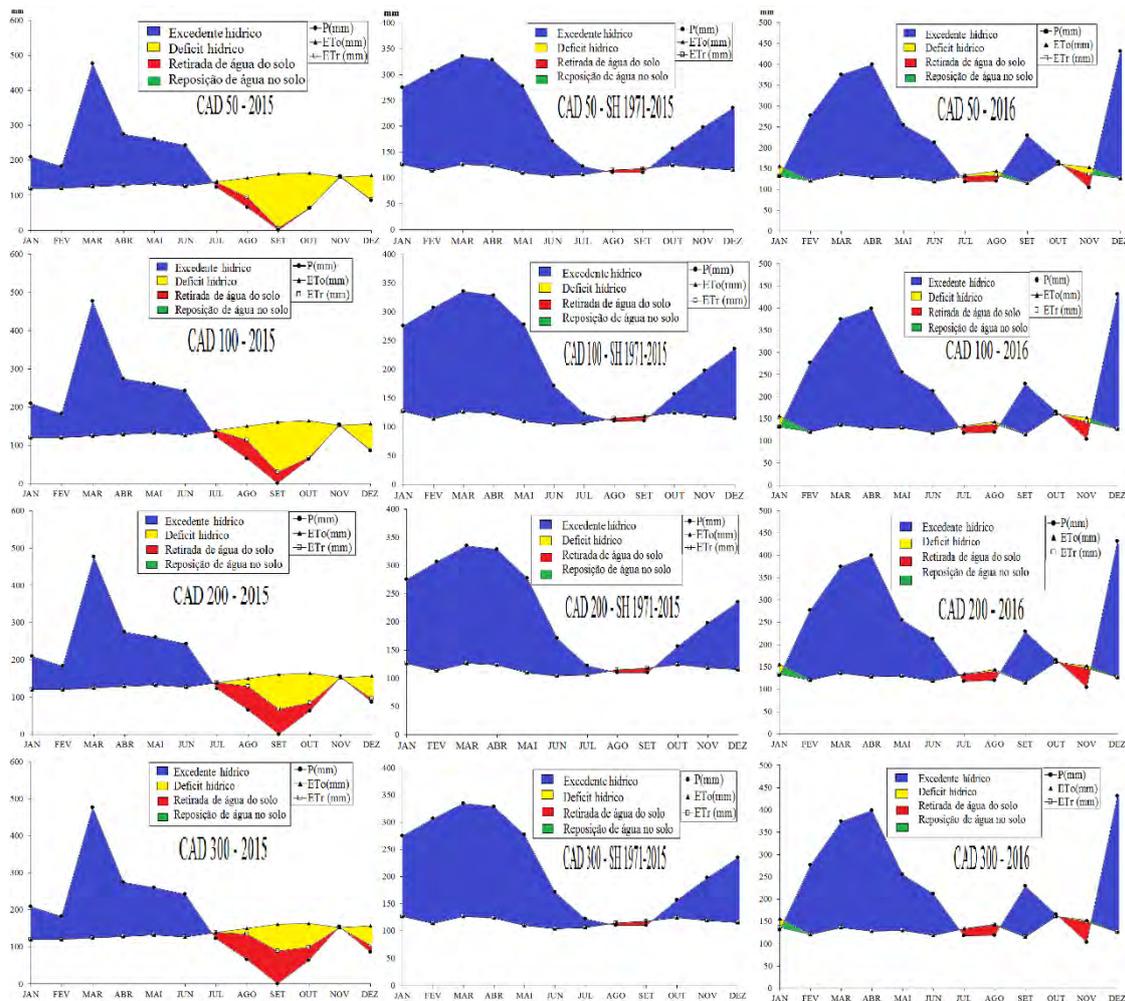


Figura 6. Balanço hídrico pelo método de Thornthwaite e Mather (1957), de 2015, 2016 e série histórica 1971-2015, para CAD de 50, 100, 200 e 300 mm. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM.

A maior anomalia positiva do fenômeno ENOS teve seu ápice em novembro de 2015, elevando o El Niño à categoria de muito forte, mantendo-se muito forte até o início fevereiro de 2016 (El Niño 3.4 do Pacífico Equatorial), começou a declinar lentamente em novembro de 2015 mas continuou muito forte em janeiro e no início fevereiro de 2016, depois passando para a categoria de forte (Figura 7). O efeito da forte variação positiva da TSM do fenômeno ENOS no balanço hídrico do solo de 2016 para CADs de 50, 100, 200 e 300 mm, produziu um déficit hídrico atípico, durante a primeira semana de janeiro (Figura 6). O ano de 2016 apresentou três períodos de déficit hídrico, o primeiro na primeira semana de janeiro, o segundo de julho a agosto e o terceiro de outubro a novembro, intercalados por três períodos de excedente hídrico, sendo um dos excedentes atípico no mês de setembro, devido ao total de precipitação neste mês ser mais que o dobro da normal, sendo o segundo maior da série histórica (Figura 6). O ENOS de 1997 que foi o segundo maior, também classificado na categoria muito forte, teve elevação da TSM superiores a de 2015 de maio a outubro e em novembro também teve sua elevação máxima (Figura 7, extraído de USAID/FIU, 2016).

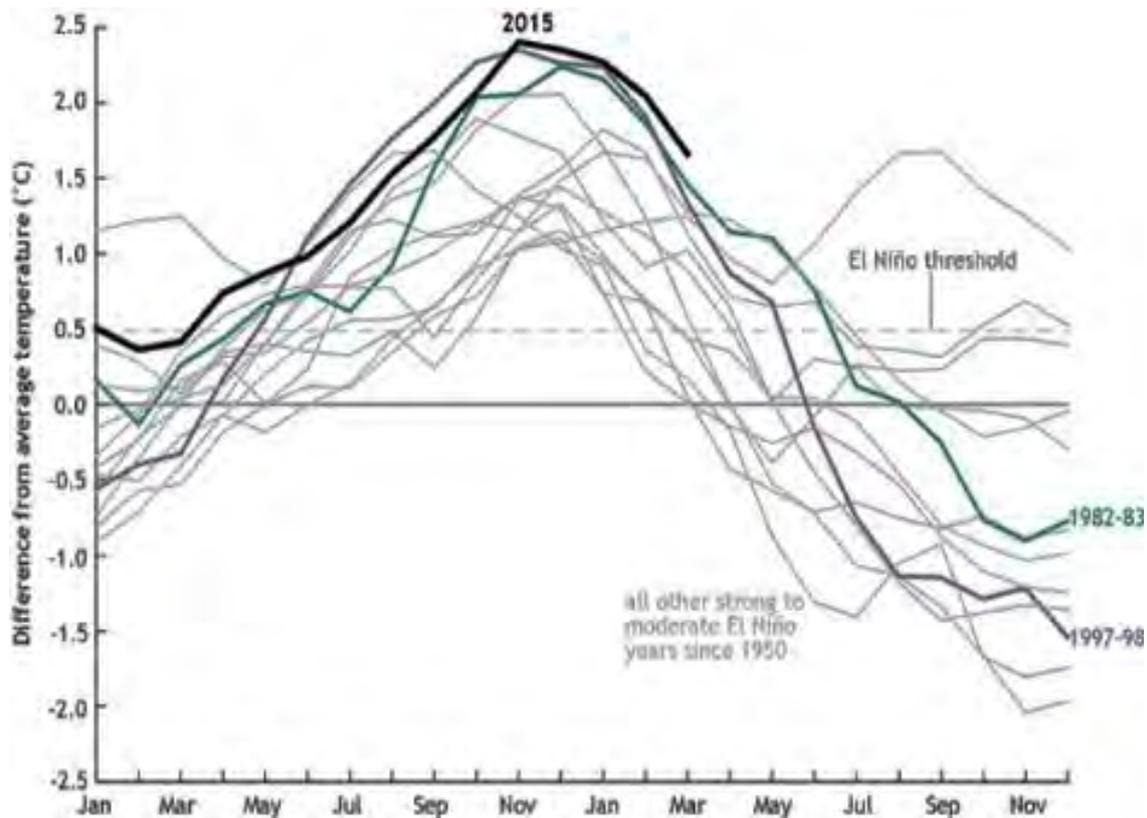


Figura 7. Variação mensal da TSM do fenômeno El Niño 3.4 bianual, desde 1950. Extraído de: USAID/FIU (2016).

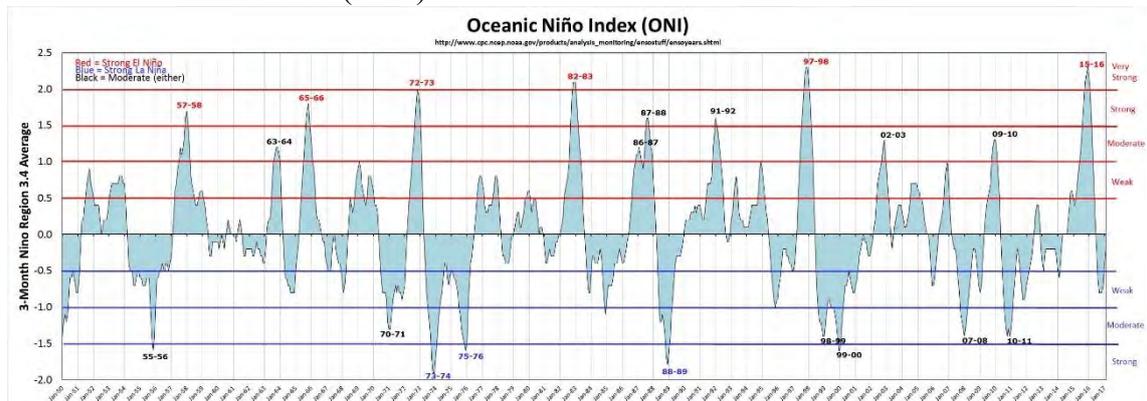


Figura 8. Variação interanual da TSM do fenômeno El Niño 3.4, desde jan/1950. Extraído de: Null (2017).

Foi feita correlação dos valores do Índice Oceânico do Niño (Oceanic Niño Index - ONI) apresentados por Null (2017), com os totais mensais de precipitação e com a diferença entre as médias trimestrais consecutivas de precipitação do ano e as médias trimestrais consecutivas da Normal de 1971-2000. As correlações do ENOS 1997/1998 e 2015/2016 com a variação da precipitação mensal e trimestral estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Correlações do ENOS 1997/1998 e 2015/2016 com a precipitação mensal e a diferença entre média da precipitação trimestral (MPtri) e a média da precipitação trimestral da Normal (MPtriN) de 1971 a 2000 na região de Manaus, com 95% de probabilidade. Embrapa Amazônia Ocidental (Rodovia Am-010, Km29).

Parâmetro	ENOS 97-98	ENOS 15-16
-----------	------------	------------

Precipitação	-0,61094258	-0,804835904
MPtri - MPtriN	-0,65539832	-0,842635529

CONCLUSÕES

A ocorrência de anomalias positivas do ENOS conjuntamente com fenômenos extremos de temperatura do ar e precipitação, registrados na estação agroclimatológica da Sede da Embrapa Amazônia ocidental, constitui-se numa evidência da influência das oscilações positivas extremas do El Niño no sistema de circulação atmosférica do local, interferindo na temperatura, no regime de chuvas e no armazenamento de água no solo, impactando as atividades agrícolas da região.

Foram encontrados fortes indícios da influência de extremos de variação positiva da TSM do fenômeno ENOS no quadrante 3,4 sobre os eventos extremos de precipitação e balanço hídrico do solo, com significantes retiradas de água do solo, quando comparado com o balanço hídrico da série 1971-2015, na região de Manaus. Quanto maior a duração e a variação positiva do ENOS, maior o efeito negativo nos eventos extremos de precipitação e por conseguinte nos níveis de armazenamento de água disponível do solo, exigindo a utilização de técnicas de irrigação para a manutenção de cultivos por seis meses durante o ano.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Amazônia Ocidental por fornecer todos os meios para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/mz/2013/00000022/00000006/art00008?token=004f10bb383a4b3b2570507b6c5f6c6a2d7c49665d2a726e2d58464340592f3f3b576b0d0e0f4ce>>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- CONAGUA. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. Servicio Meteorológico Nacional. **Descripción de El Niño**. 2010. Disponível em: http://smn1.conagua.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=266&Itemid=161. Acesso em: 22 mar 2017.
- IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil 2000**. Rio de Janeiro, 2002. v. 60. 834 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2000.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- KLEIN, S. A. Calculation of monthly average insolation on tilted surfaces. **Solar Energy**, v. 19, n. 4, p. 325-329, 1977. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0038092X77900019>>. Acesso em: 05 dez. 2016.
- MARENGO, J. A. Interannual variability of surface climate in the Amazon basin. **International Journal of Climatology**, v. 12, n. 8, p. 853-863, 1992. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/227957890_Interannual_variability_of_surface_climate_in_the_Amazon_Basin>. Acesso em: 14 mar. 2017.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Official Definitions Adopted for "El Niño," "La Niña" - International consensus will improve understanding of risks, mitigate effects.** Washington, D.C.: U. S. Department of State, 2005 Disponível em: <<http://iipdigital.usembassy.gov/st/english/texttrans/2005/04/200504281211221cnirellep0.8599665.html#ixzz4c5C21P6N> Official Definitions Adopted for "El Niño," "La Niña" - International consensus will improve understanding of risks, mitigate effects>. Acesso em: 22 mar. 2017.

NOAA - NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **What are El Niño and La Niña?** El Niño and La Niña are complex weather patterns resulting from variations in ocean temperatures in the Equatorial Pacific. 2016. Disponível em: <<http://oceanservice.noaa.gov/facts/ninonina.html>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

NULL, J. **El Niño and La Niña years and intensities based on Oceanic Niño Index (ONI).** s.l.: Golden Gate Weather Services, 2017. Disponível em: <<http://ggweather.com/enso/oni.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

RONCHAIL, J. et al. Interannual Rainfall Variability in the Amazon Basin and Sea-Surface Temperatures in the Equatorial Pacific and the Tropical Atlantic Oceans. **International Journal of Climatology**, v. 22, p. 1663-1686, 2002. Disponível em: <[http://www.homogenisation.org/files/private/WG1/Bibliography/Applications/Applications%20\(P-S\)/RONCHAIL_etal_2002.pdf](http://www.homogenisation.org/files/private/WG1/Bibliography/Applications/Applications%20(P-S)/RONCHAIL_etal_2002.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2017.

SERRA, A. **Médias mensais em meteorologia.** Rio de Janeiro: CNPq. Departamento Nacional de Meteorologia, 1974. 49 p.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948. Disponível em: <<https://www.unc.edu/courses/2007fall/geog/801/001/www/ET/Thornthwaite48-GeogrRev.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2016.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 1957. 311 p. (Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology; v. 10, n. 3).

USAID / FIU. UNITED STATES AGENCY INTERNATIONAL DEVELOPMENT. FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY. **El Niño Oscilación del Sur (ENOS) 2015-16:** Región de Latinoamérica y el Caribe. Extreme Events Institute - Disaster Risk Reduction Program. Reporte No. 4, Febr./Mar. 2016. Disponível em: <http://drr.fiu.edu/enso-201516/el-nino_espanol_report5.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2017.

WILM, H. G.; THORNTHWAITE, C. W. Reports, hydrology-1944. Report of the committee on transpiration and evaporation, 1943-44. 11 p. Disponível em:

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/TR025i005p00693/epdf>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Understanding the climate system. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/documents/climate_system.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2017.