



# **DETERMINAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE CLIMÁTICA À DESERTIFICAÇÃO PARA OS MUNICÍPIOS BAIANOS DE JUAZEIRO, CASA NOVA, SOBRADINHO E CURAÇÁ**

---

**Saulo Medrado dos Santos**  
*Universidade Federal da Bahia*

**Brauliro Gonçalves Leal**  
*Universidade Federal do Vale do São Francisco*

**Tatiana Ayako Taura**  
*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

## **Resumo**

O trabalho teve por objetivo gerar o Índice de Aridez (IA) através do cálculo do Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHC) e com este apresentar os níveis de suscetibilidade climática para os municípios alvo do estudo. Utilizou-se para isso as médias mensais da temperatura compensada do ar e precipitação pluviométrica de um total de oito estações meteorológicas para o período de 1970-2013. Dos dados obtidos com o cálculo do BHC, foram caracterizadas as médias mensais e anuais de temperatura e pluviosidade, o IA, a classificação climática para cada uma das estações e suscetibilidade à desertificação para a região de influência das mesmas. O Índice de aridez calculado confirmou a classificação climática como semiárido e na relação com a suscetibilidade, determinou-se o nível de desertificação como alta na maior parte da região estudada.

**Palavras-chave:** Espacialização; Evapotranspiração; Déficit Hídrico; Desertificação.

## **Determination the susceptibility Climate Desertification for the municipalities Baianos of Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá**

---

## **Abstract**

The study aimed to, generate the aridity index (AI) by calculating of Normal Climatological Water Balance (WBC) and with this represents the susceptibility levels for the target municipalities of the study. It was used for this the monthly

average compensated temperature of the air and rainfall of a total of eight meteorological stations for one period of 1970-2013. Data obtained with calculation of WBC, it was characterized monthly and annual averages of temperature and rainfall, the AI, the climatic rating for each station besides of susceptibility to desertification to the region of influence the same. The calculated aridity index confirmed the climate classification semiarid and the relationship with susceptibility was determined the level of desertification as high in most of the region.

**Keywords:** Spatialization; Evapotranspiration; Deficit Hydride; Desertification.

## INTRODUÇÃO

Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) a desertificação é a degradação de terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas do planeta, como resultado da ação antrópica sobre o meio ambiente, e de fenômenos naturais, como a variabilidade climática (MMA, 2004).

A aceitação da definição de aridez para fins de aplicação no Plano de Ação de Combate à Desertificação das Nações Unidas ocorreu em 1977 com a utilização do Índice de Aridez (IA), elaborado por Thornthwaite (1941) e ajustado posteriormente por Penman (1953), onde se calcula a diferença entre a quantidade de chuva e a perda de água do sistema, a evapotranspiração (MATALLO JÚNIOR, 2003; FREITAS, 2005; SOUZA, 2004). A fórmula de Thornthwaite também foi um dos critérios para delimitar a nova área semiárida no Brasil (MIN, 2005), assim como as áreas integrantes do Polígono das Secas no país (MATALLO JÚNIOR, 2003).

As regiões classificadas como suscetíveis correspondem àquelas onde o IA está compreendido entre os valores de 0,05 e 0,65. Podendo variar de muito alta até moderada, isto é, quanto menor for o índice, maior a suscetibilidade à ocorrência da desertificação (MMA, 2004; MATALLO JÚNIOR, 2003).

A importância da determinação do IA para a desertificação está no fato da ocorrência deste processo se limitar as áreas secas, e o cálculo deste índice indica exatamente esta condição climática. É considerado de grande precisão na determinação das áreas vulneráveis à desertificação, já que é o único que utiliza variáveis quantitativas para tal análise (SAMPAIO, 2003).

O IA calculado a partir de dados anuais do Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHC), desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955), é considerado um instrumento agrometeorológico de utilidade e praticidade na caracterização do clima (CAMARGO & CAMARGO, 1993).

O cálculo do BHC possibilita o acompanhamento da disponibilidade de água no solo com a utilização de valores da Precipitação total mensal (P), da Temperatura média mensal (T), assim como da Capacidade de Água Disponível no solo (CAD). A partir de tais valores, o BHC fornece estimativas desde a escala diária até a

mensal, para a Evapotranspiração Potencial (ETP), Deficiência e Excedente Hídrico, assim como para o Armazenamento de Água no Solo (CAMARGO, 1971; SENTELHAS, 1999).

Ressalta-se que a desertificação não pode ser analisada apenas por um viés. Deve ser entendida como um fenômeno integrador de processos ambientais, socioeconômicos e climáticos. Para este trabalho ela foi analisada apenas a partir do clima.

Com isso, o trabalho tem por objetivo, gerar o IA através do cálculo do BHC e com este apresentar os níveis de suscetibilidade à desertificação para os municípios alvo do estudo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange os municípios de Juazeiro, Casa Nova, Sobradinho e Curaçá no norte da Bahia. Localizada entre as coordenadas  $10^{\circ}03'23''$  e  $8^{\circ}28'28''$  de latitude sul e  $41^{\circ}56'00''$  e  $39^{\circ}15'22''$  de longitude oeste.

Segundo a classificação de Köppen, o clima apresenta-se como tropical semiárido, tipo BshW, seco e quente na parte norte e semiárido quente na parte sul, caracterizado pela escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas (PEREIRA, 2014).

Para a representação do Índice de Aridez (IA) utilizou-se as médias mensais da temperatura compensada do ar e precipitação pluviométrica de um total de oito estações meteorológicas, localizadas no entorno da área de estudo (Figura 1). As séries de dados foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, como apresentado na Tabela 1.

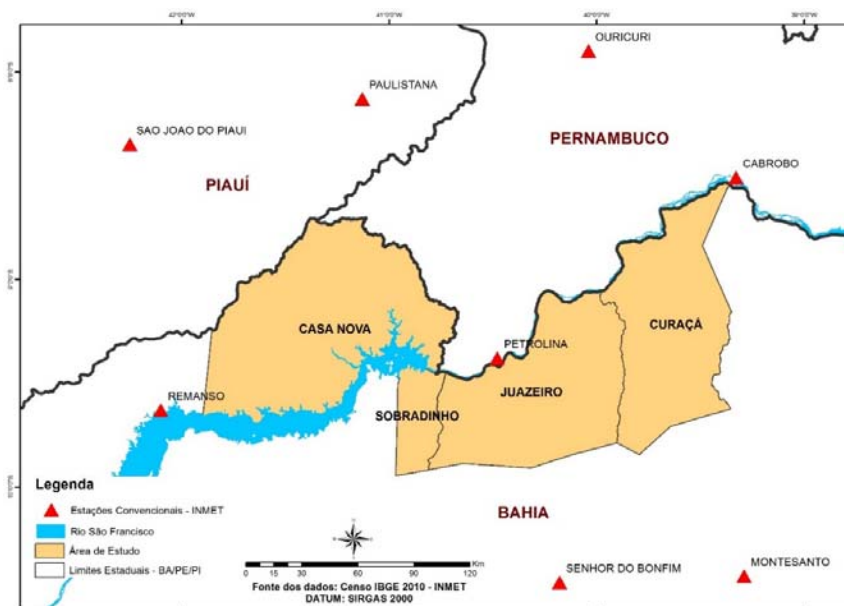


Figura 1 - Localização das estações meteorológicas e da área de estudo

Tabela 1 - Estações meteorológicas utilizadas com Código, Nome, Unidade Federativa, Coordenada Geográfica e Período de Dados

Código	Estação	UF	Longitude (°)	Latitude (°)	Altitude (m)	Série Temporal
82979	Remanso	BA	-42,10	-9,63	400,51	1973-2013
83088	Senhor do Bonfim	BA	-40,18	-10,46	558,24	1977-2013
83090	Monte Santo	BA	-39,29	-10,43	464,6	1973-2013
82753	Ouricuri	PE	-40,04	-7,90	459,28	1975-2013
82886	Cabrobó	PE	-39,33	-8,51	341,46	1970-2013
82983	Petrolina	PE	-40,48	-9,38	370,46	1970-2013
82879	São João do Piauí	PI	-42,25	-8,35	235,33	1975-2013
82882	Paulistana	PI	-41,13	-8,13	374,22	1975-2013

Fonte: INMET (2015), adaptado pelos autores

Foi utilizado uma série climatológica de dados mensais de temperatura compensada e precipitação, no período de 40 anos de observações para cada uma das estações, a série temporal pode ser observada através da Tabela 1. Devido à ausência de dados, as séries foram selecionadas de modo que todas estações contivessem um período de pelos menos 30 anos, consecutivos ou não, de registros conforme recomenda a World Meteorological Organization (WMO, 1989), onde representa um tempo longo o suficiente para filtrar as variações interanuais ou anomalias, mas também curto o suficiente para ser capaz de mostrar as tendências climáticas.

Para precipitação, utilizou-se dados a partir de um dia de leitura (ocorrência de chuva), consecutivas ou não, gerando valores totais mensais para os anos. As falhas foram descartadas.

Para os valores da temperatura, utilizou-se os que corresponderam aos iguais ou superiores a 20 dias de leituras, consecutivas ou não, gerando valores médios para os meses. Falhas e valores menores que 20 dias de leitura foram descartados por não representar satisfatoriamente.

Posteriormente para cálculo do Balanço Hídrico Climatológico Normal foi realizada a média mensal do período para ambos dados através da razão entre as médias mensais e quantidade de anos (ocorrência) de registros.

### Cálculo da Evapotranspiração Potencial (ETP)

O método de Thornthwaite para a ETP foi obtido com o cálculo da seguinte equação (1):

$$ETP = f \cdot 1,6 \left( \frac{10f}{I} \right)^a \quad (1)$$

onde ETP = evapotranspiração potencial; f = fator de ajuste em função da latitude e mês do ano; t = temperatura média mensal, em °C; I = índice de calor anual.

Com estes dados foi calculado o Balanço Hídrico Climatológico Normal, segundo Thornthwaite & Mather (1955). Os cálculos da ETP foram feitos através do programa "BHnorm61" em planilha eletrônica elaborada por Rolim et. al. (1998) utilizando a latitude de cada uma das estações estudadas e a capacidade de água disponível (CAD) igual a 100 mm, que segundo Sentelhas & Angelocci (2009), quando o cálculo é realizado para fins climatológicos, ou seja, para caracterização da disponibilidade hídrica regional, é comum a adoção de valores variando de 75 a 125 mm.

### Cálculo do Índice de Aridez (IA)

A partir dos dados do BHC, foi calculado o IA para cada estação pela equação (2):

$$IA = Pr/ETP \quad (2)$$

Em que Pr corresponde à precipitação anual em (mm); ETP à evapotranspiração potencial anual (mm).

### Classificação Climática

A classificação climática seguiu os critérios estabelecidos por Thornthwaite (1941), ajustados por Penman (1953), as classes de variação para este índice são apresentadas na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 Classificação Climática em função do Índice de Aridez (IA)

Classes Climáticas	Índice de Aridez
Hiperárido	< 0,05
Árido	0,05 < 0,20
Semiárido	0,21 < 0,50
Subúmido Seco	0,51 < 0,65
Subúmido e Úmido	> 0,65

Fonte: Matallo Júnior (2003), adaptado pelos autores

### Suscetibilidade climática à desertificação

A suscetibilidade climática à desertificação foi determinada a partir da classificação do Plano Nacional de Combate à Desertificação, de acordo com três categorias que variam conforme escala do IA (MATALLO JÚNIOR, 2003) descritos na Tabela 3:

Tabela 3 - Níveis de suscetibilidade à desertificação a partir do Índice de Aridez (IA)

Nível de suscetibilidade à desertificação	Índice de Aridez
Muito Alta	0,05 até 0,20
Alta	0,21 até 0,50
Moderada	0,51 até 0,65

Fonte: Matallo Júnior (2003), adaptado pelos autores

Após as etapas de levantamento de dados e cálculo do IA utilizou-se o método de interpolação Mínima Curvatura (SMITH & WESSEL, 1990), contido no software SURFER (2002) para espacialização da suscetibilidade para a região. Que segundo Landim (2000), tem por vantagem as superfícies estimadas possuírem contornos mais suaves entre os gerados pelos outros algoritmos; gerando também superfícies absolutamente fiéis aos dados originais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos, foram caracterizados as médias mensais de temperatura e pluviosidade para cada uma das estações (Figura 2). Assim como a média de temperatura e o regime pluviométrico total anual do período (Figura 3).

Figura 2 - Climograma das médias mensais de temperatura (linha em vermelho) e precipitação (barra em azul)

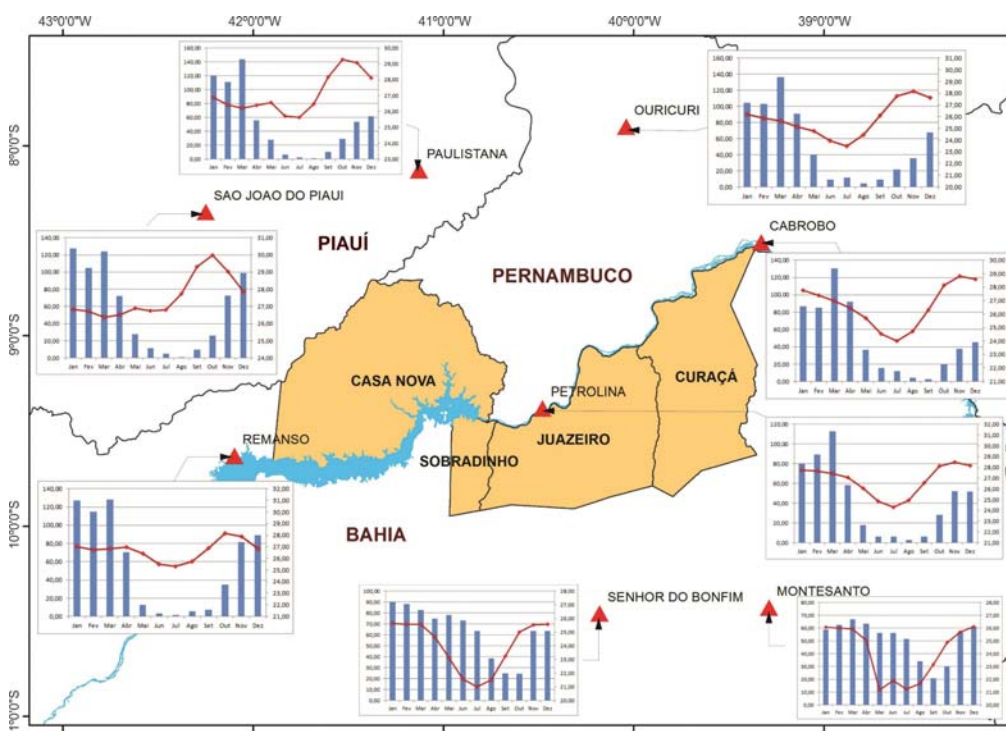
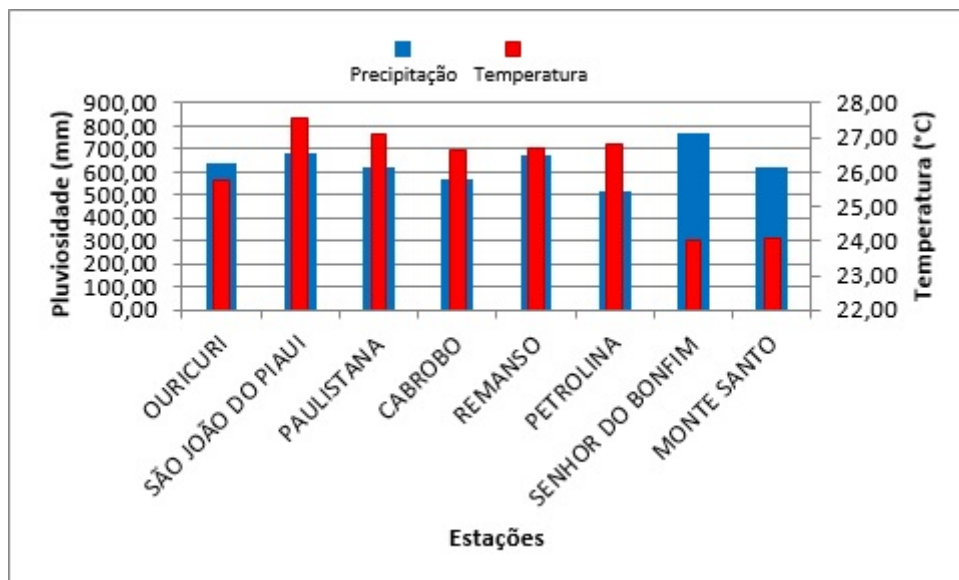


Figura 3 - Temperatura média (vermelho) e precipitação total anual (azul) do período



Fonte: Os autores

As estações analisadas apresentaram índices pluviométricos anuais menores que 800 mm e valores médios anuais de temperatura acima dos 24 °C.

O período seco na maioria das estações corresponde às épocas entre junho e outubro (5 meses). Enquanto o período chuvoso corresponde às épocas entre novembro e maio (7 meses), sendo exceção Senhor do Bonfim e Monte Santo com uma distribuição maior das chuvas durante todo o ano com um período seco curto, entre agosto e outubro (3 meses). Com os resultados da distribuição das médias de Temperatura e Precipitação observa-se a alta variabilidade de chuvas entre o período seco e chuvoso, isto de forma geral para todas as estações.

Brito & Braga (2005) apontam como principais mecanismos produtores de chuvas no período para região, a estacionalidade dos Sistemas Frontais alimentados pela umidade proveniente do Atlântico Sul, que definem a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), sistemas pre-frontais, convecção local e brisas de mar e terra no litoral.

Observa-se que a menor ocorrência de chuvas foi registrada em Petrolina, com 512 mm, sendo que o mês de março foi aquele que apresentou maior precipitação com 113 mm, 22% do total pluviométrico anual, enquanto o mês de agosto teve o menor valor, 3 mm (0,6% do total). A maior ocorrência foi registrada em Senhor do Bonfim, com 766 mm, sendo que o mês de janeiro foi aquele que apresentou maior precipitação com 90 mm (12% do total), enquanto o mês de outubro teve o menor valor, 24 mm (3% do total). Nota-se uma regularidade maior das chuvas nesta região em comparação com a região de Petrolina com maior valor mensal de precipitação.

As estações de Ouricuri, São João do Piauí, Paulistana, Cabrobó, Remanso e Monte Santo apresentaram índices pluviométricos intermediários. Ouricuri apresentou 636 mm, tendo o mês de maior pluviosidade março, com 137 mm (21% do total) e agosto com o menor valor, 4 mm (0,7% do total). Para a estação de São João do Piauí, o valor anual de precipitação foi de 681 mm. O mês de janeiro foi o mais chuvoso, com 128 mm (19% do total), o mês mais seco foi o de agosto, com 0,6 mm (0,1% do total). Paulistana com 624 mm, sendo o mês mais chuvoso o de março, 144 mm (23% do total) e o menos agosto com 1 mm (0,2% do total). Cabrobó com 568 mm, sendo o mês mais chuvoso março, 130 mm (23% do total) e menos setembro, 3 mm (0,4% do total). Remanso com 675 mm, sendo março mais chuvoso com 127 mm (19% do total) e julho menos chuvoso com 1 mm (0,2% do total) e Monte Santo com 620 mm, sendo também março como mês mais chuvoso com 67 mm (11% do total) e o mês de setembro com menor valor de chuva, 21 mm (3% do total). Também com uma maior regularidade de chuva quando comparado às estações anteriores mesmo não tendo o total pluviométrico anual elevado existe uma baixa variabilidade entre os valores mínimos e máximos.

Para os dados da temperatura, as estações de São João do Piauí e Paulistana apresentaram maiores valores médios de temperatura anual, com 27,6 °C e 27,0 °C respectivamente. Para a primeira o mês em que a temperatura esteve mais baixa foi março, com 26,4 °C enquanto o maior valor foi de 30,0 °C para o mês de outubro. Para segunda o mês de julho apresentou a menor média, 25,6 °C enquanto a maior média corresponde ao mês de outubro, 29,0 °C.

As estações com menores temperaturas médias no ano foram Monte Santo e Senhor do Bonfim, com 24,0 °C. Em Monte Santo, o mês que apresentou a maior temperatura média foi dezembro com 26,1 °C. Já o mês de menor média foi maio, com 21,2 °C. Para Senhor do Bonfim o mês de maior temperatura média foi janeiro com 25,6 °C e o de menor média foi julho com 21,0 °C.

### **Análise do Balanço Hídrico Climatológico Normal (BHC)**

Através da análise do BHC de cada uma das oito estações da região estudada observa-se que na maior parte do ano se encontram em déficit hídrico. Ressalta-se que em todos os casos não foi detectado nenhum mês de excedente hídrico.

Esta situação pode ser observada na Figura 4, que representa o Balanço Hídrico Normal Mensal, Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR) e na Figura 5, representando a Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano para cada estação analisada.



Figura 4 - Balanço Hídrico Normal Mensal com Precipitação (azul), Evapotranspiração Potencial (vermelho) e Evapotranspiração Real (verde)

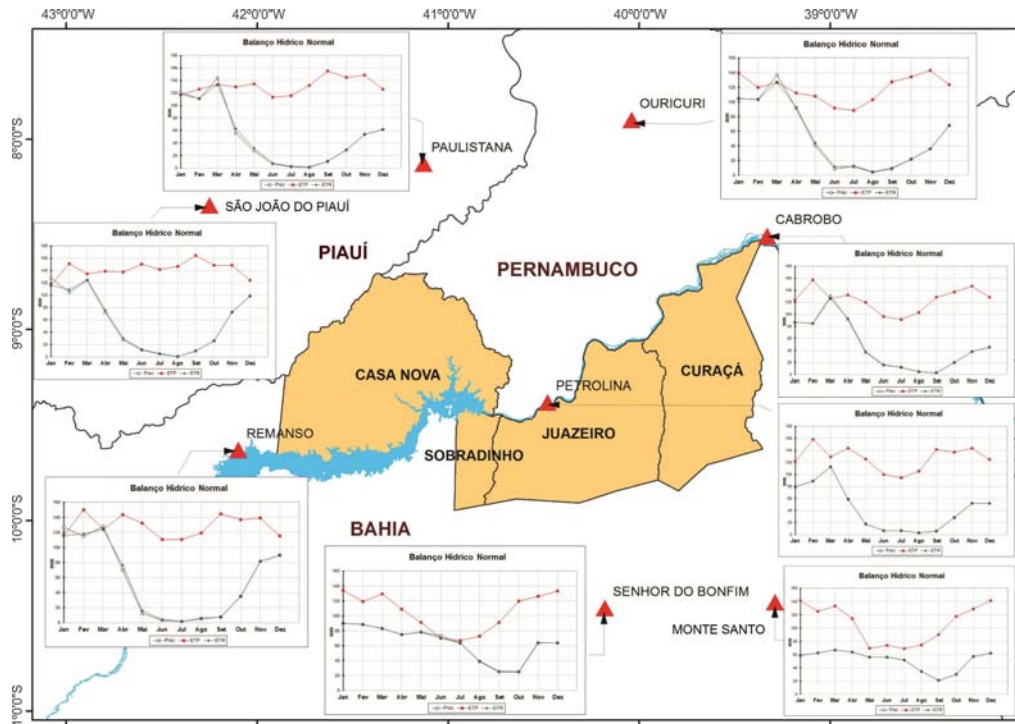
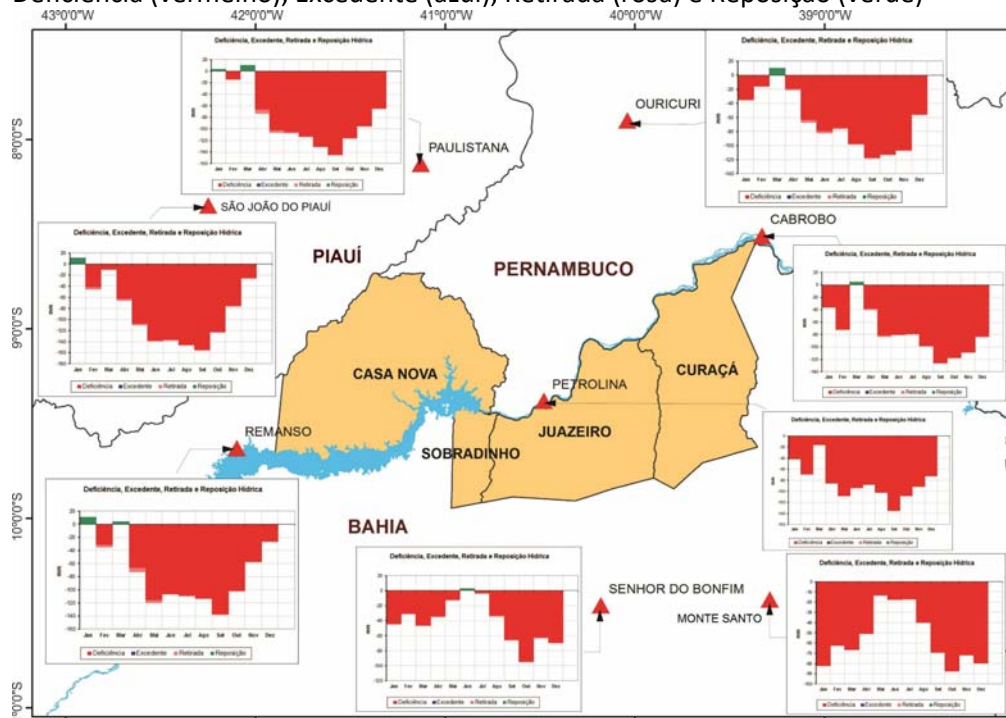


Figura 5 - Deficiência, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano com Deficiência (vermelho), Excedente (azul), Retirada (rosa) e Reposição (verde)



Fonte: Os autores

Os valores anuais de precipitação, evapotranspiração potencial, temperatura média e também deficiência e o excedente hídrico das estações podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores anuais para precipitação, evapotranspiração potencial, temperatura média, deficiência e excedente hídrico.

Estação	Precipitação (mm)	Evapotranspiração Potencial (mm)	Temperatura (°C)	Deficiência Hídrica (mm)	Excedente Hídrico (mm)
Ouricuri	636	1415,89	25,7	779,46	0,00
São João do Piauí	681	1703,20	27,6	1022,17	0,00
Paulistana	624	1577,63	27,0	952,89	0,00
Cabrobó	568	1489,33	26,6	921,12	0,00
Remanso	675	1541,57	26,7	866,20	0,00
Petrolina	512	1524,82	26,8	1012,40	0,00
Senhor do Bonfim	766	1262,98	24,0	497,09	0,00
Monte Santo	620	1278,48	24,0	658,48	0,00

Fonte: Os autores

Observa-se que o longo período de déficit hídrico pode estar relacionado tanto com os baixos valores de precipitação como os elevados valores de temperatura. Tais variáveis exercem grande influência sobre o IA, pois quanto maior a precipitação, maior será o IA, e diante a desertificação, menor será a suscetibilidade. Já em relação à temperatura, esta influencia na evapotranspiração, ou seja, na perda de água para a atmosfera, pois quanto maior a temperatura, maior será a evapotranspiração e, conseqüentemente, menor o índice de aridez e, portanto, maior a suscetibilidade climática à desertificação.

#### **Classificação climática e nível de suscetibilidade à desertificação a partir do índice de aridez**

Quanto aos índices de aridez foram analisadas sua relação com as classes climáticas como também com a suscetibilidade à desertificação, e notou-se que as áreas de influência das estações de Ouricuri, Cabrobó, Petrolina, São João do Piauí, Paulistana, Remanso e Monte Santo apresentam suscetibilidade ao processo, sendo classificada esta área como de suscetibilidade alta, já que os índices de aridez para tais estações estão entre 0,21 e 0,50. Para as áreas de influência da estação de Senhor do Bonfim, foram classificadas como áreas de suscetibilidade moderada, tendo seu índice de aridez entre 0,51 e 0,65. Como pode ser visto na Tabela 5.

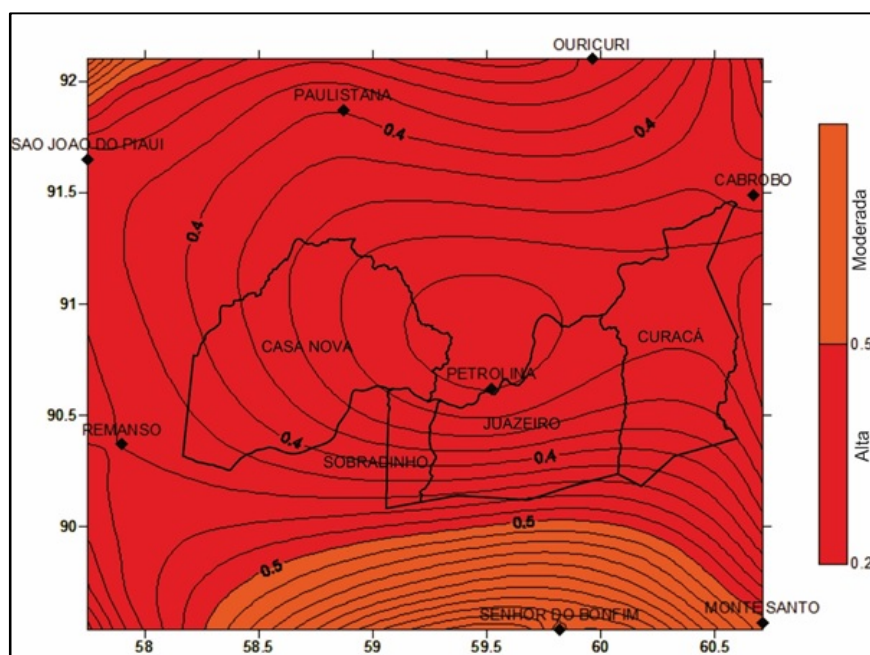
Tabela 5 - Classificação climática e de suscetibilidade à desertificação a partir do índice de aridez

Estação	Ia	Classe climática	Suscetibilidade à desertificação
Ouricuri	0,45	Semiárido	Alta
São João do Piauí	0,40	Semiárido	Alta
Paulistana	0,40	Semiárido	Alta
Cabrobó	0,38	Semiárido	Alta
Remanso	0,44	Semiárido	Alta
Petrolina	0,34	Semiárido	Alta
Senhor do Bonfim	0,61	Subúmido seco	Moderada
Monte Santo	0,48	Semiárido	Alta

Fonte: Os autores

Vale ressaltar que tanto a classificação climática, quanto o nível de suscetibilidade à desertificação foram analisados e espacializados somente para a região de estudo, porém, é fato que tal espacialização teve influência da distribuição das estações em seu entorno. O que coloca o centro-norte da região em estudo com maior probabilidade de ocorrer a desertificação quando comparada à sua porção sul (Figura 6).

Figura 6 - Nível de suscetibilidade à desertificação para a região de estudo com base no Índice de Aridez (IA)



O fato de não existir medidas que possam ser aplicadas e que sejam capazes de modificar o clima de forma imediata acaba por ressaltar a importância de atuar nestas áreas climaticamente favoráveis à desertificação, seja de forma corretiva e/ou preventiva.

É importante destacar que mais estudos devem ser realizados na área, pois tomar como base apenas os Índices de Aridez (IA) não retrata totalmente a suscetibilidade à desertificação da área de estudo, já que neste trabalho foi analisada apenas a questão climática.

## CONCLUSÕES

De acordo com as condições estudadas, pode-se concluir que:

- A metodologia utilizada resultou na distribuição da média de Temperatura e Precipitação para um período de 40 anos (1973-2013); A classificação climática e o Índice de Aridez para as estações. Assim como, a espacialização da suscetibilidade para região de estudo.
- A área objeto deste estudo encontra-se em processo alto de suscetibilidade à desertificação tendo índices de aridez entre 0,21 e 0,50.
- Observou-se uma alta variabilidade das chuvas com período seco e chuvoso bem demarcado, tendo período seco que vai do inverno a primavera e o chuvoso entre o verão e outono. A menor ocorrência de chuvas foi registrada em Petrolina com 512 mm a maior em Senhor do Bonfim com 766 mm.
- Para a temperatura o mês de junho sendo o que registrou os menores valores, tendo valores máximos o período que vai de outubro a dezembro. As estações que apresentaram maior valor médio foram São João do Piauí e Paulistana com 27 °C. As de menores valores foram Monte Santo com 25 °C e Senhor do Bonfim com 24 °C
- O cálculo do Balanço Hídrico Climatológico Normal com valores de evapotranspiração e deficiência hídrica elevados durante todo o período, foi ocasionado pelos baixos valores de precipitação e elevada temperatura. Ressalta-se que para todos os casos não foram detectados meses com excedente hídrico.
- O Índice de aridez calculado confirmou a classificação climática de semiárido na maior parte da região. Pode-se observar que a região de Senhor do Bonfim pertence à classe climática subúmido seco com nível moderado de suscetibilidade à desertificação.

## REFERÊNCIAS

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. *Bragantia*, Campinas, v.52,

p.169-172, 1993. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v52n2/09.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2015.

CARVALHO, J. R. P. de; ASSAD, E. D. Análise Espacial da Precipitação Pluviométrica no Estado de São Paulo: Comparação de Métodos de Interpolação. Eng. Agrícola Jaboticabal, v.25, n.2, p.377-384, maio/ago. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162005000200011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162005000200011&script=sci_arttext)> Acesso em: 25 mar. 2015.

FREITAS, M. A. S. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semiáridas. Revista Tecnologia (UNIFOR), Fortaleza, v. Suplem, p. 84-95, 2005. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Marcos%20Airton%20de%20S.%20Freitas/Um%20Sistema%20de%20suporte%20%C3%A0%20decis%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 18 mar. 2015.

LANDIM, P.M.B. Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática. Texto Didático 02, 20 pp. 2000.

MATALLO JUNIOR, H. A. Desertificação no mundo e no Brasil. In: SCHENKEL, C. S. e MATALLO JR, H (Org). Desertificação. Brasília: UNESCO, 1999. 2003.

MMA, Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca: PAN-BRASIL. Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – CCD. Brasília: MMA, 2004. 225p.

MIN, Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro. Brasília: MIDS, 2005.

PENMAN, H.L. The physical bases of irrigation control. In: Hort. Congr., 2, London, Royal Horticultural Society, 1953, p.913-924. 1110p.

PEREIRA, F. N. de S.; LEAL, B. G. Rede de Sensores Sem Fio para Fins de Manejo da Irrigação. Trabalho de Conclusão de Curso, Mestrado em Engenharia Agrícola – UNIVASF, Juazeiro-BA, 2014.

ROLIM, G. S., SENTELHAS, P. C., BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL<sup>TM</sup> para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n.1, 1998, p133-137.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y.; ARAÚJO, T. V. S. B.; SAMPAIO, G. R.. Desertificação no Brasil: Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife: Editora Universitária da UFPE, 202 p., 2003.

SMITH, W.H.F.; WESSEL, P. Gridding with continuous curvature splines in tension. *Geophysics*, v.55, n.3, p.293-305, 1990.

SOUZA, B. I.; SILANS, A. M. B. P.; SANTOS, J. B. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande. v.8, n.2/3, p.292-298, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662004000200019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662004000200019)> Acesso em: 20 mar. 2015.

SURFER 8 Program, Surface Mapping System, Golden Software Inc. 2002, Disponível em: <[www.goldensoftware.com](http://www.goldensoftware.com)> acesso em: 10 de fev. 2015.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; MARIN, F. R. ; ANGELOCCI, L. R. ; ALFONSI, R. R. ; CARAMORI, P. H. ; SWART, S. . Balanços Hídricos Climatológicos de 500 localidades brasileiras. Piracicaba: Departamento de Ciências Exatas, 1999 (Boletim Técnico). Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ysNNug3NL2MJ:www.lce.esalq.usp.br/bhbrasil/BHBRASIL/BHBRASIL.DOC+Balan%C3%A7os+H%C3%ADricos+Climatol%C3%B3gicos+do+Brasil&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>> Acesso em: 10 mar. 2015.

THORNTHWAITE, C.W. Atlas of climatic types in the United States. Mixed Publication, 421, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 1941. 250p.

THORNTHWAITE, C.W. MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potencial evapotranspiration and the water balance. New Jersey: Drexel Institute of Technogy. 1957. 180p.

WMO. Calculation of monthly and annual 30-year standard normals, WCDP No. 10, WMOTD No. 341. World Meteorological Organization, Geneva. 1989.

Contato com o autor: Saulo Medrado dos Santos <[saulomedrado1@gmail.com](mailto:saulomedrado1@gmail.com)>

Recebido em: 18/09/2015

Aprovado em: 29/06/2016