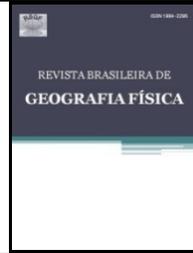




# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Emprego do Método de Thornthwaite & Mather (1955) para Cálculo do Balanço Hídrico Climatológico do Núcleo de Degradação de São Raimundo Nonato-Piauí

Cláudia Maria Sabóia de Aquino<sup>1</sup>, José Gerardo Beserra de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Piauí, UFPI, Teresina, Piauí.

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, Ceará.

Artigo recebido em 30/07/2012 e aceito em 28/01/2013

### RESUMO

Os estudos relacionados a aspectos climatológicos, que permitam o conhecimento da disponibilidade da água no solo, constituem-se na atualidade instrumentos valiosos para o planejamento agrícola e ambiental. Este trabalho teve como objetivo elaborar o balanço hídrico climatológico para o Núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato - PI. O balanço hídrico foi determinado a partir do método de Thornthwaite & Mather (1955) com dados disponibilizados pela Sudene (1990). Os resultados obtidos indicam que 85% da área de estudo apresenta vulnerabilidade a desertificação média e alta. Foram constatadas significativas variações temporais e espaciais nos volumes pluviométricos, com valores variando entre 586 mm e 996 mm. Os valores de evapotranspiração potencial são superiores a 1.000 mm, resultado da ilimitada oferta de energia solar, característica marcante das regiões tropicais semi-áridas do mundo. O número de meses secos variou de 8 a 11, caracterizando uma situação ecológica de déficit hídrico na maioria dos meses do ano. Todos os valores de Índice Efetivo de Umidade obtidos para os postos estudados foram negativos, com valores variando de -33 a -60, caracterizando uma tipologia de clima semiárido. A determinação dos componentes do balanço hídrico permitiu um maior conhecimento da realidade climática da área estudada, ao tempo em que oferece condições de compatibilização entre a água retida no solo e as diferentes formas de utilização do mesmo.

Palavras-chave: classificação climática, Thornthwaite & Mather, balanço hídrico, evapotranspiração, índice de umidade.

## Employment of the method of Thornthwaite & Mather (1955) for calculating of Climatological Hydric Balance for the Degradation Nucleus of São Raimundo Nonato – Piauí

### ABSTRACT

The studies related to climatological aspects, that allow the knowledge about availability of water in the soil, constitute themselves in present time, valuable tools for agricultural and environmental planning. This work had the objective of preparing the climatological hydric balance for the Degradation Nucleus/Desertification of São Raimundo Nonato-PI. The hydric balance was determined from the Thornthwaite & Mather method (1955) with data disposed by Sudene (1990). The results indicate that 85% of the area of study presents high and average vulnerability to desertification. It was found meaningful time and spatial variations in the pluviometric volumes, with values ranging between 586 mm and 996 mm. The values of potential evaporation were superior to 1000 mm, result of an unlimited offer of solar energy, a remarkable characteristic of world's tropical semi-arid regions. The number of dry months vary between 8 and 11, characterizing an ecological situation of hydric deficit in these months. All values of Humidity Effective Index were obtained for studied stations, and were negative, with values varying from -33 and -60, characterizing a semi-arid climate typology. The determination of components of the hydric balance allowed a greater knowledge of the climatic reality of the studied area, at the same time that it offers conditions of compatibilization between the water restrained in the soil and the different forms of the soil's usage.

Keywords: climatic classification, Thornthwaite & Mather, hydric balance, evapotranspiration, moisture index.

### Introdução

O fator climático nas regiões suscetíveis a desertificação (regiões áridas, semiáridas e

sub-úmidas secas), considerando suas variações espaciais e temporais, é determinante na degradação dos recursos naturais (água, vegetação, solos, etc.),

\* E-mail para correspondência: [cmsaboia@gmail.com](mailto:cmsaboia@gmail.com).

impondo assim limitações ao manejo e a produtividade.

O conhecimento das variáveis que compõem o balanço hídrico favorece o planejamento agropecuário e as práticas de controle de produção, ou seja, disponibiliza informações que permitem aos produtores identificar as fragilidades climáticas, sendo uma ferramenta essencial para o sucesso de um empreendimento agrícola, que inclui a decisão de optar ou não por sistemas de irrigação para suprir a deficiência hídrica no solo (Santos et al., 2010).

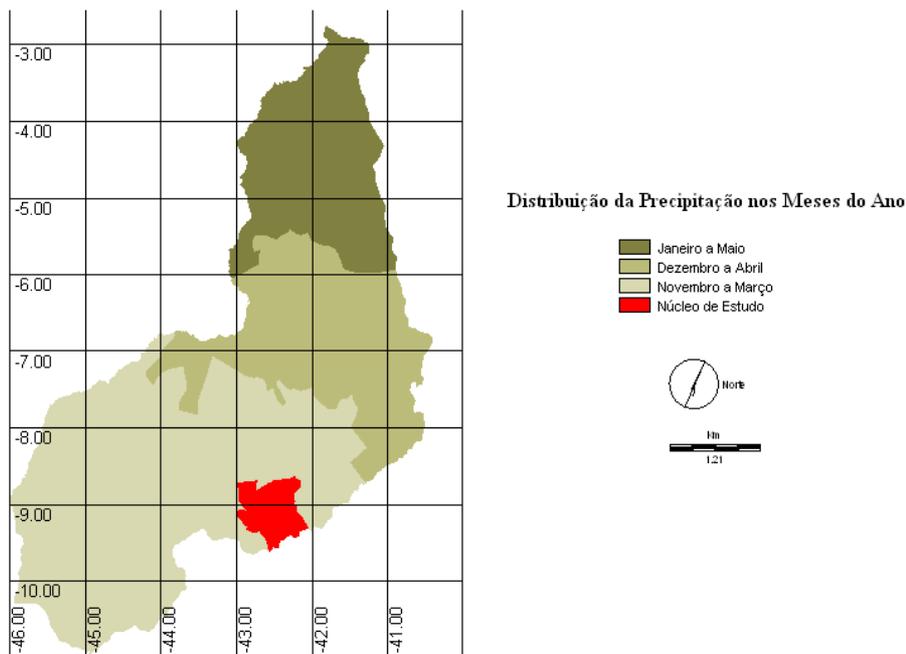
Considerando o Índice de Aridez (IA) como parâmetro climático determinante na identificação das áreas do globo suscetíveis a desertificação, e reconhecendo a importância dos parâmetros do balanço hídrico, na otimização da produtividade agrícola e conseqüentemente da economia, objetivou-se no presente estudo: i) realizar o cálculo do índice de aridez para avaliação dos diferentes níveis de vulnerabilidade da área à desertificação; ii) realizar uma caracterização climática do núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato-Piauí, com base no cálculo do Balanço Hídrico Climatológico segundo o método de Thornthwaite & Mather (1948, 1955), considerando tanto os valores por ele indicados para o clima de acordo com a média da série história entre os anos de 1963 e 1965

como a variabilidade inter-anual do clima decorrente da variação da precipitação entre os anos do período considerado; e iii) avaliar o índice de severidade climática de modo a subsidiar futuros estudos e pesquisas sobre a dinâmica local e microclimática da área da área de estudo. Os resultados são apresentados na forma de mapas onde é possível identificar as importantes diferenciações climáticas existentes e que de forma significativa condicionam as diversas paisagens na área de estudo. A afirmativa de SORRE, (1934) de que a climatologia regional traz a sua contribuição para definição dos diferentes tipos de clima que ocorrem em todo mundo, reforça a necessidade de realização do presente trabalho.

### Material e métodos

#### Área de estudo

O estado do Piauí localiza-se no nordeste brasileiro e possui uma área de 251.529,2 km<sup>2</sup>. É o terceiro maior estado em extensão, do nordeste brasileiro. Suas características geoambientais refletem a condição de área de transição entre o domínio das depressões interplanálticas recobertas por caatingas em climas semiáridos, as áreas de cerrado do planalto central e a floresta tropical da Amazônia.

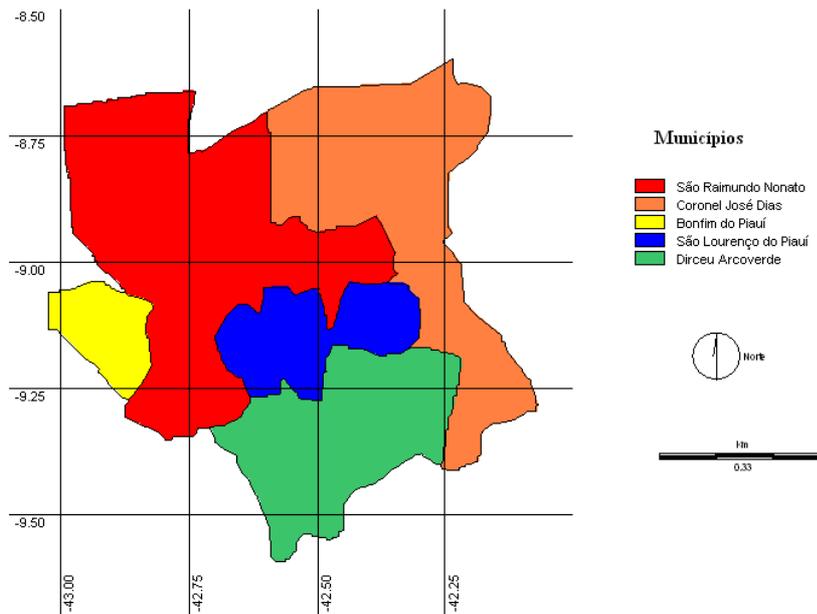


Distribuição das Chuvas no Estado do Piauí, segundo Medeiros (1999).

**Figura 1.** Distribuição das chuvas no Estado do Piauí, segundo Medeiros (1999).

Para o Estado do Piauí, Medeiros (1999) afirma que os principais sistemas de perturbação atmosférica atuantes são: as linhas de instabilidade, a zona de convergência intertropical e ainda os vestígios de frente fria, aliados aos complexos convectivos de mesoescala. Da interação entre sistemas resulta diferentes regimes pluviométricos no estado do Piauí conforme constata-se na Figura 1.

A porção sul do Estado onde está localizado o núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato composto por cinco municípios, apresentados na Figura 2, tem como principal sistema causador de chuvas as penetrações de frentes frias e/ou vestígios da mesma, que eleva a nebulosidade e provoca precipitações de intensidade moderadas a forte na região entre os meses de novembro e março.



Municípios do Integrantes do Núcleo de Degradação/desertificação de São Raimundo Nonato - PI

**Figura 2.** Municípios integrantes do Núcleo de Degradação/desertificação de São Raimundo Nonato-PI. Fonte: os autores.

Procedimentos metodológicos

*Computação do Índice de Aridez*

O Índice de Aridez é estimado pelo quociente entre a precipitação média anual (P) e a evapotranspiração potencial total anual (ETP). Os tipos de clima com suas respectivas amplitudes de aridez são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tipos de clima segundo a amplitude de variação do Índice de Aridez (P/ETP) da UNEP (1991). Fonte: UNEP (1991).

Zonas climáticas	Amplitude do Índice de Aridez (IA)
Hiper-árido	< 0,005
Árido	0,05 – 0,20
Semiárido	0,21-0,50
Subúmido seco	0,51-0,65
Subúmido e úmido	>0,65

De acordo com a Convenção das Nações Unidas de Combate a Desertificação, as áreas susceptíveis à desertificação no Brasil estão localizadas na Região Nordeste, com predomínio de climas semiáridos e subúmidos secos, com Índice de Aridez variando entre 0,21 a 0,65. Estas terras secas têm em comum o fato de serem caracterizadas pela ausência, escassez, quantidade limitada e ainda pela má distribuição das precipitações pluviométricas, associadas a elevadas taxas de evaporação.

*Computação dos componentes do balanço hídrico*

A análise climática da área de estudo baseou-se em dados de precipitação das séries anuais disponíveis em SUDENE (1990). As falhas constantes nas séries históricas (1963 a 1985) foram corrigidas pelo Método de Ponderação Regional proposto por Tucci (1993).

O balanço hídrico climatológico foi computado segundo Thornthwaite (Thornthwaite & Mather, 1955, 1957). De acordo com Nogueira & Lima (1989), este método contabiliza a água do solo, onde a precipitação representa seu ganho e a evapotranspiração a perda de umidade do solo. Este balanço, segundo Medeiros et al. (2012), constitui-se de uma proposta de classificação qualitativa para os índices pluviométricos e variabilidade da temperatura de uma dada área de estudo.

Com base nos dados de precipitação, temperatura e da capacidade de armazenamento de água no solo foi computado o balanço hídrico que gerou informações sobre a evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, excedente e déficit hídrico do solo, índice efetivo de umidade e meses secos.

Para o cálculo da evapotranspiração potencial anual foram estimados os valores de temperatura média mensal (T) a partir de equações desenvolvidas por Lima et al. (1982). Esta equação foi manipulada através do programa computacional *CRIATEMP* (Oliveira & Sales, comunicação pessoal), que permitiu a estimativa dos valores de temperatura média mensal das séries históricas estudadas.

A capacidade de armazenamento de água no solo considerada foi de 125 mm,

valor largamente utilizado em estudos desta natureza. O cálculo do balanço hídrico foi realizado através de um programa computacional desenvolvido por Oliveira & Sales (1985), elaborado para o cálculo do balanço hídrico seguindo as Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance (Thornthwaite & Mather, 1957).

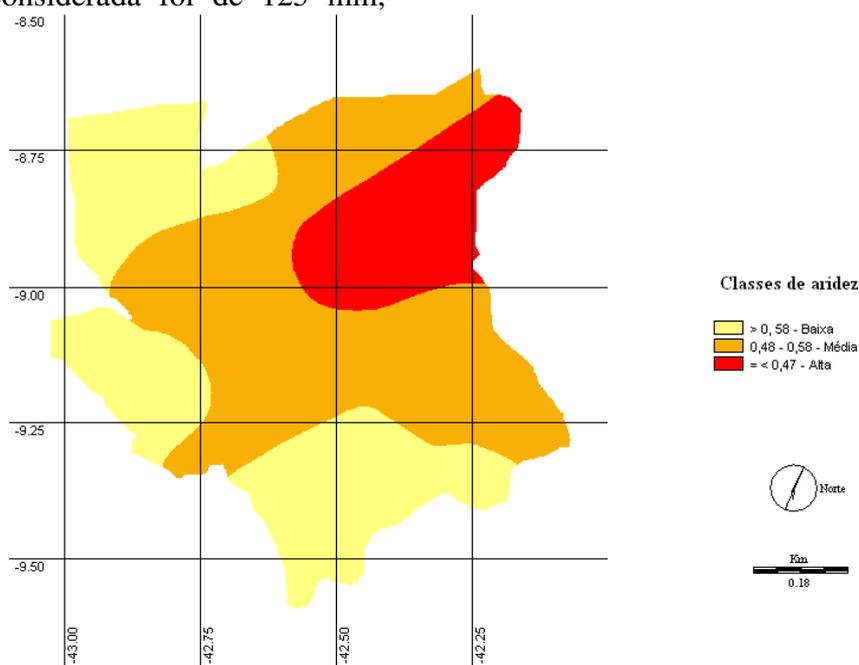
Os principais componentes do balanço hídrico discutidos no trabalho são: precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e índice efetivo de umidade (Im).

## Resultados e discussão

### Índice de Aridez

Este parâmetro indicador das áreas suscetíveis no mundo a desertificação foi estimado para os 21 postos pluviométricos, 6 localizados no interior da área de estudo e 15 localizados nos municípios vizinhos a partir do quociente entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial anual (P/ETP).

A área apresenta níveis diferenciados de suscetibilidade à desertificação conforme Figura 4, estando na porção oriental às faixas de maior comprometimento (alta e média), representando ambas 85% da área total.



Índice de Aridez (P/ETP) no Núcleo de São Raimundo Nonato, PI.

**Figura 4.** Índice de Aridez do UNEP (1991) (P/ETP) no Núcleo de São Raimundo Nonato, PI.

Para Sales (1998), a determinação desse índice permite conhecer, *a priori*, as limitações impostas pelo clima para a realização de atividades biológicas primárias e, conseqüentemente, da produtividade agrícola indispensável ao desenvolvimento das sociedades humanas.

#### *Termos do balanço hídrico*

##### *Precipitação*

Considerando as limitações impostas pelo fator climático nas atividades biológicas, econômicas e sociais apresentar-se-á, a seguir, uma breve discussão dos resultados para os termos do balanço hídrico obtidos para a área de estudo.

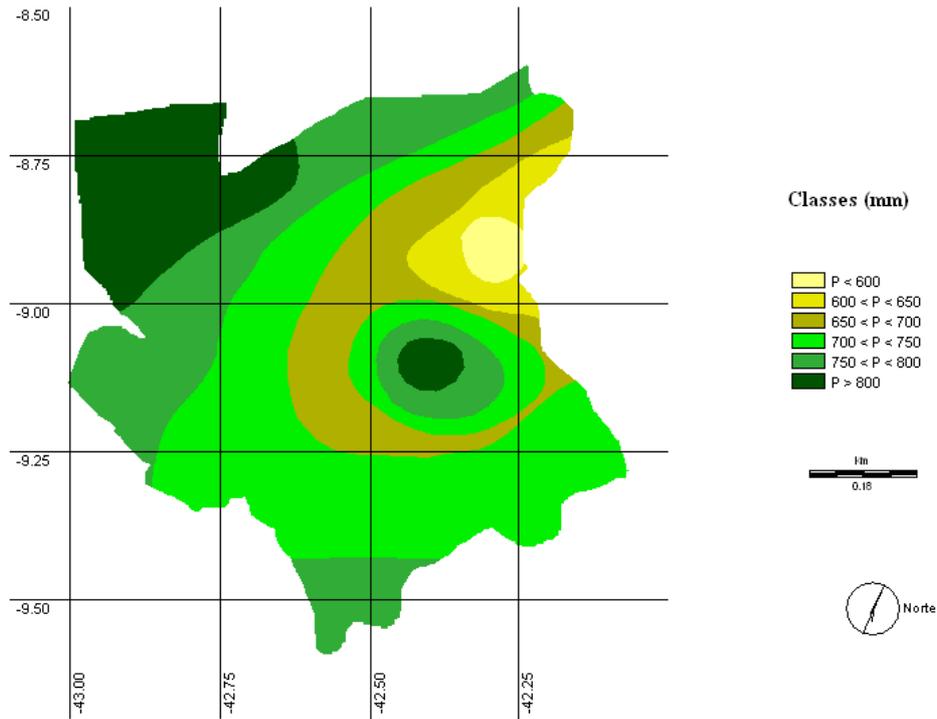
Os resultados do balanço hídrico climático podem ser visualizados na Tabela 2. Constata-se uma significativa variação nos volumes pluviométricos no Núcleo de São Raimundo Nonato, com valores médios anuais de precipitação variando de 996 mm,

no posto de São João do Piauí, e 586 mm no Posto Riacho das Vacas, com uma média pluviométrica de 707 mm, o que se reflete na variação apresentada pelos demais termos do balanço hídrico discutidos a seguir. A Figura 5 elaborada a partir dos dados constantes na Tabela 2, apresenta a espacialização das chuvas na área mapeada.

A alta variabilidade da precipitação para os postos pluviométricos inseridos no Núcleo de estudo pode ser constatada a partir dos valores do Coeficiente de Variação (CV) apresentados na Tabela 3. O menor valor do Coeficiente de Variação foi de 28,2% no posto Estação e o maior foi de 43,8% no posto Riacho das Vacas. Segundo Conti (2003) e Hare (1992), o Coeficiente de Variação é sempre superior a 25% nas regiões secas, excedendo até 40% ao longo da maioria das áreas desérticas, evidenciando, assim, a fragilidade climática e, conseqüentemente, ecológica da área de estudo.

**Tabela 2.** Balanço hídrico dos Postos Meteorológicos (PM) do núcleo de degradação de São Raimundo Nonato-Piauí e entorno, segundo Thornthwaite '55. Fonte: SUDENE, Piauí, (1990).

Nome do PM	Média anual		ETP (mm)	ETR (mm)	Nº meses secos	Excedente (mm)	Déficit (mm)	Im
	P(mm)	T(°C)						
Canto do Buriti	837	26.4	1556	891	9	6	725	-46.2
Brejão	777	22.4	1069	741	8	60	328	-24.1
Caracol	822	23.6	1190	795	6	27	395	-30.9
Anísio de Abreu	826	24.8	1336	824	7	2	512	-38.2
São Francisco	591	25.9	1489	591	10	0	898	-60.3
Serra do Faustino	761	26.3	1550	761	9	0	789	-50.9
São João do Piauí	996	26.8	1610	861	8	181	749	35.3
Sete Lagoas	617	25.8	1481	617	9	0	864	-58.3
Estação	838	24.4	1286	812	8	26	474	-34.8
Moreira	656	26.8	1609	656	10	0	953	-59.2
Juscelino Kubitschek	691	26.2	1527	691	9	0	836	-54.7
Riacho das Vacas	586	26.7	1594	586	11	0	952	-59.7
São Lourenço	691	24.7	1322	691	9	0	629	-47.6
Cavalheiro	824	25.7	1462	824	8	0	638	-43.6
Bom Jardim	727	23.3	1153	724	7	3	429	-36.9
Curral Novo	673	26.1	1511	673	9	0	839	-55.5
Campo Alegre de Lourdes	783	24.2	1264	778	7	5	486	-38.1
Casa Nova	578	25.9	1491	578	10	0	913	-61.2
Baluarte	895	24.0	1227	807	7	88	420	-27.1
Remanso	675	25.9	1477	675	10	0	802	-54.3
<b>Média</b>	<b>707</b>		<b>1462</b>			<b>19</b>	<b>649</b>	



Precipitação Total Média Anual no Núcleo de São Raimundo Nonato, Piauí.

**Figura 5.** Precipitação Total Média Anual no Núcleo de São Raimundo Nonato, PI.

**Tabela 3.** Precipitação média e coeficiente de variação interanual das precipitações dos postos pluviométricos localizados no Núcleo de São Raimundo Nonato.

Postos	Tipo climático (1963 -1985)	Anos (%) na série histórica (1963 -1985)					Média no período		ETP
		E	D	C1	C2	B1	Precipitação		
							Média	CV (%)	
Bom Jardim	D	8,7	39,1	34,8	8,7	8,7	727	34,2	1153
Cavalheiro	D	4,4	73,9	8,7	8,7	4,3	824	36,1	1462
Curral Novo	D	26,1	60,9	13,0	-	-	673	30,2	1511
Estação	D	-	34,8	52,2	8,7	4,3	838	28,2	1286
Juscelino Kubitschek	D	13,0	60,9	26,1	-	-	691	35,1	1527
Moreira	D	21,7	60,9	17,4	-	-	656	29,1	1609
Riacho das Vacas	D	52,2	39,1	8,7	-	-	586	43,8	1594
São Lourenço	D	13,0	65,3	17,4	-	-	691	32,7	1322
<b>CV (%)</b>							<b>13,1</b>	<b>-</b>	<b>11,7</b>

TC = Tipo climático, com base na média das precipitações no período (1963 -1985).

P = Percentagem de anos nos diferentes tipos climáticos, com base na série histórica no período de 23 anos (1963-1985).

ETP = Evapotranspiração.

Considerando os dados da Tabela 3, pode-se constatar que, considerando a média das precipitações no período de 1963 a 1985, toda a área do Núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato enquadra-se na tipologia climática semiárida, simbologia D, conforme

classificação climática de Thornthwaite & Mather (1955).

O balanço hídrico sequencial (entre os anos) na série histórica considerada indica significativa variação interanual da precipitação, embora haja predomínio do clima semiárido na área de estudo. Esta

variação é indicada na Tabela 3 para os postos pluviométricos localizados no Núcleo de São Raimundo Nonato, onde é mostrado que ao longo da série histórica 1963 a 1985 o clima de cada posto varia consideravelmente. Para o posto de Bom Jardim, por exemplo o clima varia percentualmente entre os tipos de clima da classificação de Thornthwaite & Mather (1955) (Tabela 4) de árido (tipo E, 8,7%), semiárido (tipo D, 39,1%), seco subúmido (tipo C1, 34,8%), úmido subúmido (tipo C2, 8,7%) e úmido (B1, 8,7%). Esta variação da precipitação exerce um comprometimento significativo no comportamento vegetacional das espécies da área de estudo.

**Tabela 4.** Classificação de climas segundo Thornthwaite & Mather (1955).

Tipos de Clima		Índice Efetivo de Umidade ( $I_m$ )
Denominação	Símbolo	
Climas Úmidos		
Super úmido	A	100 e acima
Úmido	B4	80 a 100
Úmido	B3	60 a 80
Úmido	B2	40 a 60
Úmido	B1	20 a 40
Úmido Sub-úmido	C2	0 a 20
Climas Secos		
Seco Sub-úmido	C1	0 a -33,3
Semiárido	D	-33,3 a -66,6
Árido	E	-66,6 a -100

Estes resultados são de fundamental importância, considerando o que afirma Soriano (1997): “O clima exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos. O clima de toda e qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano.”

No Nordeste semiárido, que frequentemente enfrenta problemas de seca e estiagens prolongadas dentro do período chuvoso, estas condições se tornam ainda mais graves (Nobre et al., 2001).

Vale ressaltar que a classificação climática evidenciada no presente trabalho fundamentada em modelagem matemática revela estritamente aspectos climatológicos, sem o estabelecimento de relações entre os diferentes fatores do clima com outros

aspectos elementares a exemplo da variação topográfica, e devem ser usadas objetivando orientar a influência do clima nas atividades humanas.

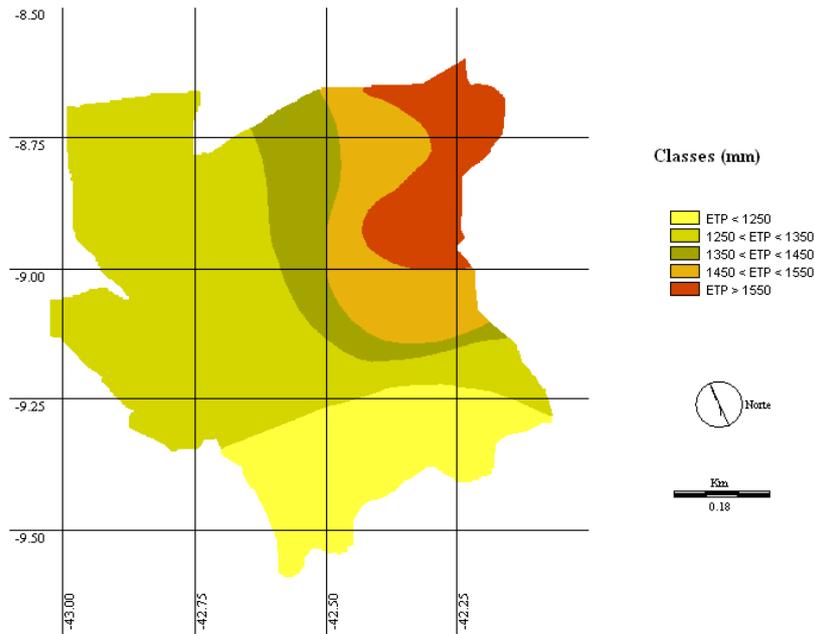
#### *Evapotranspiração Potencial (ETP)*

A Evapotranspiração potencial (ETP) corresponde à quantidade de água necessária para manter a vegetação sempre verde em função de uma dada temperatura. Nos cálculos do balanço hídrico, a evapotranspiração potencial representa o consumo de água, enquanto a pluviosidade representa o abastecimento. O solo seria o reservatório, razão pela qual se considera que o balanço hídrico representa a dinâmica das relações da atmosfera com o sistema solo-planta.

Na área de estudo, a ETP apresenta um valor médio de 1462 mm conforme a Tabela 3. A Figura 6 apresenta a distribuição espacial da ETP na área de estudo. Os valores de ETP superiores a 1.000 mm constituem uma característica marcante das regiões tropicais semiáridas do mundo, resultado da ilimitada oferta de energia solar responsável pelos elevados valores de temperatura, altas taxas de evapotranspiração e acentuados déficits hídricos evidenciados em todos os postos estudados para todos os meses do ano.

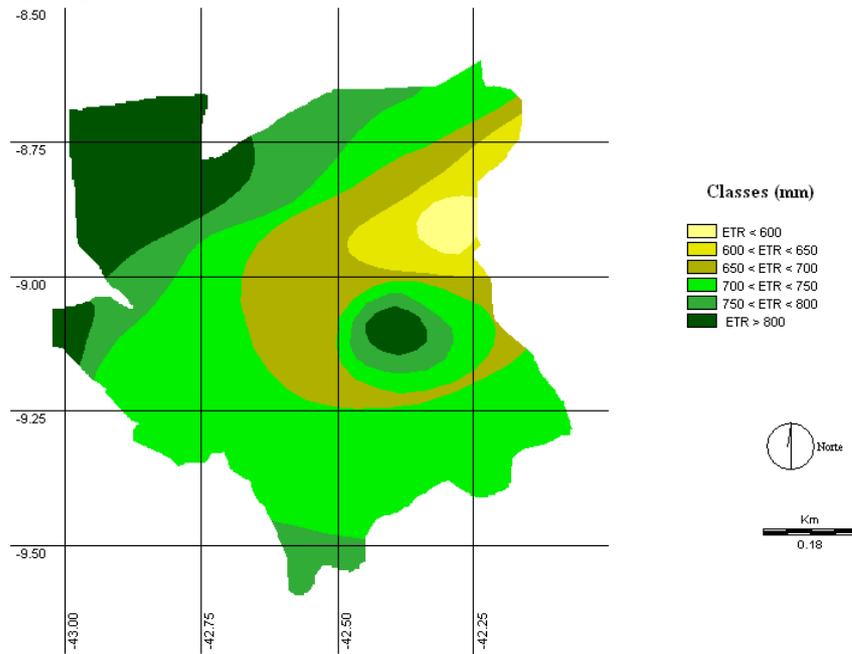
#### *Evapotranspiração Real (ETR)*

Segundo Sales (2003), a Evapotranspiração Real (ETR), ao contrário da ETP, corresponde a uma situação de disponibilidade potencial de água, representa a quantidade de água que efetivamente sai do sistema através da evapotranspiração e que é usada na produção primária pelos vegetais. Considerando ser a ETR aquela que ocorre nas condições reais às quais o vegetal está submetido, onde, necessariamente, não existe disponibilidade hídrica satisfatória e vegetação uniforme sobre a superfície, constata-se a relação direta entre a precipitação e a ETR, estando os menores valores de ETR relacionados a baixos valores de precipitação e os maiores relacionados a uma precipitação mais elevada. A distribuição espacial da ETR na área de estudo está representada na Figura 7.



Evapotranspiração Potencial Total Anual no Núcleo de São Raimundo Nonato

**Figura 6.** Evapotranspiração Potencial Total Anual no Núcleo de São Raimundo Nonato, PI.



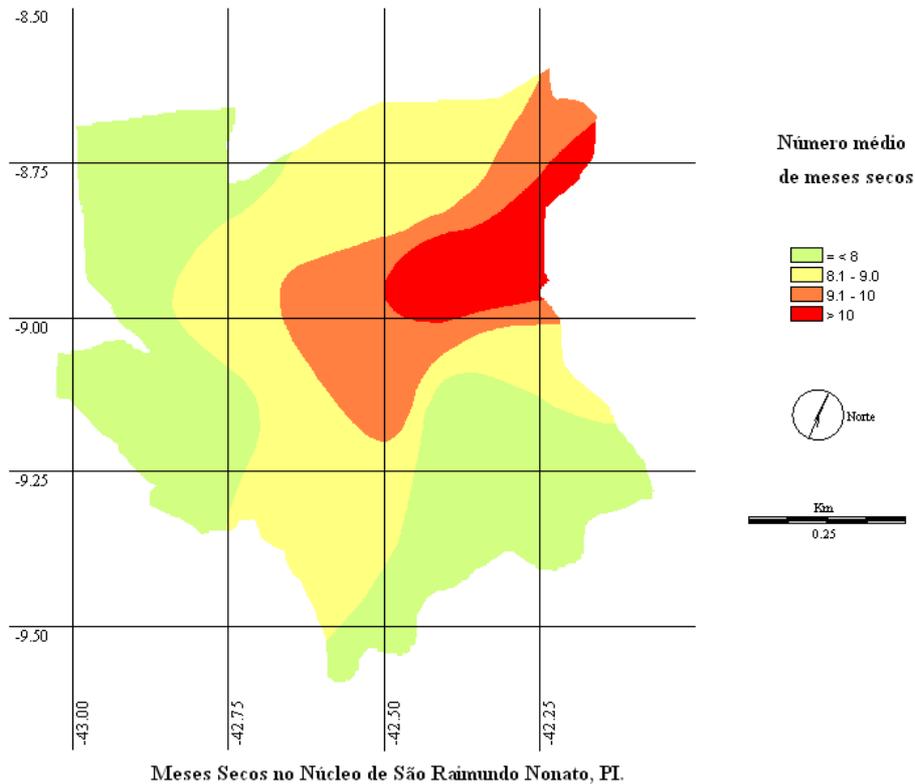
Evapotranspiração Real Anual no Núcleo de São Raimundo Nonato, Piauí.

**Figura 7.** Evapotranspiração Real Anual no Núcleo de São Raimundo Nonato, PI.

*Meses Secos (MS)*

Com relação à distribuição temporal das precipitações, constata-se que a área de estudo apresenta de 8 a 11 meses secos, conforme indicado na Figura 8. Uma comparação entre os valores de precipitação dos postos pluviométricos e o número de meses secos

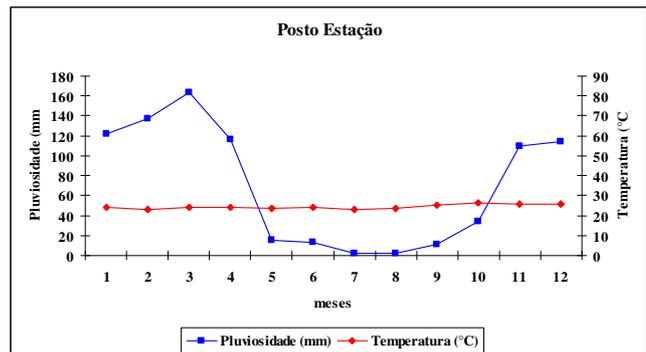
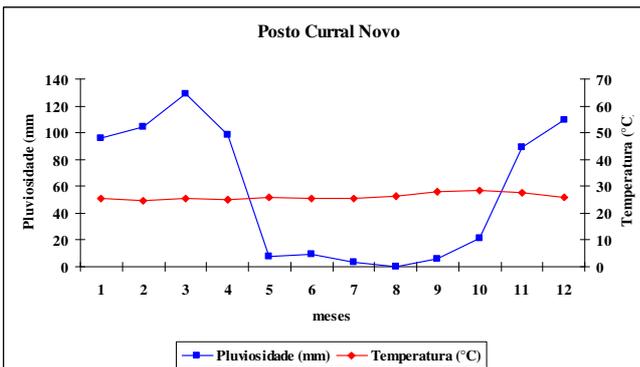
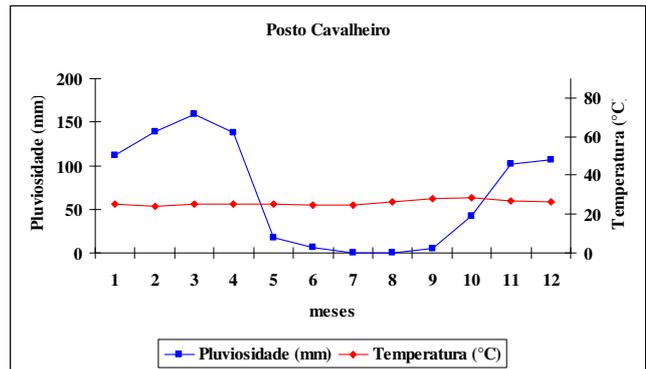
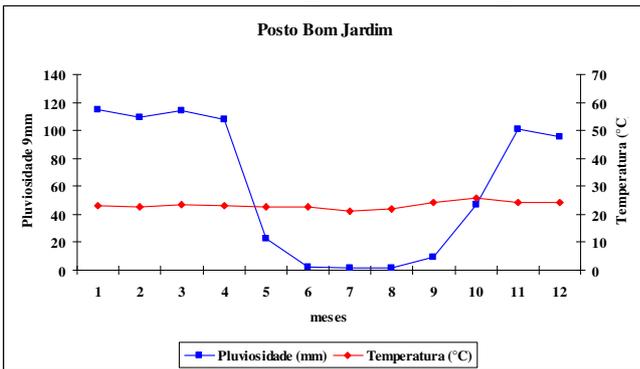
observáveis na Tabela 2, deixa claro o problema, não somente de disponibilidade de água na região, mas de concentração temporal de chuvas em um período que varia de três a quatro meses, culminando em intenso processo de erosão, agravado pela pouca proteção oferecida pela vegetação da área.



**Figura 8.** Número de Meses Secos no Núcleo de São Raimundo Nonato, PI.

Os gráficos ombrotérmicos apresentados na Figura 9 representam o comportamento médio das chuvas e das temperaturas nos postos pluviométricos inseridos na área de estudo e reforçam a constatação da concentração das precipitações num curto período do ano. Nos postos analisados constata-se poucas oscilações, evidenciando uma regular distribuição dos

valores de temperatura média em todos os meses do ano. O gráfico também permite inferir serem os meses de janeiro, fevereiro e março os mais chuvosos e, portanto, de maior atividade vegetal. Os meses de junho, julho, agosto e setembro são os mais secos, e caracterizam uma situação ecológica de déficit hídrico.



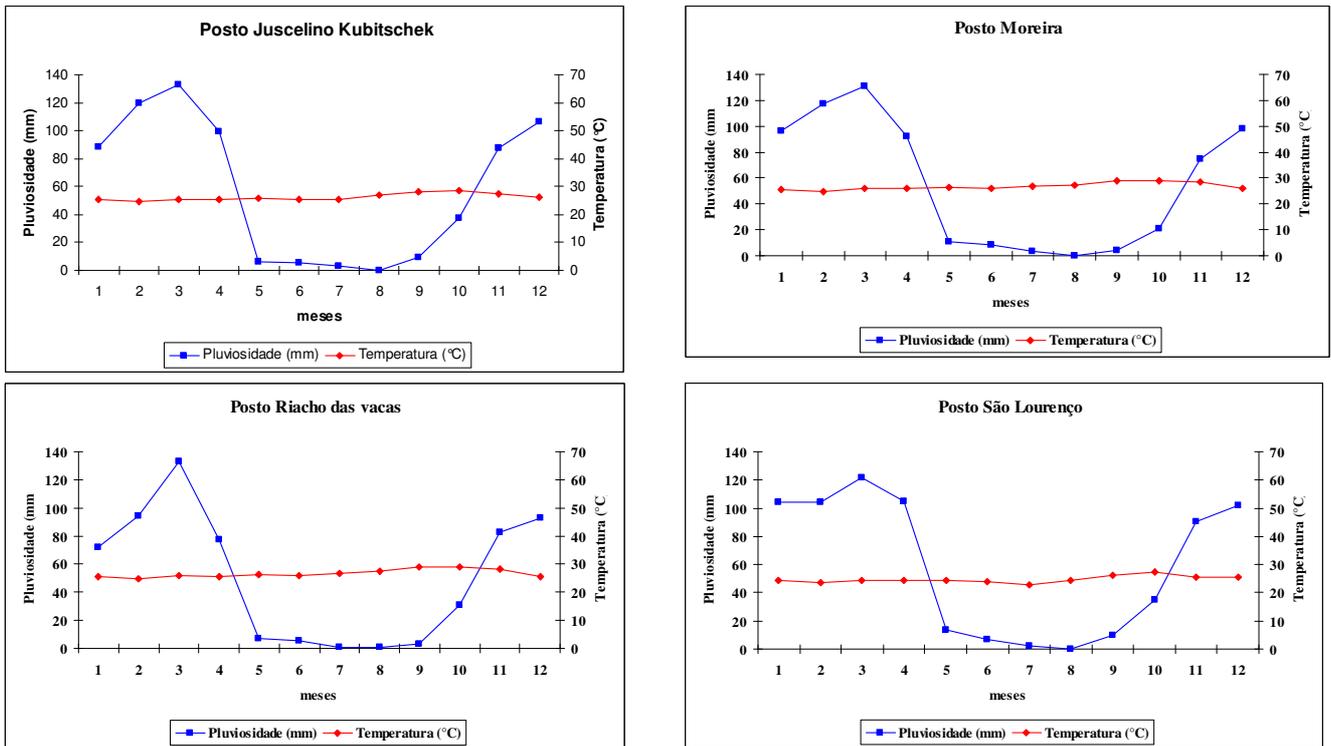


Figura 9. Gráficos ombrotérmicos de postos pluviométricos amostrais na área de estudo.

*Índice Efetivo de Umidade (Im)*

O índice efetivo de umidade (Thorntwaite & Mather, 1955) é utilizado para determinar quão úmido ou seco é o clima de uma determinada região, através da combinação dos valores de evapotranspiração potencial, do excedente e do déficit hídrico do balanço através do emprego da equação (1).

$$IM = [(EXC - DEF) \times 100] / EP \quad (1)$$

onde,

EXC é o Excedente Hídrico Anual;  
 DEF é a Deficiência Hídrica Anual;  
 EP é a Evapotranspiração Potencial Anual.

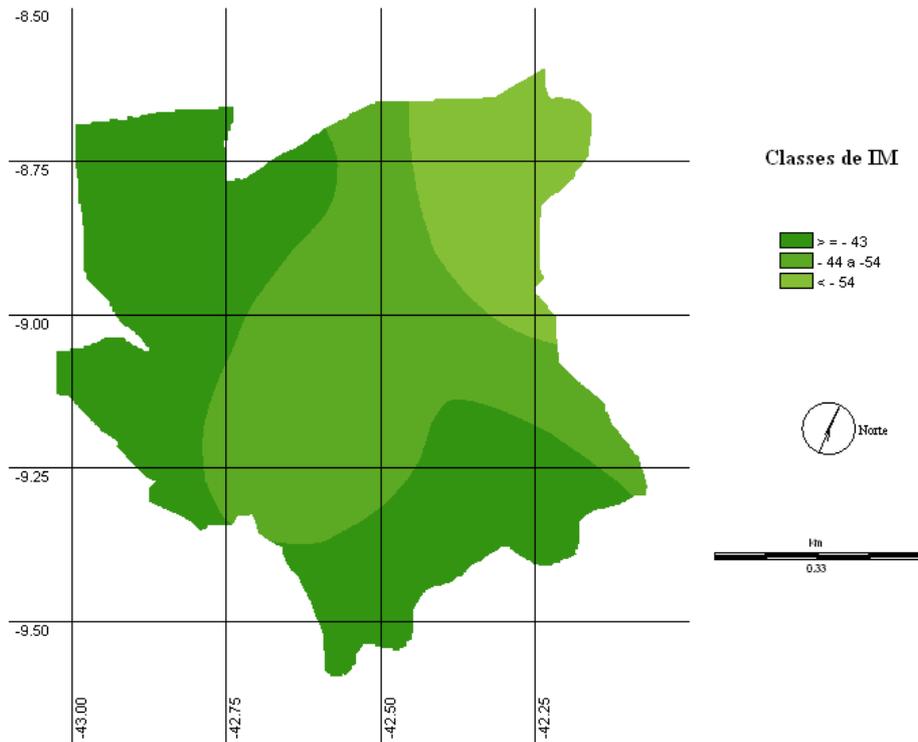
A Tabela 4 mostra a classificação climática, quanto à umidade, de acordo com Thorntwaite & Mather (1955).

Conforme pode ser visto na Tabela 2, todos os valores de Índice Efetivo de Umidade obtidos para os postos estudados foram negativos, com valores variando de -33 a -60, caracterizando uma tipologia de clima semiárido com base na média da precipitação da série histórica 1963-1985 estudada, com a ocorrência de uma aridez mais acentuada na porção oriental da área de estudo, conforme Figura 10. Os dados da Tabela 3, entretanto,

indicam uma variação interanual do Im entre climas do tipo B1 (Im entre 20 e 40) e E (Im entre -66,6 e -100)

De modo geral, os resultados da análise climática constante na Tabela 2 mostram uma grande variação quantitativa dos termos do balanço hídrico, aspecto que limita a produtividade biológica e determina os processos morfopedológicos e fitoecológicos na área de estudo.

De modo geral, a região semiárida é marcada por variações espaciais e temporais de precipitação, que resultam em paisagens geoecológicas distintas. Com relação à distribuição temporal, constata-se que 54% da área de estudo apresentam de 8 a 11 meses secos, o que revela significativa severidade climática da área de estudo. Uma comparação entre os valores de precipitação dos postos pluviométricos e o número de meses secos constantes na Tabela 2, fica claro o problema, não apenas de escassez e disponibilidade de água na região, mas de concentração temporal de chuvas.



Índice Efetivo de Umidade (IM) no Núcleo de São Raimundo Nonato (Thornthwaite & Mather, 1955).

**Figura 10.** Índice Efetivo de Umidade (IM) no Núcleo de São Raimundo Nonato, PI.

### Conclusões

O conjunto dos indicadores estudados (IA, P, ETP, DEF, EXC, IM, MS) permitem inferir a significativa fragilidade natural da área de estudo. Esta fragilidade, aliada a má utilização dos recursos naturais para fins quer de crescimento econômico e/ou de sobrevivência humana, culminam com processos de degradação/desertificação, que na área de estudo, indicam predomínio de vulnerabilidades nos níveis médio e alto.

O sistema de Classificação de Thornthwaite & Mather (1955) permitiu, considerando as médias de precipitação, identificar a tipologia climática da área de estudo como semiárida. A análise entre os diferentes anos permitiu separar eficientemente os climas da área de estudo com variações de tipologias de árido a úmido, indicação esta que deve orientar políticas de convívio com as adversidades climáticas.

A variabilidade espaço-temporal da precipitação evidenciada no estudo influencia, de maneira direta, os aspectos socioambientais, posto o incipiente nível tecnológico da região e a dependência econômica e social da região.

A determinação dos componentes do balanço hídrico permitiu um maior

conhecimento da realidade climática da área estudada, ao mesmo tempo em que oferece condições de compatibilização entre a água retida no solo e as diferentes formas de utilização do mesmo, objetivando a minimização dos riscos para a agropecuária e para as populações.

### Referências

Conti, J.B. (2003). A desertificação como forma de degradação ambiental no Brasil. In: Ribeiro, W.C. (org.). Patrimônio Ambiental Brasileiro. São Paulo: EDUSP.

Hare, F.K. (1992). Desertificação: causas e consequências. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian.

Lima, M.G. de et al. (1982). Normais de temperatura máxima, mínima e média estimadas em função da latitude, longitude e altitude para o estado do Piauí. Ensaios - Boletim de Pesquisa, v. 1, n. 1, p. 1-40.

Medeiros, R.M.; Francisco, P.R.M.; Bandeira, M.M. (2012). Balanço Hídrico Climatológico, em Decorência do Aquecimento Global, no Município de Picuí - Semiárido Paraibano.

Revista Brasileira de Geografia Física, v. 5, n. 1, p. 59-72.

Medeiros, R.M. (1999). Breve histórico sobre a meteorologia. 2ª ed. Teresina.

Mendonça, J.C. Sousa, E.F.; Bernardo, S.; Dias, G.P.; Grippa, S. (2003). Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) na região Norte Fluminense, RJ. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 7, n. 2, p. 275-279.

Nobre, P.; Melo, A.B.C. (2001). Variabilidade climática intra-sazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998 – 2000. Climanálise, CPTEC/INPE, São Paulo. Dezembro.

Nogueira, F.C.B.; Lima, F.A.M. (1989). Classificação Climática de Thornthwaite dos Municípios de Pacoti e Guaramiranga, Ceará. In: Ciência Agronômica, v. 2, n. ½, p. 175-183.

Sales, M.C.L. (1998). Estudo da degradação ambiental em Gilbués-PI. Reavaliando o “núcleo de desertificação”. Dissertação (Mestrado em Geografia) USP/FFLCH, São Paulo.

Santos, G.O.; Hernandez, F.B.T.; Rossetti, J.C. (2010). Balanço Hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para

a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 4, n. 3, p. 142–149.

Sorre, M. (1984). Geografia - Tradução: Megale, J.F. Col. Grandes Cientistas Sociais, Nº 46 - Ed. Ativa, São Paulo.

SUDENE. (1990). Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste: Estado do Piauí. Recife.

Thornthwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational Classification of Climate, The Geographical Review, v. XXXVIII, p. 55-94.

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. (1955). The Water Balance - Publications in Climatology. N. Jersey: Centerton, v. VIII, n. 1.

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. (1957). Instructions and Tables for computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance. Publications in Climatology, Centerton, N. Jersey, v. X n. 3, 311p.

Tucci, C.E.M. (1993). Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Eds. da UFRGS e da USP. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 4). 952p.

UNEP. (1991). Status of desertification and implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification. Nairobi.