



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **ÍNDICE DE ARIDEZ NA BACIA DO RIO SÃO NICOLAU (SEMIÁRIDO PIAUIENSE) E A SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO**

Cristiane Maria Cordeiro Santiago<sup>1</sup>, Marta Celina Linhares Sales<sup>2</sup>, Jorge Eduardo de Abreu Paula<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: cristianesantiago21@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: mclsales@uol.com.br; <sup>3</sup>(co-orientador) Universidade Estadual do Piauí- UESPI. E-mail: jorgeabreupaula@yahoo.com.br

#### **INTRODUÇÃO**

O Estado do Piauí possui cerca de 150.454 km<sup>2</sup> de extensão territorial inserida no domínio semiárido (PEREIRA JR2007). Uma das características que difere o semiárido piauiense, das demais regiões refere-se à abundância de água subterrânea devido às características geológicas. Por ser um terreno de rochas sedimentares permite baixo escoamento superficial e armazenamento de água no subsolo. Isso, por sua vez, permite o aproveitamento desse recurso por meio dos poços, muito comuns na região justamente pela facilidade em se obter água de boa qualidade.

Em contrapartida, no Piauí existem cerca de 10,95% do seu território com diferentes níveis de degradação. E, cerca de 67% dos municípios são considerados suscetíveis aos processos de desertificação (PIAUI 2010).

A bacia hidrográfica do rio São Nicolau está localizada no Norte do Piauí próxima ao limite com o Ceará e os municípios que integram a mesma fazem parte do percentual de áreas suscetíveis apresentado. O rio principal cruza o território no sentido E-W até desaguar no rio Sambito afluente do Poti perfazendo uma área de aproximadamente 5.389,8 km<sup>2</sup> (Figura 1).

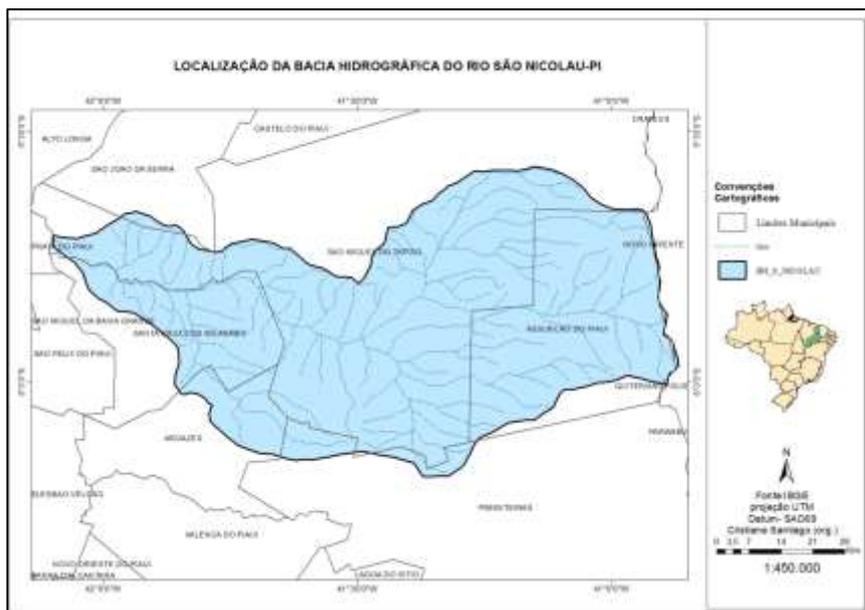
Com isso, pretendeu-se caracterizar a bacia do rio São Nicolau quanto a sua suscetibilidade à desertificação por meio do Índice de Aridez (UNEP, 1991), gerado pelo balanço hídrico baseado no método de Thornthwaite & Mather (1955), e por meio das principais atividades desenvolvidas.

Aridez é a característica do clima que relaciona a insuficiência de precipitação necessária para manter uma vegetação. Nesse caso, o grau de aridez de certa região depende da quantidade de água proveniente da precipitação e da perda máxima possível de água através da Evapotranspiração Potencial (ALVES Et al, 2012).

O Índice de Aridez é de importante utilização em estudos que englobam áreas secas, bem como estudos da desertificação, uma vez que a susceptibilidade a este processo está diretamente associada ao nível de aridez do local.



Figura 1: Localização da bacia do Rio São Nicolau- PI



Fonte: Santiago (2014).

Desertificação é, segundo Piauí (2010), a degradação da terra nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, decorrentes de fatores como variações climáticas e as atividades humanas. Dentre as características preponderantes indicativas de áreas propensas à desertificação apontadas no Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação do Piauí (PAE - PI), destacam-se a presença de litologias vulneráveis à erosão; Clima semiárido e/ou subúmido seco; baixa umidade do ar; valores anuais de evaporação; aumento progressivo do escoamento superficial; os processos erosivos já existentes num determinado local; núcleos urbanos em expansão, as intensas atividades (cultivo sob irrigação, agricultura de sequeiro e solos para pastoreio extensivo) realizadas sem o devido controle que ocasionam impactos ambientais, dentre eles a erosão do solo, a degradação e o aumento de áreas suscetíveis à desertificação (PIAÚÍ 2010).

## METODOLOGIA

Foi realizado levantamento bibliográfico referente à temática e área estudadas junto a instituições como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e etc.

Foram selecionados 11 postos pluviométricos próximos à bacia que eram de responsabilidade da SUDENE (1990). Coletou-se os dados de precipitação das séries históricas anuais no intervalo entre 1963 a 1990 compreendendo um período de 27 anos.





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Diante da dificuldade em obter informações desse porte na região da bacia, não foi possível encontrar dados mais recentes das séries históricas, pois vários dos postos pluviométricos já foram desativados e outros apresentavam diversas falhas podendo tornar inviável a obtenção de resultados mais precisos da área. Por conta disso, ficou-se estabelecido esse intervalo de tempo para o estudo do clima da bacia de São Nicolau. Seguem os postos selecionados na tabela 01.

Tabela 01- Postos Pluviométricos Selecionados

POSTO	LOCALIZAÇÃO	ALTITUDE (m)	COORDENADAS
S.J. DA SERRA	São João da Serra	120	5 <sup>o</sup> 30' e 41 <sup>o</sup> 55'
SÃO VICENTE	São Miguel do Tapuio	220	5 <sup>o</sup> 43' e 41 <sup>o</sup> 42'
S.C. DOS MILAGRES	Aroazes	80	5 <sup>o</sup> 49' e 41 <sup>o</sup> 58'
S. MIGUEL DO TAPUIO	São Miguel do Tapuio	440	5 <sup>o</sup> 30' e 41 <sup>o</sup> 20'
DICO LEOPOLDINO	São Miguel do Tapuio	290	5 <sup>o</sup> 51' e 41 <sup>o</sup> 23'
AROASES	Aroazes	400	6 <sup>o</sup> 07' e 41 <sup>o</sup> 47'
OITIS	Pimenteiras	270	6 <sup>o</sup> 22' e 41 <sup>o</sup> 37'
CURRALINHO	Pimenteiras	420	6 <sup>o</sup> 38' e 41 <sup>o</sup> 17'
VEREDÃO	São João do Piauí	320	8 <sup>o</sup> 03' e 42 <sup>o</sup> 16'
SETE LAGOAS	São João do Piauí	380	8 <sup>o</sup> 27' e 41 <sup>o</sup> 42'
BOA ESPERANÇA	São João do Piauí	250	8 <sup>o</sup> 31' e 42 <sup>o</sup> 27'

Fonte: SUDENE, 1990.

Os dados de precipitação dos postos, inicialmente, foram registrados no banco de dados do comando CRIACHUV do programa USUAIS desenvolvido por Oliveira & Sales (comunicação pessoal). Com isso, obtiveram-se informações sobre a precipitação média mensal e anual referentes à área da bacia. Com a Latitude, Longitude e Altitude dos postos e auxílio do comando CRIATEMP dos USUAIS (op. cit), foram feitas as estimativas da temperatura média mensal, em graus Celsius (°C), da série histórica em estudo.

Para a obtenção dos dados para o Balanço Hídrico da bacia, utilizou-se o método de Thornthwaite & Mather (1955) através do comando BHVMED/USUAIS. E, por meio da precipitação e temperatura, obtiveram-se os dados da evapotranspiração potencial (ETP), evapotranspiração real (ETR), excedente hídrico (EXC) e o déficit hídrico (DEF) da região dos postos. A partir daí determinou-se o Índice de Aridez da área dos postos da bacia.

Existem várias classificações climáticas baseadas em diferentes critérios. Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955) classificaram o clima utilizando uma escala de índices climáticos com base no balanço hídrico climatológico (BHC) comparando a evapotranspiração potencial (ETP) com a precipitação (ANDRADE Jr et al, 2004). O balanço hídrico é o parâmetro responsável pelo cálculo da diferença entre a entrada e a saída de água no solo e pela definição do excesso ou deficiência hídrica na bacia (BELTRAME, 1994).





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O Índice de aridez (Ia) proposto pelo UNEP (1991) é um critério usado para definir as áreas no mundo que são susceptíveis à desertificação. Ele foi adotado pela Convenção Internacional de Combate à Desertificação e é obtido pela relação entre a precipitação anual e evapotranspiração potencial anual (P/ETP) sendo assim, um critério básico empregado para definir as áreas no mundo suscetíveis à desertificação. E seu resultado pode variar entre os intervalos de hiper-árido ( $< 0,05$ ) a sub-úmido e úmido ( $> 0,65$ ) (PINHEIRO, 2011). Considera-se que as áreas mais propícias à desertificação são aquelas que apresentam índice de aridez abaixo de 0,65.

Através do recurso BHVMED/USUAIS (op. cit) que se utiliza da fórmula para o cálculo do Índice de Aridez (Ia) em questão, foram calculados os valores, classificados e analisados para determinar o Ia da bacia de São Nicolau e relacionar a suscetibilidade da mesma à desertificação. Também utilizou-se de softwares como o *Surfer 10.1* e o *Arcgis 10* para a confecção dos mapas.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as atividades desenvolvidas na região da bacia, destaca-se a piscicultura, atividade agrícola, ovinocaprinocultura. Há maior predomínio da pecuária extensiva e a agricultura do tipo familiar (IBGE, 2010). Outra atividade presente é o turismo religioso, que ocorre de forma bem significativa em Santa Cruz dos Milagres (baixo curso). A área da bacia apresenta em média uma população de 11.300 habitantes.

A partir dos dados de precipitação e temperatura dos postos pluviométricos, o resultado do balanço hídrico da série histórica de 27 anos estão dispostos na tabela 02.

TABELA 02: Balanço Hídrico Para a Área dos Postos

POSTOS	P(mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
S.J. da Serra	992	1650	940	150	710
São Vicente	871	1617	768	103	849
S.C. Milagres	1291	1671	1272	301	399
S. M. do Tapuio	829	1445	757	108	688
Dico Leopoldino	852	1577	778	74	719
Aroases	1099	1468	1084	267	384
Oitis	897	1580	844	53	736
Curralinho	951	1443	926	171	517
Veredão	741	1538	736	5	802
Sete Lagoas	600	1481	600	0	881
Boa Esperança	664	1593	664	0	929

Fonte: SANTIAGO, 2014. Baseado em THORNTON & MATHER (1955).

Considerando os dados do balanço hídrico, obteve-se o Índice de umidade (Iu), Índice de aridez (Ia), Índice efetivo de umidade (Im) e o Índice de aridez (Ia (UNEP)) conforme mostra a tabela 03.



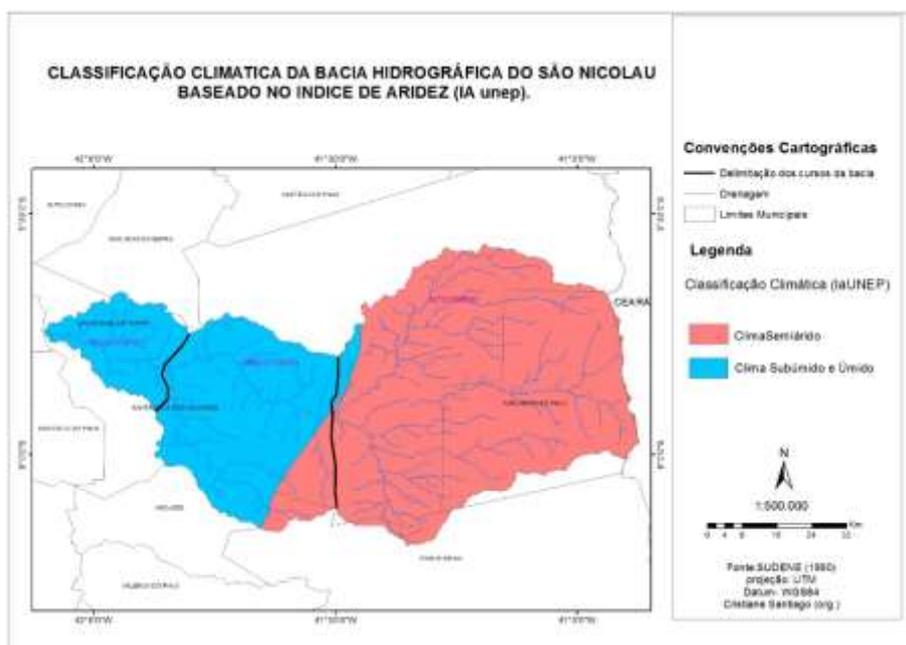
Tabela 03- Índice Climático da Área dos Postos nos Anos de 1963 a 1990.

POSTOS	Índice de Umidade (Iu)	Índice de Aridez (Ia)	Índice Efetivo de Umidade (Im)	Ia (UNEP)	Meses Secos (MS)	Tipo Climático
S.J. da Serra	9.1	43.0	-33.9	0.60	8	Semiárido
São Vicente	6.4	52.5	-46.1	0.54	9	Semiárido
S.C. Milagres	18	23.9	-5.9	0.77	5	Subúmido e úmido
S. M. do Tapuio	7.5	47.6	-40.1	0.57	9	Semiárido
Dico Leopoldino	4.7	50.7	-46.0	0.54	9	Semiárido
Aroases	18.2	26.2	-8.0	0.75	6	subúmido e úmido
Oitis	3.4	46.6	-43.2	0.57	9	Semiárido
Currálinho	11.9	35.8	-24	0.66	8	subúmido e úmido
Veredão	0.3	52.1	-51.8	0.48	9	Semiárido
Sete Lagoas	0.0	59.5	-59.5	0.41	9	Semiárido
Boa Esperança	0.0	58.3	-58.3	0.42	9	Semiárido

Fonte: SANTIAGO, 2014.

Com base nas tabelas 02 e 03 e destacando o Índice de aridez (UNEP,1991), este foi classificado para a bacia indicando regiões passíveis de desertificação conforme a classificação que define o clima árido e semiárido serem os mais propícios a esse processo (Figura 2).

Figura 2: Classificação Climática da bacia do Rio São Nicolau- PI com base no Índice de Aridez (Ia UNEP)



Fonte: SANTIAGO, 2014.

O índice de aridez da bacia apresentou valores menores que 0,65 e precipitação variando entre 600 a 870 mm na maioria dos postos. A grande parte deles está localizada na região do alto e médio curso da área. Contudo, especialmente no baixo curso, nos postos Alívio, S. C. Milagres, Aroases e





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Currallinho, os resultados foram bem distintos, com valores maiores que 0,65 e precipitação entre 900 e 1290, ou seja, essa área insere-se num clima do tipo úmido e subúmido o que denota especificidades dentro da área estudada, não havendo, com isso, uma uniformidade quanto à suscetibilidade à desertificação nessa região ficando mais predominante em quase todo o alto curso.

### **CONCLUSÃO**

Constata-se, portanto, que nas regiões do alto e uma pequena parte do médio curso da bacia, o Índice de Aridez é menor que 0,65 indicando serem essas regiões as mais suscetíveis à desertificação se considerado as questões climáticas entendidas como favoráveis ao surgimento desse problema.

E, a região do baixo curso e grande parte do médio apresentou Índice de Aridez acima de 0,65 com clima subúmido e úmido, ou seja, com menor suscetibilidade à desertificação, demonstrando que esse processo não está presente uniformemente em toda a bacia. Contudo, a possibilidade do processo de desertificação não pode ser desconsiderada no baixo e médio curso, pois é relevante não só ponderar os critérios climáticos, mas também as formas de uso e ocupação, como é o caso da agropecuária e do turismo, as quais são mais atuantes nessas áreas da bacia.

As atividades desenvolvidas, como a agropecuária, ao serem realizadas sem o devido controle pode ser a maior causa do surgimento de áreas degradadas, cada vez mais comuns na região semiárida, bastando somente a atuação humana para acelerar esse processo.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALVES, José J. A. ET AL. **Indicadores Climáticos das Áreas de Desertificação nos Cariris Velhos da Paraíba**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.585 – 597, 2012.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e mitigação dos efeitos da seca- PAN- Brasil**. Brasília: Edições MMA, 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010 – Contagem da População**. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acessado em 03/04/2015.
- OLIVEIRA, V.P. Et. Al. **Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Ceará**. IN: GOMES, G.M. Et Al. Desenvolvimento sustentável no NE. Brasília: IPEA, 1995, 377p
- PEREIRA Jr, José de Sena. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**. Biblioteca digital da câmara dos deputados. Consultoria legislativa, 2007.
- PIAUI, Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação, PAEPI**, Teresina: Ministério do Meio Ambiente, 2010. 229p.
- PINHEIRO, Renata A. B. **Análise do processo de degradação/ desertificação na bacia do Riacho Feiticeiro, com base no DFC, município de Jaguaribe-Ceará**. Fortaleza, 2011(Dissertação).
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The Water Balance**. Publications in Climatology. Centerton, New Jersey, v. VIII, p. 1, 1955.84.

