

## IV-298 - ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO MICROCLIMA DA REGIÃO NO ENTORNO DA BARRAGEM PÚBLICA PADRE CÍCERO (AÇUDE CASTANHÃO)

**Tibério Vieira Sampaio**<sup>(1)</sup>

Bacharelado de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Patrícia da Costa Dutra**<sup>(2)</sup>

Bacharelado de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Karla Maryana Lima Loyola Weyne**<sup>(3)</sup>

Bacharelado de Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**José Sérgio dos Santos**<sup>(4)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Doutor em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará (UFC), atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Mariano da Franca Alencar Neto**<sup>(5)</sup>

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Mestre em Recursos Hídrico pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade de São Paulo (USP), atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Avenida 13 de Maio, 2081 – Campus Fortaleza - Fortaleza – CE – CEP: 60040-531 – Brasil – Tel: (85) 3307 3764 - e-mail: [laboratoriohidraulicaifce@gmail.com](mailto:laboratoriohidraulicaifce@gmail.com)

### RESUMO

O Nordeste tem passado por um período de baixos índices pluviométrico nos últimos 5 anos. Isso reforça a necessidade de políticas públicas para o correto manejo de água nas zonas semiáridas. Dentre as políticas já implantadas no Ceará, destaca-se a barragem Padre Cícero, mais conhecido como açude Castanhão, que teve sua construção iniciada em 1995 e concluída em 2002, e tem a capacidade de armazenamento de 6,7 bilhões de m<sup>3</sup>. No entanto, em virtude da dimensão da obra, os impactos ambientais atrelados a essa construção foram diversos, alguns com efeito imediato, outros a longo prazo.

Sendo assim, esse trabalho faz uma análise numérica dos índices pluviométricos das cidades que circundam o açude Castanhão, bem como avalia o comportamento dos ventos daquela região a fim de correlacionar a elevação da média pluviométrica da cidade de Iracema-CE com a construção da Barragem Padre Cícero, e, desta maneira, constatar e validar a presença desse impacto ambiental devido a esta obra.

Os resultados sugerem que a cidade de Iracema encontra-se no sentido da direção predominante dos ventos que passam sobre o Castanhão. Este fato sugere que a umidade do açude Castanhão possa estar sendo carreada e precipitada na forma de chuva na cidade avaliada, no entanto, essa assertiva requer estudos mais profundos para uma avaliação em definitivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Barragem Padre Cícero, Açude Castanhão, Impacto Ambiental, Iracema.

### INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino é conhecido pelo seu calor e sua baixa pluviometria. A escritora Raquel de Queiroz em seu livro *O Quinze* retrata uma grande estiagem que houve em 1915 onde muitas famílias fugiram do Nordeste em busca de condições melhores de vida. Baseado nisso, o Ceará foi alvo de diversas políticas públicas voltadas para o combate à seca, deste modo, destacam-se práticas rotineiras para a mitigação das consequências das estiagens, tais como: perfuração de poços, construção de cisternas, implementação de sistemas dessalinizantes, etc., com isso, no entanto, destaca-se a construção de barragens para represar a água dos períodos chuvosos e dar suporte para uso normal desse bem natural nos seus usos múltiplos nos períodos de estiagem.

Nesse contexto, foi construído a Barragem Pública Padre Cícero, mais conhecido como açude Castanhão, que tem, de acordo com dados da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), capacidade para 6,7 bilhões de m<sup>3</sup>. Deste modo, destaca-se pelo grande impacto social e ambiental. De acordo com Domingues et al. (2007), no impacto

climático ocorrerá modificações no clima local: aumento da umidade do ambiente, formação frequente de nevoeiros, diminuição ligeira da amplitude térmica e formação de brisas terra-lago, lago-terra.

## OBJETIVO DO TRABALHO

Avaliar o impacto gerado pela Barragem Padre Cícero (açude Castanhão) na pluviometria da região através de métodos estatísticos que caracterizem uma mudança no padrão das chuvas posteriormente a construção desta barragem.

## METODOLOGIA

O início do trabalho consistiu na coleta de dados pluviométricos através da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) dos diversos postos pluviométricos que circundam o açude Castanhão, em princípio, foram coletados os dados de 61 postos de observação, no entanto, 43 destes postos não eram representativos devido a falta de dados de diversos anos do intervalo estabelecido. Deste modo, foram considerados 18 postos. De posse dos postos válidos, foi calculado a média anual dos postos no intervalo de 1980 até 2001, e de 2002 até 2016 (Tabela 1), além disso, obteve-se a porcentagem relativa de cada posto em relação ao total precipitado nos 18 postos para cada ano, e, por fim, foi realizado a média entre essas porcentagens antes e depois da construção do açude (Tabela 2).

**Tabela 1: Média anual de chuvas antes e depois da construção da barragem Castanhão.**

Identificação do Posto	Média 1 (mm)	Média 2 (mm)
<i>Alto Santo</i>	726,55	691,76
<i>Icó</i>	784,53	746,20
<i>Iracema</i>	791,98	814,43
<i>Jaguaretama</i>	872,58	770,69
<i>Jaguaribara</i>	719,18	653,70
<i>Jaguaribe</i>	740,88	656,61
<i>Limoeiro do Norte</i>	734,98	658,67
<i>Morada Nova</i>	701,43	622,15
<i>Orós</i>	823,02	702,61
<i>Pereiro</i>	979,60	898,29
<i>São João do Jaguaribe</i>	707,37	606,70
<i>Solonópole</i>	738,65	731,52
<i>Tabuleiro do Norte</i>	691,10	719,69
<i>Quixada</i>	176,48	244,85
<i>Quixeramobim</i>	720,06	668,47
<i>Mombaça</i>	751,81	742,79
<i>Iguatu</i>	975,09	1032,34
<i>Aurora</i>	924,80	897,08

De posse desses resultados, foi construído um mapa com a média de chuvas antes e depois da construção do Castanhão através da extensão *IDW* da aba *Interpolação* do software ArcMap 10.3, com isso, obteve-se um mapa de isolíneas onde caracterizou-se as regiões com suas respectivas médias pluviométricas.

Além disso, foi obtido os dados de ventos referente a uma estação meteorológica da Funceme localizada no entorno do açude Castanhão, das quais foram utilizadas as informações das direções do vento na altura de 2 m e de 10 m. O sensor utilizado para obtenção destes dados consiste em um potenciômetro que tem a precisão de tensão ligada a um *datalogger*. A tensão de saída é um sinal analógico que é diretamente proporcional ao azimute da direção do vento, de acordo com Castro (2008).

Os dados de vento são referentes aos anos de 1999 até 2003, de modo que estes foram analisados para a obtenção de padrões de comportamento em dois aspectos: ano completo e 1º semestre (quadra chuvosa do Ceará). Dito isto, os dados foram tratados para a obtenção de um gráfico de predominância dos ventos baseado em uma análise de frequências, de acordo com MUNHOZ e GARCIA (2008), através da fórmula:

$$F(x) = (n / N) \times 100$$

equação(1)

Do qual - F(x) consiste na predominância de vento em determinada direção; n - diz respeito ao número de ocorrências em uma direção; N – refere-se ao número total de direções.

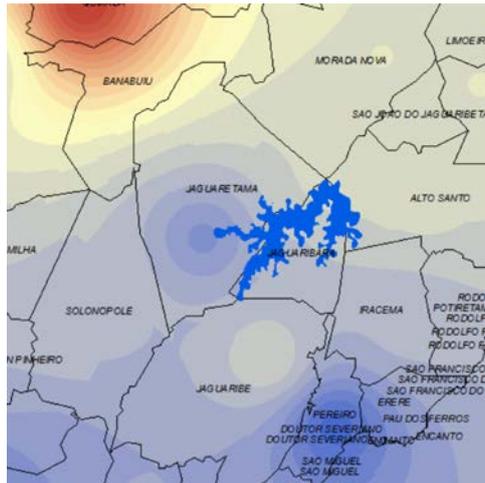
## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em princípio, foi constatada uma redução na pluviometria média da região, tal que a média entre os 18 postos pluviométricos antes da construção da barragem Padre Cícero é de 753,34 mm/ano, por sua vez, a média depois é de 714,36 mm/ano. Estes dados relevam uma redução de 5% entre as médias, porém isto pode ser justificado pelos baixos índices de chuva que tem ocasionado uma escassez hídrica no semiárido cearense nos últimos 5 anos, no entanto, algumas cidades apresentam resultados que diferem das outras por estarem aumentado sua média pluviométrica relativa (Tabela 2), destas, destaca-se a cidade de Iracema por sua proximidade ao Açude Castanhão.

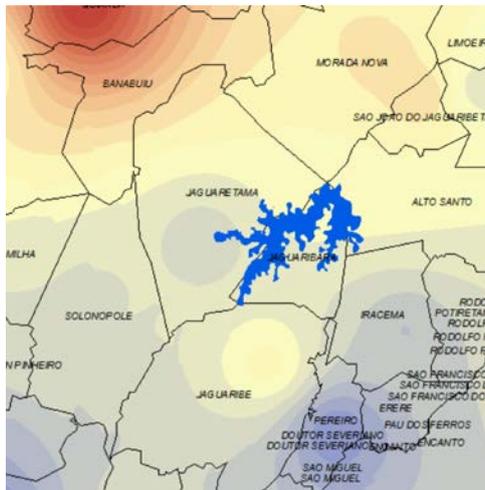
**Tabela 2: Percentual médio de cada posto em relação ao somatório de chuvas em todos os postos por ano; \*Med1 e Med2: Média relativa ao peso anual de cada posto em relação ao total de chuvas nos 18 postos em cada ano no período anterior e posterior a construção do açude Castanhão.**

Município	Med1	Med2	Med2 / Med1
Alto Santo	5,14%	5,10%	99,28%
Icó	6,00%	5,80%	96,65%
Iracema	5,71%	5,94%	104,03%
Jaguetama	6,35%	5,57%	87,73%
Jaguaribara	5,19%	4,92%	94,71%
Jaguaribe	5,27%	4,76%	90,17%
Limoeiro do Norte	5,27%	4,84%	91,97%
Morada Nova	5,00%	4,46%	89,23%
Orós	6,00%	5,41%	90,22%
Pereiro	7,16%	6,72%	93,89%
São João do Jaguaribe	5,04%	4,36%	86,54%
Solonópole	5,54%	5,43%	97,93%
Tabuleiro do Norte	4,98%	5,30%	106,34%
Quixada	1,44%	1,60%	110,90%
Quixeramobim	5,15%	4,88%	94,88%
Mombaça	5,52%	5,63%	102,10%
Iguatu	7,56%	8,11%	107,28%
Aurora	7,12%	6,78%	95,16%

Constatado numericamente o comportamento distinto da cidade de Iracema em relação as demais cidades que circundam o açude Castanhão, externa-se visualmente essa mudança através da isolíneas que ficam sobre a cidade antes e depois (Figura 1 e Figura 2), além disso, revela-se a redução dos índices pluviométricos de maneira geral nas diversas cidades analisadas.



**Figura 1: Precipitação média antes da construção do açude Castanhão.**



**Figura 2: Precipitação média depois da construção do açude Castanhão.**

Analisado o aumento da pluviometria da cidade de Iracema, deu-se início a análise do comportamento dos ventos na região através da equação(1), que, por sua vez, revela a predominância dos ventos no sentido oeste-leste durante o período anual e, durante o primeiro semestre, uma concentração na direção sudeste (Tabela 3).

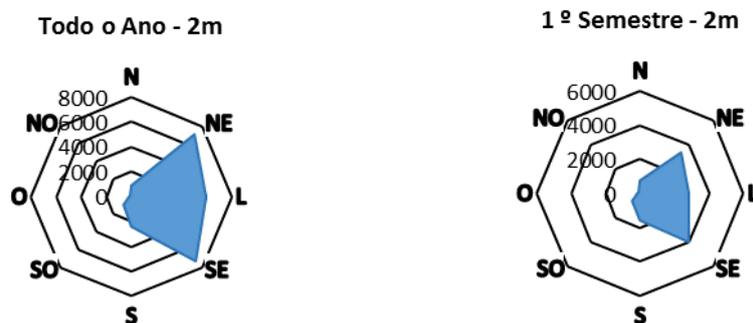
**Tabela 3: Distribuição de Frequências de direções do vento a 2m de altura.**

Direção do Vento - 2 m					
Decorrer do ano			1º Semestre		
Direção do Vento	<i>n</i>	<i>F(x)</i>	Direção do Vento	<i>n</i>	<i>F(x)</i>
N	933	3,7%	N	758	6%
NE	7142	28,4%	NE	3388	25%
L	5978	23,8%	L	2860	21%
SE	7289	29,0%	SE	4022	30%
S	2444	9,7%	S	1536	11%
SO	914	3,6%	SO	639	5%
O	253	1,0%	O	202	1%
NO	156	0,6%	NO	128	1%
<b>N =</b>	<b>25109</b>		<b>N =</b>	<b>13533</b>	

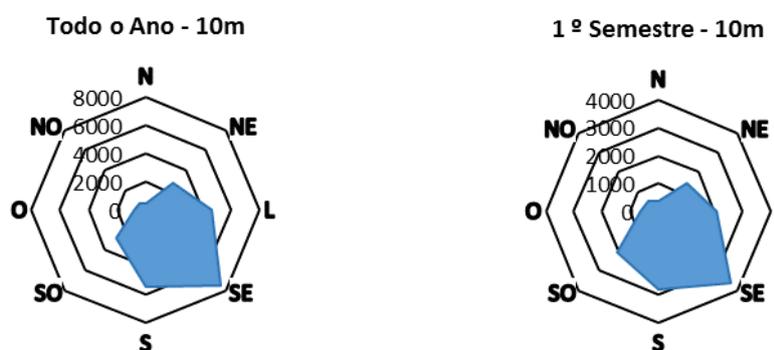
**Tabela 4: Distribuição de Frequências de direções do vento a 10m de altura.**

Direção do Vento - 10 m					
Decorrer do ano			1º Semestre		
Direção do Vento	<i>n</i>	<i>F(x)</i>	Direção do Vento	<i>n</i>	<i>F(x)</i>
N	479	1,9%	N	386	2,9%
NE	2718	10,8%	NE	1457	10,8%
L	4631	18,4%	L	2074	15,3%
SE	7509	29,9%	SE	3627	26,8%
S	5461	21,7%	S	2776	20,5%
SO	2841	11,3%	SO	2062	15,2%
O	826	3,3%	O	647	4,8%
NO	644	2,6%	NO	504	3,7%
<b>N =</b>	<b>25109</b>		<b>N =</b>	<b>13533</b>	

Para um melhor entendimento da Tabelas 3 e da Tabela 4 no aspecto de direção, o Gráfico 1 e gráfico 2 mostram com maior clareza o sentido predominante do vento.



**Figura 3: Direção predominante do vento durante todo o ano (esquerda), e durante o primeiro semestre (direita).**



**Figura 4: Direção predominante do vento durante todo o ano (esquerda), e durante o primeiro semestre (direita).**

## RESULTADOS

Os mapas representativos das médias anuais antes e depois do açude Castanhão indicaram uma elevação da média de chuva à sudeste da Barragem, de modo que, quando foram inseridos os dados de direção e velocidade dos ventos, verificou-se o aumento de precipitação da Precipitação da cidade de Iracema, além da correlação da direção do vento com o sentido em que a cidade se encontra. Baseado em DANTAS (2015),

houve um aumento da umidade relativa do ar no entorno do Castanhão, e, desse modo, entende-se que esta umidade gerada pelo espelho de água do Castanhão seja carregada para o município de Iracema, alterando de maneira sensível a pluviometria do município.

## **CONCLUSÕES**

Com a constatação numérica e visual da alteração pluviométrica no município de Iracema, entende-se que o Açude Castanhão pode ter influenciado a pluviometria deste município, no entanto é necessário que se acrescente os dados de vento com uma maior amostragem para que se tenha um maior embasamento nesta assertiva. Além disso, é necessário que sejam feitos estudos adicionais, tais como de: temperatura, umidade relativa, radiação, etc. que corroborem esta constatação.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. CEARÁ, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Dados de pluviometria, disponível em: Acesso em: 21 de jan. 2016
2. SOUZA FILHO, F. A. Notas sobre o planejamento de recursos hídricos no Ceará. In: MMA/ANA. Experiências de gestão dos recursos hídricos. Brasília: MMA/ANA, 2010.
3. DANTAS, SULIVAN (2015). “A Influência do Açude Castanhão no Clima Local de Jaguaratama”. Revista UFPI, Vol. 4, nº2, p. 2-17(2015).
4. MUNHOZ, Fabrício César; GARCIA, Anice. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava–SP. Revista Brasileira de Meteorologia, [s.l], v. 23, n. 1, p.30-34, 2008.
5. CASTRO, Nilton Sergio Brito de. ASSIMILAÇÃO DE DADOS DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS DA FUNCEME. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Física, Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.