

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
GERÊNCIA DE ESTUDOS E PROJETOS

**BOLETIM DE MONITORAMENTO DOS POÇOS
COM DATALOGGER NO CARIRI – CE
(ANO DE 2019)**

Equipe Técnica:

Davi Martins Pereira

José Guilherme Filgueira da Silva

José Mário Correia de Lima

Zulene Almada Teixeira

Maio/2020

1 INTRODUÇÃO

O monitoramento com *Datalogger* foi iniciado em agosto de 2009, já tendo sido apresentado os resultados dos anos de 2009 a 2017. Este boletim refere-se aos resultados do monitoramento obtidos de **janeiro a dezembro de 2019**.

Ao todo são 24 poços monitorados, localizados na Bacia Sedimentar do Araripe, porção sul do estado do Ceará, distribuídos nos municípios de Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Juazeiro do Norte, Milagres, Missão Velha e Porteiras.

2 LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS

A distribuição da rede de monitoramento procurou representar os aquíferos Rio da Batateira e Missão Velha, que formam o sistema aquífero Médio, e o aquífero Mauriti, seguindo a ordem de importância socioeconômica da água. A Figura 01 apresenta a distribuição espacial dos poços e a Tabela 01 as informações referentes a cada poço.

Figura 01 - Distribuição espacial dos poços monitorados

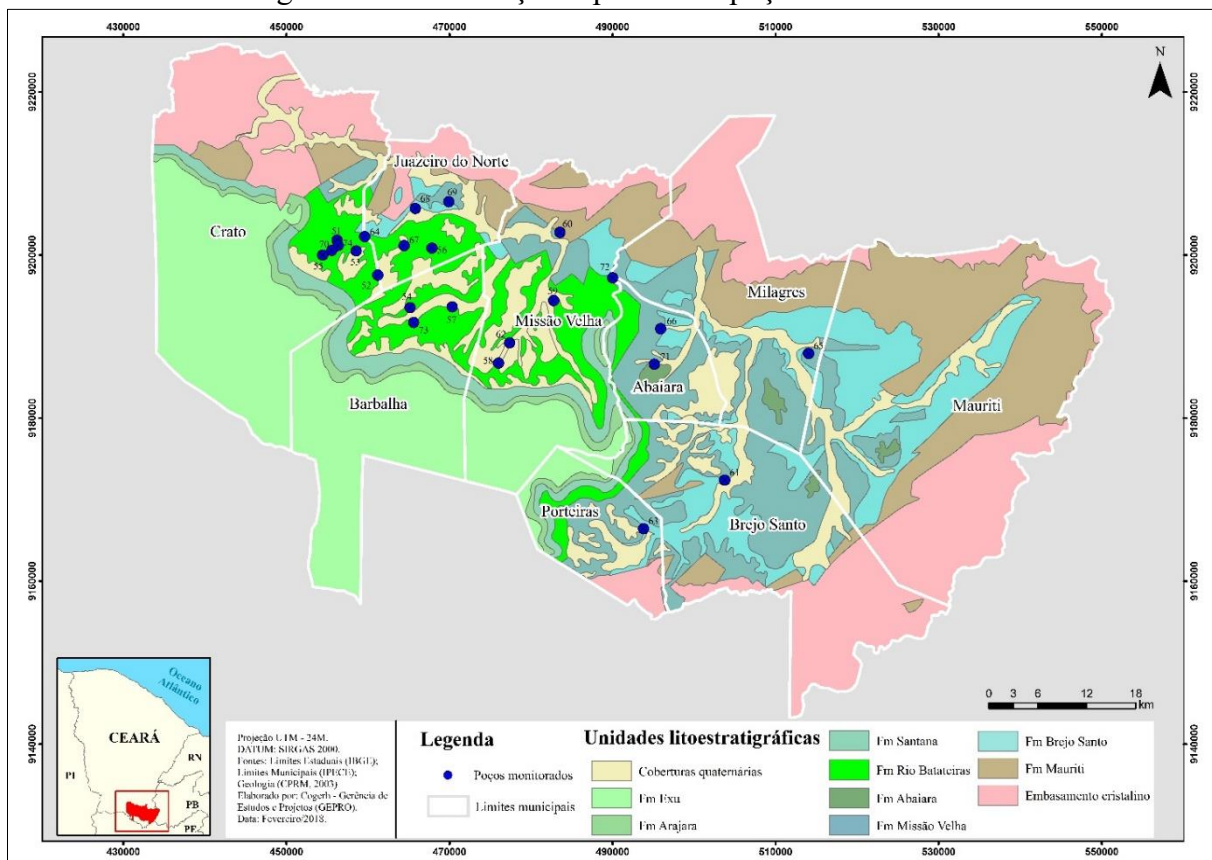


Tabela 01 – Resumo dos dados dos poços da rede de monitoramento *Datalogger* Cariri

ID_SOFTWARE	COD_COGERH	MUNICÍPIO	LOCALIDADE	UTM_N	UTM_E	COTA (m)	PROF. (m)	D. (pol)	ALT. BOCA (m)	NE (m) - Inicial	ND (m) - Inicial	Q (m ³ /h) - Inicial	AQUÍFERO	USO
66	COG/ABA/0001	Abaiara	Baixa Dantas	9.190.957	495.916	363		6	0,65	8,95	25,00	8,30	Missão Velha	Abastecimento humano
71	COG/ABA/0002	Abaiara	Sítio Capoeira	9.186.612	495.145	419		6	0,60	10,50	17,49	4,20	Abaiara	Abastecimento humano
61	COG/BJS/0001	Brejo Santo	Garanhuns/Pau D'Arco (SAAEBS)	9.172.385	503.763	416		6	0,53	24,72	34,08	16,00	Missão Velha	Abastecimento humano
73	COG/BAR/0001	Barbalha	Tupinambá II	9.191.711	465.623		100	6	0,62	6,08	23,70	144,00	Rio da Batateira	Abastecimento público
54	COG/BAR/0002	Barbalha	JB – Jeans do Brasil	9.193.548	465.175	427	88	6	0,49	26,90	31,00	65,00	Rio da Batateira	Indústria
57	COG/BAR/0003	Barbalha	EPACE/EMBRAP A/FATECE	9.193.631	470.345	396	20	8	0,43	7,88	25,19	43,00	Rio da Batateira	Irrigação
51	COG/CRT/0001	Crato	Engenho Brigadeiro	9.201.837	456.231	419		6	0,35	6,32	8,14	15,20	Rio da Batateira	Indústria
52	COG/CRT/0002	Crato	Santa Rosa (SAAEC)	9.197.545	461.212	455	108	6	0,43	43,00	51,36	11,31	Rio da Batateira	Abastecimento público
53	COG/CRT/0003	Crato	Woojin	9.200.515	458.560	455	150	6	0,20	51,12	53,00	12,00	Rio da Batateira	Indústria
55	COG/CRT/0004	Crato	Dep. Estradas e Rodagens - DER	9.199.989	454.458	430		6	0,42	20,05	21,28	5,07	Rio da Batateira	Abastecimento humano
64	COG/CRT/0005	Crato	Sítio Alto (SISAR)	9.202.250	459.613	410		6	-	5,40	22,58	6,70	Rio da Batateira	Abastecimento público
74	COG/CRT/0006	Crato	SESI	9.201.195	456.359	425		6	0,46	18,14	22,51	5,30	Rio da Batateira	Abastecimento humano
70	COG/CRT/0007	Crato	Secretaria da Agricultura	9.200.566	455.582	435		6	-	27,00	-	-	Rio da Batateira	Abastecimento humano
69	COG/JUN/0001	Juazeiro do Norte	Vila Sto. Antonio (SISAR)	9.206.529	469.922	395		6	0,55	17,68	20,14	5,30	Missão Velha	Abastecimento público
68	COG/JUN/0002	Juazeiro do Norte	Faz. Boca das Cobras	9.205.713	465.821	388	80	6	0,68	10,19	21,00	25,50	Rio da Batateira	Irrigação
67	COG/JUN/0003	Juazeiro do Norte	Rodoviária Pe. Cícero	9.201.152	464.453	445	110	6	0,34	60,43	67,90	2,14	Rio da Batateira	Abastecimento humano
56	COG/JUN/0004	Juazeiro do Norte	Centro de Integração	9.200.852	467.855	417	78	6	0,25	27,60	28,90	18,00	Rio da Batateira	Abastecimento humano
65	COG/MIL/0001	Milagres	Carmaíba dos Lacerdas	9.187.918	514.056	350	60	6	0,50	3,00	-	6,00	-	Abastecimento público
62	COG/MIV/0001	Missão Velha	Chiqueiro das Cabras (SISAR)	9.189.222	477.381	421		6	0,40	12,90	14,47	7,00	-	Abastecimento público
59	COG/MIV/0002	Missão Velha	Sítio Logradouro (SISAR)	9.194.422	482.790	386	70	6	0,62	12,20	13,65	5,10	Rio da Batateira	Abastecimento público
60	COG/MIV/0003	Missão Velha	Sítio Cachoeira	9.202.774	483.565	353	160	6	0,41	8,50	-	13,20	Mauriti	Abastecimento humano
58	COG/MIV/0004	Missão Velha	Sítio Barreiras	9.186.739	476.020	431		8	0,28	27,97	36,75	27,50	Rio da Batateira	Irrigação
72	COG/MIV/0005	Missão Velha	Olho D'Água Cumprido (SISAR)	9.197.206	490.024	377	76	6	0,30	1,75	13,80	52,00	Missão Velha	Abastecimento público
63	COG/POT/0001	Porteiras	Sítio Abreu	9.166.424	493.809	459	84	6	0,20	21,50	26,66	15,20	-	Abastecimento público

3 REDE DE MONITORAMENTO *DATALOGGER*

3.1 Sistema *Datalogger*

O sistema de monitoramento é formado por estações (*dataloggers*), compostas por sensores que registram os dados de nível e armazenam-os na memória (*datalogger* propriamente dito), com as leituras realizadas a cada dez minutos. O sistema combina um sensor de pressão e o *logger*. Os sensores são alojados em tubos-guia, que estão instalados nos poços tubulares profundos. Cada estação monitorada acumula os dados obtidos, que são coletados mensalmente pelos técnicos da Cogerh, Regional do Crato, e formam o banco de dados da Companhia.

Salienta-se que, como as estações passaram por manutenção e substituição ao longo do ano de 2019 – o sistema, anterior, de bombulamento foi substituído por um sistema de pressão hidrostática interna, instalado dentro do poço – antes os sensores adquiriam os dados a cada hora e após a substituição a aquisição passou a ser a cada dez minutos. Foram instaladas 12 estações até janeiro, 04 estações em junho e 08 estações entre agosto e setembro. Com isso, só serão apresentados dados de 08 estações. Explicar-se-á a razão detalhada mais abaixo.

3.2 Tratamento de dados

Os dados de monitoramento aqui apresentados são nível estático do poço e precipitação pluviométrica, com alguns poços em caráter diário e outros mensal. A partir dos dados de variação de nível é realizado o cálculo de recarga pontual para cada estação, onde o período representado é um ano hidrológico.

Os valores de níveis da água apresentados neste boletim são médias aritméticas, diárias ou mensais, feitas a partir dos valores identificados (filtrados) como nível estático do poço, haja vista que as medições realizadas pelo sensor de pressão, convertidas em nível d'água, podem se dar em momentos onde há rebaixamento (ou recuperação) do nível da água por bombeamento, ou por influência de poços circunvizinhos, desta maneira, são excluídos dados referentes a nível dinâmico. É importante frisar que vários poços possuem variação temporal na sua operação, inclusive com poços que operam mais de 24h seguidas, como é o caso dos poços das operadoras locais de saneamento (Cagece, SAAE, Sisar, Prefeitura) – em alguns momentos, e sabe-se que o ideal para esse tipo de monitoramento é que os poços sejam de observação (piezômetros) e não poços em operação – existem dois poços piezométricos, estações 57 e 71, EPACE e Sítio Capoeira, respectivamente. Com isso, os dados precisam de mais atenção ao ser elaborado o processamento e nem sempre se consegue realizar como esperado, por isso não são apresentados os resultados de todas as estações.

O processo de filtragem e consolidação dos níveis estático consiste na organização dos dados brutos de forma a transformá-los em números reais de duas casas decimais, com distribuição de frequência, onde as frequências que representam os níveis estáticos são filtradas, para em seguida agrupar os dados em dias ou meses. Essa subdivisão em dias ou meses dar-se em função do tipo de uso e tempo de bombeamento de cada poço, nos resultados apresentados no final desse boletim, essa diferença (dia/mês) pode ser observada. Poços com maior tempo de uso e lenta recuperação só podem ser filtrados a nível mensal e não diário, que seria o mais interessante, em vista ao cálculo de reserva.

Os valores de precipitação são de postos pluviométricos gerenciados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e de domínio público no site dessa instituição. Para a obtenção da série histórica diária de precipitações para cada poço monitorado, utilizou-se o método do Polígono de Thiessen, que considera a não-uniformidade da distribuição espacial dos postos, mas não leva em conta o relevo da bacia. O método apresenta bons resultados em terrenos levemente acidentados, quando a localização e exposição dos pluviômetros são semelhantes, e as distâncias entre eles não são muito grandes (TUCCI, 1993). Salienta-se que todos os postos pluviométricos e as estações de monitoramento de nível d'água estão situados no Vale do Cariri, o que condiz com a premissa citada acima, relevo relativamente plano e distribuição espacial próxima.

O uso dos dados históricos de precipitação é importante no cálculo da recarga pois permite que sejam feitas considerações sobre o montante esperado para cada ano. Para anos com chuvas acima da média, são esperados maiores valores de recarga, contudo, em alguns anos isso pode não ocorrer, em função de fatores como o aumento do escoamento superficial como resultado de chuvas com alta intensidade, ou altos valores de evapotranspiração para determinados anos podem acarretar baixos valores de recarga, mesmo em anos com altas precipitações (BREARS e POST, 2014).

Os valores de recarga do nível (R_n) são calculados a partir da subtração do nível mínimo ($N_{mín}$) do nível máximo ($N_{máx}$) estabelecidos após o período da quadra chuvosa, desta forma, é garantida a utilização dos valores de nível após a recarga direta do aquífero.

$$RN = NMín - Nmáx$$

Quando os dados de recarga são avaliados juntamente com os correspondentes dados de precipitação, os acréscimos que não são causados por precipitação (e que não indicam recarga) podem ser claramente identificados e eliminados das estimativas de recarga.

4 RESULTADOS

O resultado do tratamento dos dados de monitoramento é apresentado na Tabela 02, discriminado por poço e aquífero – inclusive com dados de nível estático para os meses de agosto de 2009 e agosto de 2019, para se ter um comparativo desses dez anos da instalação da rede de monitoramento.

Ao observar o comparativo desses 10 anos (2009-2019), tem-se que a maior parte dos poços apresentou rebaixamento, por vezes significativo, em relação ao valor inicial (agosto/2009). Porém, dois poços apresentaram elevação do nível, são eles: ID 64 (Sítio Alto) e ID 70 (Secretaria de Agricultura), com recuperação de 1,46m e 5,00m, respectivamente. Salienta-se ainda, que ambos se encontram no município de Crato, e serão, posteriormente, analisados em campo, buscando-se possíveis explicações, já que a demanda na região se encontra em constante aumento, e os poços, por sua vez, em constante rebaixamento. Ademais são os únicos poços que apresentam esse comportamento e que não condiz com a realidade.. No geral os poços tiveram um rebaixamento médio de 5,11m, com 0,18m de mínimo e 14,20m de máxima, e 3,72m de mediana. Observa-se ainda que os poços com maiores rebaixamentos (acima de 10 metros) estão relacionados às operadoras locais de saneamento ou a grandes áreas irrigadas.

São apresentados os gráficos (FIGURAS 02 a 09) cujas estações apresentaram pelo menos 50% de dados brutos completos ao longo do ano. Informamos que além das dificuldades expostas anteriormente, no item 3.2, tem-se também que em algumas estações ocorrem vandalismos e/ou má operação do sistema de monitoramento da Cogehrh (pelos próprios usuários durante manobras realizadas nos poços), com isso por vezes, se observa hiatos na aquisição dos dados. Exemplos de vandalismo e má operação são, respectivamente, o “furto” de cabos dos sensores (cabos PP’s e tubos de polipropileno, ambos de menos de 1mm de diâmetro - sem valor comercial) e o corte desse mesmo cabo durante retirada de equipamento de bombeamento dos poços.

Os gráficos não estão apresentados em um ano hidrológico¹ completo em razão das substituições dos sensores das estações terem começado no mês de janeiro de 2019. Como exposto no item 3.1, 12 estações só tiveram os sensores substituídos após a quadra chuvosa, isso explica o reduzido números de estações apresentadas nesse boletim, como já mencionado anteriormente. A análise dos dados do monitoramento aponta sete poços com recuperação no nível da água. Ainda se têm as estações 57 e 71, que são piezômetros e é interessante comentar, até porque possuem um sistema de monitoramento (*levelloger* da *Solinst*) diferente das demais estações. A estação 57 apresenta dados insuficientes para o cálculo de recarga anual, e a estação 71 continua a apresentar dados inconsistentes para âmbitos naturais, anomalia essa que foi identificada no boletim de 2018 e

continuará em análise ao longo do ano de 2020, inclusive com uma visita *in loco* para averiguar se essa mesma anomalia ocorre nos poços da vizinhança.

De forma geral, a variação sazonal é percebida quando se tem dados completos de um ano hidrológico, como mencionado anteriormente. Ao observar as Figuras 02 a 09, mesmo que na ausência de um ano hidrológico completo, percebe-se a variação dos níveis estáticos nos poços da rede de monitoramento da Cogerh, na região do Cariri, e a precipitação ao longo do período monitorado. Assim, pode-se concluir que no período entre janeiro/19 (nível mínimo) e abril/19 (nível máximo), houve recarga média de 0,5m para os poços das estações que apresentam dados, comportamento esse que deve refletir a dinâmica regional para o ano de 2019.

¹ O ano hidrológico para a região, apresenta característica geral de dezembro a novembro do ano seguinte.

Tabela 02 - Resumo do monitoramento

ID*	Recarga do nível (m)	Nível estático **		Nível estático histórico			Volume explorado (m ³)	Precipitação anual			
		máximo (m)	mínimo (m)	ago/09 (m)	ago/19 (m)	diferença (m)		Anual (mm)	Mín. hist. (mm)	Méd. hist. (mm)	Máx. hist. (mm)
Sistema Aquífero Médio											
ID 66 ABA/001	-	-	-	8,95	-	-	-	-	-	-	-
ID 71 ABA/002	1,38	22,83	24,21	10,50	23,25	-12,75	-	1.178	373	904	1.719
ID 73 BAR/001	1,00	6,06	7,06	6,08	6,64	-0,56	-	846	541	1.053	2.148
ID 54 BAR/002	-	-	-	26,90	30,18	-3,28	-	-	-	-	-
ID 57 BAR/003	-	-	-	7,88	10,97	-3,09	-	-	-	-	-
ID 61 BJS/001	-	-	-	24,72	29,40	-4,68	-	-	-	-	-
ID 51 CRT/001	-	-	-	6,32	6,50	-0,18	-	-	-	-	-
ID 52 CRT/002	0,10	54,50	54,60	43,00	54,62	-11,62	-	1.075	568	1.101	1.970
ID 53 CRT/003	-	-	-	51,12	54,70	-3,58	-	-	-	-	-
ID 55 CRT/004	-	-	-	20,05	25,61	-5,56	-	-	-	-	-
ID 64 CRT/005	0,61	3,15	3,76	5,40	3,94	1,46	-	1.075	568	1.101	1.970
ID 74 CRT/006	-	-	-	18,14	21,66	-3,52	-	-	-	-	-
ID 70 CRT/007	-	-	-	27,00	22,00	5,00	-	-	-	-	-
ID 69 JUN/001	-	-	-	17,68	20,98	-3,30	-	-	-	-	-
ID 68 JUN/002	-	-	-	10,19	15,11	-4,92	-	-	-	-	-
ID 67 JUN/003	0,24	68,67	68,91	60,43	68,76	-8,33	-	846	541	1.053	2.148
ID 56 JUN/004	-	-	-	27,60	31,32	-3,72	-	-	-	-	-
ID 65 MIL/001	0,46	12,29	12,75	3,00	13,39	-10,39	-	815	454	899	1.664
ID 62 MIV/001	-	-	-	12,90	27,10	-14,20	-	-	-	-	-
ID 59 MIV/002	-	-	-	12,20	14,84	-2,64	-	-	-	-	-
ID 58 MIV/004	0,60	38,59	39,19	27,97	39,79	-11,82	-	883	539	977	1.886
ID 72 MIV/005	-	-	-	1,75	4,20	-2,45	-	-	-	-	-
ID 63 POT/001	-	-	-	21,50	28,39	-6,89	-	-	-	-	-
Sistema Aquífero Inferior											
ID 60 MIV/003	-	-	-	8,50	15,13	-6,63	-	-	-	-	-

*ID – Número de identificação do poço

**Nível estático máximo e mínimo definidos em relação a superfície da Terra

Figura 02 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 71 - Sítio Capoeira, Abaiara

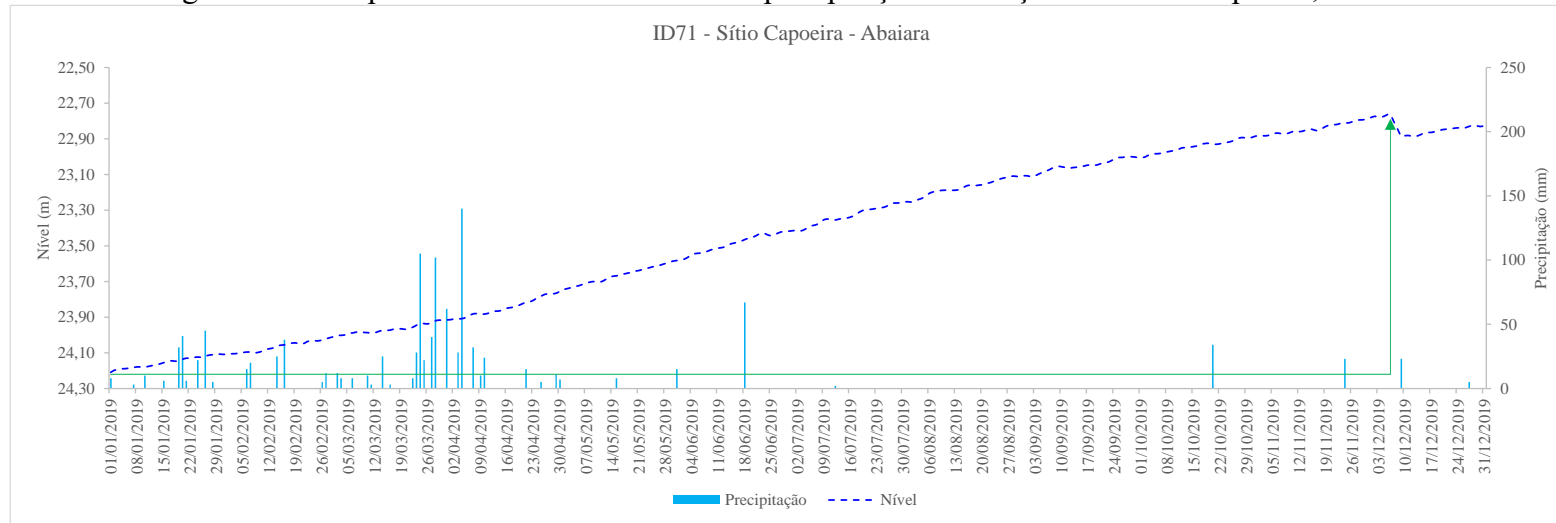


Figura 03 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 57 - EPACE, Barbalha

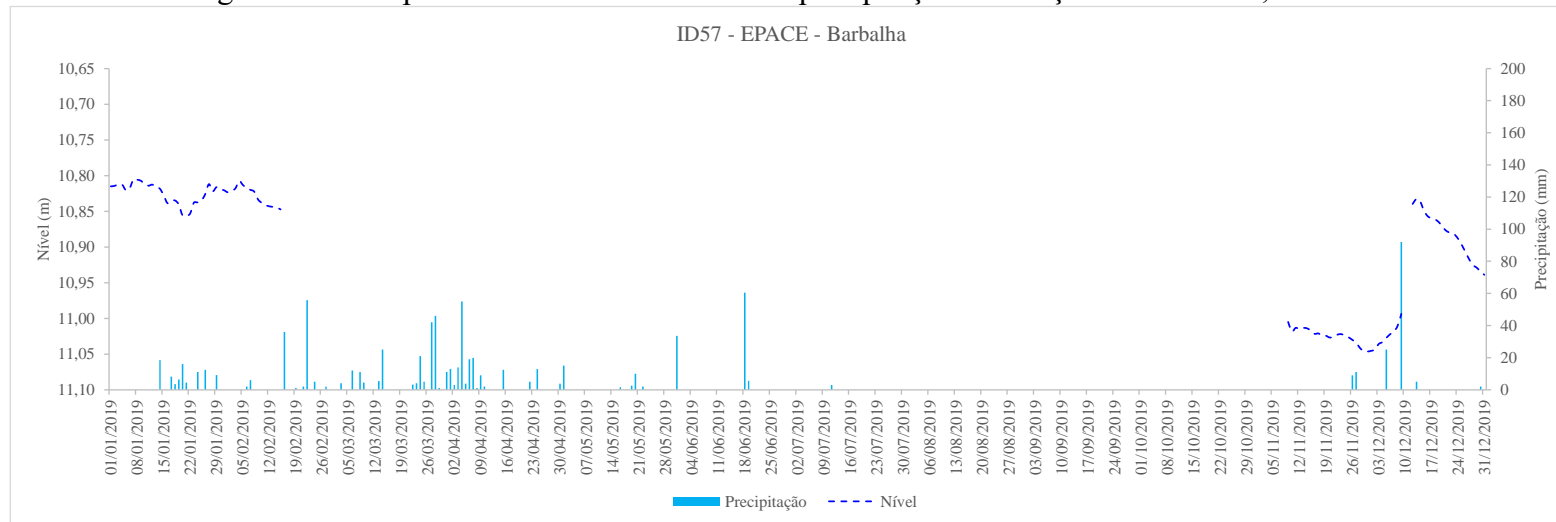


Figura 04 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 73 - Tupinambá, Barbalha

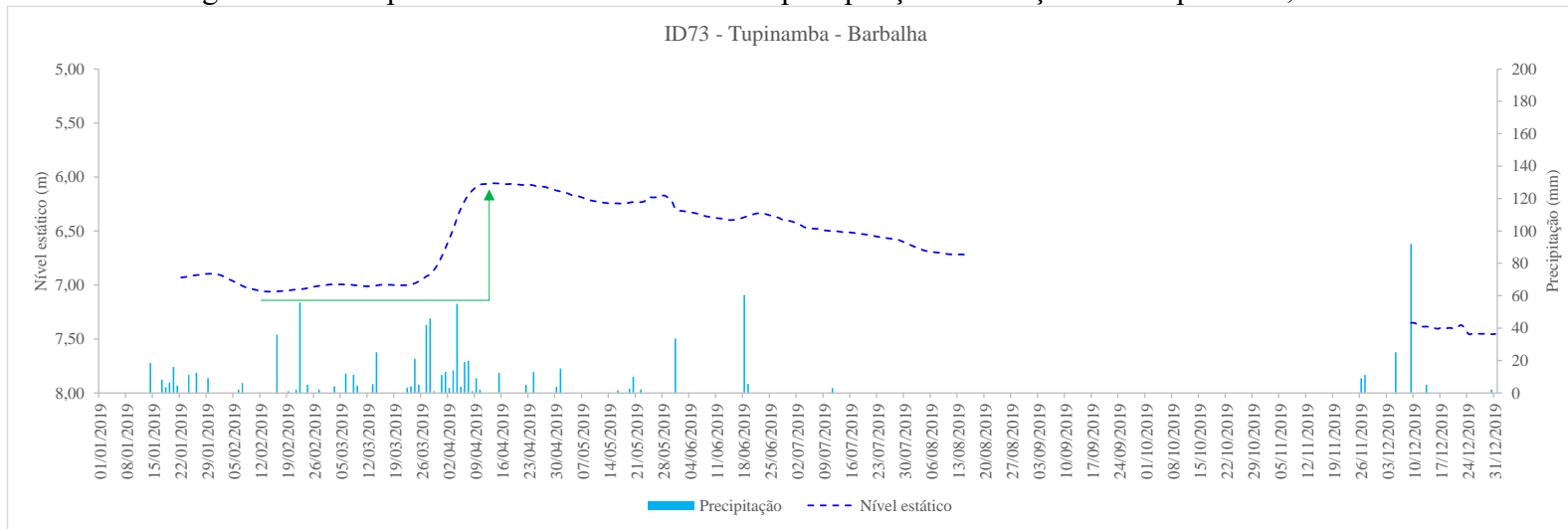


Figura 05 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 52 - Santa Rosa, Crato

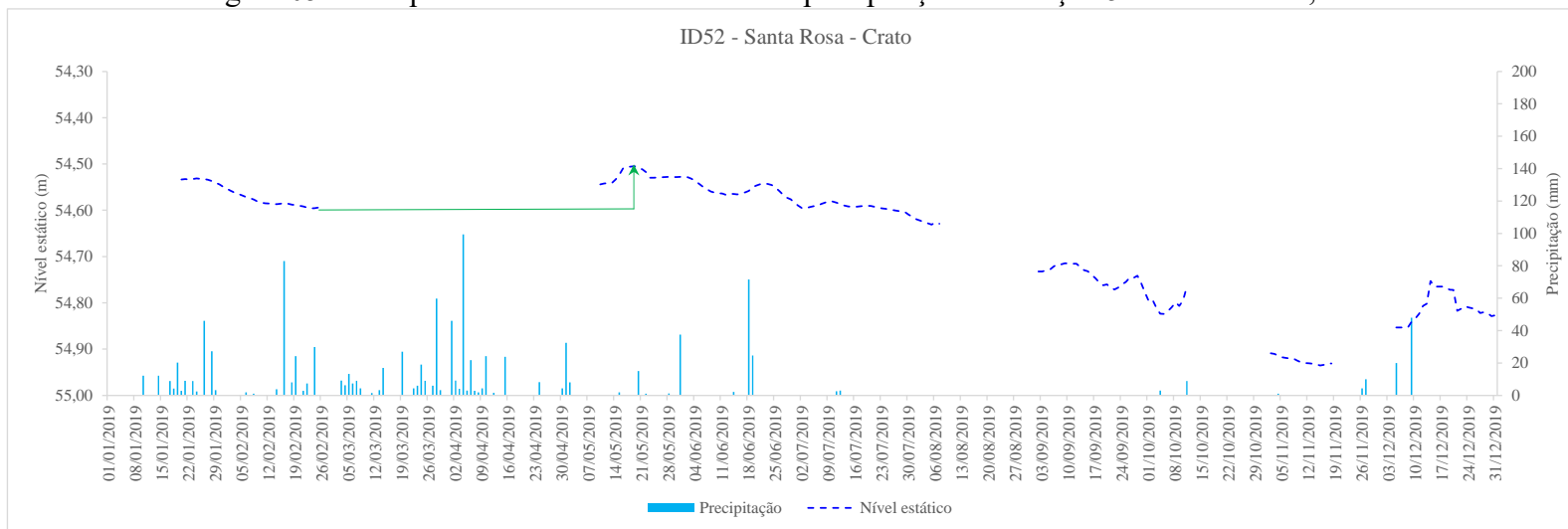


Figura 06 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 64 - Sítio Alto, Crato

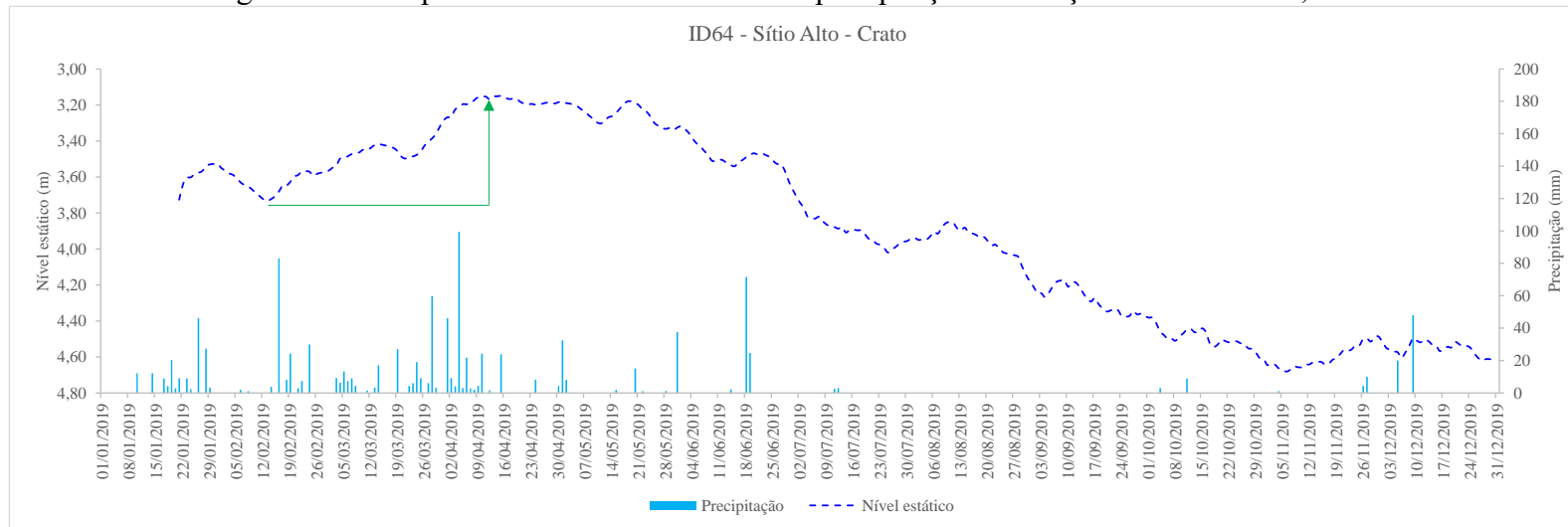


Figura 07 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 67 - Rodoviária Padre Cícero, Juazeiro do Norte

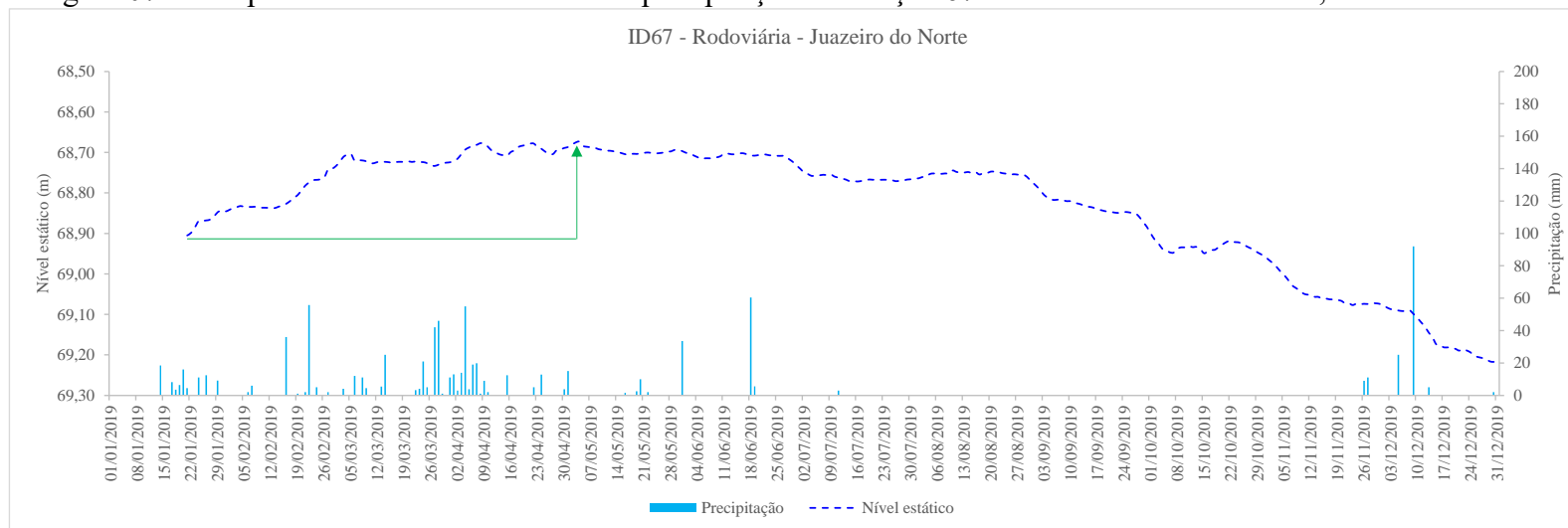


Figura 08 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 65 - Carnaúba dos Lacerdas, Milagres

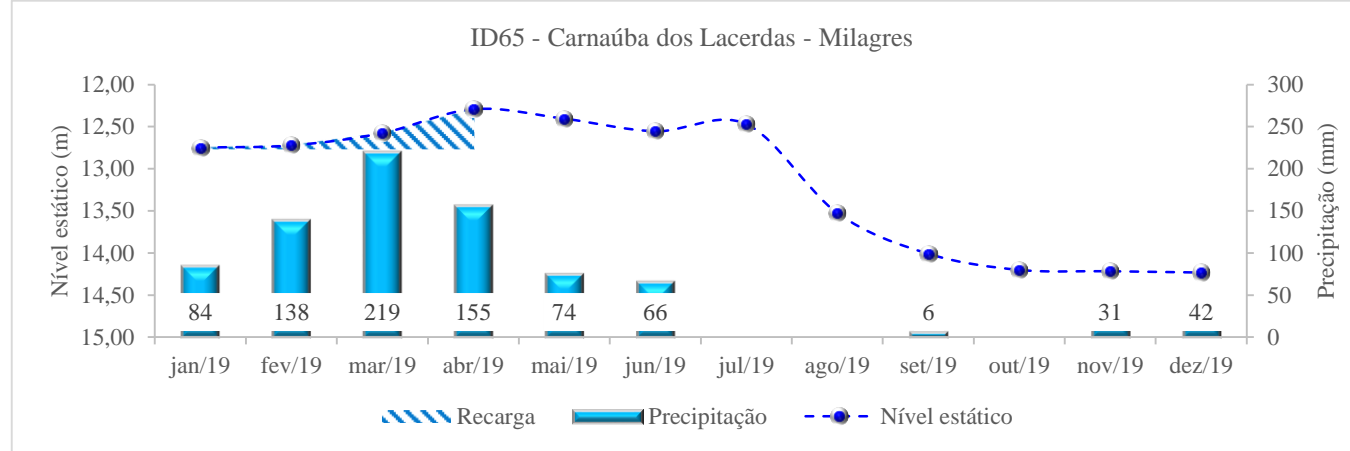
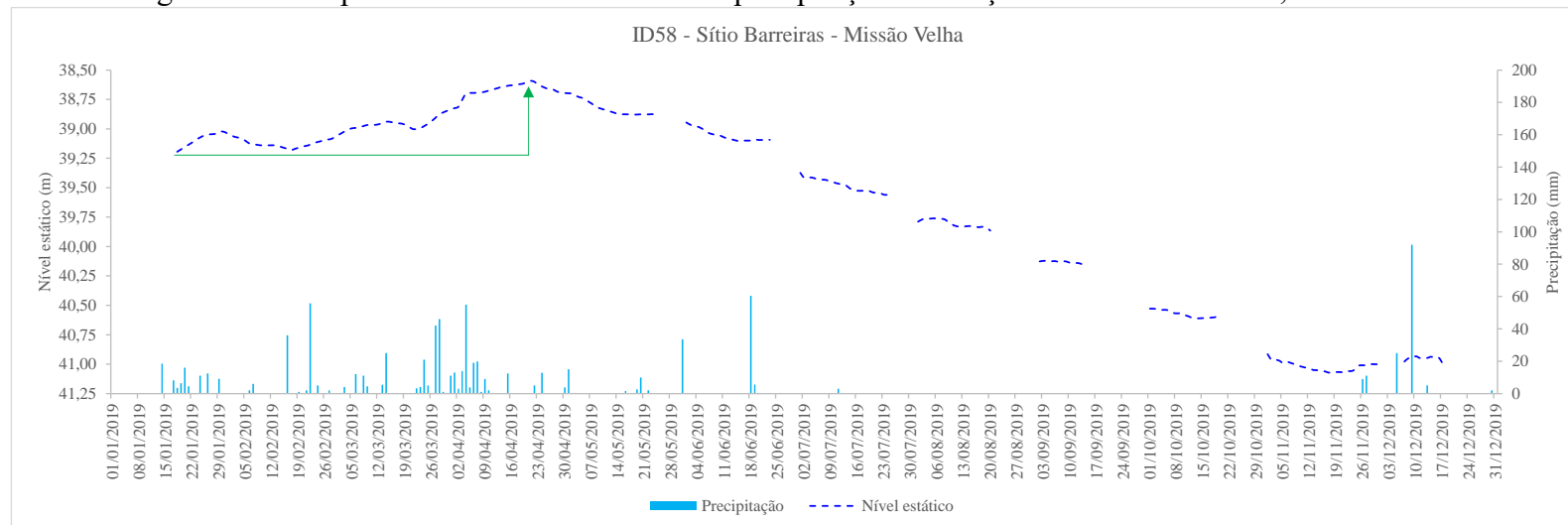


Figura 09 - Comportamento do nível estático x precipitação na estação 58 - Sítio Barreiras, Missão Velha



REFERÊNCIAS

Brears, E. Post, R. NVCA Water Table Fluctuation Study. [S. L.]: Nottawasaga Valley Conservation Authority, 2014. 17 p.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 14 de abril de 2020.

Tucci, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 1993. 943 p.