
Monitoramento de Águas Subterrâneas, Ceará

Zulene Almada
Guilherme Filgueira

Avaliação Qualiquantitativa das Águas Subterrâneas de Jericoacoara **2020**

Avaliação Hidrogeológica Qualiquantitativa do Campo de Dunas Pecém/Paracuru - 2011*

Avaliação Hidrogeológica Qualiquantitativa no Município de Poranga - 2015

Estudo Qualiquantitativo do Aluvião do Rio Jaguaribe, trecho entre o Castanhão e Itaiçaba

Estudo Qualiquantitativo das Águas Subterrâneas das Bacias do Iguatu **2020**

Estudo Qualiquantitativo das Águas Subterrâneas da Bacia do Araripe - 2017

Modelagem Matemática Hidrogeológica da Aquífero Médio e do Aquífero Mauriti da Região do Cariri - 2011

Plano de Monitoramento e Gestão dos Aquíferos da Bacia do Araripe - 2009



Projeto de Monitoramento / Gestão de Água Subterrânea de Micro-áreas Estratégicas da Região Metropolitana de Fortaleza **2005**

Cadastro de Poços da APA da Serra de Baturité - 2019

Plano de Gestão Participativa dos Aquíferos da Bacia Potiguar do Estado do Ceará - 2009

Projeto Gestão Compartilhada CE e RN - 2010

Relatório de Qualidade de Água Subterrânea Apodi - 2011

Cadastramento de Poços na Chapada do Apodi

Implantação do Sistema de Monitoramento / Gestão de uma Área Piloto do Aquífero Missão Velha na Bacia Sedimentar do Cariri no Estado do Ceará **2005**

Estudo de Qualidade das Águas Subterrâneas da Bacia do Araripe - 2011

Cadastro de Usuários e Medições de Vazões em 80 Fontes do Cariri - **2020**

Conceitos Básicos

Água Subte

GRANULARES - rochas sedimentares
sedimentos inconsolidados

formações g

es e não

Aquífero: fo

a que arm

Tipos de aq

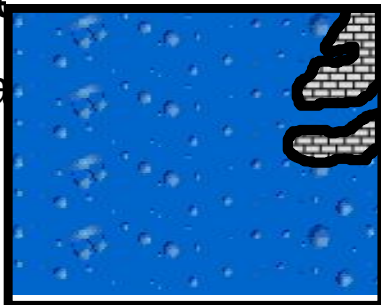
cárstico

Poluição

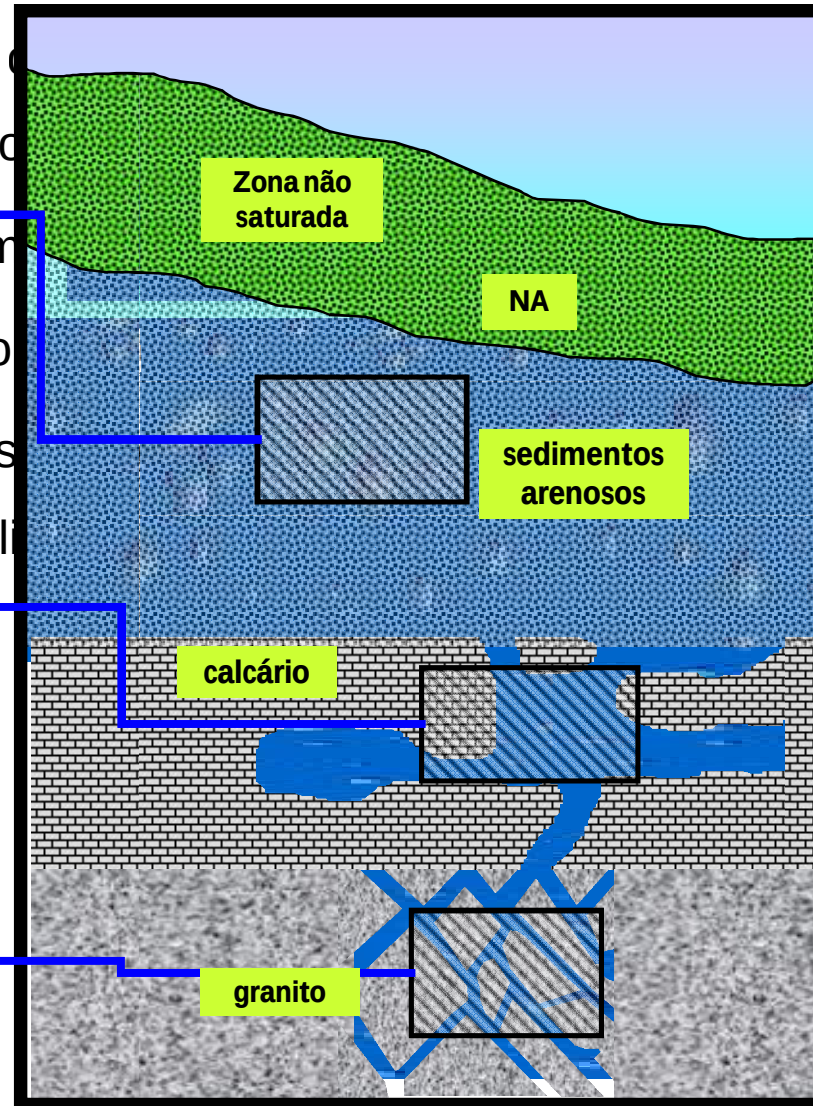
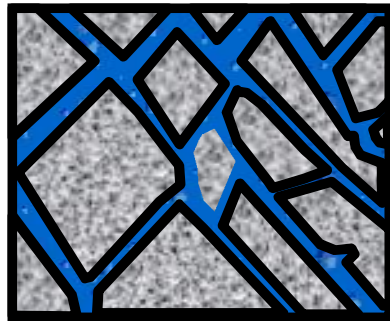
CÁRSTICOS - rochas calcárias

conhecer/ca

porar quali



FRATURADOS - rochas cristalinas



presente nas

necessário

Conceitos Básicos

Reserva renovável ou reguladora: volume hídrico acumulado no aquífero, em função da **porosidade eficaz** ou do **coeficiente de armazenamento**, varia anualmente em decorrência sazonalidade.

Reserva permanente: volume armazenado, que está abaixo do nível máximo da variação em escala anual.

Monitoramento de águas subterrâneas: processo sistemático de aquisição de dados, armazenamento, análise e interpretação.

Importância: observar as possíveis mudanças na qualidade e no volume dos aquíferos a partir de um **determinado parâmetro de uma determinada variável**.

Conceitos Básicos

Objetivos do Monitoramento

- Observar a variação sazonal nos níveis d'água e acompanhar a evolução da série histórica para áreas de maior exploração;
- Caracterizar a qualidade natural das águas subterrâneas;
- Estabelecer valor inicial (referência) para cada substância de interesse, por aquífero;
- Avaliar as tendências das concentrações das substâncias monitoradas;
- Subsidiar as ações de gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Conceitos Básicos

Por que é necessário monitorar?

- Porque as atividades humanas alteram os mecanismos de recarga dos aquíferos e introduz outros, alterando a taxa, a frequência e a qualidade da recarga.

Principais causas:

- Urbanização, desenvolvimento indústrias, atividades agrícolas e mineração.

Requisitos da Cogerh para efetivação do monitoramento:

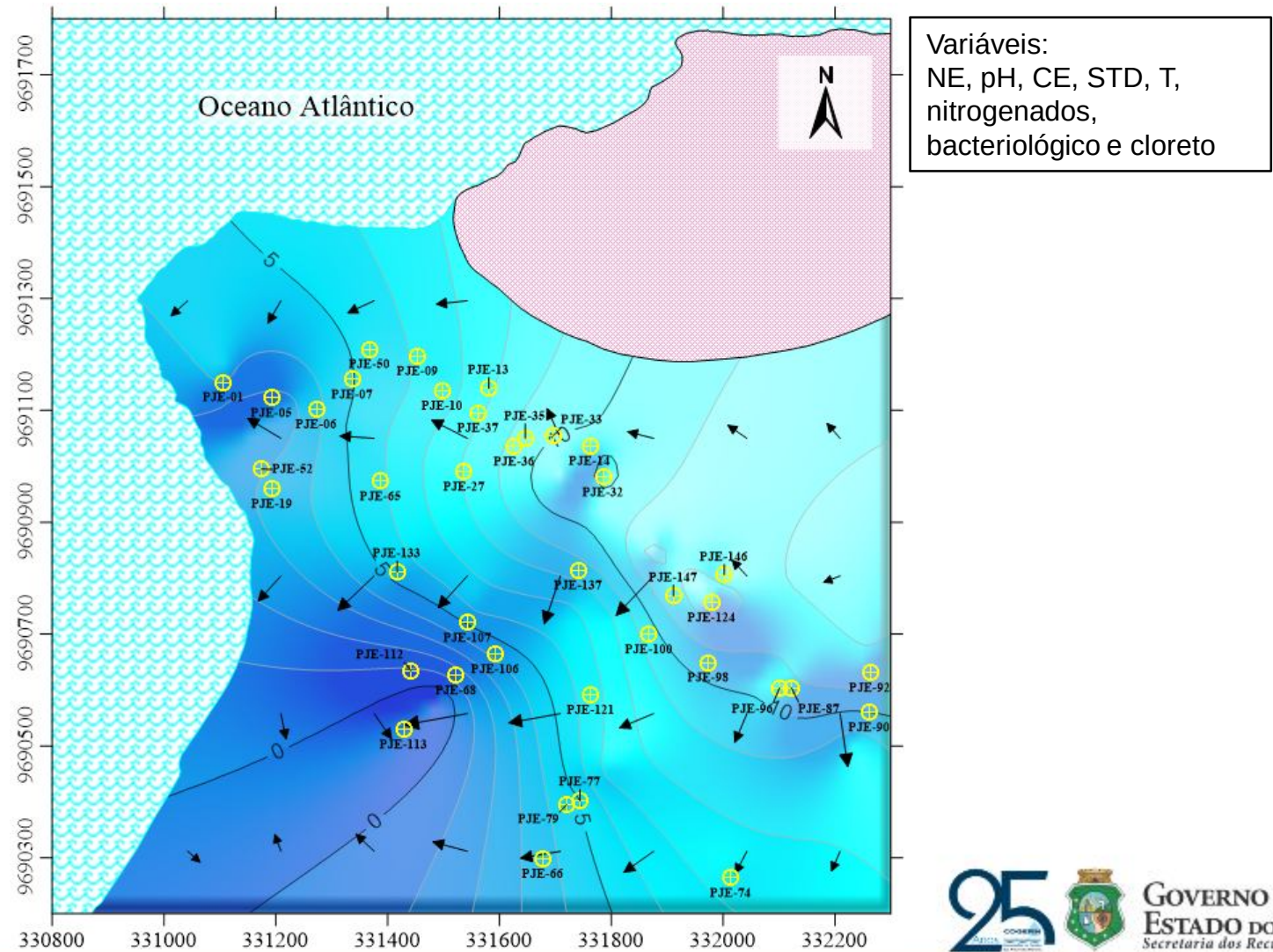
- Treinamentos semestrais e/ou anuais;
- Calibração de sondas (semanal);
- Laboratórios acreditados pelo INMETRO;
- Aquisição periódica de equipamentos.

MONITORAMENTO DE AQUÍFEROS (GEPRO)

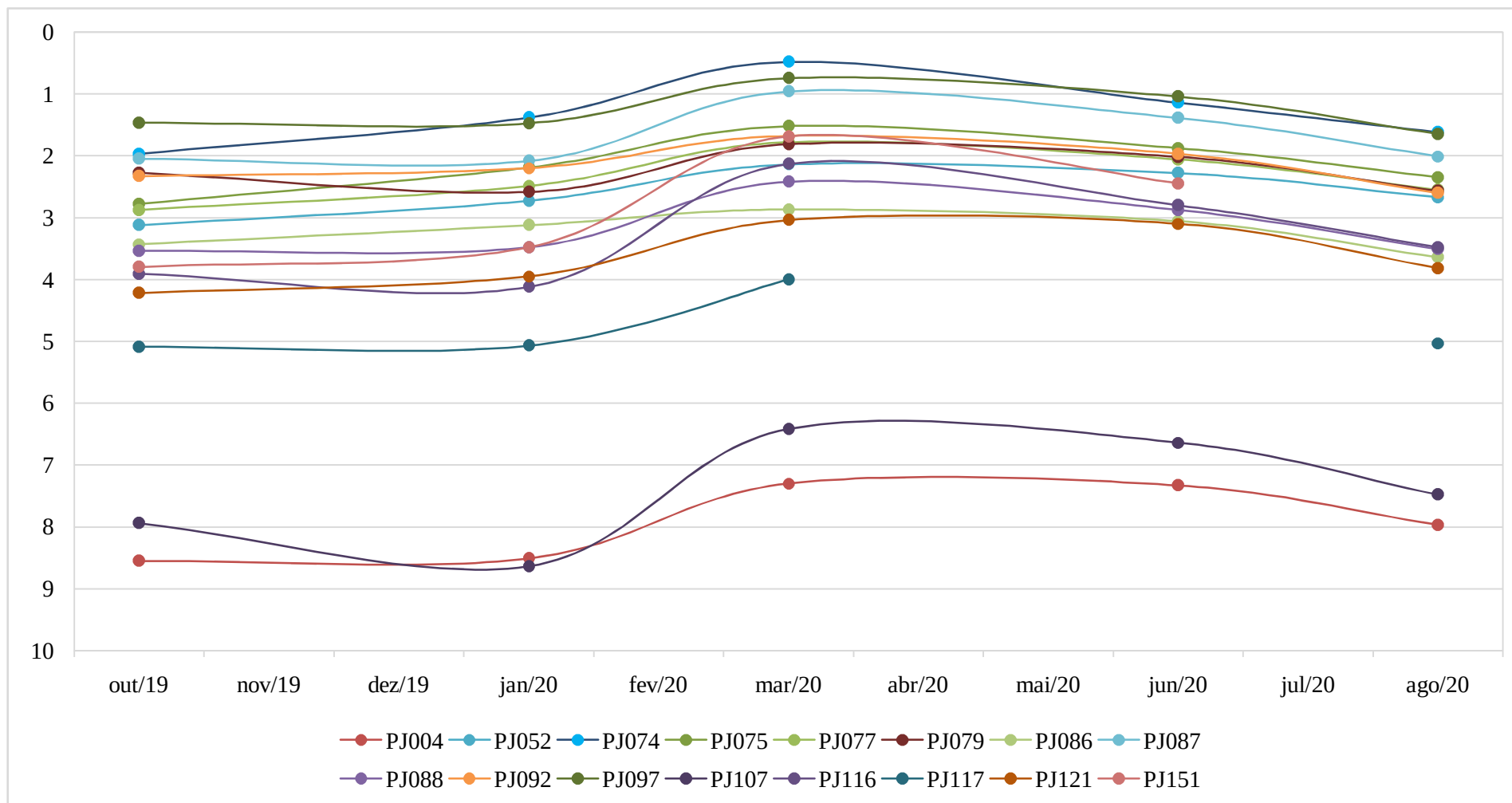
Local	Bacia	Aquífero	Gerência Responsável	Total de poços/piezômetros	Periodicidade	Variáveis	Início monitoramento
Iguatu (PZ)	Alto Jaguaribe	Aluvionar	Iguatu	2	mensal	NE	jul/15
Iguatu (Julião)	Alto Jaguaribe	Aluvionar	Iguatu	9	mensal	Nível da água	set/19
Iguatu	Alto Jaguaribe	Aluvionar	Iguatu	20	mensal	Nível da água	jan/21
Dunas (GEPRO)	Metropolitanas	Dunas/Barreiras	GEPRO	50	mensal	Nível da água	mar/16
CIPP	Metropolitanas	Dunas/Barreiras	GEPRO	38	mensal	Níveis, pH, CE, STD e T	jan/17
CIPP (Pz)	Metropolitanas	Dunas/Barreiras	GEPRO	9	mensal	NE	jan/17
Taíba	Metropolitanas	Dunas/Barreiras	GEPRO	35	mensal	Níveis, pH, CE, STD e T	set/18
Taíba (Pz)	Metropolitanas	Dunas/Barreiras	GEPRO	10	mensal	NE	set/18
Dunas (Curu)	Curu	Dunas/Barreiras	Pentecoste	20	mensal	Nível da água	jan/16
Curu (Pz)	Curu	Dunas/Barreiras	Pentecoste	6	mensal	NE	jan/16
Metropolitanas (Pz)	Metropolitanas	Dunas/Barreiras	GEMET	8	mensal	NE, pH, CE, STD e T	jan/15
Datalogger Cariri	Salgado	Médio e Inferior	Crato	24	mensal	Níveis e em 20 poços (<i>E. coli</i> e nitrogenados)	ago/09
Apodi	Baixo Jaguaribe	Jandaíra	Limoeiro	26	mensal	Nível da água	ago/09
Cumbe	Baixo Jaguaribe	Dunas/Barreiras	Limoeiro	4	mensal	Níveis, pH, CE, STD e T	jan/16
Morrinhos	Baixo Jaguaribe	Dunas/Barreiras	Limoeiro	7	mensal	NE, pH, CE, STD, T, físico-química e bacteriológico	jan/16
Acaraú		Dunas/Barreiras	Sobral	2	mensal	Níveis, pH, CE, STD e T	jan/17
Camocim	Acaraú/Coreaú	Dunas/Barreiras	Sobral	2	mensal	Níveis, pH, CE, STD, T, cloreto, nitrogenados e bacteriológico	jan/17
Aluvião	Baixo Jaguaribe	Aluvionar	Limoeiro	50	mensal	Nível da água	ago/16
Perímetro Irrigado de Morada Nova	Banabuiú	Aluvionar	Quixeramobim	43	mensal	Nível da água	jul/01
Fontes Cariri	Salgado	Superior	Crato	30	trimestral	Vazão da água, pH, CE, STD e T	jan/21
Vila de Jericoacoara	Coreaú	Dunas/Barreiras	Sobral	40	mensal/ quadrimestral	Níveis , pH, CE, STD, T, ferro, turbidez, cloreto, nitrogenados e bacteriológico	jul/19
Pedra Branca	Banabuiú	Fissural	Quixeramobim	15	mensal	Nível da água	jul/20
Mombaça	Banabuiú	Fissural	Quixeramobim	18	mensal	Nível da água	set/19
Itaiçaba	Baixo Jaguaribe	Aluvionar	Limoeiro do Norte	29	mensal	Níveis, pH, CE, STD e T	dez/17
Sítio Macacos	Baixo Jaguaribe	Cárstico	Limoeiro do Norte	5	mensal	Nível da água	jul/19
Canto dos Pintos	Sertão de Crateús	Aluvionar	Crateús	4	semestral	NE, pH, CE, STD, T, nitrogenados e bacteriológico	abr/16
Poranga	Serra da Ibiapaba	Serra Grande	Crateús	5	semestral	Físico-química e bacteriológico	mar/21
				511			



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Jericoacoara)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Jericocoara)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Jericoacoara)

Valores de população flutuante considerado

Dados Turísticos	2019
Fluxo de Turistas Anual	880.809
Permanência (dias)	6,6
Fluxo de Turistas Diário	15.927

Fonte: SETUR, 2019.

Demanda com base na população residente e flutuante

	Pessoas	Consumo (l*hab/dia)	Consumo (m³/dia)	Consumo (m³/ano)
População Residente	3.221	200	644	235.133
População Flutuante	15.927	200	3.185	1.162.671
Total	19.148	200	3.830	1.397.804

Fonte: IBGE 2020; SETUR, 2019.

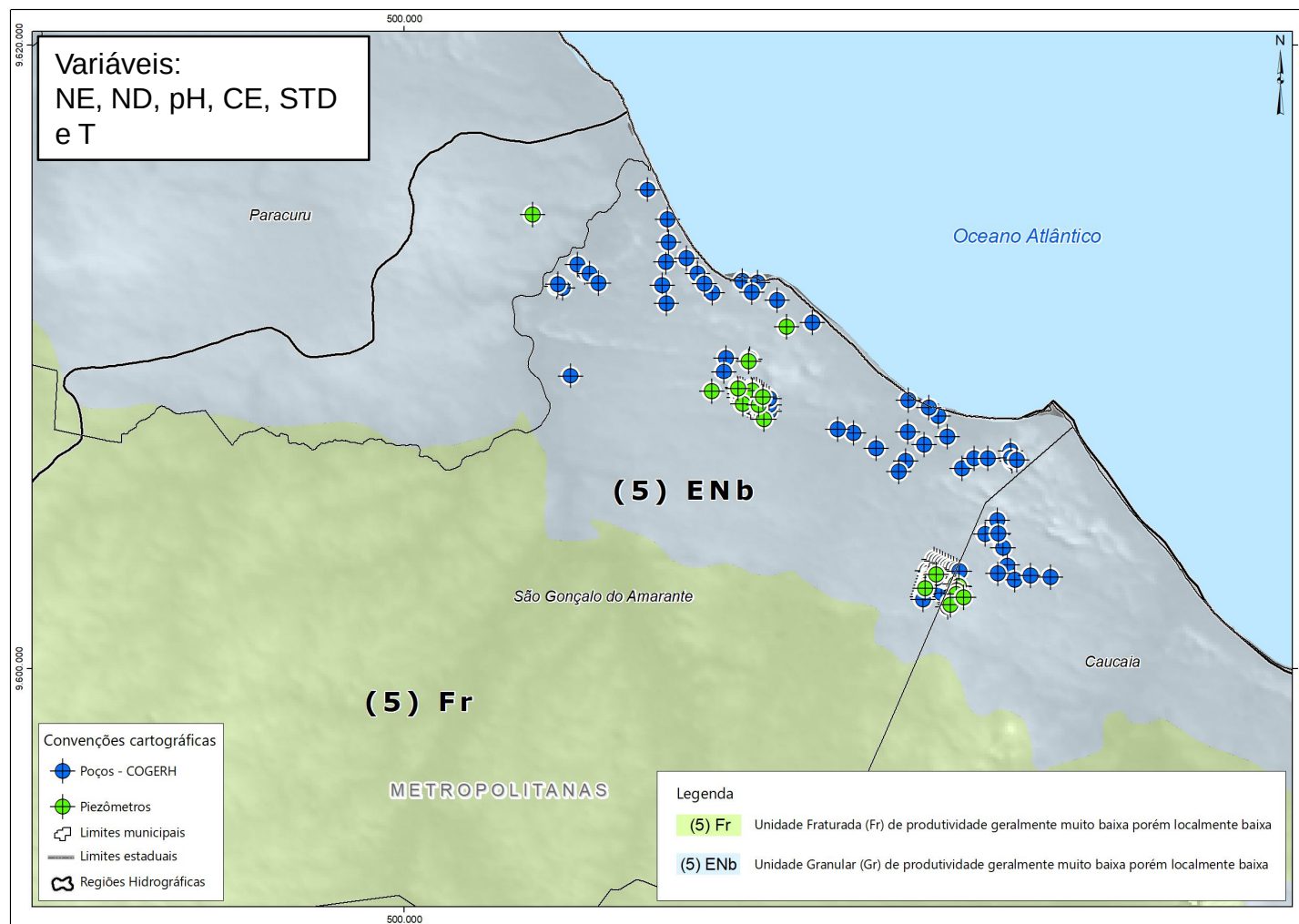
Volume remanescente *versus* incremento populacional

Volume (m³/ano)				Incremento Populacional (hab/dia)
Reserva Renovável	Outorgado	Utilizado Atualmente	Remanescente	
1.838.583	-	1.397.804	440.779	6.038
-	1.673.780		275.976	3.780

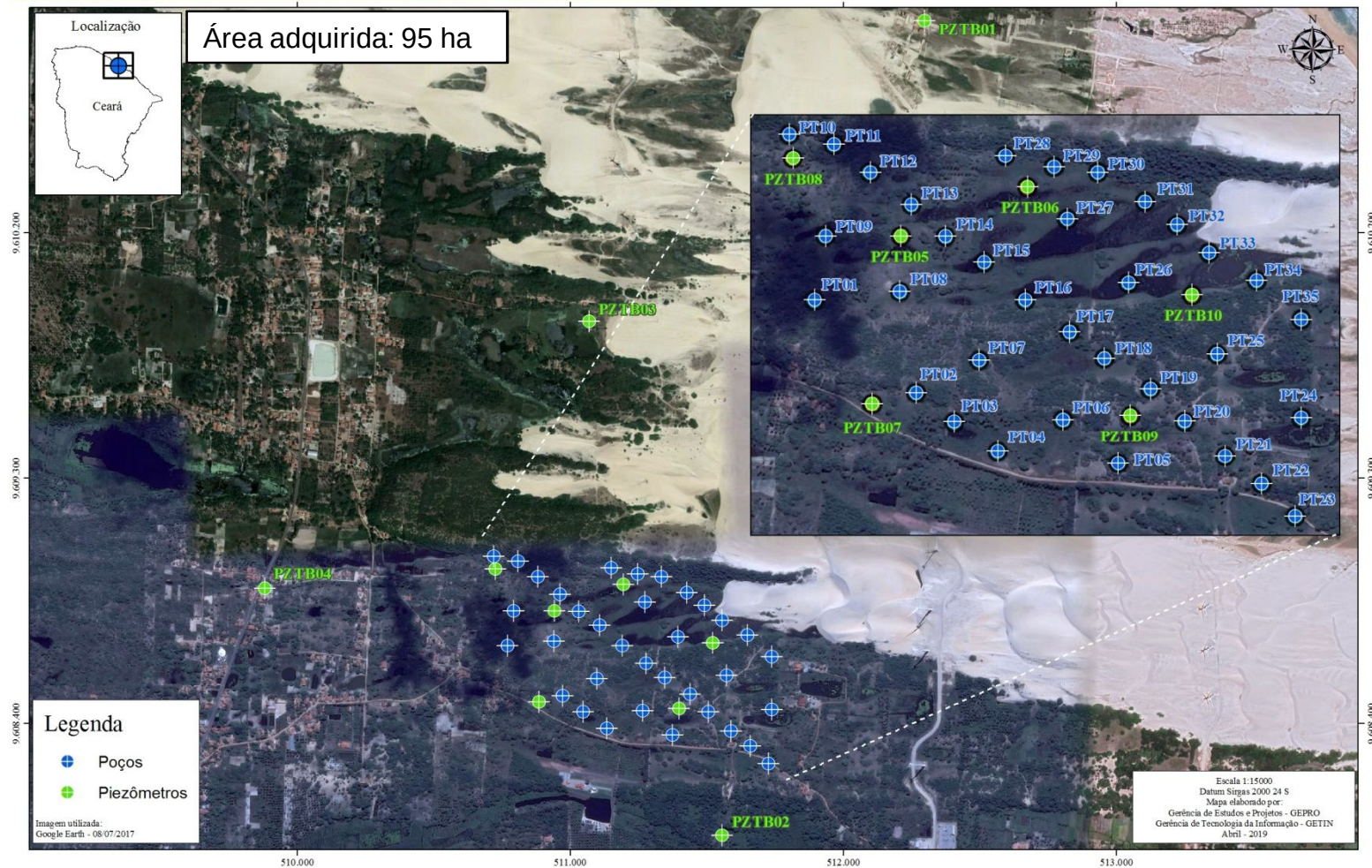
Reserva permanente: 156 milhões m³

Área de estudo: 5,38 km²

Monitoramento de Águas Subterrâneas (Dunas/Metropolitanas)

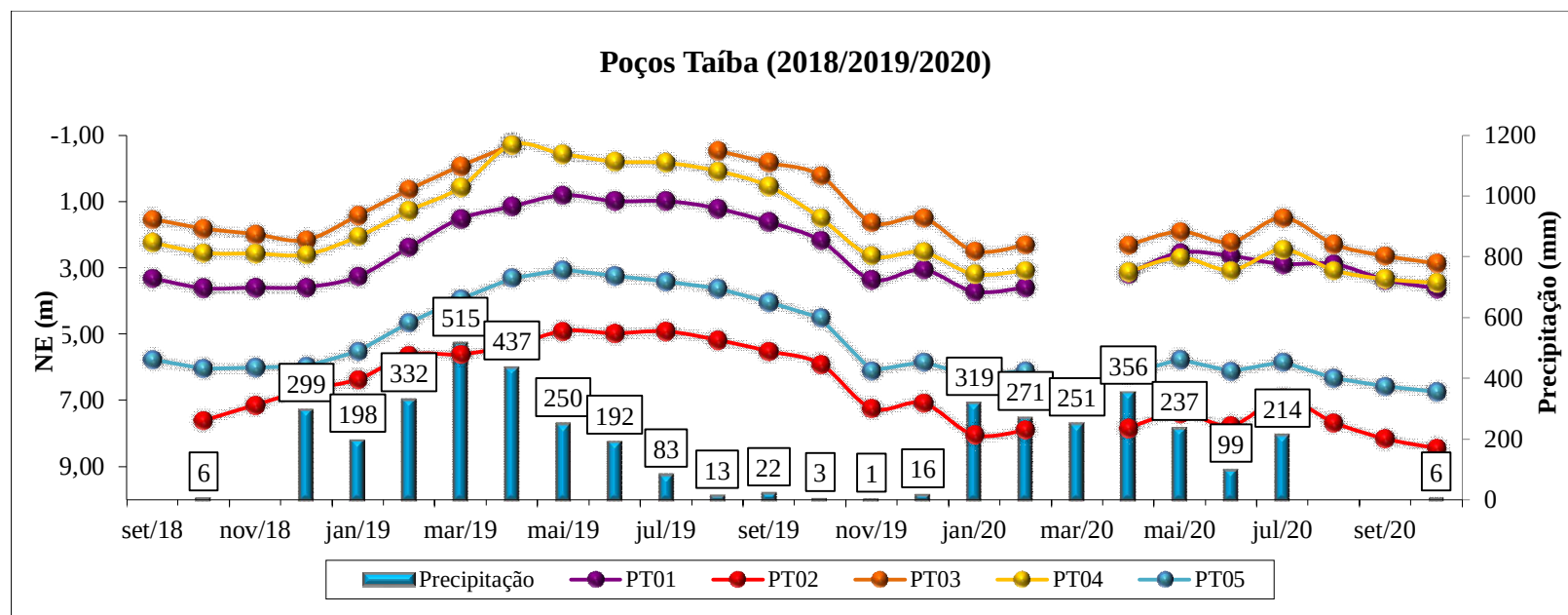


Monitoramento de Águas Subterrâneas (Dunas/Metropolitanas)



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria dos Recursos Hídricos

Monitoramento de Águas Subterrâneas (Dunas/Metropolitanas)

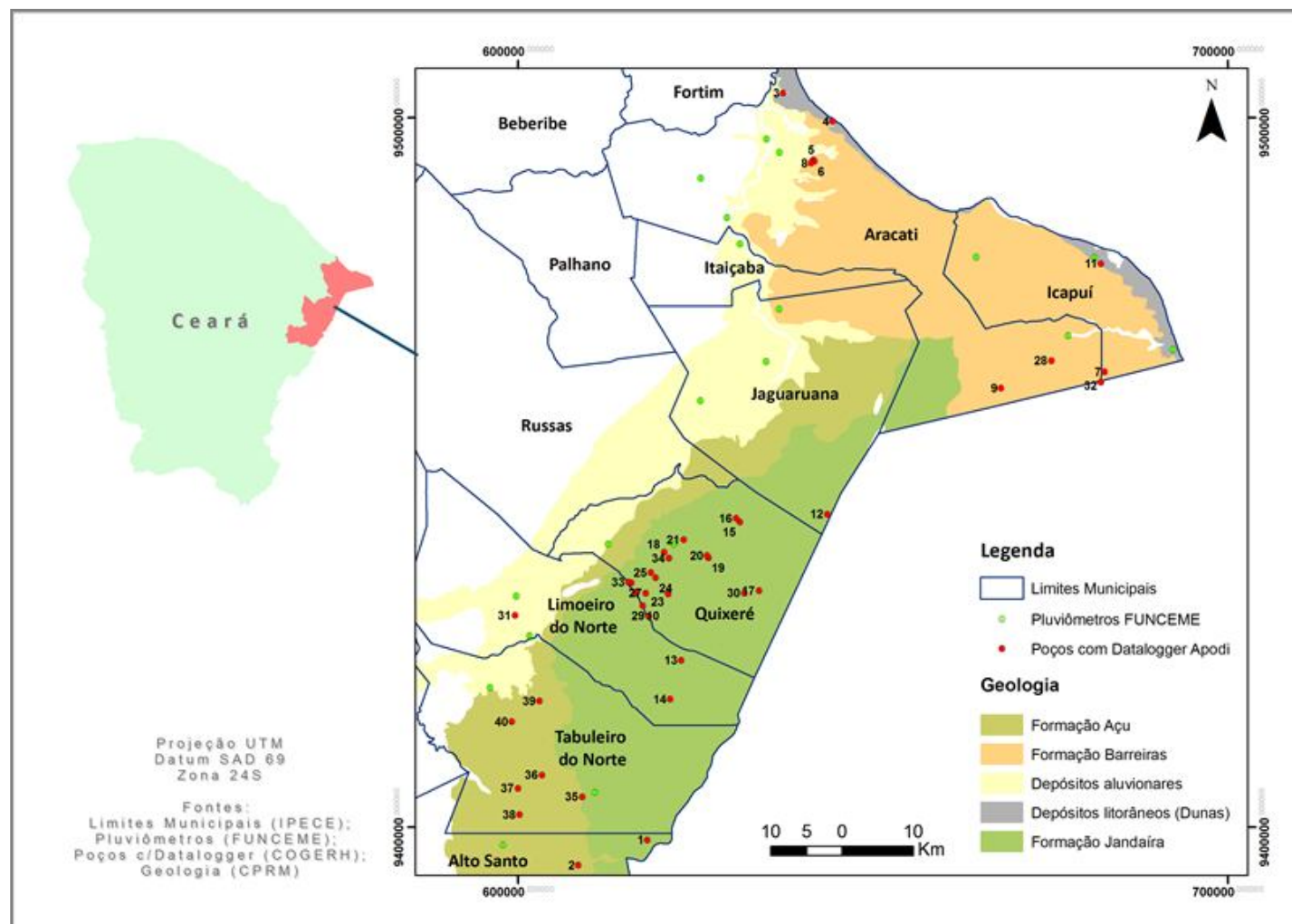


Reserva renovável: 85,9 milhões m³

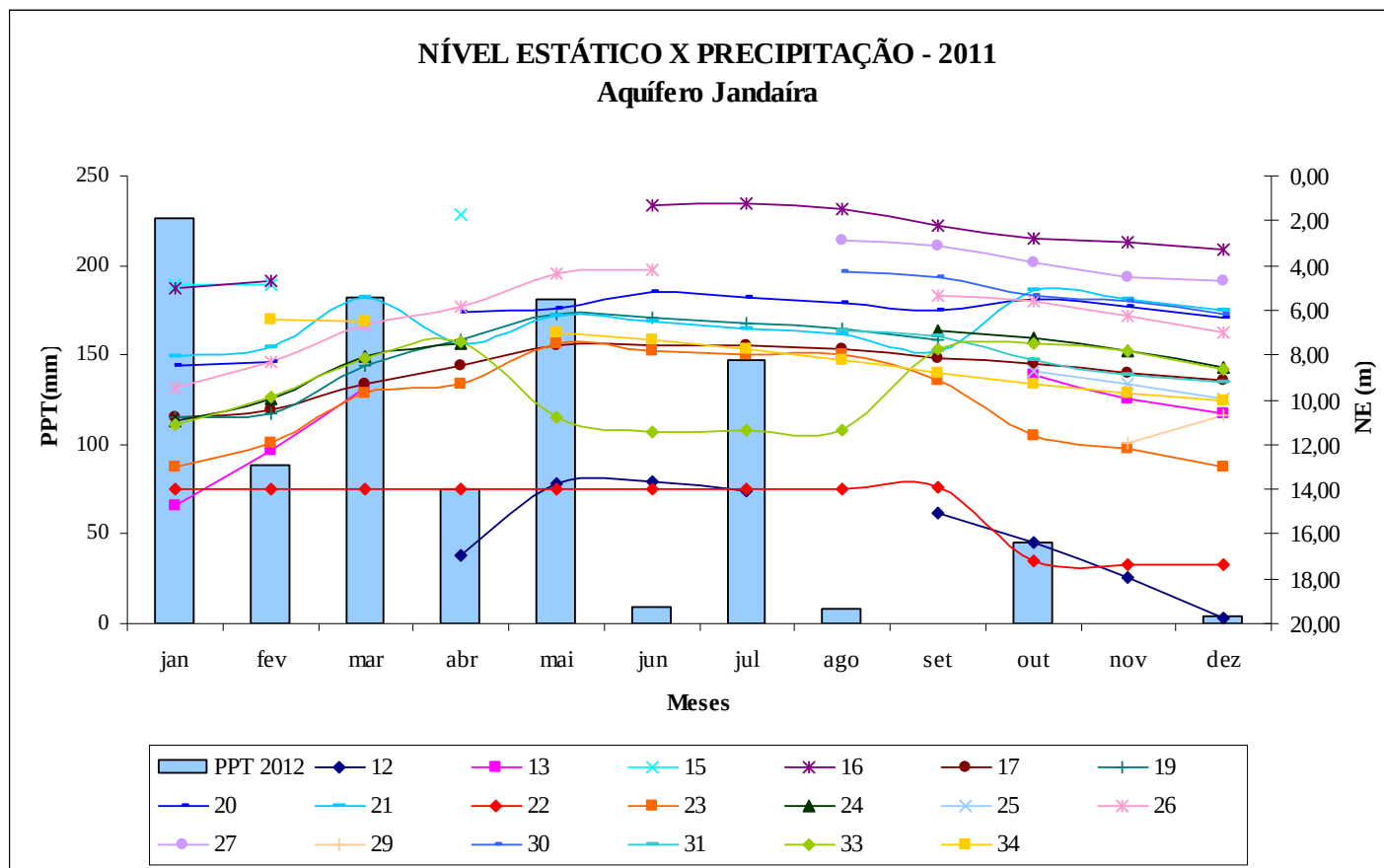
Reserva permanente: 271 milhões m³

Área de estudo: 248,45 km²

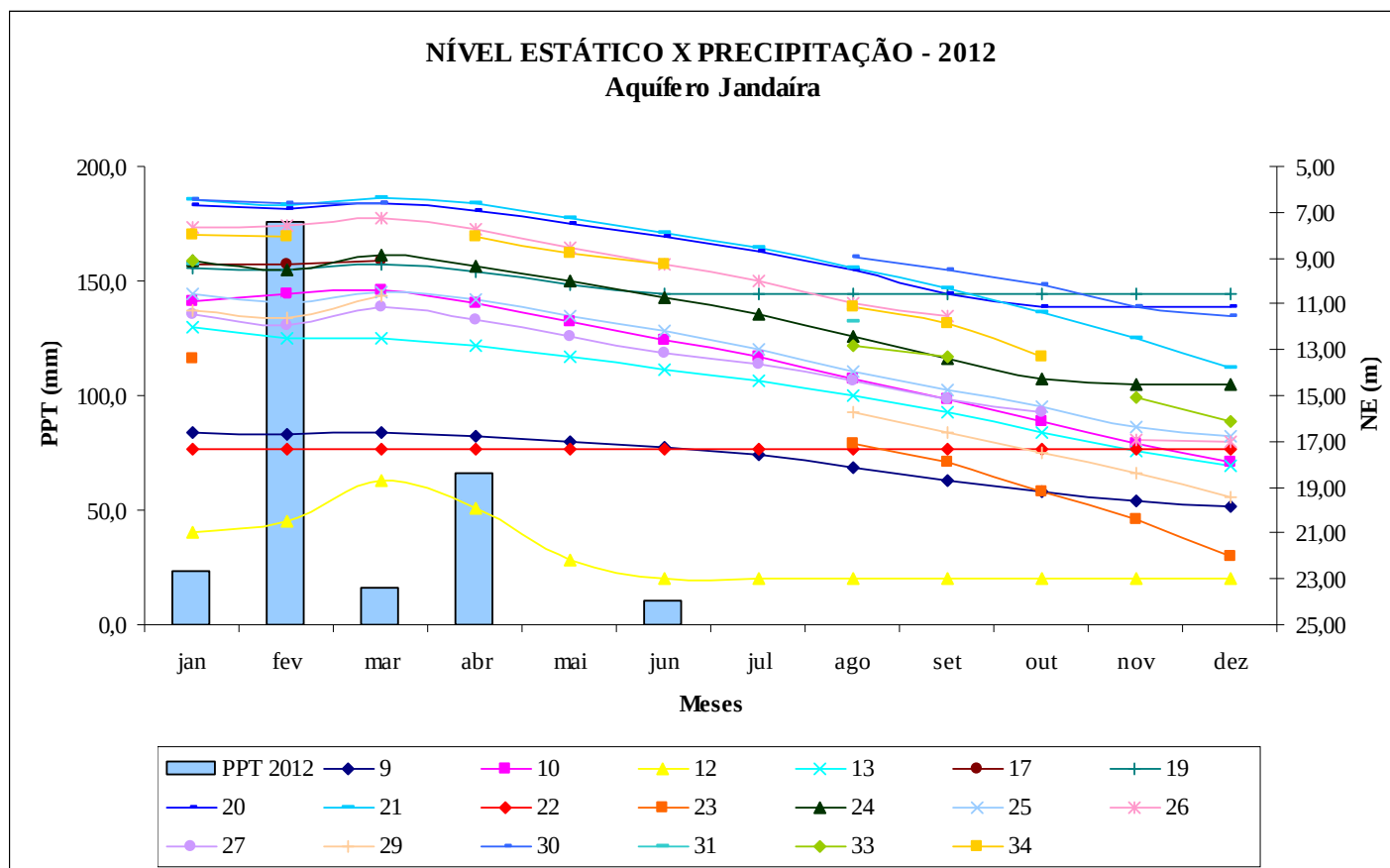
Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia Potiguar)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia Potiguar)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia Potiguar)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia Potiguar)



Fonte: ANA, SIP, 2010.



20/03/13.



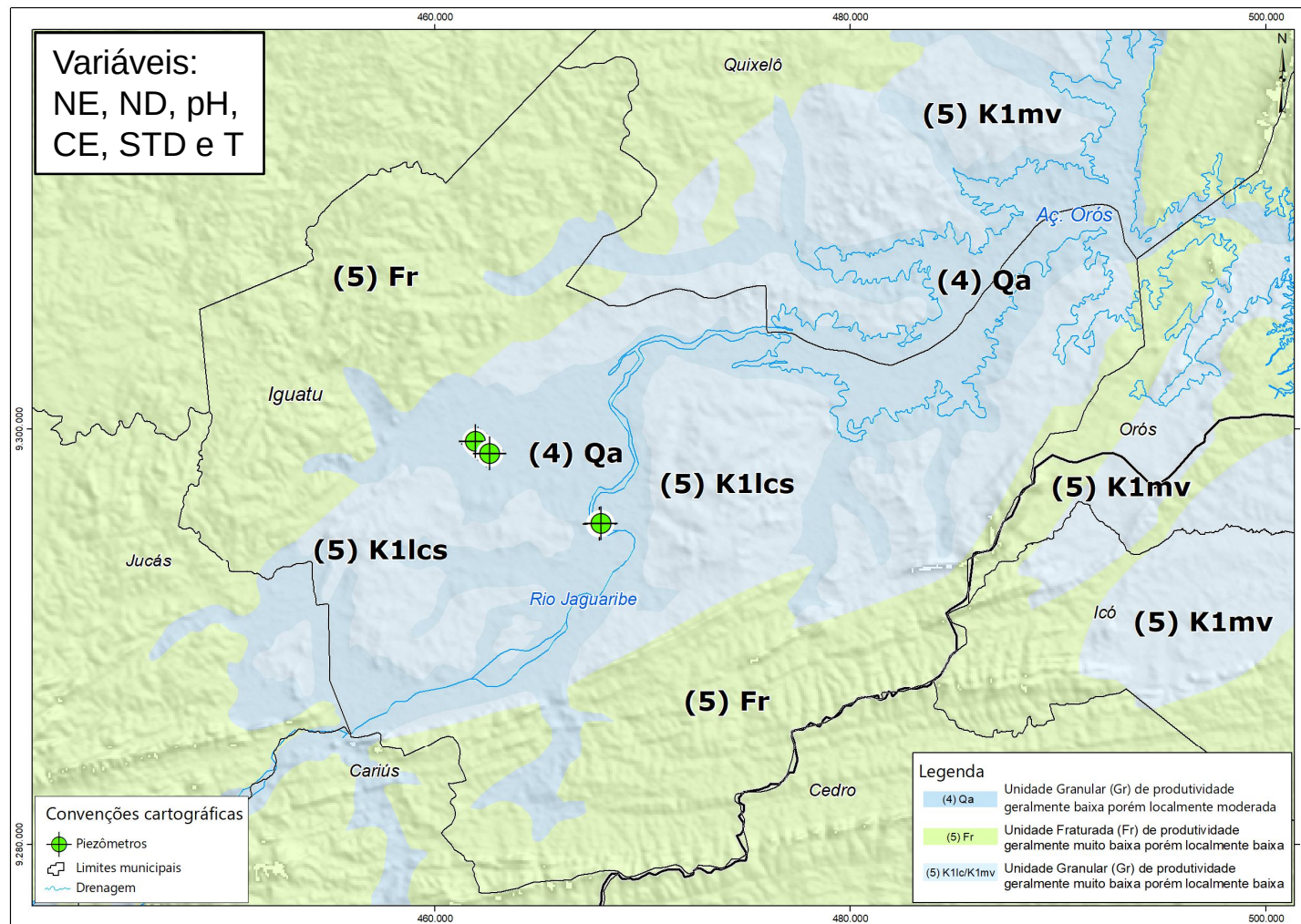
GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria dos Recursos Hídricos

Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia Potiguar)

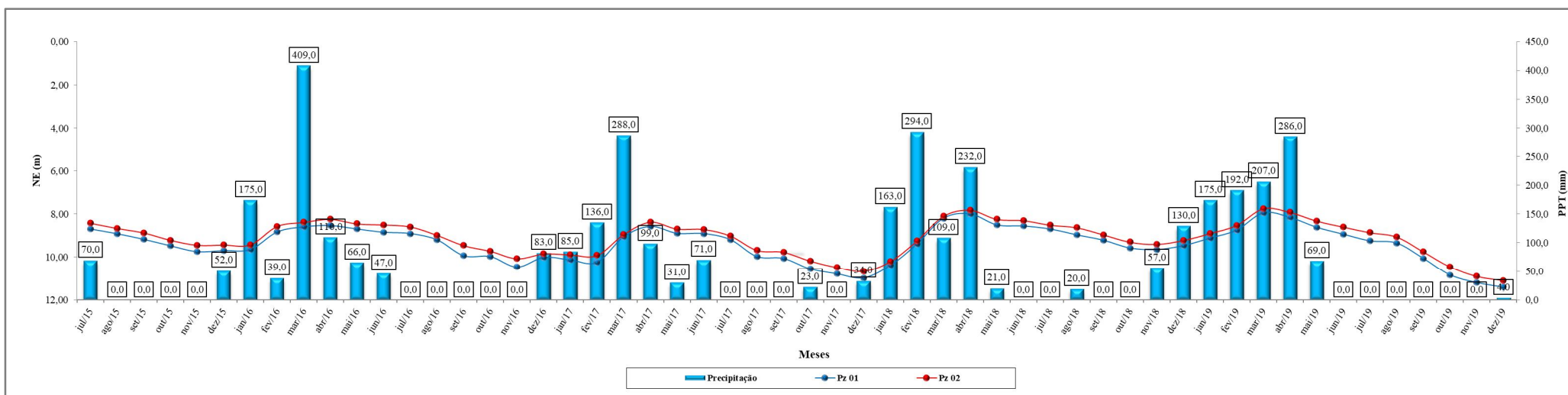
Aquífero	Setor	RESERVAS CEARÁ									
		Reguladoras*		Permanentes		Explotáveis*		Em Explotação		Restantes	
		Hm³/ano	m³/s	Hm³	m³	Hm³/ano	m³/s	Hm³/ano	m³/s	Hm³/ano	m³/s
Jandaíra	A1 Bacia do Jaguaribe	26	0,840	724	7,24E+08	26	0,840	2	0,058	25	0,782
	A2 Bacia Mata Fresca	233	7,390	7508	9,51E+09	233	7,390	55	1,751	178	5,639
		259	8,230	8232	1,02,E+10	259	8,230	57	2	202	6

Aquífero	Setor	RESERVAS RIO GRANDE DO NORTE									
		Reguladoras*		Permanentes		Explotáveis*		Em Explotação		Restantes	
		Hm³/ano	m³/s	Hm³	m³	Hm³/ano	m³/s	Hm³/ano	m³/s	Hm³/ano	m³/s
Jandaíra	A2 Bacia Mata Fresca	270	8,570	13362	1,34E+10	270	8,570	138	4,422	132	4,189
	A3 Bacia Apodi	62	1,960	14646	1,46E+10	62	1,960	49	1,553	13	0,406
		332	10,530	28008	2,80E+10	332	10,530	187	6	145	5

Monitoramento de Águas Subterrâneas (Iguatu)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Iguatu)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Iguatu)

Unidade Aquífera	Sub-bacia de Iguatu				
	A (km²)	Δh (m)	Sy (%)	Rr (m³/ano) x 10⁶	Rr (m³/ano) x Fs (0,85) x 10⁶
Depósito Aluvionar	431,29	1,56	22,41	150,77	128,15
Formação Icó	118,70	1,27	8,99	13,55	11,52
Formação Lima Campos	39,47	1,21	8,82	4,21	3,58
Formação Malhada Vermelha	132,09	0,67	7,75	6,85	5,82
Formação Moura	174,48	1,41	12,77	31,41	26,70
Total	895,95	-	-	206,79	175,77

Unidade Aquífera	Sub-bacia de Icó				
	A (km²)	Δh (m)	Sy (%)	Rr (m³/ano) x 10⁶	Rr (m³/ano) x Fs (0,85) x 10⁶
Depósito Aluvionar	39,74	1,56	22,41	13,89	11,81
Formação Icó	103,33	1,27	8,99	11,79	10,02
Total	143,07	-	-	25,68	21,83

Unidade Aquífera	Sub-bacia de Lima Campos				
	A (km²)	Δh (m)	Sy (%)	Rr (m³/ano) x 10⁶	Rr (m³/ano) x Fs (0,85) x 10⁶
Formação Icó	35,82	1,27	8,99	4,08	3,47
Formação Lima Campos	33,33	1,21	8,82	3,55	3,02
Formação Malhada Vermelha	42,71	0,67	7,75	2,21	1,88
Total	111,86	-	-	9,84	8,36

Unidade Aquífera	Sub-bacia de Malhada Vermelha				
	A (km²)	Δh (m)	Sy (%)	Rr (m³/ano) x 10⁶	Rr (m³/ano) x Fs (0,85) x 10⁶
Formação Icó	18,58	1,27	8,99	2,12	1,80
Formação Malhada Vermelha	22,31	0,67	7,75	1,15	0,98
Total	40,89	-	-	3,27	2,78

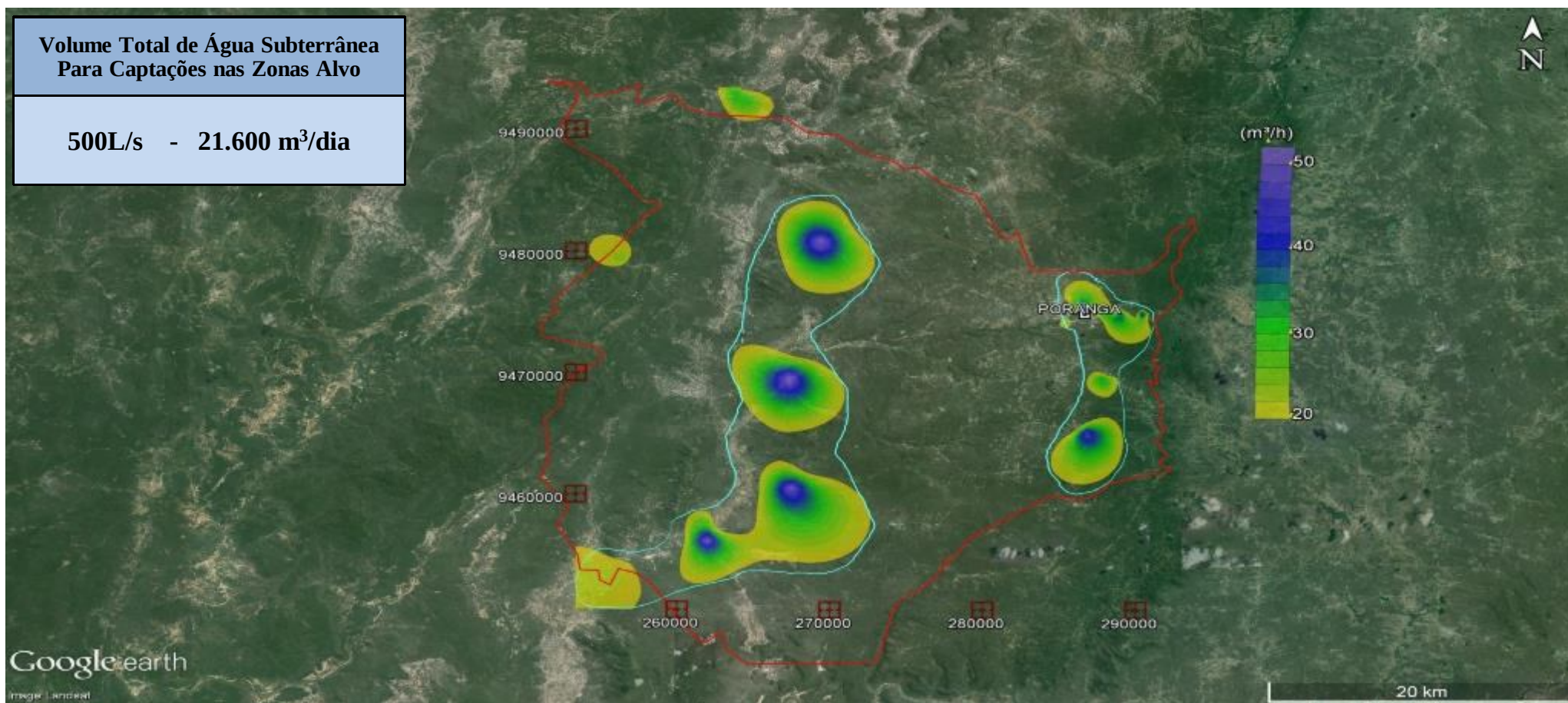
Onde: A = Área de afloramento do sistema aquífero, Δh = Variação do nível estático, Sy= Porosidade efetiva, Rr= Reservas renováveis

Fonte: Geoplan (2020).

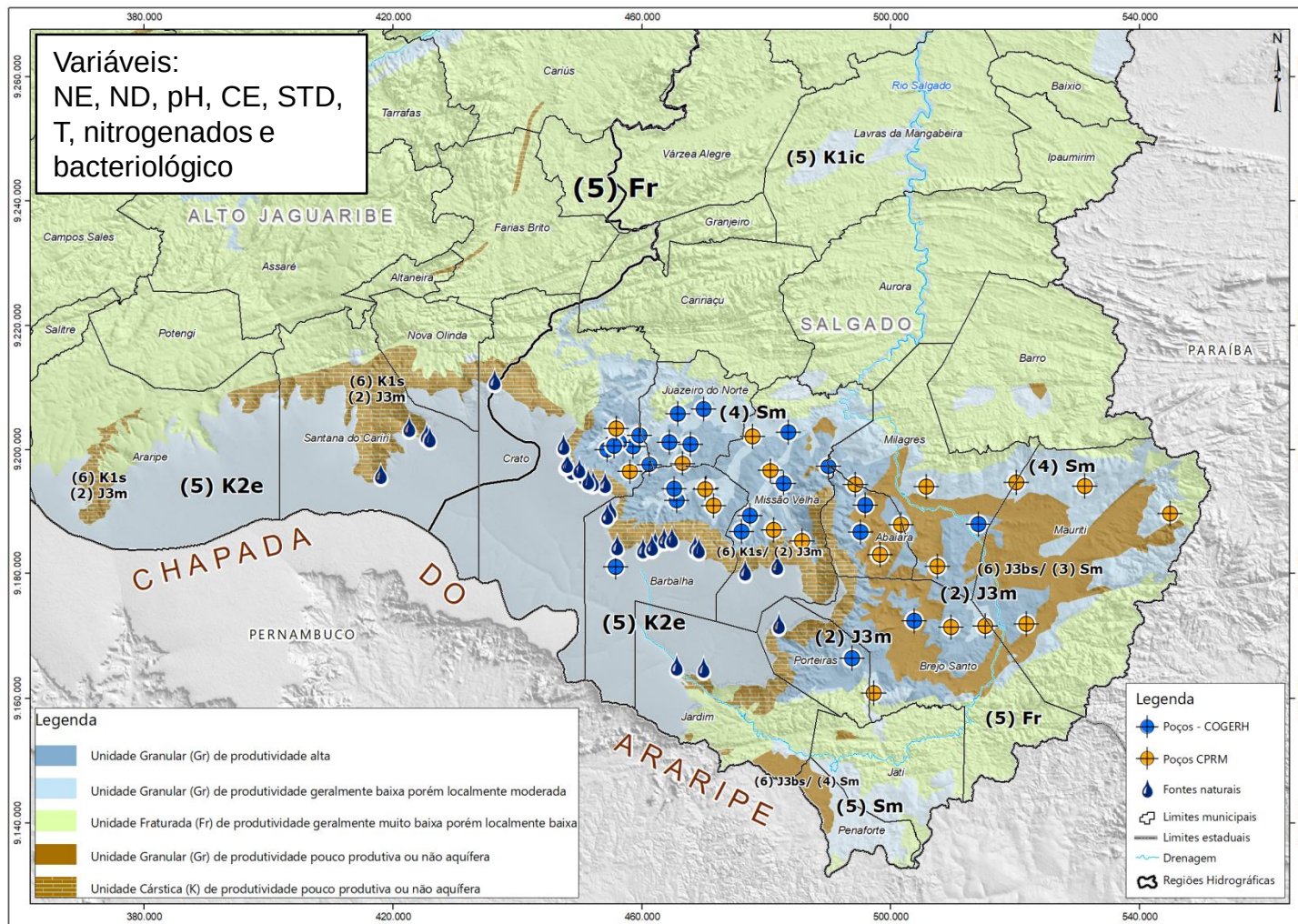
Monitoramento de Águas Subterrâneas (Serra Grande)

Volume Total de Água Subterrânea
Para Captações nas Zonas Alvo

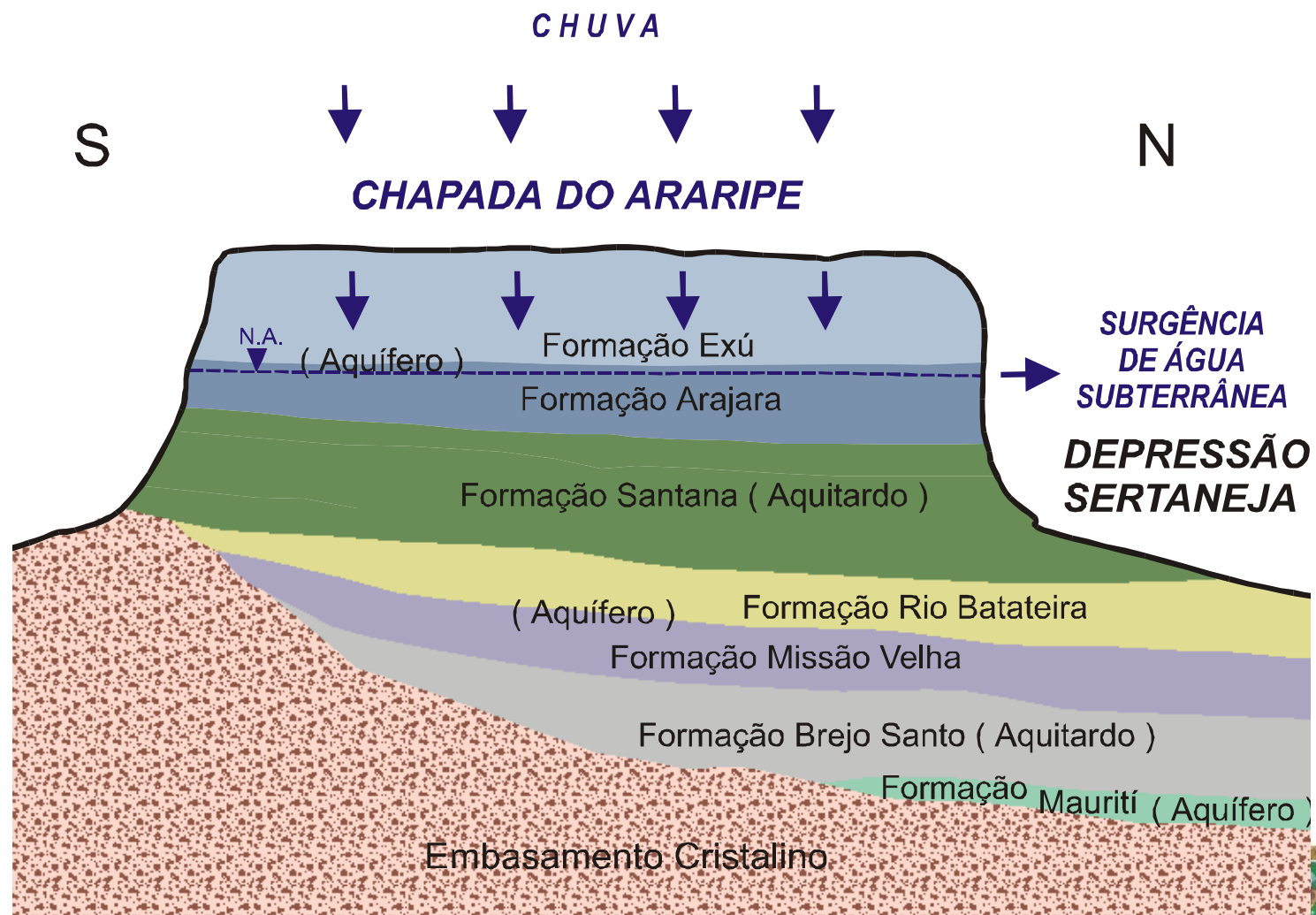
500L/s - 21.600 m³/dia



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)

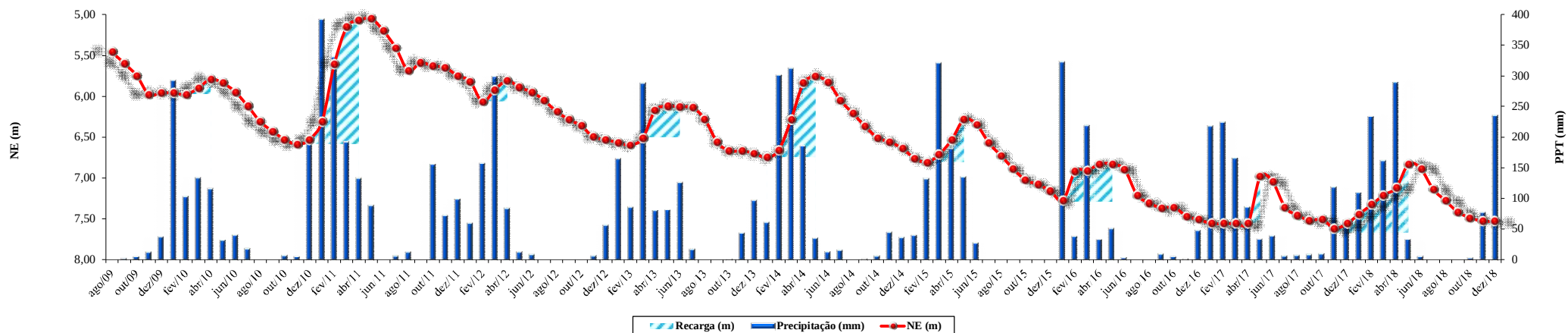


Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)

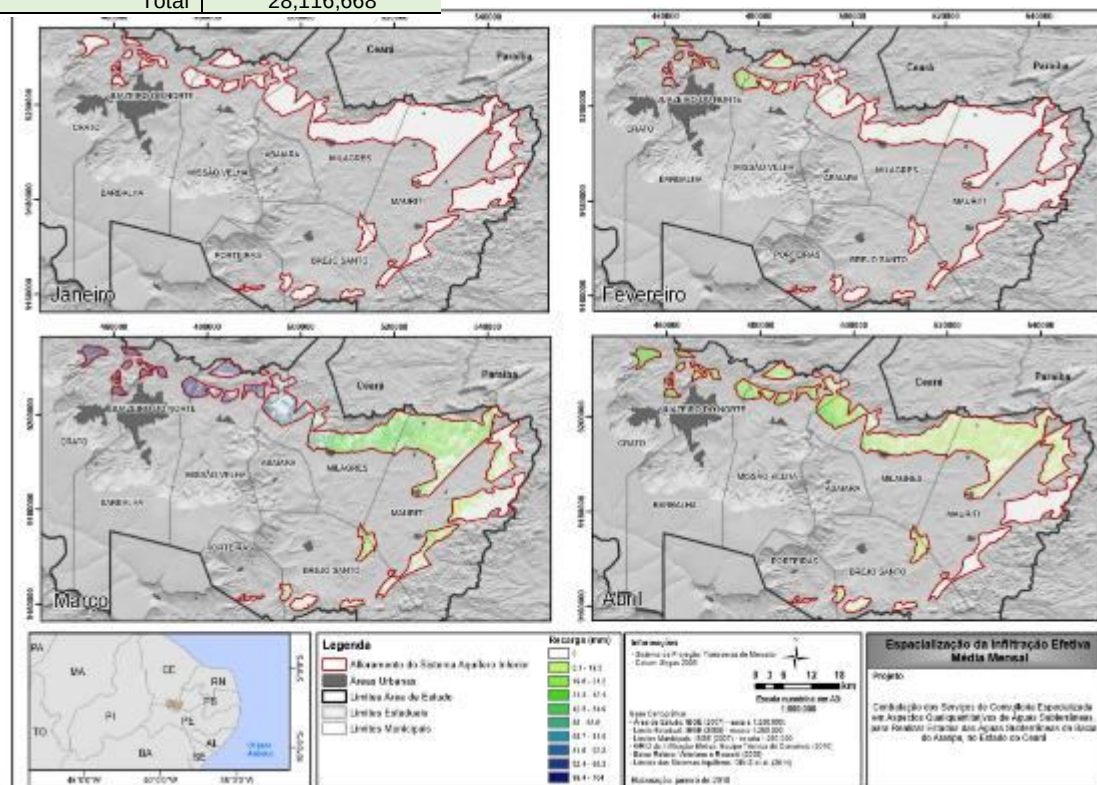
ID 51, Crato - Série histórica (2009-2018)



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)

Sistema Aquífero Inferior			
Município	Área de Afloramento (km²)	Infiltração efetiva a partir da precipitação (mm)	Reserva Reguladora (m³)
Porteiras	4,9	14,6	71.146
Crato	14,3	172,3	2.455.405
Juazeiro do Norte	30,2	165,3	4.989.789
Brejo Santo	43,1	18,0	776.876
Missão Velha	60,3	47,0	2.835.067
Milagres	150,6	90,5	13.630.764
Mauriti	341,6	9,8	3.357.622
		Total	28.116.668

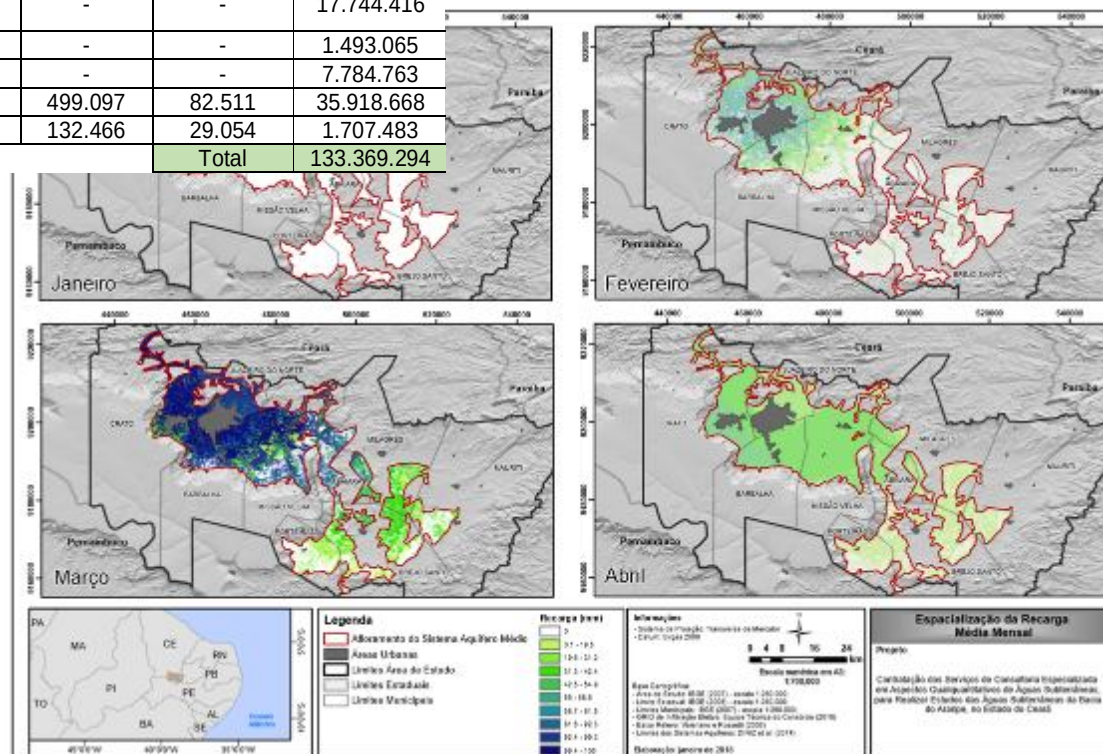
Infiltração efetiva nos meses com chuva
Aquífero Inferior



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)

Município	Área de Afloramento (km²)	Infiltração efetiva a partir da precipitação (mm)	Infiltração efetiva a partir da precipitação (m³)	Infiltração a partir das fontes (m³)	Infiltração a partir da percolação (m³)	Reserva reguladora (m³)
Abaíara	79,9	78,0	6.232.307	-	10.887	6.243.194
Barbalha	154,3	148,4	22.889.802	930.301	77.870	23.897.973
Brejo Santo	198,0	31,7	6.274.232	8.097	12.287	6.294.617
Crato	193,7	162,4	31.447.685	750.039	87.391	32.285.115
Juazeiro do Norte	161,5	109,9	17.744.416	-	-	17.744.416
Mauriti	69,9	21,4	1.493.065	-	-	1.493.065
Milagres	130,0	59,9	7.784.763	-	-	7.784.763
Missão Velha	306,6	115,2	35.337.060	499.097	82.511	35.918.668
Porteiras	100,3	15,4	1.545.963	132.466	29.054	1.707.483
Total						133.369.294

Infiltração efetiva nos meses com chuva
Aquífero Médio



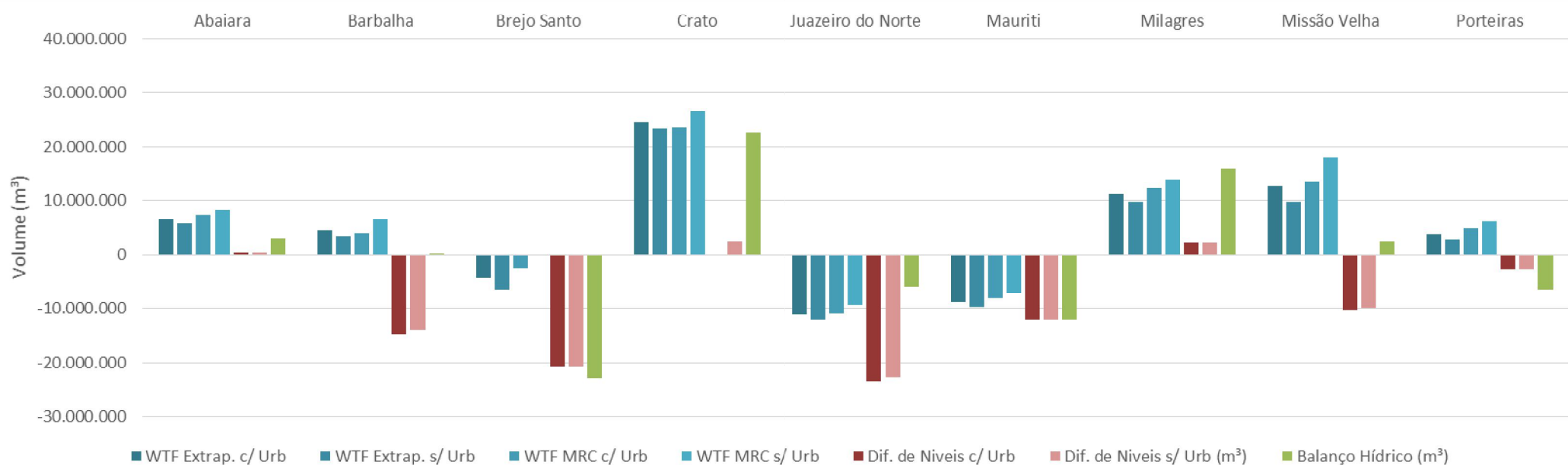
Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)

Tipo de Uso	Contagem de Código	Média de Profundidade (m)	Média de Q (m³/h)	Soma de Q (m³/ano)
Abastecimento doméstico	144	91	17	2.842.953
Abastecimento Industrial	5	71	12	66.471
Abastecimento múltiplo	245	103	20	5.432.565
Abastecimento urbano	58	111	22	1.388.323
Informação não disponível	214	80	15	4.662.089
Irrigação	65	129	41	7.868.350
Pecuária	5	94	7	39.085
Privado	671	74	30	24.073.139
Uso Público	248	86	40	48.571.415
Total Geral	1.655	87	27	94.944.391

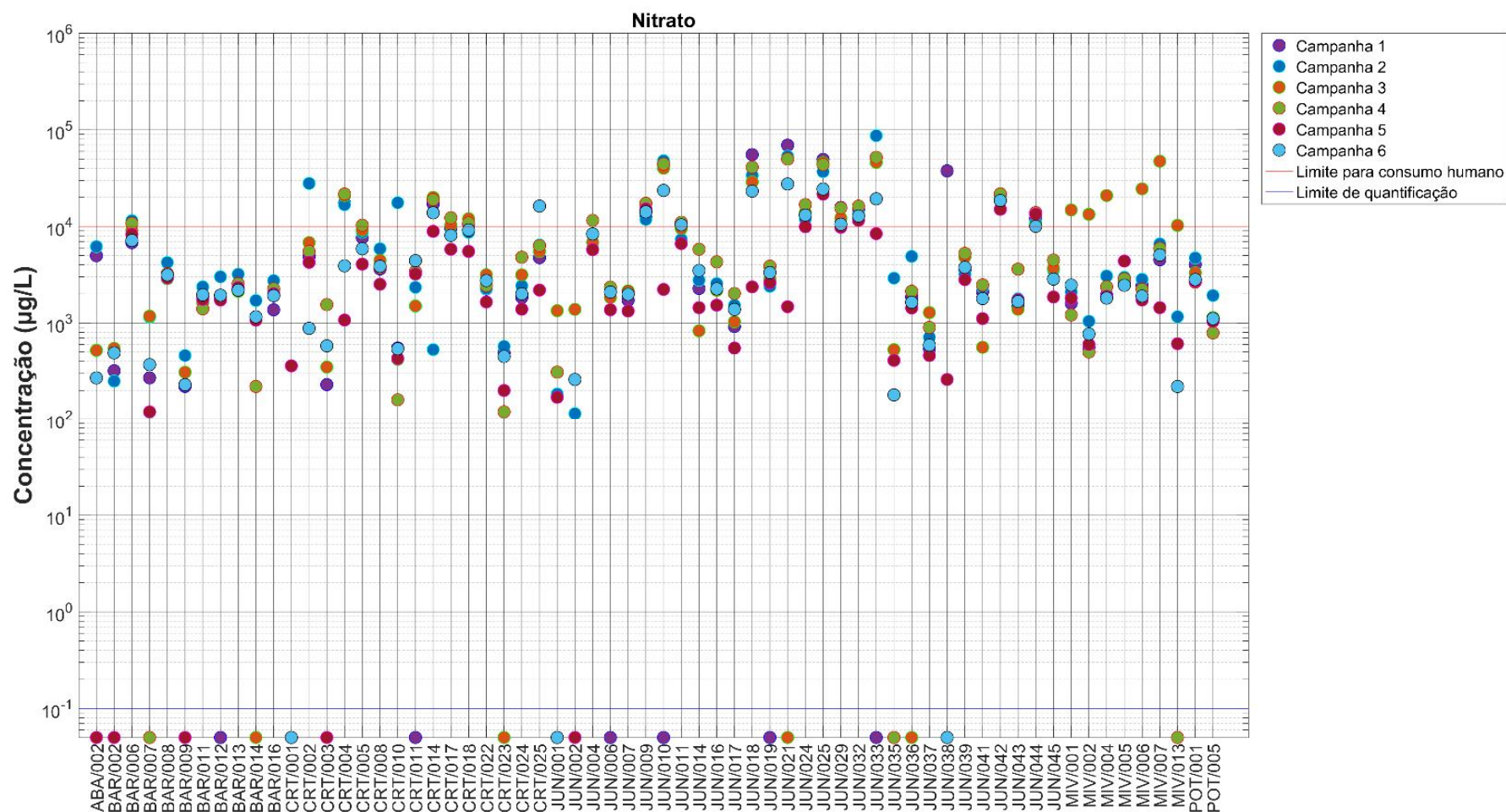
Fonte: COGERH (2016) e SIAGAS (2016).

Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)

2015 2025 2035 2045



Monitoramento de Águas Subterrâneas (Bacia do Araripe)



Obrigado!

zulene.almada@cogerh.com.br
guilherme.filgueira@cogerh.com.br

85 3195-0795
85 9195-0796