

Programa de Recursos Hídricos



Relatório Anual da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas - 2023

Dezembro, 2023



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Cavalcante Melo Neto

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Andrea de Oliveira Germano

Chefe da Divisão de Hidrologia e Exploração

João Alberto Oliveira Diniz

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
Departamento de Hidrologia
Divisão de Hidrologia Exploratória

Programa de Recursos Hídricos

AÇÃO LEVANTAMENTOS HIDROGEOLÓGICOS, ESTUDOS INTEGRADOS EM RECURSOS HÍDRICOS PARA
GESTÃO E AMPLIAÇÃO DA OFERTA HÍDRICA

Relatório Anual da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas - 2023

AUTOR

Daniele Tokunaga Genaro

Rio de Janeiro
Dezembro, 2023



REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Exploratória

AUTORES

Daniele Tokunaga Genaro

EQUIPE EXECUTORA

Alberto R. Torres Galvão Neto

Alisson Augusto Almeida

Bruna Karoline de Sena Silva

Bruno Francisco B. Schiehl

Carlos Eduardo Sobreira Leite

Cipriano Gomes de Oliveira

Cláudia Silvia Cerveira de Almeida

Clyvikh Renna Camacho

Cristiane Neres Silva

Cristovaldo Bispo dos Santos

Eduardo Marcel Lazzarotto

Fernanda Barbosa Lima

Fabio Reis

Guilherme Nogueira Santos

Guilherme Troian

Hiram Rezende

Idembergue Moura

Isabelle Araújo

Isadora Aumond Kuhn

Jaime Quintas dos S. Colares

Katarina Rempel

Luiz Alberto Costa Silva

Manoel Imbiriba Junior

Márcio Costa Abreu

Marco Oliveira

Nayhara de Lima Oliveira

Ney Gonzaga de Souza

Paulo Cesar C. Machado Villar

Paulo Chagas

Pedro Freitas

Raimundo Glauber Lima Cunha

Raphael Elias Pereira da Cruz

Ricardo Ivan de Lima Sousa

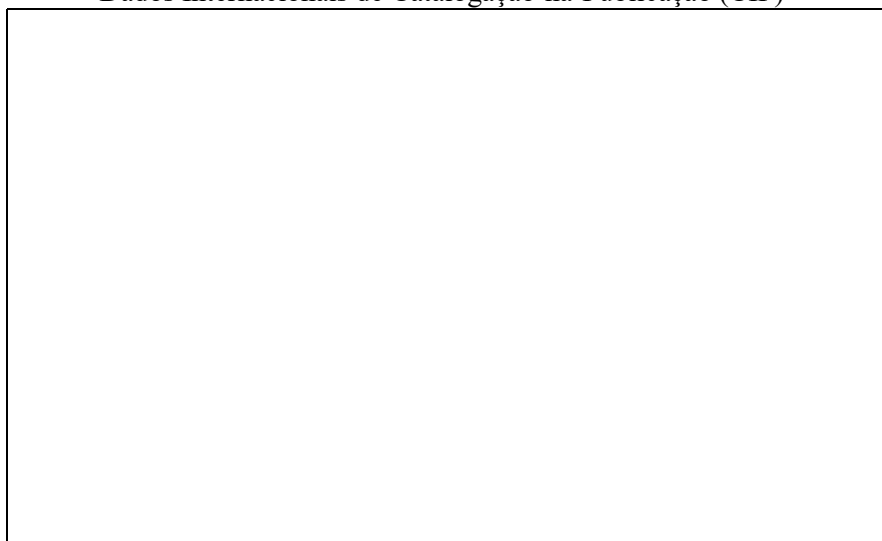
Rosilene do Socorro Sarmento de Souza

Tamires Araújo Duarte Castro

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

FOTOS DA CAPA: Material de divulgação da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas - RIMAS.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)



Ficha Catalográfica elaborada pela bibliotecária

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

www.sgb.gov.br

seus@sgb.gov.br

APRESENTAÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil-CPRM (SGB), em consonância com suas atribuições estabelecidas na Lei nº 8.970 de 28/12/1994 e diante da necessidade de ampliação do conhecimento hidrogeológico para os principais aquíferos do país coordena e operando a rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas.

Os resultados do monitoramento permanente e contínuo visam propiciar a médio e longo prazos, a identificação de impactos às águas subterrâneas em decorrência da exploração ou das formas de uso e ocupação dos terrenos, a estimativa da disponibilidade do recurso hídrico subterrâneo, dentre outras informações.

A concepção e definição dos principais elementos estruturadores, a seleção dos locais adequados ao monitoramento bem como a escolha dos equipamentos apropriados de medição foram criteriosamente estabelecidos mediante amplas discussões envolvendo técnicos experientes do SGB e consultores externos provenientes de universidades, órgãos ambientais e companhias de saneamento. Foram feitas também apresentações em fóruns diversos envolvendo a comunidade técnico-científica ligada aos recursos hídricos e ao meio ambiente.

A rede de monitoramento é de natureza fundamentalmente quantitativa, ou seja, tem o propósito de registrar as variações de nível d'água (NA). Instrumentos que permitem o registro automático do NA foram e continuam sendo instalados nos poços de observação e periodicamente é feita a coleta dos dados armazenados, os quais, posteriormente, são submetidos aos processos de consistência e tratamento e posterior disponibilização para consulta e download.

Entretanto, ainda que a rede não tenha como objetivo específico a avaliação qualitativa da água subterrânea, foi concebido um sistema de alerta e controle de qualidade com medições anuais da condutividade elétrica, pH, potencial de oxirredução além de atender parcialmente aos parâmetros mínimos fixados pela resolução CONAMA nº 396 para o monitoramento. Na instalação do poço de observação e a cada cinco anos, ou ainda em casos em que se verifique, a partir dos parâmetros indicadores, variação significativa na química da água, serão feitas coletas para análises físico-químicas completas (relação mínima de 43 parâmetros inorgânicos) com inclusão de orgânicos voláteis e sem voláteis conforme as condições de uso e ocupação dos terrenos nas imediações da estação.

Considerando a grande variedade hidrogeológica do país, associada às significativas diferenças sociais e econômicas que se traduzem em demandas distintas por água tanto em natureza quanto em volume, tornou-se necessário estabelecer critérios de priorização de aquíferos a serem monitorados: 1) Aquíferos sedimentares; 2) Importância socioeconômica da água; 3) Uso da água para abastecimento público; 4) Aspectos de vulnerabilidade natural e riscos; 5) Representatividade espacial do aquífero; e 6) Existência de poços para monitoramento.

Utilizando-se desses critérios, e assimilando demandas específicas surgidas a partir da interação com órgãos gestores, foram selecionados para o programa da rede de monitoramento os seguintes aquíferos: Açú, Alter do Chão, Areado, Barreiras, Bauru-Caiuá, Beberibe, Boa Vista, Cabeças, Costeiro, Furnas, Guarani, Içá, Itapecuru, Litorâneo, Mauriti, Missão Velha-Rio da Batateira, Parecis, Ronuro, Pirabas, Poti-Piauí, Prosperança, Serra do Tucano, Serra Grande, Tacaratu, Trombetas, Tucunaré e Urucuia. Como a rede de monitoramento visa também atender a projetos de investigações hidrogeológica e hidrológica desenvolvidos pelo SGB e em parcerias, foram incluídos aquíferos Fraturados,

Cársticos e de Coberturas Cenozoicas. Ressalta-se que outros aquíferos serão gradativamente contemplados à medida que se promove o avanço do programa de monitoramento.

O programa da rede de monitoramento é composto de poços existentes (cedidos) e poços construídos de modo que a distribuição e densidade sejam suficientes para obtenção de valores representativos das condições hidrogeológicas e reflitam a intensidade do uso da água, as formas de ocupação do solo, a densidade demográfica e a extensão regional do aquífero.

O SIAGAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas, mantido pelo SGB e criado para dar suporte ao gerenciamento de águas subterrâneas, está sendo adotado como o sistema para consistência e armazenamento dos dados contínuos que são gerados no monitoramento. Para que o SIAGAS cumprisse efetivamente esse papel foram efetuadas modificações em sua estrutura e elaborados os formatos de apresentação dos dados na web.

Os aspectos que se sobressaem na estrutura projetada para a rede de monitoramento são:

I - A preocupação de se implantar uma rede que permita a gestão integrada dos recursos hídricos de tal modo que os poços estão sendo construídos preferencialmente junto às estações da rede hidrometeorológica nacional e na ausência destas estações pluviométricas estão sendo instaladas. Muitos são os benefícios de se realizar o monitoramento integrado, podendo-se citar: cálculo do balanço hídrico com base em parâmetros mais consistentes; Estimativas de recarga, porosidade eficaz e reservas renováveis para os aquíferos; Avaliação do tempo de residência das águas subterrâneas, partir das respostas do nível d'água e das vazões dos cursos d'água com referência a um evento de recarga, Determinação da relação dos cursos d'água e o fluxo subterrâneo (rios efluentes e influentes);

II - A não sobreposição da atribuição dos estados quanto à implantação e definição de sua própria rede de monitoramento em atendimento aos planos regionais de gestão, às políticas regionais e estratégias de proteção e conservação. Portanto, a rede possui um caráter complementar, podendo assimilar demandas regionais desde que atendam às diretrizes determinadas para a rede de âmbito nacional;

III - A cooperação com os órgãos gestores estaduais e companhias de saneamento possibilitando troca de experiências e informações, auxílio no planejamento da rede, assimilação de demandas estaduais, otimização dos recursos técnicos, financeiros e humanos, padronização de métodos de coleta e armazenamento e tratamento de dados e obtenção de poços passíveis de serem incorporados à rede.

O projeto, de caráter permanente, foi iniciado em 2009 e é mantido através de recursos institucionais além da parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), em algumas regiões, desde 2020. A RIMAS, atualmente, conta com dados de monitoramento de aproximadamente 450 poços (entre perfurados e cedidos) distribuídos pelo território nacional e encontra-se em processo de ampliação através da perfuração de piezômetros, em regiões selecionadas pelas equipes da RIMAS do SGB.

RESUMO

A Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) faz o acompanhamento sistemático dos níveis d'água em diversos poços dedicados a esta finalidade, também faz um apoio na identificação de alterações qualitativas periódicas nos mesmos pontos de monitoramento. No ano de 2023 foram realizadas as perfurações de poços nos aquíferos Missão Velha – Rio da Batateira, Bauru – Caiuá, Piauí-Poti, Parecis e Tacaratu - Inajá, também iniciaram os processos de contratações de poços nos aquíferos Barreiras, Areado, Açú, Guarani e Bauru – Caiuá (esses últimos no âmbito da parceria com a ANA, na região da bacia do Rio Paranapanema). Também em parceria com a ANA foram instaladas e operadas as primeiras estações telemétricas, registrando as variações dos níveis d'água subterrâneos. Além da operação normal dos poços/piezômetros em atividade na RIMAS. Destaca-se também uma análise preliminar das respostas dos níveis d'água subterrâneos durante a seca na região amazônica e uma avaliação das recargas em diversos pontos de monitoramento através no método da variação do nível de água (VNA) ou, em inglês, water-table fluctuation (WTF), desde o início da rede até 2022.

ABSTRACT

The Integrated Groundwater Monitoring Network (RIMAS) does the systematic observation of groundwater levels in several wells dedicated to this purpose, and also provides support in identifying periodic qualitative changes at the same monitoring points. In 2023, wells were drilled in the Missão Velha – Rio da Batateira, Bauru – Caiuá, Piauí-Poti, Parecis and Tacaratu - Inajá aquifers, and well contracting processes in the Barreiras, Areado, Açú, Guarani and Bauru – Caiuá aquifers were also started (the latter within the scope of the partnership with ANA, in the Paranapanema River basin region). Also in partnership with ANA, the first telemetric stations were installed and operated, recording variations in underground water levels. In addition to the normal operation of wells/piezometers active at RIMAS. Also noteworthy is a preliminary analysis of the responses of groundwater levels during drought in the Amazon region and an assessment of recharges at several monitoring points using the water-table fluctuation (WTF), from the beginning of the network until 2022.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	ATIVIDADES EXECUTADAS	16
2.1	AMPLIAÇÃO ATRAVÉS DE CONTRATOS PARA PERFURAÇÃO, COMPLETAÇÃO E TESTES DE POÇOS.....	16
2.2	OPERAÇÃO INTEGRADA (PARCERIA COM A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO – ANA).	17
2.3	OPERAÇÃO RIMAS.	19
2.4	TREINAMENTO/NIVELAMENTO – COLETA DE DADOS E AMOSTRAS.....	23
3	AVALIAÇÃO DAS RECARGAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS AQUÍFEROS ACOMPANHADOS PELA REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	23
4	AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS IMPACTOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO AMAZÔNICA EM FUNÇÃO DA SECA.....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
	REFERÊNCIAS	28
	ANEXOS.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aquíferos monitorados pela RIMAS.	15
Figura 2: Poços de monitoramento e áreas de jurisdição de cada unidade regional do SGB/CPRM. Fonte: os próprios autores.	20
Figura 3: Fluxograma das atividades de operação da RIMAS. Fonte: os próprios autores.	22
Figura 4: Espacialização das recargas calculadas, pelo método WTF, entre 2017 e 2018.	24
Figura 5: Alguns exemplos de gráficos do comportamento dos níveis d'água nos poços de monitoramento, comparativamente a série histórica dos mesmos. ...	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro síntese das ampliações da RIMAS	16
--	----

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Estações telemétricas na Fazenda Vereda do Ouro e na Escola Fazenda Santa Colomba, em Cocos/BA	18
Foto 2: Estações telemétricas na Fazenda Santa Luzia, em Cocos/BA	19

1 INTRODUÇÃO

A água subterrânea é o recurso de água doce mais abundante do planeta: fornece quase metade de toda a água potável em todo o mundo, cerca de 40% da água para a agricultura irrigada e cerca de um terço da água necessária para a indústria. Sustenta ecossistemas e mantém o fluxo de base dos rios, é um elemento de armazenamento crítico para a adaptação às mudanças climáticas, evita o afundamento da terra e a intrusão da água do mar. No entanto, os aquíferos (sendo invisíveis) são muitas vezes insuficientemente compreendidos e/ou mal geridos (IGRAC, 2006).

A legislação brasileira, complementada por aquelas instituídas por muitos estados da Federação, é bastante abrangente contemplando os vários aspectos que envolvem o uso, conservação e gestão das águas, inclusive as subterrâneas. A questão que se sobressai dessa discussão é como tornar efetivos os diversos instrumentos previstos na legislação para proteção e gestão das águas subterrâneas.

É de consenso geral que a resposta está no conhecimento amplo a respeito dos aquíferos e seu comportamento e capacidade de sustentação frente aos múltiplos usos. Nesse contexto, o monitoramento tem papel fundamental constituindo-se em uma demanda de caráter nacional e regional previsto em vários instrumentos legais.

A Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) do Serviço Geológico do Brasil, vem realizando o monitoramento sistemático dos principais aquíferos brasileiros e tem acompanhado diversas alterações de uso e ocupação do solo além de eventos climáticos importantes.

Com 458 poços de monitoramento, a RIMAS mantém em operação 404 estações automáticas de monitoramento, sendo 19 estações telemétricas

espelhadas do Hidro-Telemetria da ANA. Os dados deste monitoramento são disponibilizados na página do Serviço Geológico do Brasil SGB/CPRM, no seguinte endereço: <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout>.

Neste relatório são apresentadas sínteses das atividades executas, algumas compilações e análises sobre o panorama do acompanhamento realizado nos principais aquíferos brasileiros.

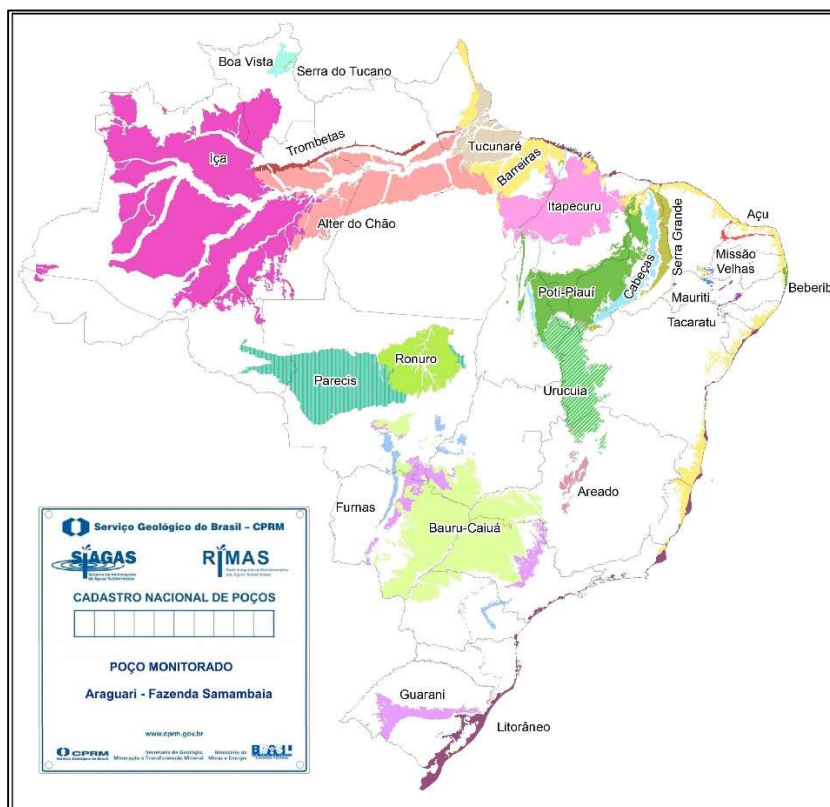


Figura 1 - Aquíferos monitorados pela RIMAS.

Quanto as informações aqui apresentadas, cabe ressaltar que os valores dos níveis d'água são em relação nível ao do terreno (0m) e as discontinuidades presentes nos dados históricos dos níveis d'água (N.A.), são períodos onde houve falha nos equipamentos e conseqüentemente, ausência no registro dos dados. Atualmente não são realizados de forma sistemática o preenchimento de falhas, mas algumas aplicações nessa linha já vêm sendo desenvolvida e apresentada em fóruns de pesquisa nacionais e internacionais (ex.: Comportamiento estimado del

nivel del agua subterránea en el acuífero furnas después de un período de recesión, Santos *et. al*, 2023; Análise de sensibilidade de modelos de inteligência artificial no monitoramento de aquíferos usando dados dos satélites Grace e medições de superfície, Camacho *et. al.*,2023).

2 ATIVIDADES EXECUTADAS

2.1 AMPLIAÇÃO ATRAVÉS DE CONTRATOS PARA PERFURAÇÃO, COMPLETAÇÃO E TESTES DE POÇOS.

As contratações iniciaram-se em 2022 e estarão em curso até meados de 2024, sendo orientadas pela Divisão de Hidrogeologia Exploratória (DIHEXP) e Coordenação Executiva Nacional da RIMAS (COOEX) e executada/fiscalizadas pelas unidades de Fortaleza (REFO), São Paulo (SUREG-SP), Goiânia (SUREG-GO) e Teresina (RETE) em uma primeira fase e Fortaleza (REFO), São Paulo (SUREG-SP), Recife (SUREG-RE), Belo Horizonte (SUREG-BH) e Porto Alegre (SUREG-PA) em uma segunda fase. Por motivos diversos como licitações fracassadas/desertas ou dificuldades na estruturação do processo licitatório (estimativa de custos x orçamento) as tratativas nos aquíferos Bauru – Caiuá (em Goiás), Urucuia (na Bahia) e Alter do Chão (Pará e Amazonas) foram adiadas e/ou poderão ser revistas e redimensionadas.

A atual situação das ampliações pode ser sintetizada na tabela a seguir:

Tabela 1: Quadro síntese das ampliações da RIMAS

Unidade Responsável	Aquífero	Nº Poços - Ampliação	Situação
REFO	Missão Velha	07	Concluído
SUREG-SP	Bauru-Caiuá	10	Concluído
SUREG-GO	Parecis	15	Em andamento
RETE	Piauí-Poti	08	Concluído
REFO	Barreiras	03	Contratado para 2024
REFO	Açu	10	Contratado para 2024

Unidade Responsável	Aquífero	Nº Poços - Ampliação	Situação
SUREG-RE	Tacaratu-Inajá	07	Concluído
SUREG-SP	Bauru-Caiuá	08	Contratado para 2024
SUREG-BH	Areado	05	Contratado para 2024
SUREG-BH	Barreira	07	Contratado para 2024
SUREG-PA	Guarani	10	Contratado para 2024
SUREG-GO	Bauru-Caiuá	05	Suspenso
SUREG-BE	Alter do Chão	15	Suspenso/adiado
SUREG-SA	Urucuia	08	Suspenso

2.2 OPERAÇÃO INTEGRADA (PARCERIA COM A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO – ANA).

Em 2023 através de um Termo de Execução Descentralizado (TED) com a Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA, foi estabelecido a operação integrada das redes de monitoramento hidrológica e piezométrica, na região do sistema aquífero Urucuia, nos aquíferos Cársticos da bacia do rio Verde Grande, além da locação, construção e instalação de piezômetros na bacia do rio Paranapanema.

2.2.1 ATIVIDADES

Para o ano de 2023 foram definidas as seguintes atividades separadas por unidade regional:

SUREG-SA

- Operação integrada (da RHN com a RIMAS) de 70 estações de monitoramento piezométricos, com a periodicidade de 3 vezes ao ano;
- Realização de uma campanha de manutenção em 15% ou 20% das estações (cerca de 10 a 15 estações) da rede integrada;

SUREG-BH

- Operação integrada (da RHN com a RIMAS) de 3 estações de monitoramento piezométricos, na bacia do rio Carinhanha, com a periodicidade de 3 vezes ao ano;

- Operação integrada (com a RHNR e com a RIMAS) das 10 estações telemétricas de monitoramento piezométricos, no Verde Grande, com a periodicidade de 3 vezes ao ano;

- Realização de uma campanha de manutenção em 15% ou 20% das estações (cerca de 2 a 3 estações) da rede integrada;

SUREG SA e BH

-Instalação e adaptação de 09 estações piezométricas automáticas, para telemétricas, existentes no sistema aquífero Urucuia, localizadas na bacia do rio Carinhanha.



Foto 1: Estações telemétricas na Fazenda Vereda do Ouro e na Escola Fazenda Santa Colomba, em Cocos/BA



Foto 2: Estações telemétricas na Fazenda Santa Luzia, em Cocos/BA

SUREG-SP

- Realização de 01 campanha de campo conjunta com a equipe da ANA para locação de 8 novos poços de monitoramento nos estados do Paraná e São Paulo, na bacia do rio Paranapanema;
- Contratação de empresa para perfuração de 08 poços na bacia do rio Paranapanema;

GERAL

Foram realizadas reuniões mensais para acompanhamentos do funcionamento da operação integrada e perfuração de poços, incluindo a para tomada de decisão relativa a poços eventualmente inativos e entregues informes periódicos sobre as atividades realizadas.

2.3 OPERAÇÃO RIMAS.

No geral os dados de variação dos níveis d'água são armazenados em um dataloggers (atualmente de 4 modelos distintos na RIMAS) que ficam totalmente

armazenados dentro do tubulão de proteção. Através de visitas quadrimestrais esses dados são coletados, verificada as condições dos equipamentos (bateria, funcionalidade, se tem cabos enroscados, travados etc), as condições das estações (cercados, lajes de proteção, tampa, placas de identificação e até mesmo acesso), faz uma medida manual para confirmar se o que está registrando no equipamento está correto e conclui-se corrigindo o que for possível, e configurando o equipamento (se houver necessidade) e anotando possíveis ordens de serviço para uma próxima visita.

No total estão disponíveis 57.080 dados de níveis d'água sintetizados, ou seja, medianas diárias, em 302 pontos de monitoramento, ressaltando a necessidade de melhorar a agilidade nas consistências e publicação das informações.

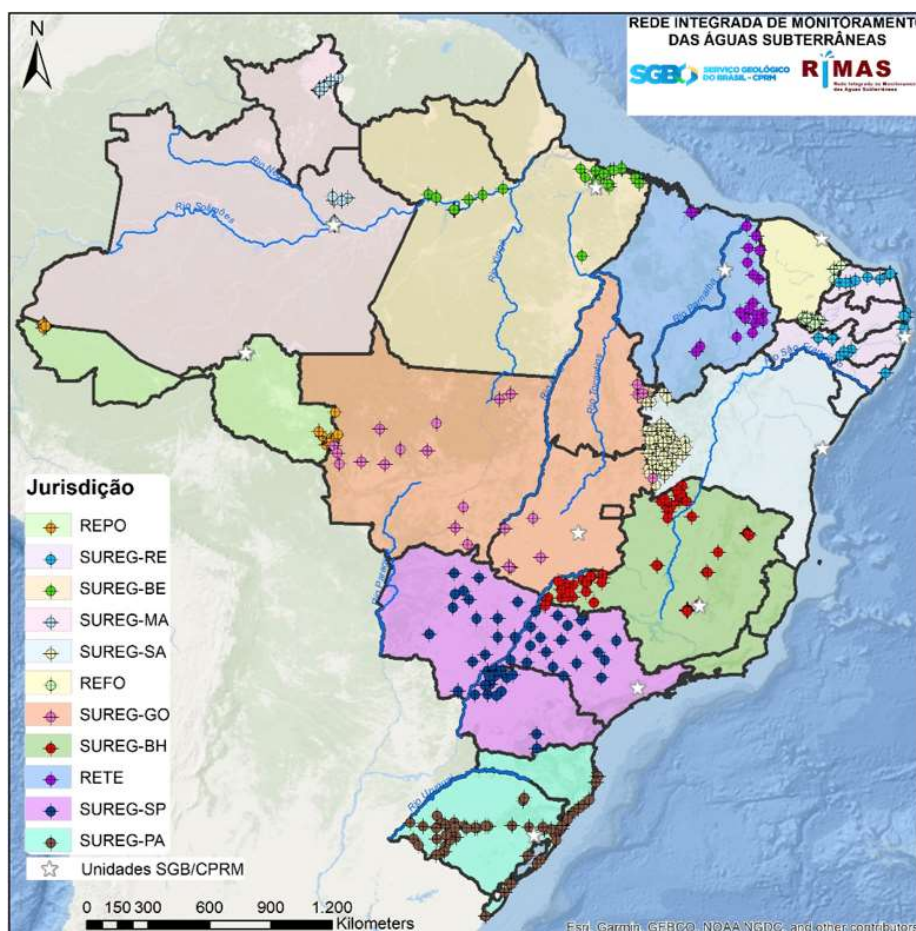


Figura 2: Poços de monitoramento e áreas de jurisdição de cada unidade regional do SGB/CPRM. Fonte: os próprios autores.

Quanto as análises qualitativas, devem ocorrer em tipos e frequências distintas a depender de ocorrências ou tempo da última análise. Existem diversos tipos de rede de monitoramento e uma forma de "classificá-las", é por exemplo, por escalas: federal, estadual, bacia hidrográfica e local, a RIMAS é uma rede federal em um país de dimensões continentais, com fomento de alertas pontuais. Ao incluir um novo poço de monitoramento realizamos uma análise completa, para entender a condição "natural" (pois em alguns casos já existe uma condição de interferências) do ponto monitorado e depois um acompanhamento dessa condição.

A seguir é apresentado um fluxograma resumido, elaborado a partir de discussões entre os colaboradores da rede de monitoramento.

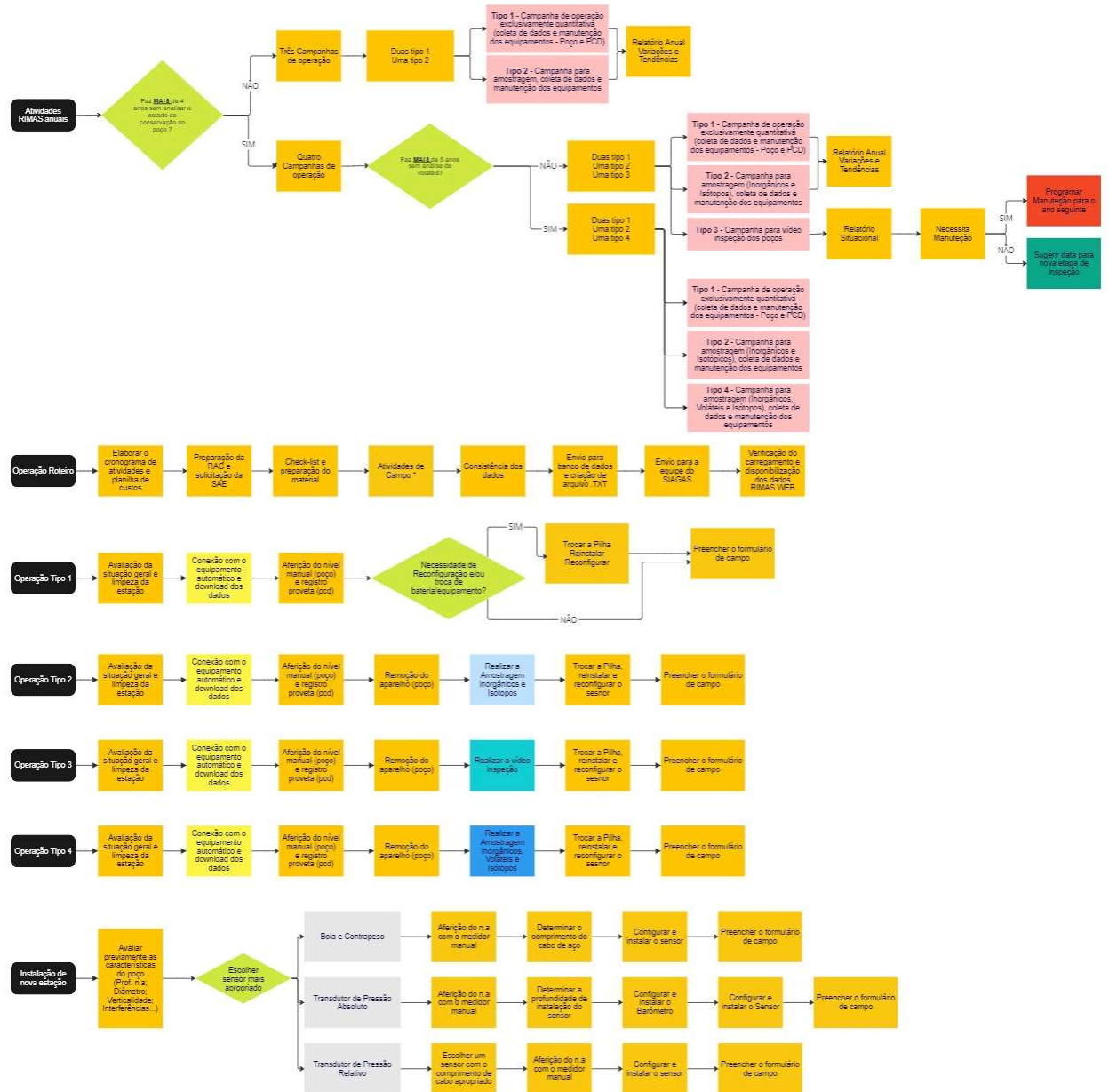


Figura 3: Fluxograma das atividades de operação da RIMAS. Fonte: os próprios autores.

Estamos buscando a implementação de campanhas exclusivas para manutenção e limpeza dos filtros dos poços, uma vez que os mesmos ficam parados (não possuem bombas) por longos períodos acumulando partículas, incrustações e proliferações de raízes.

2.4 TREINAMENTO/NIVELAMENTO – COLETA DE DADOS E AMOSTRAS.

Em janeiro de 2023 foi realizado um treinamento visando o nivelamento de coleta (dados e amostras) da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, em Recife - PE. O evento foi realizado durante 3 dias e meio (1 teórico, 2 práticos e meio dia de consolidação das informações), contando com a participação de 26 colaboradores de todas as unidades regionais.

A RIMAS é um programa que ocorre de forma sistemática (“rotineira”) e em todas as regiões do Brasil, considerando a diversidade nos nosso país é sabido que as equipes/roteiros possuem particularidades operacionais, mesmo assim é importante que hajam normatizações e protocolos de coletas para que seja reconhecido um padrão do SGB e para que os dados possam ser comparados, regionalizados e que haja uma garantia na qualidade da informação entregue.

Além disso o treinamento teve como proposta a troca de experiência acumulada ao longo de anos operando a Rede.

3 AVALIAÇÃO DAS RECARGAS DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NOS AQUIFÉROS ACOMPANHADOS PELA REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Apresentado em um relatório específico, a avaliação das recargas contou com a análise de 157 séries históricas, em 21 dos aquíferos monitorados, segmentadas nos anos hidrológicos correspondentes ao padrão da sua localização. Sendo comparadas em sua maioria com informações pluviométricas disponíveis.

A RIMAS por si só possibilita a aplicação do método da variação do nível de água (WTF), no entanto fatores como interferências ou mudanças no uso e

ocupação do solo próximo aos poços de monitoramento, podem requerer adaptações e tratamentos prévios nos dados para manutenção da sua utilização, ou em casos extremos a exclusão do monitoramento.

O estudo em questão trouxe uma nova forma de verificação da qualidade dos dados e pertinência da rede de monitoramento, dentro da sua concepção atual.

A ausência de recargas em alguns anos hidrológicos, principalmente na região nordeste, ressalta a importância de acompanhar a preservação dessa relevante reserva de hídrica, cada vez mais demanda principalmente em momentos de crise hídrica, e verificar a sua plena recuperação nos períodos mais abundantes.

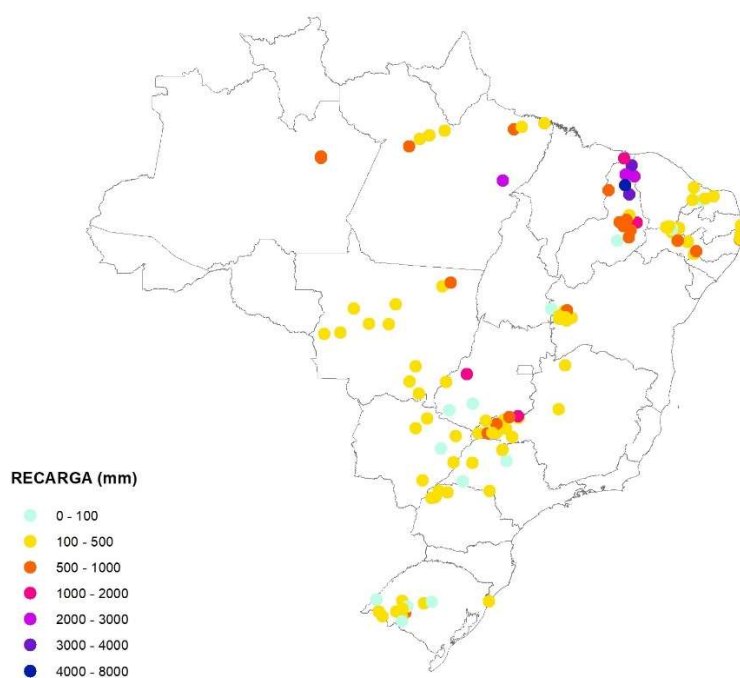


Figura 4: Espacialização das recargas calculadas, pelo método WTF, entre 2017 e 2018.

4 AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS IMPACTOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO AMAZÔNICA EM FUNÇÃO DA SECA

O ano de 2023 foi marcado por um evento de seca severa na região Amazônica, com seu ápice em setembro, mas com chances de seus efeitos e impactos serem repercutidos em 2024, em razão do processo de El Niño.

Apesar de apresentarem um rebaixamento nos níveis d'água até mesmo muito antes do início do período de vazante, agravado por uma seca extrema, em diversos pontos do monitoramento das águas subterrâneas, os aquíferos não parecem ter sido afetados pelo evento severo mencionado acima, pois seguem uma dinâmica sazonal comum ao usualmente apresentado no monitoramento (ressalva para por exemplo os poços 1500005635 e 1500003032 no Pará).

Mesmo que aparentemente não impactados diretamente pelo evento, diversos pontos de monitoramento vêm apresentando valores de níveis d'água muito abaixo dos registrados anteriormente na série histórica. Provavelmente devido ao aumento das demandas hídricas, impulsionado a busca por recursos alternativos de água e o mais comum e acessível são as águas subterrâneas, sendo importante acompanhar a dinâmica, caso o evento se prolongue.

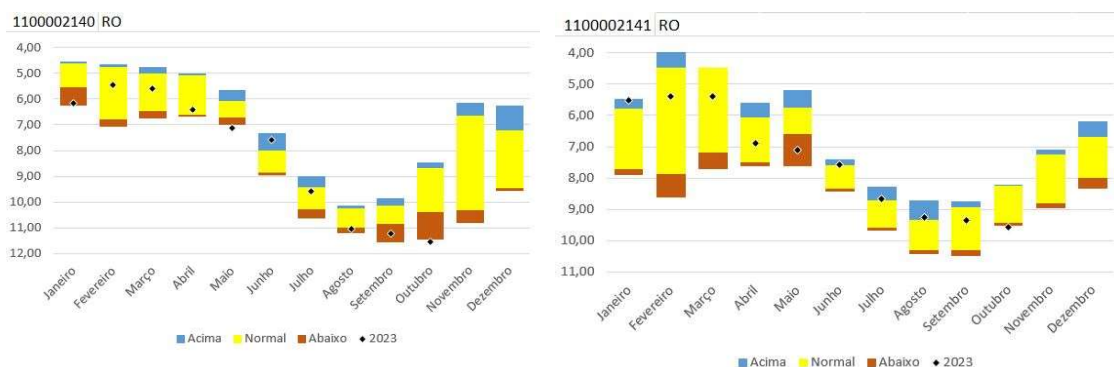


Figura 5: Alguns exemplos de gráficos do comportamento dos níveis d'água nos poços de monitoramento, comparativamente a série histórica dos mesmos.

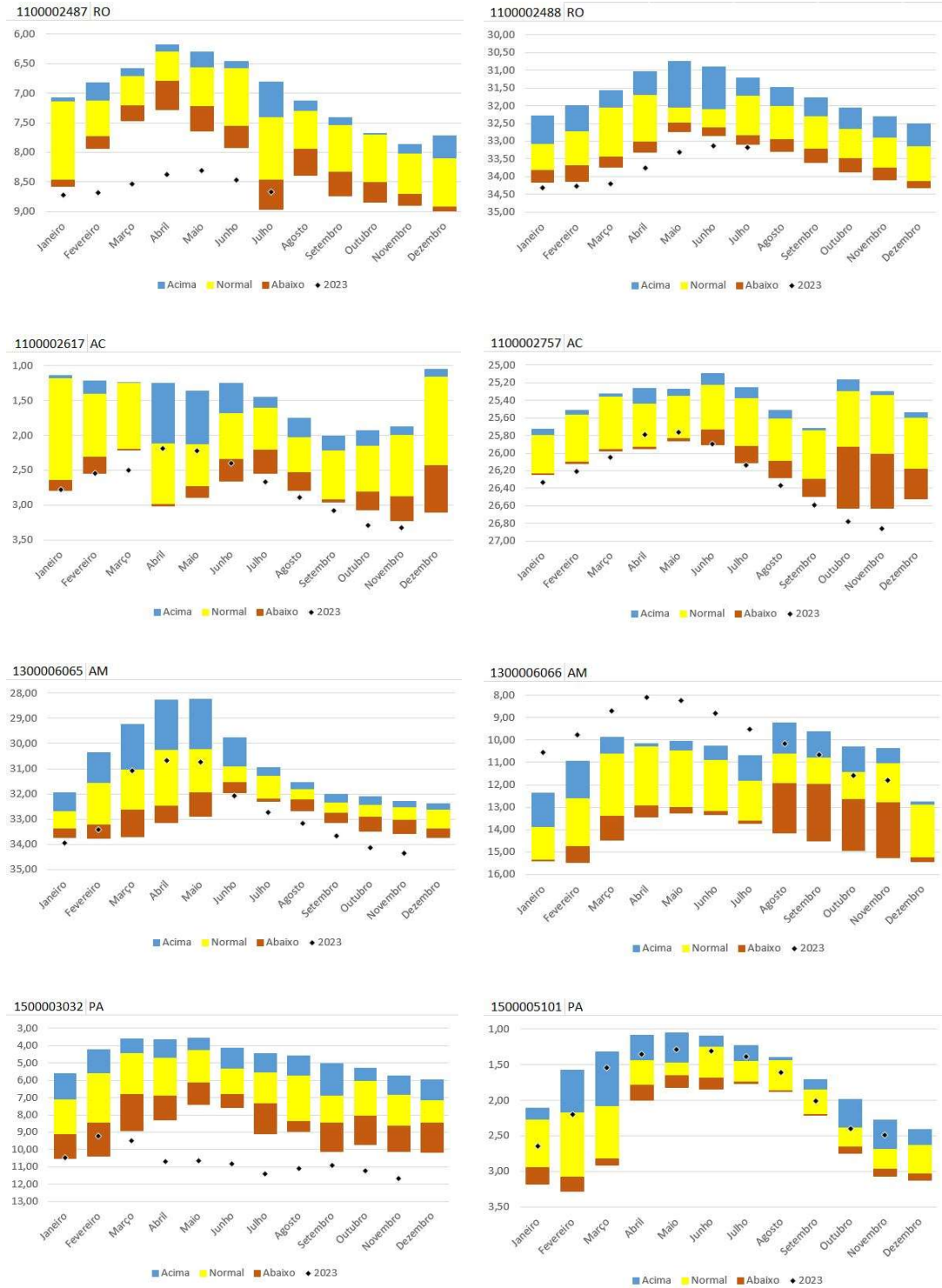


Figura 5: Alguns exemplos de gráficos do comportamento dos níveis d'água nos poços de monitoramento, comparativamente a série histórica dos mesmos.

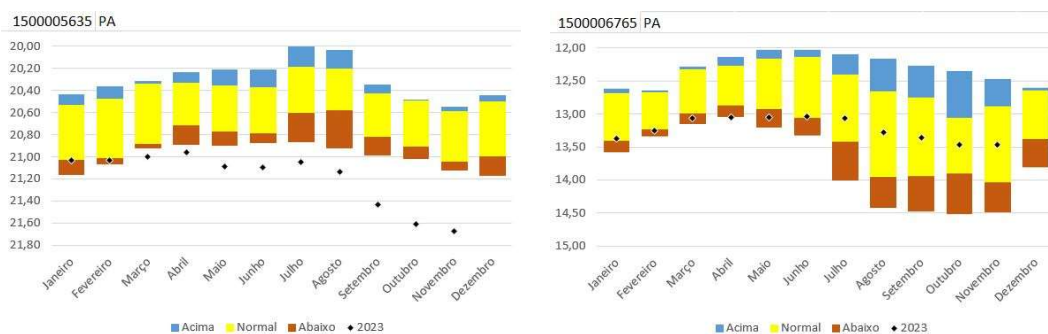


Figura 5: Alguns exemplos de gráficos do comportamento dos níveis d'água nos poços de monitoramento, comparativamente a série histórica dos mesmos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de diversos anos sem realizar a ampliação da Rede RIMAS através da perfuração de poços/piezômetros, permitindo a sua implantação de acordo com os critérios pré-definidos pelo projeto e com o perfil construtivo voltado para a finalidade do acompanhamento das variações dos níveis d'água, foram ou estão em andamento 118 novas estações de monitoramento.

Iniciaram-se também, em decorrência da(s) parceria(s) com a Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), uma nova fase do monitoramento hidrogeológico com as instalações de Plataformas Automáticas de Coleta de Dados (PCDs) telemétricas, com disponibilização dos dados em tempo real.

Novas análises e interpretações dos dados tem sido aplicadas, visando a entrega de informações já compiladas dos dados, avaliação e melhoria da qualidade dos dados entregues.

Capacitação e protocolos sendo gerados para garantir resultados confiáveis e passíveis de responder as necessidades das instituições e sociedade, como é esperado do Serviço Geológico do Brasil.

Ainda temos muitos desafios e melhorias a serem implantadas, para ter uma rede nas dimensões e condições pretendidas, mas a estrutura é robusta e o SGB/CPRM vai continuar comprometida com o desenvolvimento do conhecimento geológico para gerar o aumento econômico e social do país e a construção de um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS

CAMACHO, C. R.; GETIRANA, A.; MOURÃO, M. A. A.; ROTUNNO FILHO, O. C. **Análise de sensibilidade de modelos de inteligência artificial no monitoramento de aquíferos usando dados dos satélites Grace e medições de superfície.** Anais do XXV SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=14967>.

INTERNATIONAL GROUNDWATER RESOURCES ASSESSMENT CENTRE - IGRAC. **Guideline on: Groundwater Monitoring for General Reference Purposes.** International Working Group I. Utrecht, Holanda: IGRAC, 2006. Disponível em: <https://www.un-igrac.org/sites/default/files/resources/files/WG1-7-Guideline-v12-03-08.pdf>.

SANTOS, G. N.; MANZIONE, R. L.; KIRCHHEIM, R. E. **Comportamiento estimado del nivel del agua subterránea en el acuífero furnas después de un período de recesión.** Anais do XXVII Congreso Nacional del Agua - Buenos Aires, Argentina, agosto de 2023.

ANEXOS

Fotos das perfurações e novos poços.

