



**PORTFÓLIO DOS PROJETOS DA CPRM**  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM  
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL  
2018

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Ministro de Estado**

Fernando Coelho Filho

### **Secretário Executivo**

Paulo Pedrosa

### **Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Vicente Humberto Lôbo Cruz

## **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/ SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM)**

### **CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO**

#### **Presidente**

Otto Bittencourt Netto

#### **Vice-Presidente**

Esteves Pedro Colnago

#### **Conselheiros**

Paulo Abrão

Cassiano de Souza Alves

Elmer Prata Salomão

Cássio Roberto da Silva

### **DIRETORIA EXECUTIVA**

#### **Diretor-Presidente**

Esteves Pedro Colnago

#### **Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial**

Antonio Carlos Bacelar Nunes

#### **Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

José Leonardo Silva Andriotti (interino)

#### **Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento**

Esteves Pedro Colnago (interino)

#### **Diretor de Administração e Finanças**

Juliano de Souza Oliveira (interino)

### **CONSELHO FISCAL**

#### **Titulares**

Frederico Bedran Oliveira

Erick Biill Vidigal

Mariana Padrão de Lamônica Freire

Nucilene Lima de Freitas França

#### **Suplentes**

Luís Mauro Gomes Ferreira

José Luiz Ubaldino de Lima

Ana Cristina Bittar de Oliveira

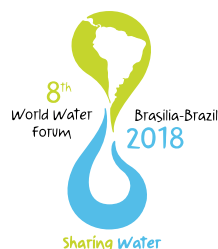
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM/SGB  
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

# PORTFÓLIO DOS PROJETOS DA CPRM

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL



---

BRASILIA  
MARÇO/2018

## **DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL - DHT**

### **DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA - DEHID**

Frederico Cláudio Peixinho

#### **Divisão de Hidrologia Básica - DIHIBA**

Ana Carolina Zoppas Costi

#### **Divisão de Hidrologia Aplicada - DIHAPI**

Adriana Dantas Medeiros

#### **Divisão de Hidrogeologia e Exploração - DIHEXP**

João Alberto Oliveira Diniz

### **DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL – DEGET**

Jorge Pimentel

#### **Divisão de Geologia Aplicada – DIGEAP**

Sandra Fernandes da Silva

#### **Divisão de Gestão Territorial - DIGATE**

Maria Adelaide Mansini Maia

### **ASSESSORIA DE ASSUNTOS INTERNACIONAIS – ASSUNI**

Maria Glícia da Nóbrega Coutinho

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Organização**

Alice Silva de Castilho –  
Coordenadora Executiva do DEHID

### **Coordenação Projeto Gráfico**

#### **Divisão de Editoração - DIEDIG**

Valter Alvarenga Barradas

#### **Projeto Gráfico**

Washington José Ferreira Santos – Capa – DIMARK  
Agmar Alves Lopes – Miolo – DIEDIG

#### **Diagramação/Editoração**

Pedro da Silva  
Juliana Colussi de Gouvêa  
Andréia Continentino

---

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM/Serviço Geológico do Brasil.  
Superintendência Regional de Belo Horizonte.

CPRM – Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 – Bairro Funcionários

Belo Horizonte – MG – 30140-002

Fax: (31) 3878-0388

Tel: (31) 3878-0307

<http://www.cprm.gov.br>

[bibliotecabh@cprm.gov.br](mailto:bibliotecabh@cprm.gov.br)

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Portfólio de Projetos da CPRM / Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial - DHT,  
Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Alice Silva de Castilho (Org.) - Belo Horizonte:  
CPRM, 2018.

170p. Versão disponível em [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)/ GeoSBG.

Conteúdo: Portfólio de Projetos apresentado no Fórum Mundial da Água – FAMA 2018,  
17 a 22 de março, Brasília – DF.

1 – Hidrologia do Brasil. I – Título. II – Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial. III –  
Serviço Geológico do Brasil. IV – Castilho, Alice Silva de (Org.).

CDU: 556 (81)

Direitos desta edição: CPRM – Serviço Geológico do Brasil  
É permitida a reprodução desta publicação, desde que mencionada a fonte.

Ficha Catalográfica por Bibl. M. Madalena Costa Ferreira – CRB/MG-1393  
Hugo Henrique Silva Oliveira – Estagiário

# SUMÁRIO

## HIDROLOGIA

<b>Levantamentos Hidrometeorológicos .....</b>	<b>13</b>
• Rede Hidrometeorológica Nacional-RHN.....	13
• Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência-RHNR .....	16
• Rede Hidrometeorológica do Urucuia-RHUrucuia.....	23
<b>Previsão e Alertas de Eventos Hidrológicos Críticos.....</b>	<b>27</b>
• Operação de Sistemas de Alerta Hidrológicos .....	27
• Sistema de Mapeamento de Mancha de Inundação Baseado em <i>Web</i> .....	32
<b>Pesquisa e Estudos Hidrológicos .....</b>	<b>35</b>
• Atlas Pluviométrico do Brasil e Estudo de Chuvas Intensas .....	35
• Regionalização de Vazões de Bacias Hidrográficas Brasileiras .....	39
• Estudos Integrados em Bacias Representativas e Experimentais.....	42
• Cerrado Mineiro .....	42
• Região Serrana/RJ.....	46
• Dinâmica Fluvial.....	50
• Estudos de Caracterização Hidrológica dos Solos.....	54

## HIDROGEOLOGIA

<b>Levantamentos Hidrogeológicos .....</b>	<b>60</b>
• Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas-RIMAS .....	60
• Revitalização de Poços no Estado de Pernambuco.....	65
<b>Gestão da Informação Hidrogeológica .....</b>	<b>72</b>
• Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS.....	72

## **Pesquisa, Estudos e Cartografia Hidrogeológica .....77**

- Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de São Luis/MA ..... 77
- Estudos Hidrogeológicos das Regiões Urbana e Periurbana de Manaus/AM ..... 81
- Disponibilidade Hídrica- Elaboração de Mapas Hidrogeológicos ..... 87
- Estudo Hidrogeológico no Sistema Hídrico Uruçuia ..... 90
- Águas do Norte de Minas-PANM ..... 93
- Estudos Hidroquímicos e Isotópicos ..... 97

## **GESTÃO TERRITORIAL**

- Cartas de Susceptibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massas e Inundações ..... 103
- Setorização de Áreas com Alto e Muito Alto Risco a Movimento de Massa e Inundações ..... 106
- Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais- GIDES ..... 109
- Levantamento da Geodiversidade ..... 112
- Patrimônio Geológico e Geoparques ..... 118
- Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina ..... 120
- Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade no Brasil ..... 124

## **COOPERAÇÃO INTERNACIONAL SOBRE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL**

Cooperação CPRM, ANA, USGS/Estados Unidos.....	132
Cooperação CPRM, IRD, França.....	135
Cooperação CPRM,, BRGM, GEOHID, CNRS, ANR Universidades da França, INPE, APAC, FACEPE e Unidades Brasileiras.....	137
Cooperação CPRM, e CIC-PLATA.....	139
Cooperação CPRM, e GSC/Canadá.....	141
Cooperação CPRM, e ONRM/Cuba.....	143
Cooperação CPRM, e Omegaology: BGS e BRGM/França e Reino Unido.....	146
Cooperação CPRM, e IAEA.....	148
Cooperação CPRM, e DNGM/Moçambique.....	150
Cooperação CPRM, e JIGA/Japão.....	152
Cooperação CPRM, e KIKAM/Coréia do Sul.....	154
Cooperação CPRM, e GGMC/Guiana.....	156
Cooperação CPRM, e GMD/Suriname.....	157
Cooperação CPRM, CDS e UNASUL.....	159
Cooperação CPRM, e ONRM/Cuba.....	161
Cooperação CPRM, e INIGEMM/Equador.....	166
Cooperação CPRM, e CGS/China.....	164
Cooperação CPRM, e INIGEMM/Equador.....	166
Cooperação CPRM,, Warwick Universityuy, BSG/Reino Unido.....	167

## APRESENTAÇÃO

Os recursos minerais compõem o patrimônio natural de um país, sendo que o serviço geológico é o órgão que tem como atribuição promover o levantamento destes recursos minerais, e a água é um destes recursos.

O Brasil, além de ter dimensões continentais, é rico em recursos minerais, desde o ouro e o diamante, na época da colonização, ao minério de ferro, manganês, bauxita, cobre, nióbio, dentre outros. Em termos de água doce, o Brasil possui cerca de 12% das reservas mundiais e de 53% das reservas da América do Sul. Estão incluídas nestas reservas de água doce, bacias hidrográficas de grandes rios como: Amazonas, Prata, Araguaia e Tocantins e São Francisco; e grandes aquíferos como: Guarani e Alter do Chão.

A CPRM, empresa pública com atribuições de Serviço Geológico, tem como missão gerar e disseminar conhecimento geocientífico com excelência, contribuindo para melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil. Em consonância com sua missão, a CPRM atua, desde a sua criação, nas áreas de: Hidrologia (águas superficiais e atmosféricas); Hidrogeologia (águas subterrâneas) e Gestão Territorial.

Este documento contém a carteira de projetos da CPRM voltados para o tema da água agrupados nas seguintes linhas:

- Hidrologia
  - Levantamentos Hidrometeorológicos;
  - Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos;
  - Pesquisas e Estudos Hidrológicos.
- Hidrogeologia
  - Levantamentos Hidrogeológicos;
  - Gestão da Informação Hidrogeológica;
  - Pesquisa, Estudo e Cartografia Hidrogeológica.
- Gestão Territorial
  - Geologia de Engenharia e Risco Geológico;
  - Levantamento da Geodiversidade;
  - Recuperação Ambiental;
  - Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade.

- Cooperação Internacional
  - Recursos Hídricos;
  - Gestão Ambiental.

Na linha dos **Levantamentos Hidrometeorológicos**, a CPRM participa do planejamento e executa serviços de hidrologia para a União, desde a década de 1970, bem como opera a Rede Hidrometeorológica Nacional-RHN, atualmente gerenciada pela ANA. Desde 2014 está em andamento um Memorando de Entendimento para a Implantação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência-RHNR, através de uma parceria firmada entre o Serviço Geológico dos Estados Unidos-USGS, a ANA e a CPRM, que prevê a otimização e modernização da RHN.

No caso de **Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos**, a CPRM opera sistemas de previsão de cheias nas principais bacias hidrográficas em todo o Brasil, sendo os pioneiros: Manaus e Pantanal, desde a década de 1980, alertando as populações ribeirinhas quanto ao risco de inundação. Atua também na definição de áreas inundáveis com o uso de técnicas de modelagem hidráulica, auxiliando no gerenciamento das ações durante a enchente e no ordenamento territorial. No outro extremo, desde 2014, a CPRM tem acompanhado de perto a estiagem na região Sudeste do Brasil e em 2017, no oeste baiano, na região do Aquífero Urucuia, alertando aos usuários, para que possam ser adotadas medidas preventivas.

Já em **Pesquisas e Estudos Hidrológicos**, a CPRM atua em estudos de avaliação de disponibilidade hídrica superficial, como: regionalização de vazões, transferindo informações de áreas não monitoradas para área monitoradas; Atlas Pluviométrico e Estudos de Chuvas Intensas, usados no dimensionamento de diversas estruturas hidráulicas. Na área de pesquisas tem atuado no monitoramento de bacias representativas e experimentais desde a década de 1980, aprofundando o conhecimento hidrológico em biomas brasileiros; monitoramento hidrológico por meio de satélites no projeto Dinâmica Fluvial e caracterização hidrológica do solo, aprimorando o conhecimento na interface entre águas superficiais e subterrâneas.

Na linha de **Levantamentos Hidrogeológicos**, desde o início da década de 2010, a CPRM tem instalado e operado a Rede de Monitoramento de Águas Subterrâneas-RIMAS nos principais aquíferos sedimentares do Brasil. Tem atuado também, na locação e recuperação de poços e instalação de sistemas simplificados de abastecimento. Sendo que em 2017, elaborou o Plano de Ação Estratégico em Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro – Convivência como à Seca e iniciou a implementação de uma de suas macros diretrizes relacionada a promoção da revitalização de poços do estado de Pernambuco, em função da estiagem severa enfrentada por este estado.

Quanto a **Gestão das Informações Hidrogeológicas**, destaca-se o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas-SIAGAS, acervo das informações dos poços existentes no Brasil, que conta com a parceria na sua alimentação, com os órgãos gestores e intervenientes em recursos hídricos dos estados da federação.

Em **Estudos, Pesquisas e Cartografia Hidrogeológica** a CPRM atua em estudos: na avaliação de disponibilidade hídrica subterrânea e na integração superficial e subterrânea, recentemente destacam-se estudos em desenvolvimento em parceria com diversas instituições: Regiões Metropolitanas de São Luís e Manaus; Região Norte do Estado de Minas Gerais. Na parte de Cartografia, a CPRM tem desenvolvido mapas hidrogeológicos em diversas escalas, sendo que na regional destacam-se: Mapa Hidrogeológico da Bacia do Rio da Prata; Mapa Hidrogeológico do Brasil e de diversos estados. Em relação à pesquisa hidrogeológica, destaca-se aplicação de isótopos em hidrologia.

Na linha de **Geologia de Engenharia e Riscos Geológicos**, a CPRM passou a integrar, na década de 2010, o grupo de instituições governamentais integrantes do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas aos Desastres



Naturais, neste sentido destacam-se dois projetos: Setorização de Áreas a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações; Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais, e Cartas Geotécnicas, fornecendo informações na escala municipal para a gestão dos desastres, monitoramento e ordenamento territorial.

Quanto ao **Levantamento da Geodiversidade**, a CPRM já concluiu este levantamento em escala regional para todo o Brasil e todos os estados da federação. Na mesma linha, destaca-se proposição de Geoparques, e o cadastramento de geosítios em vários pontos do território brasileiro.

Na parte de **Recuperação Ambiental**, a CPRM tem atuado em obras de recuperação de passivo ambiental de áreas degradadas pela mineração na bacia carbonífera de Santa Catarina, como representante da União, solidariamente responsável pela recuperação destas áreas degradadas.

Em **Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade**, a CPRM realiza a amostragem de: solos, sedimentos de corrente e água de superfície e de abastecimento público, como o objetivo de promover a caracterização geoquímica das áreas para diversos usos como: mineração, geologia, agricultura, meio ambiente e saúde.

Este documento ressalta também as **parcerias** firmadas pela CPRM com diversas instituições, destacando-se as parcerias atuais e internacionais. As parcerias permitem o compartilhamento de informações, otimização dos recursos e capacitação técnica.

Globalmente, abrangendo as diferentes áreas de atividades-fim, as ações da CPRM no exterior têm se concentrado em duas linhas de atuação:

- transferência de tecnologia e inovação (*technology transfer*);
- capacitação técnica profissional (*capacity building*).

Para tanto a CPRM tem participado de fóruns internacionais técnico-científicos visando:

- estabelecer contatos com a comunidade governamental, empresarial público e privado, industrial e acadêmica de geocientistas;
- discutir e firmar cooperação técnica para promover o intercâmbio de soluções nas esferas tecnológica e da inovação, propiciando a capacitação profissional;
- impulsionar o avanço da pesquisa geológica em sólida base científica, reconhecida mundialmente.

A CPRM possui uma cooperação plurianual firmada com a ANA-Agência Nacional de Águas e o USGS-Serviço Geológico Americano para a implantação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência-RHNR e desenvolvimento de estudos interpretativos, que prevê a capacitação técnica e aplicação de novas tecnologias.

Dentro do projeto Dinâmica Fluvial, existe uma parceria entre a CPRM e IRD-Instituto de Pesquisa em Hidrologia da França desde 2008, na aplicação de técnicas de monitoramento hidrológico e sedimentológico com o uso de satélites.

No caso de cartografia hidrogeológica, destaca-se a parceria firmada entre CPRM e o CIC-Plata- Comitê Intergovernamental Coordenador dos países da bacia do rio da Prata, para a elaboração do mapa hidrogeológico da bacia do rio da Prata.

Quanto a Hidrologia Isotópica, destaca-se o convite feito pela AIEA- Agência Internacional de Energia Atômica a CPRM para se tornar o Centro Colaborativo da AIEA em Hidrologia Isotópica na América do Sul, que prevê: capacitação técnica; criação de rede de monitoramento de isótopos em água de chuva; caracterização isotópica de aquíferos brasileiros; estudos integrados de água meteórica, superficial e subterrânea com o uso de isotopia; equipar o LAMIN- Laboratório de Análises de Águas Minerais da CPRM em análises isotópicas.

Em relação a Geologia de Engenharia, destaca-se a cooperação técnica firmada entre: Ministério das Cidades (MCidades); Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI); o Ministério da Integração Nacional (MI) e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM/MME) por intermédio da Agência Brasileira de Cooperação (ABC/MRE) e da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA); para o desenvolvimento e implementação de ações voltadas ao Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres Naturais.

Por fim, é importante ressaltar as parcerias a nível nacional de grande importância como: ANA no planejamento e operação da RHN, operação de sistemas de alertas hidrológicos e no desenvolvimento dos Estudos Hidrogeológicos nas Regiões Metropolitanas de São Luís e Manaus; órgãos gestores estaduais na alimentação do SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas; órgãos estaduais diversos na elaboração de estudos tanto hidrológicos quanto hidrogeológicos e de gestão territorial; universidades no desenvolvimento de pesquisas e aplicação de novas tecnologias; concessionárias de abastecimento na cessão de poços para integração da rede RIMAS.

# HIDROLOGIA





## LEVANTAMENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS

### REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL - RHN



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** A Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) é composta por estações hidrometeorológicas, sedimentométricas e de qualidade da água, situadas nas bacias hidrográficas brasileiras. Nesse âmbito, a CPRM é a principal instituição que atua no planejamento e operação da RHN, que tem como objetivo a instalação, manutenção e operação das estações de monitoramento que constituem a Rede. A operação é realizada por meio do estabelecimento de Plano de Trabalho (PT) anual que representa a organização das diversas etapas e atividades envolvidas no processo, como: planejamento da operação, estruturação de equipes (pessoal e equipamentos) e metodologia na execução de todas as etapas dos processos que envolvem a coleta de dados em campo, o tratamento dos dados coletados e a disponibilização ao usuário.

**Abrangência:** nacional

**Natureza:** Parceria Agência Nacional de Águas (ANA)

**Produtos/Resultados:** Os dados monitorados na operação da RHN, tratados e organizados como registros contínuos, constituem as séries históricas de dados hidrológicos, que, por sua vez, representam o principal produto da RHN. Portanto, as séries históricas representam registros coletados, analisados e armazenados em banco de dados, sendo disponibilizados aos usuários pelo Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH), por intermédio da Agência Nacional de Águas (ANA), com acesso pelos seguintes links: [www.snirh.gov.br/widroweb](http://www.snirh.gov.br/widroweb) (acesso aos dados de estações de monitoramento convencionais); e [www.snirh.gov.br/gestorpcd](http://www.snirh.gov.br/gestorpcd) (acesso aos dados de estações de monitoramento telemétricas).

**Duração:** contínuo

**Status:** em execução

**Liderança:** Ana Carolina Zoppas Costi e Arthur Abreu

Contato: [ana.costi@cprm.gov.br](mailto:ana.costi@cprm.gov.br)/[arthur.abreu@cprm.gov.br](mailto:arthur.abreu@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A CPRM tem a missão de gerar e difundir o conhecimento geocientífico, com excelência, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil, é a responsável pelo monitoramento das águas superficiais, em parceria com a Agência Nacional das Águas. As informações desse monitoramento são base para a determinação da disponibilidade hídrica no território brasileiro, fornecendo aos planejadores e gestores informações hidrológicas confiáveis, que subsidiam, por exemplo, atividades de enfrentamento aos riscos relacionados a inundações e estiagens rigorosas.

### Justificativa

O conhecimento do comportamento das águas superficiais nos rios é insumo básico para o gerenciamento dos recursos hídricos. Para que esse conhecimento seja efetivo, é necessário que exista uma rede de monitoramento hidrológico, preferencialmente com longo tempo de operação ininterrupta, dada a natureza estocástica da variável hidrológica, que possa coletar informações suficientes ao atendimento dos diversos usos, antrópicos ou ecológicos, a que estão sujeitas as águas dos rios brasileiros.

### Objetivos

O Projeto tem como objetivo a instalação, manutenção e operação da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). A RHN é composta por estações hidrometeorológicas, sedimentométricas e de qualidade da água, situadas nas bacias hidrográficas brasileiras. As estações hidrometeorológicas representam pontos de monitoramento de chuva (precipitação), nível dos rios, descarga líquida, evaporação e parâmetros climatológicos. As estações chamadas sedimentométricas representam pontos de coleta de amostras de sedimento em suspensão (descarga sólida) e as estações de qualidade da água são pontos nos quais são realizadas medidas de 5 parâmetros *in loco*: temperatura da água, pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica. O projeto também tem como objetivo, capacitação técnica em hidrologia, pesquisas e estudos na área de monitoramento de recursos hídricos.

### Atividades

A operação da RHN envolve o estabelecimento de um plano de trabalho anual (PT). Esse PT representa diversas etapas como: planejamento da operação, estruturação de equipes (pessoal e equipamentos) e metodologia na execução de todas as etapas dos processos que envolvem a coleta de dados em campo, o tratamento dos dados coletados e a disponibilização ao usuário.

Atividades que integram o plano de trabalho anual:

- 2 (duas) visitas anuais nas estações fluviométricas, pluviométricas, climatológicas ou evaporimétricas (tipos F, P, Pr, C ou E), sendo que cada visita de operação das estações deve ser espaçada em, no máximo, seis meses, com objetivo de garantir a qualidade dos dados coletados;
- 4 (quatro) visitas anuais nas estações com medição de descarga líquida e qualidade da água;
- 3 (três) visitas anuais nas estações com medição de descarga sólida, especialmente, durante o período de cotas altas;
- 2 (dois) nivelamentos anuais de seção de réguas, no mínimo, nas estações fluviométricas (tipo F);
- 1 (um) levantamento anual na seção transversal de medição de descarga.

Entretanto, o responsável pelo projeto em cada área de operação da RHN pode incrementar as atividades previstas no PT anual, sempre que julgar necessário para garantir a qualidade das séries históricas geradas.

## **Produtos**

Os dados monitorados na operação da RHN, tratados e organizados como registros contínuos, constituem as séries históricas de dados hidrológicos, que, por sua vez, representam o principal produto da RHN. Portanto, as séries históricas representam registros coletados, analisados e armazenados em banco de dados, sendo disponibilizados aos usuários pelo Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH), por intermédio da Agência Nacional de Águas (ANA), com acesso pelos seguintes links: [www.snirh.gov.br/widroweb](http://www.snirh.gov.br/widroweb) (acesso aos dados de estações de monitoramento convencionais); e [www.snirh.gov.br/gestorpcd](http://www.snirh.gov.br/gestorpcd) (acesso aos dados de estações de monitoramento telemétricas).

As séries históricas disponibilizadas estão separadas conforme os seguintes conjunto de dados:

- Precipitação;
- Níveis dos rios;
- Descarga líquida;
- Descarga sólida;
- Qualidade da água;
- Evaporação;
- Dados climatológicos.

## **Benefícios**

Ampliação do conhecimento hidrológico das bacias brasileiras; levantamento da disponibilidade hídrica; fornecimento de informação para dimensionamento de estruturas hidráulicas, modelos hidrológicos e gestão dos recursos hídricos.

## **Conclusão**

A continuidade e modernização do monitoramento das águas superficiais, realizado pela CPRM, se faz essencial para a ampliação do conhecimento a respeito dos cursos d' água e sua interação com fatores diversos, naturais e antrópicos, os quais, conseqüentemente, influenciam a quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Tais informações representam subsídios fundamentais para a gestão dos recursos hídricos no país.

## LEVANTAMENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS

### REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL DE REFERÊNCIA- RHNR



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** A Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR) foi estabelecida com o objetivo de monitorar os recursos hídricos do país, constituindo uma fonte robusta de informações para atendimento às demandas da União na gestão dos recursos hídricos. A RHNR tem origem na necessidade de revisão da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) para atender ao modelo atual de gestão brasileiro que, por sua vez, deve atender às demandas atuais da sociedade. Portanto, a principal função da RHNR é concentrar os esforços da operação da rede para atendimento aos interesses da União, os quais convertidos em 6 (seis) objetivos gerais, que definem o monitoramento de: 1) transferências e compartilhamentos interestaduais e internacionais; 2) eventos hidrológicos críticos; 3) balanços e disponibilidades hídricas; 4) mudanças e tendências de longo prazo; 5) qualidade da água e 6) regulação dos recursos hídricos.

**Abrangência:** nacional

**Natureza:** Parceria CPRM/Agência Nacional de Águas (ANA)

**Produtos/Resultados:** Com base nos 6 (seis) objetivos gerais estabelecidos e com apoio de sistema de informações geográficas (SIG) foram desenvolvidas rotinas para seleção de bacias hidrográficas e rios, assim como a localização dos potenciais pontos de monitoramento, visando atender as demandas de interesse da União. Os grupos de seleção de bacias hidrográficas e rios, e os critérios de localização de pontos, quando aplicados de forma independente, identificaram 3.374 trechos de rios com potencial para representar um ponto de monitoramento da RHNR. Quando as diferentes demandas, localizadas em um mesmo trecho de rio foram agrupadas, identificou-se 2.831 trechos d'água a serem monitorados por interesse da União. O resultado também mostrou que um mesmo trecho de rio atende o máximo de quatro objetivos.

**Duração:** contínuo

**Status:** em execução

**Liderança:** Ana Carolina Zoppas Costi e Arthur Abreu

Contato: [ana.costi@cprm.gov.br](mailto:ana.costi@cprm.gov.br)/[arthur.abreu@cprm.gov.br](mailto:arthur.abreu@cprm.gov.br)



## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A CPRM tem a missão de gerar e difundir o conhecimento geocientífico, com excelência, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil, é a responsável pelo monitoramento das águas superficiais, em parceria com a Agência Nacional das Águas. Nesse âmbito, a CPRM executa a operação da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA). O desenho atual da RHN é resultado de um processo desenvolvido ao longo de várias décadas no Brasil, tendo sido identificada a necessidade de uma revisão estruturada das demandas de interesse atendidas por cada ponto de monitoramento, assim como da otimização das atividades de campo e, ainda, da consolidação do uso de novas tecnologias para coleta, transmissão, armazenamento e disseminação dos dados a toda a sociedade. Assim, a ANA, em sua atribuição de coordenar a RHN, celebrou com a CPRM, principal instituição no planejamento, gerenciamento e operação da RHN, um Acordo de Cooperação Técnica (ACT), visando capacitação técnica de seus profissionais e, ainda a busca de instituições parceiras que pudessem apoiar a revisão da rede de monitoramento existente e em operação no país, em especial, para o atendimento dos interesses da União. Portanto, em agosto de 2015, ANA e CPRM firmaram um Memorando de Entendimento com o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, United States Geological Survey) dedicado à capacitação técnica de seus profissionais. A referida instituição é referência mundial na área de monitoramento hidrológico, com atuação ininterrupta desde 1879 e notoriedade em todo o mundo por seu conhecimento e experiência. A partir disso foi consolidada a necessidade de revisão da rede existente (RHN) e a oportunidade de se constituir uma Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência RHNR, capaz de atender com excelência aos desafios da gestão de recursos hídricos, provendo dados confiáveis, representativos e tempestivos, para o avanço do conhecimento hidrológico e a gestão de recursos hídricos no Brasil.

### Justificativa

O desenvolvimento da rede de monitoramento brasileira tem obedecido aos ciclos de usos dos cursos d'água. Inicialmente eram os cursos d'água, as estradas principais que adentravam ao interior e, assim, eram cuidadas especialmente pelo governo federal. Com o aumento da exploração dos potenciais hidráulicos dos rios a partir da implantação de usinas hidrelétricas, o monitoramento de vazões que subsidiasse à instalação das máquinas de geração deu início ao processo de aproveitamento contínuo dos recursos hídricos, previsto inclusive no Código das Águas, de 1934. A partir disso, o planejamento das redes de monitoramento internalizou ao longo do tempo rotinas e processos voltados ao atendimento de determinados usos dos recursos hídricos, como por exemplo, geração de energia elétrica, abastecimento público, irrigação e controle de inundações. No entanto, observa-se que o modelo de gestão de recursos hídricos no Brasil considera o monitoramento hidrológico como insumo importante, o que representa a necessidade da existência de uma rede de monitoramento eficiente. Dessa forma, há de se ter uma adequada distribuição espacial de estações que permita, por interpolação entre as séries de dados, a determinação, com precisão, de variáveis hidrológicas em qualquer parte de uma determinada região, podendo assim atender as diversas demandas da sociedade. Assim, o estudo para implantação da RHNR foi estabelecido de forma a garantir uma revisão estruturada da RHN para resultar, principalmente, na definição das demandas da União para que a gestão de recursos hídricos no país seja realizada a partir de uma fonte robusta de informações.

## Objetivos

O estabelecimento da RHNR tem como objetivo principal, concentrar os esforços do monitoramento da rede operada pela CPRM e sob responsabilidade da ANA, para o atendimento dos interesses da União, que foram devidamente agrupados em 6 (seis) objetivos gerais. Esse esforço será materializado pela otimização dos recursos financeiros e humanos envolvidos na operação da RHN, visando garantir alta qualidade e confiabilidade dos dados hidrológicos. Os 6 (seis) objetivos gerais para monitoramento são os seguintes:

- 1- Transferências e Compartilhamentos Interestaduais e Internacionais;
- 2- Eventos Hidrológicos Críticos;
- 3- Balanços e disponibilidades hídricas;
- 4- Mudanças e tendências de longo prazo;
- 5- Qualidade da água;
- 6- Regulação dos Recursos Hídricos.

Após a consolidação dos objetivos gerais, apresentados anteriormente, foram estabelecidos objetivos específicos para cada um dos objetivos gerais. Em alguns casos, um mesmo objetivo geral foi associado a mais de um objetivo específico, de forma a detalhar cada interesse de escala nacional. Por exemplo, dentro do objetivo geral “Eventos hidrológicos críticos”, existem objetivos específicos relacionados ao acompanhamento de inundações e de estiagens, afinal os critérios de localização dos pontos para atender a ambos tendem a ser distintos. Nesta etapa, foram abordados outros aspectos relevantes, como a descrição dos objetivos específicos de interesse da União. Como produto dessa etapa foi elaborada uma matriz de objetivos específicos da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR) como pode ser verificado na Tabela 1.

**Tabela 1** – Objetivos Gerais e Específicos definidos para a RHNR.

Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Transferências e Compartilhamentos Interestaduais e Internacionais	Conhecer as vazões de troca entre estados e do Brasil com países vizinhos
	Conhecer as vazões compartilhadas em trechos de rios que fazem fronteira ou divisa entre estados
Eventos Hidrológicos Críticos	Obter dados hidrológicos de interesse para o acompanhamento e a previsão de eventos de inundação em bacias hidrográficas críticas
	Obter dados hidrológicos de interesse para o acompanhamento de eventos de estiagem em açudes e rios
Balanços e Disponibilidades hídricas	Atender à demanda por dados de balanço hídrico em bacias hidrográficas do país, requeridos para a formulação de planejamento e políticas públicas. Adicionalmente, visa aprimorar o monitoramento estabelecendo as disponibilidades hídricas ao longo dos rios de domínio da União, fornecendo informações para a gestão do uso, planejamento dos setores usuários das águas e pesquisa científica

**Tabela 1** – Objetivos Gerais e Específicos definidos para a RHNR. (continuação)

Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Mudanças e tendências de longo prazo	Dar suporte aos estudos de regionalização de vazões e a estudos sobre integração de águas superficiais e águas subterrâneas
	Identificar a ocorrência de mudanças climáticas no país
	Identificar tendências hidrológicas de longo prazo no país
Qualidade da água	Fornecer dados de vazão complementares ao monitoramento de qualidade de água
Regulação e Planejamento dos Recursos Hídricos	Subsidiar a atividade regulatória e de fiscalização da ANA
	Subsidiar o desenvolvimento estratégico de importantes setores da economia, entre eles, elétrico, navegação e agricultura

## Atividades

Em 31 março de 2016, foi criado o Grupo de Trabalho, composto por especialistas da ANA e da CPRM, por meio da Portaria nº 151/ANA/2016, para execução das seguintes atividades referentes ao desenho e otimização da RHNR:

- Definição de objetivos para a rede de referência;
- Definição de critérios e seleção de estações; e
- Planejamento da implementação da rede de referência.

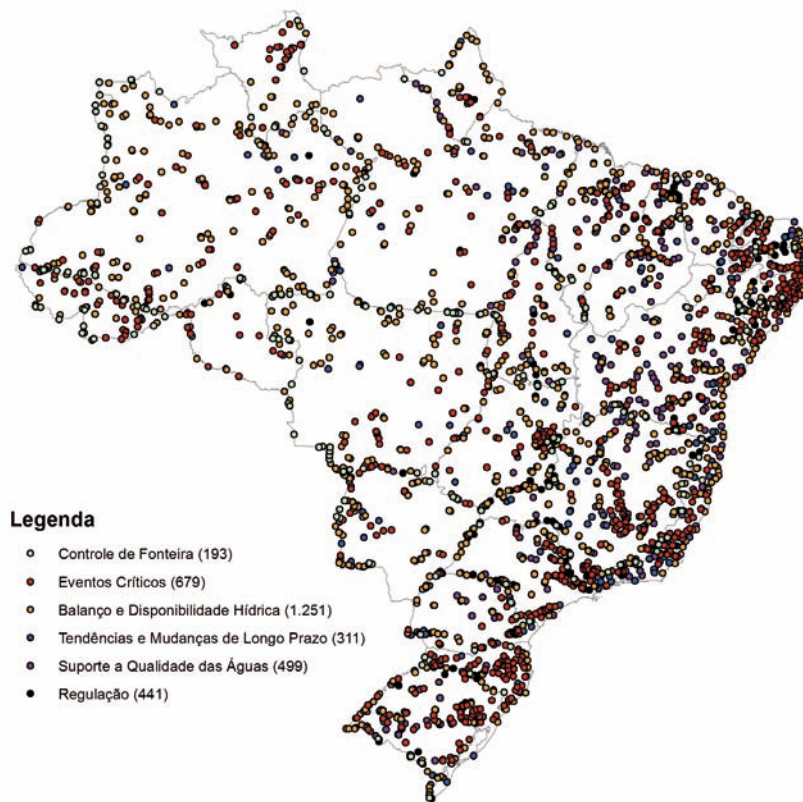
Após a consolidação dos objetivos específicos foram estabelecidos critérios de seleção de rios e bacias hidrográficas, assim como critérios para a localização dos potenciais pontos da RHNR. Os objetivos e critérios de locação das demandas foram validados durante a realização de um *workshop*, no qual, além do grupo de trabalho formado por ANA e CPRM, foram chamados grupos de *stakeholders* para avaliar o estudo de definição dos objetivos do monitoramento da RHNR, assim como os critérios estabelecidos para a seleção dos pontos com demanda de monitoramento.

## Estudos concluídos

Com apoio de sistema de informações geográficas (SIG) foram desenvolvidas rotinas para aplicação dos critérios de seleção de bacias hidrográficas e rios, assim como a localização dos potenciais pontos de monitoramento, visando identificar as demandas de interesse da União. Os grupos de seleção de bacias hidrográficas e rios, e os critérios de localização de pontos foram aplicados de forma independente. Na Tabela 2 e na Figura 1 pode-se verificar o resultado da aplicação dos critérios de cada um dos 6 (seis) objetivos, registrando que a demanda de interesse da União foi espacializada por meio dos trechos de cursos d'água da base otocodificada, para que fosse possível a comparação dos locais selecionados.

**Tabela 2** – Número de trechos de rios com potencial de monitoramento segundo os objetivos da RHNR.

Objetivo	Número de trechos de rios
1	193
2	679
3	1251
4	311
5	499
6	441
Total	3374

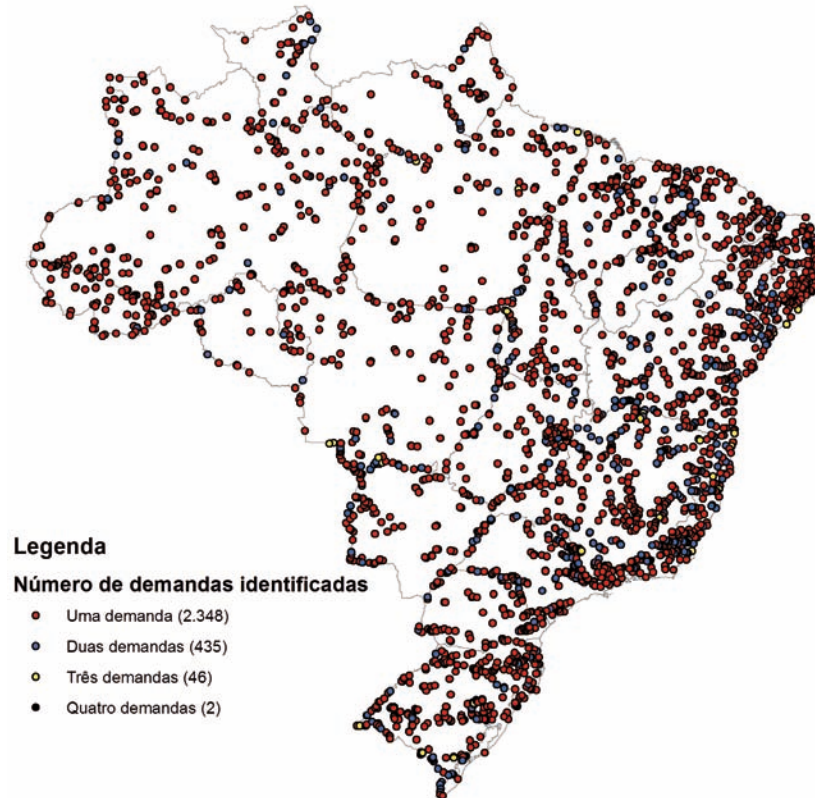


**Figura 1** – Resultado da aplicação dos critérios para atendimento aos objetivos gerais da RHNR.

Esse resultado mostra que, a partir dos 6 objetivos, definidos como demandas de monitoramento da União, foram identificados 3.374 trechos de rios com potencial para representar um ponto de monitoramento da RHNR.

### Produtos

A partir do resultado alcançado com a definição dos trechos de rios com demanda de monitoramento de interesse da União, tais demandas, definidas por cada um dos 6 objetivos gerais de forma independente, foram comparadas espacialmente buscando agrupar demandas estabelecidas por diferentes objetivos localizadas em um mesmo trecho de rio. Com isso, cada trecho com demanda pode representar o atendimento de 1 até 6 objetivos gerais. Desta forma, foram identificados 2.831 trechos da base ottocodificada de cursos d'água com interesse da União. Na Figura 2 podem ser verificadas as demandas qualificadas por quantidade de objetivos identificados em cada trecho de curso d'água, sendo que o resultado mostrou que um mesmo trecho apresenta o máximo de quatro objetivos.



**Figura 2** – Resultado da aplicação dos critérios estabelecidos para a RHNR considerando o agrupamento das demandas.

## **Princípios fundamentais e benefícios esperados**

Estabeleceu-se como princípios fundamentais para a RHNR:

- Padronização da coleta e disponibilização de dados;
- Gratuidade e transparência no acesso aos dados;
- Acessibilidade para uso em um curto espaço de tempo;
- Centralidade de arquivamento para uso futuro;
- Garantia da qualidade do dado; e
- Imparcialidade, objetividade e confiabilidade do dado.

Dentre os benefícios esperados a partir do estabelecimento da RHNR estão:

- Sua estabilidade;
- Melhores respostas a inundações e estiagens;
- Análises nacionais e regionais;
- Ampla disponibilização dos dados;
- Investimentos em pesquisa e desenvolvimento de metodologias;
- Estabilização dos recursos financeiros;
- Dados confiáveis e precisos;
- Eficiência da rede de monitoramento por meio da sua otimização;
- Reconhecimento público dos benefícios da rede de monitoramento; e
- Resposta efetiva para tomada de decisão em recursos hídricos.

## **Conclusão**

A necessidade de racionalizar o monitoramento hidrometeorológico e prepará-lo para fornecer dados e informações necessários para a solução de problemas de gestão cada vez mais complexos, torna a otimização da RHN, por meio da definição da RHNR, uma questão estratégica para o país. Espera-se com isso, dentre outros aspectos de interesse, melhorar a resposta dos órgãos aos eventos de inundações e estiagens; aumentar a confiabilidade dos dados, permitindo análises hidrológicas regionais mais precisas; garantir a implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o desenvolvimento de obras hídricas com melhor relação de custo versus benefício.

Assim, o esforço institucional realizado pela CPRM e ANA, se consolida na melhoria da eficiência da rede de monitoramento, a partir da ampla disponibilização dos dados em tempo real e da confiabilidade das informações. Por tratar-se de serviço público prestado com excelência, assegurará a estabilidade dos recursos necessários à operação dos pontos de monitoramento integrantes da RHNR e, ainda, os investimentos para aplicação em pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

## LEVANTAMENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS

### REDE HIDROMETEOROLÓGICA DO URUCUIA - RHUrucuia



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** A rede hidrológica do Urucuia vem sendo instalada desde 2013, complementarmente a rede hidrológica nacional, no oeste da bacia no Aquífero do Urucuia, como objetivo de promover maior conhecimento do comportamento hidrológico na região, através do monitoramento climatológico e fluviométrico.

**Abrangência:** Regional

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:**

- Cálculo da disponibilidade hídrica superficial;
- Estimativa da recarga subterrânea;
- Cálculo do balanço hídrico;
- Fornecimento de informações para a modelagem hidrogeológica e análise de cenários de utilização de água superficial e subterrânea.

**Benefícios:**

- Aprimoramento do conhecimento sobre a disponibilidade hídrica superficial na região do Aquífero Sedimentar do Urucuia.
- Promoção do monitoramento contínuo integrado de águas superficiais e subterrâneas.
- Fornecimento de informações para a estimativa da recarga, cálculo do balanço hídrico para a região em estudo.
- Fornecimento de informações necessárias para estudo de cenários de utilização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na região do Aquífero Sedimentar do Urucuia e consequências na manutenção das vazões no rio São Francisco.

**Duração:** 5 anos

**Status:** Em execução

**Liderança:** Alice Silva de Castilho

Contato: [alice.castilho@cprm.gov.br](mailto:alice.castilho@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, que tem as atribuições de Serviço Geológico do Brasil (SGB), tem como missão gerar e difundir o conhecimento geocientífico, com excelência, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil.

A importância de considerar águas subterrâneas e águas superficiais como um único recurso torna-se a cada dia mais evidente, sendo frequentemente relatadas questões relacionadas ao abastecimento envolvendo qualidade, quantidade da água e degradação dos ambientes aquáticos.

O Aquífero Sedimentar Urucuia está localizado na margem esquerda do rio São Francisco, em sua maior parte no estado da Bahia e contribui significativamente na manutenção das vazões deste importante rio brasileiro.

Devido as condições climáticas e físicas da região do Urucuia, tem havido um grande desenvolvimento da agricultura, especialmente irrigada nesta área, o que pode resultar em impactos negativos, tanto em relação a quantidade, quanto a qualidade dos recursos superficiais e subterrâneos, impactos estes que podem ter consequências, tanto localmente, quanto na garantia de usos múltiplos da água na bacia do rio São Francisco referentes, por exemplo, a navegação e a geração de energia elétrica.

Em atendimento à sua missão institucional, o SGB, está implantando o monitoramento integrado de águas superficiais e subterrâneas na região. A partir de dados existentes e posteriormente com o uso dos dados do monitoramento integrado serão desenvolvidos estudos hidrológicos e hidrogeológicos com o objetivo de aprimorar o conhecimento da inter-relação dos recursos hídricos da região, e permitir, a partir deste conhecimento, a análise de cenários futuros e o desenvolvimento de ferramentas de gestão dos recursos hídricos de forma integrada na região.

### Justificativa

Para a avaliação da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea é necessário promover o monitoramento de variáveis do ciclo hidrológico, como: precipitação, vazão, variação do nível do lençol freático, parâmetros climáticos que permitam o cálculo de algumas variáveis do ciclo; bem como o monitoramento da qualidade das águas.

O Brasil possui uma rede de monitoramento hidrológico nacional – RHN, em operação desde a década de 1940, cujo gerenciamento atualmente é de responsabilidade da ANA-Agência Nacional de Águas e a operação se dá, na sua maior parte, em parceria com a CPRM, desde criação deste órgão.

Já a rede de monitoramento meteorológico nacional, em operação desde a década de 1910, é de responsabilidade do INMET- Instituto Nacional de Meteorologia ligado ao MAPA.

A CPRM tem instalado e operado desde 2009 a Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas – RIMAS em vários aquíferos do território nacional.

Considerando as características do Aquífero Sedimentar do Urucuia, onde há uma forte interação entre águas superficiais e subterrâneas, bem como a grande utilização dos recursos hídricos na região e a importante contribuição dos rios desta região para a manutenção das vazões do rio São Francisco; tornou-se necessário o adensamento do monitoramento hidrológico na região, com a implantação de uma rede complementar tanto em pontos de monitoramento, frequência de obtenção de dados, quanto em variáveis a serem monitoradas.



## **Objetivos**

Instalação e operação da rede hidrológica do projeto Urucuia, com o objetivo geral de fornecer informações para a avaliação da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea da região e para a avaliação de cenários futuros de utilização dos recursos hídricos, com a utilização de informações secundárias e primárias.

Os objetivos específicos deste projeto referente às atividades hidrológicas são:

- Adensar o monitoramento da região em estudo através da instalação e operação de rede hidrometeorológica;
- Promover o monitoramento integrado e automático de águas superficiais e subterrâneas numa mesma região;
- Elaborar a caracterização climatológica e hidrológica da área em estudo com base em dados secundários e com base em dados primários após pelo menos três anos hidrológicos de monitoramento;
- Estimar a recarga subterrânea a partir de dados climatológicos e hidrológicos secundários e com base em dados primários após pelo menos três anos hidrológicos de monitoramento;
- Fornecer informações para a avaliação de cenários de desenvolvimento da região.

## **Atividades**

As atividades referem-se a:

- Planejamento, Instalação e Operação da rede hidrológica;
- Coleta, armazenamento e análise dos dados hidrológicos da rede instalada.

Em paralelo são desenvolvidas atividades referentes a:

- Levantamento de informações existentes;
- Caracterização Climatológica e Hidrológica a partir de dados secundários e posteriormente a partir de dados primários;
- Estimativa da recarga a partir de dados secundários e posteriormente a partir de dados primários;
- Fornecimento de informações para a avaliação de cenários de desenvolvimento da região.

## **Atividades concluídas**

### ***Instalação e operação da rede hidrometeorológica***

Desde 2014 foram instaladas:

- 12 estações climatológicas automáticas, onde são monitorados os seguintes parâmetros: chuva, velocidade e direção do vento, pressão atmosférica, radiação solar, umidade relativa e temperatura;
- 17 estações pluviométricas automáticas;
- 17 estações pluviométricas convencionais.

### ***Levantamento de Informações Existentes***

Bases cartográficas de interesse da Hidrologia

Foram levantadas e organizadas as seguintes bases cartográficas de interesse da Hidrologia: Limites estaduais; Limites municipais; Sedes municipais; Rodovias; Modelo Digital de elevação; Curvas de nível; Hidrografia; Geologia; Hidrogeologia; Limite do Aquífero; Solos; Uso e Cobertura da Terra; Rede Hidrometeorológica; Isoietas; Poços RIMAS; Bacias Hidrográficas.

### Dados de Monitoramento existentes

Foram levantados e organizados os seguintes dados de monitoramento existentes na região do Aquífero Urucuia: série de dados climatológicos; pluviométricos, dados fluviométricos, dados sedimentométricos, dados de qualidade da água das redes meteorológica nacional, hidrológica nacional e do estado da Bahia.

### Produtos

Os produtos deste projeto são os seguintes:

- Dados de monitoramento hidrometeorológico complementar as rede existentes;
- Caracterização Hidrológica com base em dados secundários (existentes), contendo regionalização hidrológica, separação de escoamento, estimativa de recarga subterrânea e balanço hídrico;
- Caracterização Hidrológica com base em dados primários, permitindo a validação e aplicação de metodologias para regionalização hidrológica, separação do escoamento, estimativa de recarga, balanço hídrico e avaliação de cenários de utilização de recursos hídricos.

### Benefícios

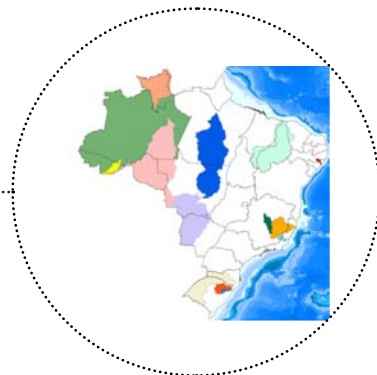
Promover um maior conhecimento sobre o comportamento hidrológico e fornecer informações para gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos na região, minimizando impactos nas vazões de base do rio São Francisco.

### Conclusão

Como este projeto visa fornecer informações para a gestão integrada dos recursos hídricos na região do Aquífero Urucuia, duas outras frentes de trabalho (projetos) se encontram em desenvolvimento simultâneo com este projeto: a Rede de Monitoramento de Águas Subterrâneas (RIMAS) e os Estudos Hidrogeológicos Integrados no Aquífero Urucuia. Sendo que os dados da operação das redes hidrometeorológica - RHUrucuia e RIMAS fornecem informações para o desenvolvimento dos Estudos Hidrogeológicos.

## PREVISÃO E ALERTAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS

### OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE ALERTA HIDROLÓGICOS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) é uma medida não estrutural adotada com objetivo de reduzir os prejuízos decorrentes das cheias e inundações. Atualmente a CPRM mantém em funcionamento 12 sistemas distribuídos nas principais bacias hidrográficas brasileiras submetidas a eventos hidrológicos extremos.

**Abrangência:** Nacional

**Natureza:** Institucional com apoio da Agência Nacional de Águas (ANA)

**Produtos/Resultados:** São realizadas previsões dos níveis dos rios em situação de alerta e inundação e emitidos boletins que são enviados para as autoridades competentes. Os dados também são disponibilizados na página do sistema: [www.cprm.gov.br/sace](http://www.cprm.gov.br/sace)

**Benefícios:** Atualmente a operação dos Sistemas de Alerta beneficia 50 municípios brasileiros e uma população de aproximadamente 7 milhões de pessoas.

**Duração:** Em execução

**Status:** Continuada

**Liderança:** Artur Matos

**Contato:** [artur.matos@cprm.gov.br](mailto:artur.matos@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

As enchentes são fenômenos que ocorrem quando o volume da água que atinge simultaneamente o leito de um curso d'água é superior à capacidade de transporte de sua calha normal, também chamada de leito menor ou calha principal.

Uma das formas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para gerenciar ou reduzir o impacto causado pelas inundações é a implantação de sistemas de alerta e previsão de cheias. Esta é considerada uma medida não estrutural que pode ser utilizada em conjunto com outras medidas, tais como, o planejamento do uso do solo, o uso de seguro para desincentivar a ocupação de áreas sujeitas à inundação.

Assim, os sistemas de previsão e alerta de cheias propiciam um caminho bem estabelecido para colaborar na redução do risco de perda de vidas e, dotam as comunidades e os serviços de emergência de tempo para se prepararem para a inundação e proteger os bens materiais.

No Brasil, o monitoramento de inundações é realizado por organizações como ANA – Agência Nacional de Águas, CPRM – Serviço Geológico Brasileiro e Cemaden – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Alguns municípios também contam com um sistema próprio para monitoramento.

O sistema de alerta é uma medida não estrutural que é considerado um importante instrumento para mitigar os efeitos decorrentes das enchentes e inundações, reduzindo consideravelmente os prejuízos sociais e econômicos.

Assim um sistema de previsão e alerta de cheias consiste em alertar e informar a população em caso de elevação dos níveis da água no rio podendo apresentar algum perigo de provocar inundações. Ele se baseia no monitoramento hidrometeorológico e no conhecimento da dinâmica dos processos hidrológicos permitindo acompanhar e prever a evolução das ondas de cheias nas áreas sujeita a inundação. Assim o sistema de previsão e alerta permite evitar o fator surpresa, reduzindo prejuízos devidos ao alagamento das vias, aprisionamento de veículos, inundações de bens materiais e equipamentos nas edificações residenciais, comerciais e industriais. O alerta facilita as ações preventivas de isolamento e retirada de pessoas e de bens, das áreas sujeitas a inundação, para os níveis de água futuros previstos pela previsão hidrológica.

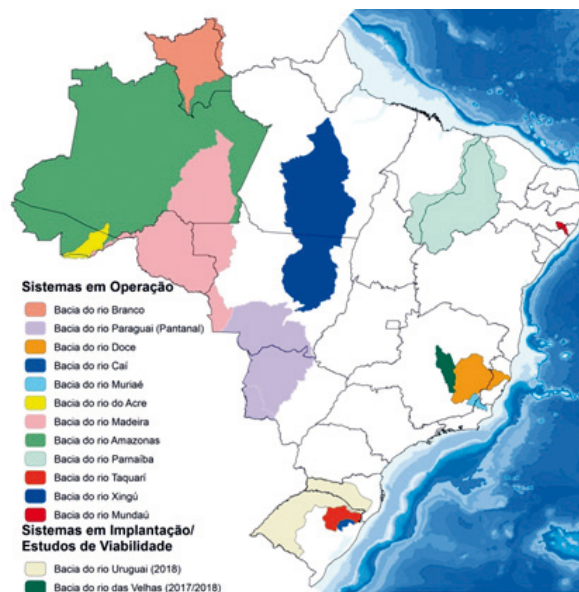
A CPRM, com o apoio da ANA – Agência Nacional de Águas, opera atualmente 12 Sistemas de alerta Hidrológicos e até 2019 estará operando 16 Sistemas de alerta.

### Justificativa

A CPRM tem por missão institucional gerar e difundir o conhecimento geológico e hidrológico básico para o desenvolvimento sustentável do Brasil, tendo entre as suas atribuições a de realizar pesquisas e estudos relacionados com os fenômenos naturais ligados à Terra, tais como terremotos, deslizamentos, enchentes, secas, desertificação e outros, bem como os relacionados à paleontologia e à geologia marinha.

Uma das formas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para gerenciar ou reduzir o impacto causado pelas inundações é a implantação de sistemas de alerta e previsão de cheias. Esta é considerada uma medida não estrutural que pode ser utilizada em conjunto com outras medidas, tais como: o planejamento do uso do solo, o uso de seguro para desincentivar a ocupação de áreas sujeitas à inundação.

Assim, os sistemas de previsão e alerta de cheias propiciam um caminho bem estabelecido para colaborar na redução do risco de perdas materiais e perdas de vidas.



**Figura1** – Sistemas de Alerta Hidrológico- CPRM.

## Objetivos

Realizar previsões de níveis de rios dotando os serviços de emergência e as comunidades de tempo hábil para se prepararem para as inundações, reduzindo desta forma as perdas materiais e o risco de perda de vidas.

## Atividades

Durante a operação dos Sistemas de Alerta são emitidos de boletins com previsões dos níveis dos rios quando os mesmos ultrapassam a cota de alerta.

A cota de alerta significa que foi atingido o nível do rio no qual o risco de acontecer uma enchente é grande. Já a cota de inundação significa que o ponto mais baixo da cidade começa a ser inundado. Quando atingidas as cotas de alerta, os órgãos competentes são avisados sobre a situação e passam a receber boletins com maior frequência, contendo a previsão se a cota de inundação será ou não ultrapassada. Os boletins são disponibilizados no site dos Sistemas de alerta da CPRM (<http://www.cprm.gov.br/sace>), onde também é possível visualizar os níveis dos rios em tempo real na aba SACE Monitoramento.

Os boletins são enviados, também por e-mail, inicialmente para o CENAD – Centro Nacional de Gerenciamento de Risco e Desastre, Cemaden e ANA e posteriormente para Defesas civis estaduais, Defesas civis municipais, prefeituras, corpo de bombeiros, policia militar, imprensa e outros usuários da bacia quando solicitado.

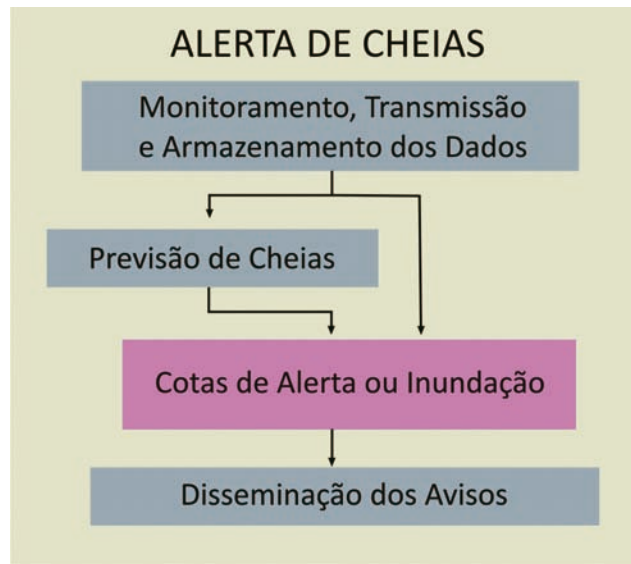
A CPRM atua até a fase de disseminação dos avisos. Sendo de competência de outros órgãos a atuação direta junto a população afetada (Figura 2).

## Benefícios

Os Sistemas de Alerta Hidrológico operados pela CPRM beneficiam atualmente mais de 7 milhões de pessoas. A tabela 1 resume os doze sistemas em operação, municípios atendidos e as unidades regionais responsáveis por cada Sistema de Alerta.

**Tabela 1** - Resumo dos Sistemas de Alertas Hidrológicos.

<b>Sistema de Alerta Hidrológico</b>	<b>Região</b>	<b>Municípios Atendidos</b>	<b>População Beneficiada</b>	<b>Unidade Responsável CPRM/Contato</b>
Bacia do rio Amazonas	Norte	Manaus	2,6 milhões	SUREG-Manaus lerta.amazonas@cprm.gov.br (92) 2126-0333
Bacia do rio Paraguai	Centro-Oeste	Corumbá, Ladário, Porto Murtinho, Cáceres	0,25 milhões	Escritório Rio de Janeiro (21) 2546-0306
Bacia do rio Doce	Sudeste	Aimorés, Antônio Dias, Conselheiro Pena, Coronel Fabriciano, Galileia, Governador Valadares, Ipatinga, Naque, Nova Era, Ponte Nova, Resplendor, Timóteo, Tumiritinga, Baixo Guandu, Colatina, Linhares	1,1 milhões	SUREG-Belo Horizonte alerta.doce@cprm.gov.br (31) 3878-0337
Bacia do rio Cai	Sul	São Sebastião do Cai, Montenegro	0,55 milhão	SUREG- Porto Alegre alerta.cai@cprm.gov.br (51) 3406-7324
Bacia do rio Muriaé	Sudeste	Cardoso Moreira, Porciúncula, Patrocínio do Muriaé, Itaperuna	0,13 milhão	SUREG- São Paulo alerta.muriae@cprm.gov.br (11) 3775-5127
Bacia do rio Acre	Norte	Rio Branco, Assis Brasil, Brasileia, Xapuri	0,43 milhão	Residência Porto Velho lerta.acre@cprm.gov.br (69) 3901-3700
Bacia do rio Madeira	Norte	Porto Velho	0,50 milhão	Residência Porto Velho alerta.madeira@cprm.gov.br (69) 3901-3700
Bacia do rio Parnaíba	Nordeste	Teresina; Timon, Barão de Grajau, Floriano, Luzilândia	1,0 milhão	Residência Teresina (86) 3223 6188
Bacia do rio Taquari	Sul	Muçum, Encantado, Lajeado, Estrela	0,12 milhão	SUREG- Porto Alegre alerta.taquari@cprm.gov.br (51) 3406-7324
Bacia do rio Branco	Norte	Boa Vista, Caracarái	0,34 milhão	SUREG-Manaus lerta.branco@cprm.gov.br (92) 2126-0333
Bacia do rio Xingu	Norte	Porto de Moz, Sen. José Porfírio, Vitória do Xingu, Altamira, São Feliz do Xingu	0,27 milhão	SUREG-Belém lerta.xingu@cprm.gov.br (91) 3182 1346
Bacia do rio Mundaú	Nordeste	União dos Palmares e Murici	0,09 milhão	SUREG-Recife lerta.mundau@cprm.gov.br (81) 3316-1483
		TOTAL	7,38 milhões	
Departamento de Hidrologia e Gestão Territorial (21) 2546-0201/2295-4546				



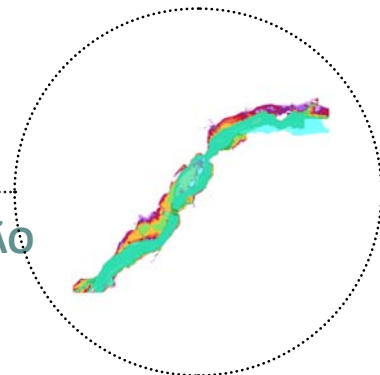
**Figura 2** – Procedimentos operacionais dos SAHs operados pela CPRM.

### **Conclusão**

A CPRM por meio da operação dos Sistemas de Alerta Hidrológico faz um trabalho voltado diretamente para a sociedade, de valor público, contribuindo para o bem estar da população evitando desta forma, perdas materiais e de vidas durante os eventos hidrológicos extremos.

## PREVISÃO E ALERTAS DE EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICO

### SISTEMA DE MAPEAMENTO DE MANCHA DE INUNDAÇÃO BASEADO EM WEB



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** Os mapas de manchas de inundação auxiliam na minimização dos danos decorrentes de enchentes, quer seja na administração de desastres, juntamente na operação de Sistemas de Alertas Hidrológicos, quer no planejamento urbano, orientando a não ocupação das áreas mais suscetíveis a inundação. Esses mapas são produzidos por meio de levantamento de campo e calibração de modelo hidráulico.

**Abrangência:** Nacional

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Foram elaborados os mapeamentos das manchas de inundação de 8 municípios brasileiros. Os resultados são a definição das áreas inundáveis para melhor alertar a Defesa Civil e população do alcance de cada previsão hidrológica, bem como orientar os riscos de cada inundação e utilização na gestão territorial. Também facilitam a elaboração do Plano de Defesa Civil que estabelece as ações individuais e corretivas para minimizar perdas durante as enchentes. A meta da CPRM é mapear todos os municípios onde são realizadas previsões hidrológicas, atualmente 50 municípios.

**Duração:** Dez/2022

**Status:** Em execução

**Liderança:** Andrea de Oliveira Germano

Contato: [andrea.germano@cprm.gov.br](mailto:andrea.germano@cprm.gov.br)



## **DESCRIÇÃO DO PROJETO**

### **Introdução**

As inundações são eventos naturais que ocorrem devido ao extravazamento das águas do leito menor de um rio. São mais afetadas pelas inundações as áreas localizadas em relevos com baixa declividade e rebaixados, como as planícies fluviais, onde há acumulação de água e de sedimentos. A ocorrência de inundações tem se intensificado e, a cada ano, vem causando mais prejuízos tanto em áreas urbanas como em áreas ribeirinhas. No Brasil, segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT/CGE, 2002), as inundações causam perdas de 1 bilhão de dólares por ano, principalmente, em razão da ocupação desordenada das margens de rios e impermeabilização do solo de bacias urbanas.

A ocupação desordenada às margens do rio configura, em períodos de inundações, um cenário de desabrigados, desabamento de moradias, acúmulo de lixo e entulhos, além do aumento de casos de doenças de veiculação hídrica. Tal quadro é cíclico, pois, após o evento de enchente, tendo o nível de água voltado ao seu curso normal, a população das áreas afetadas retorna ao espaço anteriormente ocupado ficando a mercê do próximo evento. Nesse contexto, o risco ambiental é eminente, mas parece não se configurar como empecilho à permanência da população no local, sendo evidente a necessidade do planejamento institucional do espaço de risco. Para isso se faz necessário o reconhecimento da área, avaliando-se os impactos ambientais e sociais dessas inundações. Outro aspecto de suma importância nesse processo é a regulamentação das áreas de inundação, definindo através de mapeamento as zonas de risco, sendo o processo de mapeamento um instrumento essencial no controle e prevenção.

Este é um dos grandes problemas enfrentados por municípios brasileiros atualmente, já que técnicas convencionais quando aplicadas para monitorar a expansão urbana e a ocupação de áreas de bacias hidrográficas, não tem conseguido acompanhar a velocidade com que o fenômeno se processa. Obter o estudo de áreas suscetíveis a inundações é de extrema importância para o crescimento do perímetro urbano.

A gestão e o combate ao risco à inundação acontecem através da utilização de medidas de controle da inundação, que visam tornar mínimo o risco das populações que estão expostas, diminuindo os prejuízos causados. Essas medidas podem ser do tipo estrutural e não-estrutural.

As medidas não-estruturais têm por objetivo reduzir os problemas gerados pelas inundações através da melhor convivência da população com as cheias. As principais medidas não-estruturais são as preventivas: monitoramento, sistemas de previsão e alerta de inundação e zoneamento de áreas inundáveis.

Neste sentido, a CPRM estabeleceu algumas ações na conjuntura do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do Governo Federal, dentre as quais a ação de Informações de alerta de enchentes e inundações.

### **Justificativa**

Definir as áreas inundáveis para melhor alertar a Defesa Civil e população do alcance de cada previsão hidrológica, bem como os riscos de cada inundação.

### **Objetivos**

O mapeamento das planícies de inundação de uma cidade é um instrumento essencial para a ordenação do uso e ocupação do solo e o direcionamento das expansões urbanas. Além de facilitar a elaboração do Plano de Defesa Civil que estabelece as ações individuais e corretivas para minimizar perdas durante as enchentes.

De uma maneira geral, são necessários dois grupos de atividades para concretização do mapeamento das planícies de inundação de uma área urbana. O primeiro grupo se refere às atividades necessárias para a modelagem hidráulica do trecho de interesse com o objetivo de determinar os perfis da linha d'água associados às vazões com diferentes probabilidades de excedência. As vazões associadas a diferentes probabilidades de excedência são calculadas a partir de uma análise de frequência. O outro grupo de atividades está relacionado à delimitação das áreas que serão inundadas por cada um dos perfis de linha d'água estimados. A definição das áreas inundáveis pode ser realizada através da associação entre um modelo hidráulico para o cálculo da linha d'água e um Sistema de Informações Geográficas.

## **Atividades**

O Projeto tem como escopo de trabalho:

- Análise dos mapas de risco que estão sendo elaborados pelo DEGET para viabilidade de cálculo do Tempo de Retorno das inundações;
- Atender, para alguns municípios, a portaria interministerial Min e Mcid que demonstra o interesse das manchas de inundação de 1, 3, 5, 10, 25 anos para liberação de recursos para a reconstrução de habitações;
- Seleção das estações fluviométricas para análise regional;
- Elaboração das curvas de permanência de cada estação;
- Determinação das séries de vazões máximas;
- Análise conjunta dos dados e indicadores regionais;
- Estudos de correlação das variáveis fisiográficas e meteorológicas com as variáveis regionalizadas para definição das regiões homogêneas;
- Estabelecimento das equações para cada região homogênea;
- Delimitação das Regiões Homogêneas em carta topográfica digital, com as respectivas instruções de uso das equações;
- Promover o levantamento topobatimétrico do trecho em estudo;
- Calibrar modelo hidráulico para diversos valores de vazão, utilizando o levantamento das áreas inundadas;
- Elaborar as manchas de inundação de 1, 3, 5, 10, 25 e 50 anos, para todos os municípios com previsão hidrológica realizada pela CPRM.

## **Produtos**

A CPRM já elaborou as manchas de inundação dos municípios de Governador Valdares (MG), Colatina (MG), Porto Velho (RO), São Sebastião do Cai e Montenegro (RS), Manaus (AM) e Teresina (PI).

## **Benefícios**

Ordenamento territorial e mitigação dos efeitos decorrentes de desastres naturais envolvendo inundações.

## **Conclusão**

A CPRM por meio do mapeamento das áreas de inundação casado com a operação dos Sistemas de Alerta Hidrológico faz um trabalho voltado diretamente para a sociedade, de valor público, contribuindo para o bem estar da população evitando desta forma, perdas materiais e de vidas durante os eventos hidrológicos extremos.

## PESQUISA E ESTUDOS HIDROLOGICOS

### ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL E ESTUDOS DE CHUVAS INTENSAS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O Atlas Pluviométrico busca a reunião, a consolidação e a organização das informações sobre chuvas coletadas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Pretende-se fornecer informação e conhecimento como subsídio ao gerenciamento de recursos hídricos, em nível de macro planejamento. O Atlas Pluviométrico também comporá o sistema sobre Disponibilidades Hídricas do Brasil.

**Abrangência:** Nacional

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** O Atlas Pluviométrico permitirá o conhecimento em grande parte do território nacional do comportamento das precipitações anuais, trimestrais, mensais e diárias máximas anuais, do número de dias chuvosos, da Precipitação Máxima Provável (PMP) e das relações intensidade-duração-frequência. Os resultados dos estudos desenvolvidos para montagem do Atlas poderão atender diferentes demandas da sociedade brasileira sobre o conhecimento pluviométrico. Os resultados estão publicados em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>

**Duração:** Até dez/2019.

**Status:** Em execução.

**Liderança:** Eber José de Andrade Pinto

Contato: [eber.andrade@cprm.gov.br](mailto:eber.andrade@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional.

O Atlas Pluviométrico compõe o sistema sobre Disponibilidades Hídricas do Brasil. Pretende-se fornecer informação e conhecimento como subsídio ao gerenciamento de recursos hídricos, em nível de macro planejamento. Como produto de cenário abrangente e integrado do território nacional serão destacados as características gerais dos aquíferos e dos mananciais superficiais.

### Justificativa

O Atlas Pluviométrico permite o conhecimento em grande parte do território nacional do comportamento das precipitações anuais, trimestrais, mensais e diárias máximas anuais, do número de dias chuvosos, da Precipitação Máxima Provável (PMP) e das relações intensidade-duração-frequência. Os resultados dos estudos desenvolvidos para montagem do Atlas podem atender diferentes demandas da sociedade brasileira sobre o conhecimento pluviométrico, que vai desde estudantes de geografia, tanto em nível fundamental como superior, a engenheiros de recursos hídricos.

### Objetivos

Elaborar mapas do Atlas Pluviométrico do Brasil em ambiente SIG, na escala 1:5.000.000 e Estudos de Chuvas Intensas, inserido no projeto Disponibilidade Hídrica do Brasil.

### Atividades

Estão consideradas as seguintes atividades no âmbito deste projeto:

- Revisão Bibliográfica;
- Coleta e Análise de Dados à Realização da Pesquisa;
- Estudos sobre Climatológica das Bacias em Estudos;
- Análise das Precipitações Anuais;
- Análise das Precipitações Trimestrais;
- Análise das Precipitações Mensais;
- Análise de Número de Dias Chuvosos;
- Análise de Precipitação Máxima Diária;
- Análise de Precipitação Máxima Provável (PMP);
- Relações Duração Intensidade e Frequência;
- Montagem do Atlas Pluviométrico em ambiente SIG;
- Publicação dos Principais Mapas;
- Publicação do Atlas na Página da CPRM.

### Produtos

Atualmente estão disponíveis os seguintes produtos: Endereço: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>

- Mapa de Isoietas de precipitações Médias Anuais do Brasil Isoietas Anuais na escala 1:5.000.000 (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias Mensais de 1977 a 2006- (Arquivo em pdf e vídeo)
  - Isoietas Médias do Mês de Janeiro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Fevereiro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Março de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Abril de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Maio de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Junho de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Julho de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Agosto de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Setembro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Outubro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Novembro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas Médias do Mês de Dezembro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
- Mapa de Isoietas de precipitações Médias Trimestrais Isoietas dos Totais Trimestrais- Meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais- Meses de Fevereiro, Março e Abril de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000 - (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais- Meses de Março, Abril e Maio de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais- Meses de Abril, Maio e Junho de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais- Meses de Maio, Junho e Julho de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais- Meses de Junho, Julho e Agosto de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais- Meses de Julho, Agosto e Setembro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000 - (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais - Meses de Agosto, Setembro e Outubro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais - Meses de Setembro, Outubro e Novembro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais - Meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais - Meses de Novembro, Dezembro e Janeiro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
  - Isoietas dos Totais Trimestrais - Meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
- Mapa Indicando o Mês Mais Chuvoso de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
- Mapa Indicando o Mês Mais Seco de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
- Mapa Indicando o Trimestre Mais Chuvoso de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)

- Mapa Indicando o Trimestre Mais Seco de 1977 a 2006 na escala 1:5.000.000- (Arquivo em pdf e shapefile)
- Relações IDF

Até o momento foram estabelecidas relações IDF para 379 municípios. Sendo que 232 relações IDF foram estabelecidas a partir de metodologias de desagregação de precipitações diárias e o restante, 147 relações IDF, utilizando de registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviógrafos ou estações automáticas.

## **Benefícios**

A elaboração do Atlas do pluviométrico e os Estudos de chuvas intensas trazem os seguintes benefícios:

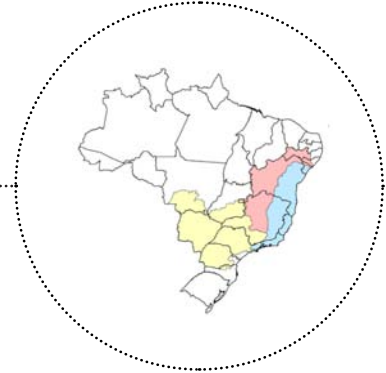
- A montagem de um banco de dados pluviométricos diários contendo séries consolidadas com pelos trinta anos de observações.
- Um banco de dados com as chuvas intensas registradas pelos pluviógrafos da rede hidrometeorológica nacional.
- Conhecimento do comportamento pluviométrico em grande parte do território nacional, referente ao período de 1977 a 2006, das precipitações anuais, trimestrais, mensais e do número de dias chuvosos.
- Análise da frequência de ocorrência das precipitações diárias máximas anuais.
- Cálculo da Precipitação Máxima Provável, por métodos estatísticos, para diversas localidades do território nacional.
- Estabelecimento das relações intensidade-duração-frequência para várias localidades e regiões do país.
- Organização dos resultados dos trabalhos em um sistema de informações geográficas, possibilitando a elaboração de novos mapas com a inserção de novas informações no banco de dado do sistema.
- Divulgação dos resultados através de uma publicação e de um sistema instalado no servidor da CPRM que permita o acesso via Internet e a possibilidade do usuário trabalhar as informações armazenadas e gerar os mapas que sejam do seu interesse.

## **Conclusão**

O projeto Atlas Pluviométrico está possibilitando a reunião, a consolidação e a organização das informações sobre chuvas coletadas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Informações que permitem o conhecimento em grande parte do território nacional do comportamento das precipitações anuais, trimestrais, mensais e diárias máximas anuais, do número de dias chuvosos, da Precipitação Máxima Provável (PMP) e das relações intensidade-duração-frequência.

## PESQUISA E ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES DE BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** Os Estudos de Regionalização nas Bacias Hidrográficas objetivam transferir informações hidrológicas de uma região monitorada para outra que não possua coleta sistemática de dados, mas considerada de comportamento hidrológico semelhante. É também a maneira de distribuir espacialmente a informação pontual oferecida pelas estações de monitoramento, estendendo-a para qualquer ponto ao longo dos cursos d'água da bacia hidrográfica.

**Abrangência:** Principais Bacias Hidrográficas Nacionais

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Estão sendo regionalizadas duas variáveis hidrológicas: a vazão de 95% de permanência e a vazão máxima.

A vazão de 95% de permanência (Q95%), que é uma vazão de referência obtida da curva de permanência no tempo das vazões diárias. A faixa de interesse da curva de permanência é a que corresponde aos períodos de estiagem, quando ocorrem as vazões mínimas. Entende-se como curva de permanência o gráfico que indica a porcentagem do tempo em que um determinado valor de vazão foi igualado ou superado durante o período de observação.

A vazão máxima que é a maior vazão que ocorre numa determinada seção num período definido, cujo valor pode ser associado a um risco de ser igualado ou ultrapassado.

Os resultados já publicados podem ser obtidos em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Regionalizacao-de-Vazoes-nas-Bacias-Hidrograficas-Brasileiras-2998.html>

**Duração:** Até dez/2019

**Status:** Em execução.

**Liderança:** Eber José de Andrade Pinto

Contato: [eber.andrade@cprm.gov.br](mailto:eber.andrade@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

Na gestão de recursos hídricos, os estudos de regionalização de vazões constituem uma solução para o problema da falta de informação da vazão mínima ou máxima em vários pontos ao longo dos rios, que muitas vezes são locais sem monitoramento ou com dados constituindo séries de curta duração ou com períodos longos de falhas de observação. Isto porque a regionalização tem a finalidade de espacializar a informação hidrológica, normalmente pontual (das estações), possibilitando a transferência de informações de uma região para outra, mesmo que não monitorada, mas considerada de comportamento hidrológico semelhante.

### Justificativa

O estudo de regionalização de vazões nas bacias hidrográficas assume um papel importante na disponibilidade de informações de vazão em bacias não monitoradas hidrológicamente, a partir da qual é possível realizar o levantamento da geodiversidade no Brasil. Isso porque informa de forma espacializada um dos elementos básicos para determinação da disponibilidade de recursos hídricos.

Os estudos de regionalização podem indicar a necessidade de melhoria da rede hidrometeorológica, seja pela necessidade de instalação de novas ou relocação de estações existentes, além de fornecer um diagnóstico da qualidade dos dados, funcionando como ferramenta de auxílio à análise de consistência dos dados.

Em uma região de comportamento hidrológico considerado semelhante cujas estações de monitoramento possuam séries de dados de diferentes tamanhos – séries longas e curtas –, a existência de séries mais longas garantirá maior confiabilidade à variável regionalizada para as regiões com séries mais curtas, como uma forma de extensão da informação também no tempo.

Até o presente momento algumas sub-bacias hidrográficas brasileiras dispõem de equações regionais de curvas de permanência, bem como das vazões, mínimas, médias e máximas, sendo essas elaboradas a partir de um banco de dados antigo (séries de dados até 1999), necessitando assim sua atualização com base em informações mais recentes.

### Objetivos

Na primeira etapa, os Estudos de Regionalização nas Bacias Hidrográficas objetivam transferir informações hidrológicas das bacias brasileiras, especificamente a vazão com permanência de 95%, de uma região monitorada para outra que não possua coleta sistemática de dados, mas considerada de comportamento hidrológico semelhante.

### Atividades

Estão consideradas as seguintes atividades no âmbito deste projeto:

- Levantamento dos estudos anteriores de regionalização de curva de permanência nas sub-bacias hidrográficas do projeto, executados pela CPRM ou por outras entidades;
- Complementação do diagrama de disponibilidade dos dados fluviométricos, realizados em estudos anteriores e da base de dados hidrológicos (fluviometria e pluviometria) com informações mais recentes;
- Estabelecimento das curvas de permanência das vazões diárias para cada estação;



- Análise Regional das vazões (Q95%)
- Delimitação das Regiões Hidrologicamente Homogêneas;
- Estabelecimento das equações de regressão da curva de permanência por região homogênea;
- Apresentação das equações de regressão da curva de permanência por bacia hidrográfica.
- Elaboração dos Relatórios.

## Produtos

Na página da CPRM, <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Regionalizacao-de-Vazoes-nas-Bacias-Hidrograficas-Brasileiras-2998.html> , está disponível o seguinte relatório:

- Estudo da Vazão de 95% de permanência da sub-bacia 50 (Bacias dos rios Itapicuru, Vaza Barris, Real, Inhambupe, Pojuca, Sergipe, Japarutuba, Subaúma e Jacuípe)

Os relatórios abaixo foram finalizados e estão em processo de editoração:

- Estudo da Vazão de 95% de permanência da sub-bacia 39 (Bacias dos rios Capibaribe, Ipojuca, Una, Goiana, Mundaú, Paraíba do Meio, Coruripe, Sirinhaém, São Miguel e Camaragibe)
- Estudo da Vazão de 95% de permanência da sub-bacia 58 (Bacia do rio Paraíba do Sul)

## Benefícios

O conhecimento da disponibilidade hídrica no Brasil a partir do estudo de regionalização nas bacias hidrográficas, integrado a outras variáveis hidrológicas, informa a potencialidade dos recursos hídricos no território brasileiro que podem ser utilizados de forma sustentada de acordo com o interesse social e a utilidade pública. A reunião dessas informações a outras básicas do território, além da indicação de novas áreas para turismo, de áreas impactadas, das áreas oneradas pela mineração, dentre outras podem constituir o mapa de geodiversidade que contribuirá com os setores que necessitam planejar a ocupação de espaços geográficos, além de reunir uma extensa gama de informações.

## Conclusão

Como pode ser inferido das informações acima apresentadas os estudos de regionalização de vazão são de elevada relevância para dar suporte a planejamento e operação de redes de monitoramento hidrológico, para mitigar os efeitos da cheias e inundações, bem como para o planejamento e a gestão do território.

## PESQUISA E ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### ESTUDOS INTEGRADOS EM BACIAS REPRESENTATIVAS E EXPERIMENTAIS - CERRADO MINEIRO



#### FICHA RESUMO

##### **Apresentação e objetivo:**

Muitas regiões consideradas hidrológicamente homogêneas estão localizadas em áreas de difícil acesso e, geralmente, não contam com uma rede de coleta de informações hidrológicas adequada. Nessas condições, a implantação e a operação sistemática de bacias representativas é uma importante fonte de informações para a melhoria da previsão hidrológica, principalmente em pequenas bacias, e para os estudos de regionalização. Além disso, essas bacias permitem ampliar o conhecimento dos processos hidrológicos de biomas específicos, como, por exemplo, o do cerrado. Neste projeto a intenção é elaborar estudos para caracterização comportamento hidrológico do bioma cerrado por meio da obtenção de informações da bacia representativa de Juatuba.

**Abrangência:** Local

**Natureza:** Institucional

##### **Produtos/Resultados:**

Instalação de aparelhos registradores em 2 estações fluviométricas e 5 pluviométricas na bacia representativa de Juatuba. Instalação de uma rede composta de 6 pizômetros para monitoramento dos níveis do aquífero livre em algumas sub-bacias. Instalação das réguas de máximo (Crest-Stage) nas estações fluviométricas. Relatório com as caracterizações físicas da bacia representativa. Elaboração de mapas de uso e ocupação das bacias monitoradas. Balanço hídrico das áreas estudadas e desenvolvimento de metodologias que permitam a redução das incertezas da simulação de bacias pouco monitoradas a partir dos conhecimentos adquiridos com o monitoramento intensivo das bacias.

**Duração:** Até dez/2019

**Status:** Em execução

**Liderança:** Eber José de Andrade Pinto

Contato: [eber.andrade@cprm.gov.br](mailto:eber.andrade@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

Bacias representativas podem ser definidas como bacias hidrográficas intensamente monitoradas que representariam o comportamento das variáveis hidroclimáticas de uma região considerada homogênea do ponto de vista hidrológico. As informações hidrometeorológicas obtidas nas bacias representativas poderiam ser consideradas típicas da região hidrológica homogênea.

Entretanto, a delimitação de regiões hidrologicamente homogêneas não é uma tarefa simples devido à complexidade dos fenômenos que compõem o processo hidrológico. De uma forma geral, a delimitação das regiões hidrologicamente homogêneas é realizada a partir das características climáticas, fisiográficas (geologia, cobertura do solo, pedologia etc) e, quando existem dados hidrológicos, também a partir das estatísticas das séries existentes.

Muitas regiões consideradas hidrologicamente homogêneas estão localizadas em áreas de difícil acesso e, geralmente, não contam com uma rede de coleta de informações hidrológicas adequada. Nessas situações, as séries de observações hidrológicas podem ser inapropriadas em termos de escala temporal e espacial para as aplicações da engenharia de recursos hídricos. Nessas condições, a implantação e a operação sistemática de bacias representativas é uma importante fonte de informações para a melhoria da previsão hidrológica, principalmente em pequenas bacias, e para os estudos de regionalização. Além disso, essas bacias permitem ampliar o conhecimento dos processos hidrológicos de biomas específicos, como, por exemplo, o do cerrado.

O antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), na década de 1970, implantou a bacia representativa de Juatuba. Pelas características da sua formação geológica, cobertura vegetal, relevo e ocupação, essa bacia é considerada representativa da região central do estado de Minas Gerais com a predominância do bioma Cerrado. Nessa bacia há uma grande concentração de estações hidrometeorológicas, objetivando levantar dados para o equacionamento do balanço hídrico e extrapolá-los, com elevado grau de confiabilidade, para outras áreas do estado.

As estações instaladas pelo DNAEE e atualmente integrantes da Rede Hidrológica Nacional-RHN operada pela CPRM e gerenciada pela Agência Nacional de Águas (ANA) são convencionais, onde as medições da altura de chuva são realizadas em pluviômetros e pluviógrafos, e as medições de níveis em réguas linimétricas. Além da ANA, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG), que construiu, no início da década de 1980, a barragem de Serra Azul para o abastecimento de água de Belo Horizonte, e o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) também operam algumas estações na bacia.

Objetivando a modernização das estações que constituem a bacia representativa de Juatuba, a CPRM e a UFMG, com o apoio da FINEP e da ANA, estão instalando e operando, desde setembro de 2007, equipamentos automáticos para o monitoramento pluviométrico e fluviométrico.

### Justificativa

Os métodos utilizados na modelagem de bacias pouco monitoradas podem ser inferidos a partir dos dados observados em bacias monitoradas; obtidos através do conhecimento ou a descrição dos processos hidrológicos alcançados em laboratório ou em experimentos de campo; ou ainda desenvolvidos com a aplicação de teorias fundamentais condicionadas pelas observações. Mas, essencialmente, a simulação em bacias não monitoradas sistematicamente envolve, em maior ou menor grau, algum tipo de extrapolação do que é observado ou inferi-

do em uma bacia monitorada para outra sem ou com poucas observações. Independente dos métodos utilizados, de uma forma geral, as simulações em bacias pouco monitoradas apresentam incertezas que são inerentes à abordagem do problema, pois os resultados não podem ser avaliados ou verificados com confiança.

Uma maneira de diminuir essas incertezas é através da ampliação do conhecimento sobre os processos hidrológicos em diferentes escalas, o qual é obtido com o monitoramento intensivo das variáveis hidrológicas em bacias experimentais ou representativas de uma determinada região.

No cerrado, a escolha da bacia representativa de Juatuba (BRJ) se baseou no fato dessa apresentar características típicas de cerrados e, também, por possuir séries com mais de 20 anos de observações, pois foi implantada na década de 1970, pelo antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). Atualmente, além da Agência Nacional de Águas (ANA), a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG) também opera algumas estações na bacia.

## **Objetivos**

Ampliar os conhecimentos sobre os processos hidrológicos naturais em bacias do cerrado para desenvolver métodos que possibilitem a redução das incertezas na modelagem chuva-vazão de pequenas bacias presentes nesses biomas que não são monitoradas sistematicamente. Os dados das variáveis hidrológicas serão obtidos com a modernização da bacia representativa de Juatuba, típica do Cerrado. O ribeirão Juatuba é um afluente da margem esquerda do rio Paraopeba, cuja bacia está localizada na região central de Minas Gerais, distante aproximadamente 50 km de Belo Horizonte e instalada na década de 1970.

## **Atividades**

Estão sendo desenvolvidas as seguintes atividades, as quais traduzem a própria metodologia do projeto:

- instalação de equipamentos hidrométricos;
- instalação de piezômetros;
- realização de medições de descarga líquida;
- coleta de dados pluviométricos, fluviométricos, evaporimétricos, piezométricos, de umidade do solo e de perdas por interceptação;
- consistência dos dados;
- levantamentos das características físicas das bacias;
- aquisição de imagens e mapeamento de uso e ocupação do solo;
- elaboração e instalação de réguas de máximo;
- estudos de precipitação máxima diária em Juatuba.

## **Produtos**

As caracterizações físicas da bacia do Juatuba são importantes para avaliar seu comportamento hidrológico, subsidiando, inclusive, o uso de modelos chuva-vazão.

Com séries consistidas dos dados coletados nas bacias do Juatuba, foi possível inferir componentes do balanço hídrico.

O uso de réguas de máximo mostrou-se ser uma técnica promissora para inferir as magnitudes de cheias em bacias pouco monitoradas. Os valores medidos foram considerados satisfatórios quando comparados com aqueles obtidos com registradores contínuos.

## **Benefícios**

Quanto aos avanços científicos e tecnológicos alcançados, podem ser destacados:

- o aprimoramento da coleta de informações em Juatuba (linígrafos automáticos, pluviômetros automáticos, telemetria);
- a confirmação da viabilidade do uso das réguas de máximo como uma técnica eficiente e de baixo custo para estimar níveis de cheia em bacias pouco monitoradas;
- a comprovação da eficiência de metodologias de transferência de parâmetros em bacias homogêneas de Minas Gerais;
- a pertinência do uso de dados piezométricos para subsidiar o uso de modelos de estimativa de recarga subterrânea;
- o ajuste da distribuição Log-Pearson regional para a variável precipitações diárias máximas anuais na bacia representativa do Juatuba;

Considerando a melhoria da infraestrutura foram adquiridos os seguintes equipamentos hidrométricos automáticos:

- 9 pluviômetros;
- 5 linígrafos;
- 2 estações climatológicas (com pluviômetros).
- Foi instalada uma rede de piezômetros na bacia do Juatuba (6 poços).

No que se refere ao mapeamento de uso e ocupação do solo, foram adquiridos:

- imagens de satélites (Juatuba) IKONOS II;
- mapa do Instituto Estadual de Florestas.

## **Conclusão**

É notória a necessidade de se dispor de séries longas de dados para ampliar o conhecimento sobre os processos hidrológicos naturais que ocorrem em uma bacia hidrográfica. Além de subsidiar estudos de projetos de desenvolvimento de recursos hídricos, as informações obtidas em bacias representativas fundamentam ações de gestão de recursos hídricos em regiões de comportamento hidrológico semelhante.

## PESQUISA E ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### ESTUDOS INTEGRADOS EM BACIAS REPRESENTATIVAS E EXPERIMENTAIS - REGIÃO SERRANA/RJ



#### FICHA RESUMO

##### Ficha Resumo

**Apresentação e objetivo:** O projeto Estudos Integrados em Bacias Experimentais e Representativas – Região Serrana/RJ – EIBEX, foi iniciado em 2007, tem como objetivo a avaliação do comportamento hidrológico em região com bioma natural Mata Atlântica e em áreas de ocupação agrícola e urbanizada. Visa desenvolver pesquisa e estudos na área de hidrologia, com ênfase em: climatologia, qualidade da água, solos, GIS; como também o uso de diferentes tecnologias de medição de dados com base em uma rede de monitoramento hidrometeorológica.

**Abrangência:** Local

**Natureza:** Institucional

##### Produtos/Resultados:

Este projeto tem como produto o banco de dados da Rede Hidrometeorológica da Bacia Representativa do Rio Piabanha e espera-se como resultados: a ampliação do conhecimento em bacias experimentais e representativas, consolidação da área de estudo tanto em termos dos processos hidrológicos, quanto em regiões serranas, capacitação da equipe e integração interinstitucional.

**Duração:** Até dez/2019

**Status:** Em execução

**Liderança:** Mariana Dias Villas Boas

Contato: [mariana.villaboas@cprm.gov.br](mailto:mariana.villaboas@cprm.gov.br)

## **DESCRIÇÃO DO PROJETO**

### **Introdução**

O projeto Estudos Integrados em Bacias Experimentais e Representativas – Região Serrana/RJ – EIBEX teve início no ano de 2007 com a finalidade de desenvolver pesquisas na área da hidrologia em bacias representativa e experimentais.

Bacias representativas são aquelas consideradas representativas de uma região hidrológica e são utilizadas para investigações intensivas de problemas específicos do ciclo hidrológico. Recomenda-se que o monitoramento seja de longo termo e, se possível, combinado com o estudo das características climatológicas, pedológicas, geológicas e hidrogeológicas (TOBES et OURYVAEV, 1970). Bacias experimentais são bacias relativamente homogêneas no que se refere à cobertura do solo. Elas funcionam como pequenos laboratórios estabelecidos no mundo real que contribuem para determinam a ocorrência espaço-temporal dos recursos hídricos (PIMENTEL et al., 2010).

### **Justificativa**

É possível observar, no Brasil, iniciativas espaço-temporal isoladas, por meio de universidades financiadas, principalmente, por órgãos públicos de fomento, carecendo de um apoio institucional público contínuo. Tal suporte é muito importante para manutenção dos experimentos já que muitos precisam de um longo tempo para apresentar resultados. Entretanto, o desafio está na continuidade dos estudos, pois nota-se um incentivo inicial para a implantação das bacias que se perde a longo do tempo por falta de comprometimento institucional. Em contrapartida, observa-se nas iniciativas internacionais, como por exemplo, a Rede Euromediterrânea de Bacias Experimentais e Representativas (ERB) fundada em 1986 e a rede de bacias experimentais implantada na década de 30 pela divisão de hidrologia do USDA-ARS, operada e/ou financiada pelo USGS, USDA Forest Service, USDI-NPS e NSF, envolvimento institucional público, principalmente, de órgãos de fomento, ao longo de todo o processo, contribuindo para obtenção de resultados contínuos.

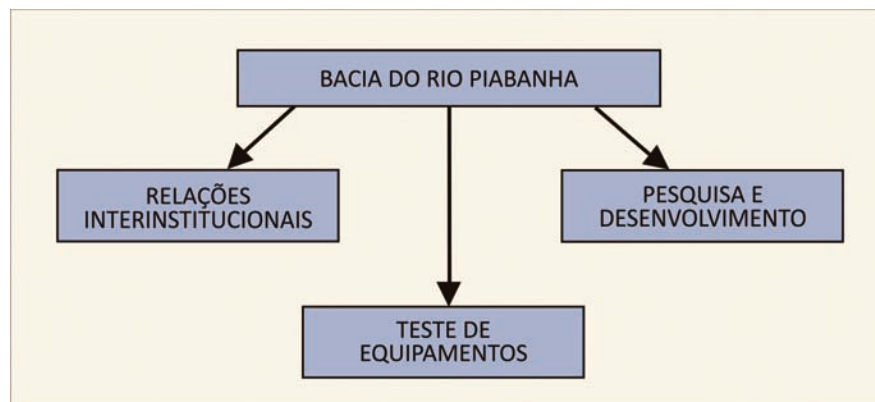
Dessa forma o projeto consiste em uma iniciativa de estabelecer um modelo de parcerias institucionais que possa ser replicado e contribua para a consolidação dessa área no Brasil.

### **Objetivos**

O projeto tem como objetivo a avaliação do comportamento hidrológico em região com bioma natural Mata Atlântica, e em áreas de ocupação agrícola e urbanizada e visa desenvolver pesquisa e estudos na área de hidrologia, com ênfase em: climatologia, qualidade da água, solos, GIS, e também o uso de diferentes tecnologias de medição de dados com base em uma rede de monitoramento hidrometeorológica.

### **Atividades**

O projeto é apoiado por três “pilares”: integração com instituições que desenvolvem estudos na bacia, teste de equipamentos e desenvolvimento de pesquisas na área de hidrologia. A integração interinstitucional visa à troca de experiência e conhecimento entre a CPRM e as diversas instituições atuantes na área da bacia. Nesses 10 anos de projeto a CPRM participou de diversos projetos de cooperação interinstitucional com financiamento dos principais órgãos de fomento brasileiros. A equipe do projeto está sempre em busca de novas tecnologias e equipamentos para serem implementados na bacia com intuito de realizar testes nos equipamentos e capacitação da equipe.

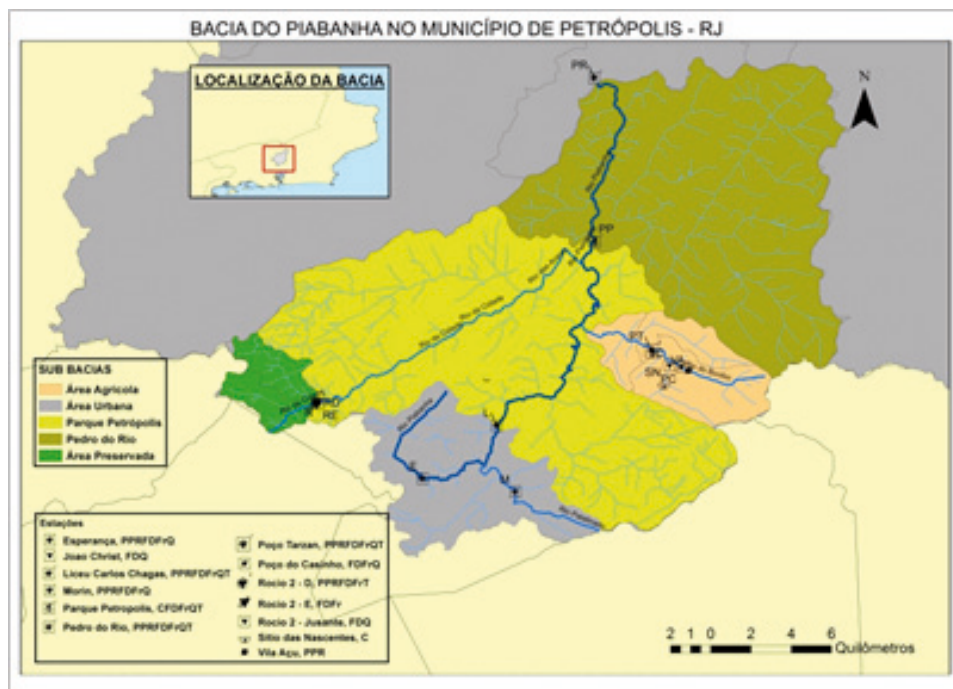

**Figura 1** - Estrutura do projeto EIBEX.

Na bacia representativa foi estabelecida uma rede de monitoramento hidrometeorológico que, atualmente, conta com 13 estações conforme apresentado na Tabela 1 e na Figura 2. Atualmente as estações contam com medições convencionais (pluviômetro (P) e réguas limnimétricas (F)) e com equipamento automático (r). Há duas estações climatológicas na bacia (C) que fazem as seguintes medições: pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperatura do ponto de orvalho, velocidade e direção do vento, radiação solar incidente, radiação líquida, evaporação, potencial matricial, fluxo de calor e umidade do solo, temperatura do solo e precipitação. Há 5 estações que são telemétricas (T). Em todas as estações fluviométricas são realizadas medições de vazão (D) a cada dois meses e medições de qualidade de água (Q) com frequência variável de acordo com o estudo.

**Tabela 1** – Informações das estações de monitoramento do projeto EIBEX.

Estação	Sigla	Código FLU	Código PLU	Tipo	Curso d'Água	Latitude	Longitude	Data de início da operação - PLU/FLU	Data de início da operação - QA
Pq. Petrópolis	PP	58400250	2243286	CFDFrQT	Rio Piabanha	22°24'19"	43°08'00"	1/8/09	27/8/09
Esperança	E	58400010	2243287	PPRFDFrQ	Rio Piabanha	22°30'19"	43°12'37"	28/4/07	27/8/09
Liceu	L	58400050	2243289	PPRFDFrQT	Rio Piabanha	22°29'14"	43°10'08"	24/4/07	27/8/09
Morin	M	58400230	2243288	PPRFDFrQ	Rio Palatinado	22°31'00"	43°08'00"	22/4/07	27/8/09
Poço Tarzan	PT	58400110	2243303	PPRFDFrQT	Rio Bonfim	22°27'14"	43°06'28"	23/4/07	27/8/09
Poço do Casinhio	PC	58400104	*****	DFrQ	Rio Açú	22°23'39,6"	43°05'40,8"	31/10/07	27/8/09
João Christ	JC	58400108	*****	FDQ	Rio Alcobaça	22°27'37,19"	43°05'59,76"	28/10/07	27/8/09
Pedro do Rio	PR	58405000	*****	PPRFDFrQT	Rio Piabanha	22°19'56"	43°08'01"	1/8/30	27/8/09
Vila Açú	VA	*****	2243301	PPR	*****	22°27'45,20"	43°05'29,30"	1/11/09	-
Sítio das Nascentes	SN	*****	2243391	C	*****	22°28'7,63"	43°06'9,21"	31/10/07 e 9/4/2016	-
Rocio 2- Ponte	R	58400212	*****	FDQ	Rio da Cidade	22°28'38,70"	43°15'24,60"	28/4/10	27/8/09
Rocio 2- D	RD	58400210	2243302	FDfr	Rio da Cidade	22°28'38,86"	43°15'28,95"	1/4/10	-
Rocio 2- E	RE	58400211	*****	PPRFDFrT	Rio da Cidade	22°28'37,69"	43°15'27,66"	1/4/10	-





**Figura 2** – Localização das bacias representativas, experimentais e das estações de monitoramento.

## Produtos

Banco de dados da Rede Hidrometeorológica da Bacia Representativa do Rio Piabanha.

## Benefícios

Ampliação do conhecimento em bacias experimentais e representativas, consolidação da área de estudo tanto em termos dos processos hidrológicos, quanto em regiões serranas, capacitação da equipe e integração interinstitucional.

## Conclusão

Ao longo desses 10 anos de projeto foram feitos vários avanços nas três áreas pilares. Mas ainda há muitos desafios a serem enfrentados, principalmente, com relação a manutenção e operação dos equipamentos automáticos, apontando a necessidade de testar novas tecnologias. Por essa razão, a maior parte dos estudos da bacia ainda é feita com dados convencionais.

## Referências

PIMENTEL DA SILVA, L.; ROSA, E.U.; SILVA, C.P.P. da. Caracterização de parâmetros físicos e do saneamento ambiental de bacia experimental representativa localizada na Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brasil. Ambiente & Água. 2010.

TOEBES, C., V. OURYVAEV (1970). Representative and Experimental Basins, A International Guide for Research and Practice. Studies and Reports in Hydrology, 4. UNESCO, Paris. 348 pp.

## PESQUISA E ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### DINÂMICA FLUVIAL



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O projeto vem sendo desenvolvido pela CPRM em conjunto com o instituto francês IRD - Institut de Recherche pour le Développement e parceiros desde 2008. Dentre as principais atividades desenvolvidas, no âmbito do projeto, estão os estudos hidrológicos pautados no uso de técnicas de sensoriamento remoto. Dinâmica Fluvial tem, como um de seus objetivos prioritários, o aprimoramento de tecnologias de sensoriamento remoto aplicadas ao monitoramento hidrológico. Visa, em especial, apresentar um novo cenário para a área de hidrometria, onde dados satelitais podem suprir a carência de informações e melhorar a correspondente qualidade, custos associados e tempo de obtenção de dados básicos para subsidiar estudos hidrológicos.

**Abrangência:** Nacional/Continental

**Natureza:** Parceria/Institucional

**Produtos/Resultados:** Contribuição científica a nível internacional a partir de monitoramento de áreas ínvias, aprimoramento da tecnologia, produção de artigos em revistas indexadas.

Disseminação do conhecimento, organização de eventos, treinamento de técnicos em novas tecnologias.

Novas fontes de dados para estudos hidrológicos.

**Duração:** Continuada, com atividades programadas até 2022.

**Status:** Em operação.

**Liderança:** Daniel Moreira

Contato: [daniel.moreira@cprm.gov.br](mailto:daniel.moreira@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

O projeto Dinâmica Fluvial vem sendo desenvolvido pela CPRM desde 2008, dentre as principais atividades desenvolvidas, no âmbito do projeto, estão os estudos hidrológicos pautados no uso de técnicas de sensoriamento remoto. Esses estudos contam com a parceria do instituto francês IRD- Institut de Recherche pour le Développement, no qual participam pesquisadores renomados mundialmente.

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) é o principal operador da Rede Hidrometeorológica Nacional, cujo gerenciamento atual é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA). Em conformidade com a sua missão institucional, a CPRM realiza o monitoramento hidrológico básico visando gerar informações para subsidiar os estudos e projetos que demandam o conhecimento da disponibilidade hídrica e potencial hidráulico das bacias brasileiras.

O Brasil possui em média uma estação fluviométrica a cada 4669 km<sup>2</sup>, no entanto as mesmas estações estão mal distribuídas do ponto de vista geográfico. Por exemplo, a bacia Amazônica ocupa 44% do território brasileiro e possui, em contrapartida, apenas 14% (271) das estações fluviométricas da rede hidrometeorológica brasileira. Essa carência na região Amazônica é justificada, em parte, pela dificuldade e alto custo de acesso à região, com longas distâncias entre as estações e os grandes centros e a ausência de uma rede viária adequada, sendo a maior parte das estações amazônicas acessadas por transporte fluvial ou até mesmo por transporte aéreo. A ausência de informação hidrológica na mencionada região prejudica uma série de trabalhos de engenharia, como alertas de cheias e estudos de potenciais hidráulicos.

A pesquisa em tecnologias de sensoriamento remoto aplicadas ao monitoramento hidrológico tornou-se uma importante ferramenta para a observação do comportamento da bacia Amazônica uma vez que viabiliza o estudo e o desenvolvimento de novas técnicas de aquisição de dados por meio de satélites orbitais, explorando o seu potencial no monitoramento, de modo a suprir a carência de dados hidrológicos, sob a perspectiva qualitativa e quantitativa, e auxiliar na redução dos custos operacionais e do tempo de aquisição de dados hidrológicos básicos. Além disso, a técnica de sensoriamento remoto é capaz de subsidiar a previsão, o controle e as estratégias de ação em eventos hidrológicos extremos, realizar estimativas das consequências de mudança no ciclo hidrológico, no regime dos principais rios e, de uma maneira geral, nas bacias brasileiras, identificando riscos hidrológicos e medidas de adaptação a novas condições ambientais.

### Objetivos

Os objetivos específicos são:

- Pesquisar novas técnicas de posicionamento global que garantirão o controle geodésico e monitoramento das informações hidrológicas coletadas;
- Pesquisar técnicas de sensoriamento remoto que visam à obtenção de informações de níveis de água por satélite principalmente na bacia Amazônica, sendo também iniciados estudos na bacia do rio Paraguai no Pantanal e São Francisco;
- Pesquisar técnicas de sensoriamento remoto que visam à obtenção de estimativas de descarga sólida nos rios Amazônicos;
- Pesquisar métodos e equipamentos de campo que permitam a melhor estimativa da qualidade e quantidade de sedimentos nos rios Amazônicos e;
- Aprimorar novas tecnologias de aquisição de dados em in-situ, adaptadas às condições extremas encontradas na região Amazônica.

## Justificativa

A missão institucional da CPRM inclui gerar informações hidrológicas para subsidiar os estudos e projetos que demandam o conhecimento acerca da disponibilidade hídrica e do potencial hidráulico das bacias brasileiras. As técnicas de sensoriamento remoto que atualmente já são utilizadas e que, em um futuro próximo dominarão o monitoramento hidrológico básico, representam avanço tecnológico em hidrometria dos últimos anos sendo, portanto, fundamental que Serviço Geológico do Brasil esteja preparado para absorvê-las. Atualmente, a operação da rede hidrometeorológica na região amazônica possui baixa densidade de estações, com visitas espaçadas de quatro em quatro meses, diante desse cenário, é fundamental incorporar técnicas de sensoriamento remoto que possibilitarão agregar informação hidrológica tanto quantitativamente quanto qualitativamente.

## Metodologia

A concepção metodológica do projeto baseia-se na integração de atividades de campo e escritório. Para validação das técnicas de sensoriamento remoto, foram instaladas e estão em operação as estações hidrológicas de Iranduba, Bom Sucesso, Iracema e Urucurituba na bacia Amazônica. Essas quatro estações estão ligadas à atividade de pesquisa em altimetria espacial, sendo as mesmas localizadas em pontos estratégicos de passagem e aquisição de dados de satélites.

Para os estudos em sedimentometria, são utilizados os dados coletados *in situ* nas estações de Manacapuru, Itacoatiara, Urucurituba, Jatuarana e Careiro, a fim de se estabelecer o balanço de descargas sólidas e líquidas do Sistema Solimões-Amazonas.

Nas campanhas de campo do projeto, é utilizado um barco regional como base para os trabalhos de manutenção das estações citadas, como também dos levantamentos hidrológicos e sedimentológicos, as medições e coletas de dados são do tipo:

- Vazões líquidas;
- Vazões sólidas;
- Coleta dos registros de cotas fluviométricas;
- Manutenção das estações e análise preliminar dos dados coletados;
- Medições de qualidade de água;
- Coleta de amostras para estimativa de concentração de sedimentos;
- Medição de radiometria;
- Coleta de dados das estações GPS instaladas e;
- Coleta de dados de profundidade e declividade da linha de água através de receptores GPS e ecobatímetro instalados no barco.

No escritório, as seguintes tarefas primárias são realizadas:

- Análise dos dados coletados e;
- Armazenamento dos mesmos no banco de dados do projeto.

Na área de altimetria, os dados de cotas fluviométricas são comparados com os dados de satélites a fim de estabelecer a veracidade dos mesmos. Assim, os dados das estações GPS são analisados de forma a realizar um controle geodésico da estação, perfis de batimetria e linha de água. Esses mesmos dados são utilizados para interpretações/correções nos dados de altimetria, disponibilizados através de diversos sensores altimétricos como, por exemplo, Jason-3, SARAL, Sentinel-3 e Cryosat.

Na área de sedimentometria os dados de vazões sólidas e radiometria são comparados com dados de sensoriamento remoto das imagens MODIS dos sensores Aqua e Terra, LandSat-8 e Sentinel 2A e 2B. Utiliza-se a infraestrutura do laboratório LAMIN em Manaus como suporte de estudos de sedimentos empreendidos pela SUREG-MA.

### **Órgãos parceiros**

O projeto recebe apoio e apoia diversas instituições ligadas ao monitoramento, pesquisa e gestão de recursos hídricos, tais como: ANA- Agência Nacional de Águas, SIPAM- Sistema de Proteção da Amazônia, INPE- Instituto de Pesquisas Espaciais, LEGOS- Laboratório de Estudos em Geofísica e Oceanografia Espacial (Toulouse/ França), GET- Laboratório de Geociências e Ambiente (Toulouse / França), GRGS- Grupo de Pesquisa em Geodésia Espacial (Toulouse / França), e CNES- Centro Nacional de Estudos Espaciais da França, IRD, ORE-Hybam e com universidades, dentre as quais destacamos a UFAM- Universidade Federal do Amazonas, UEA- Universidade do Estado do Amazonas, UNB- Universidade de Brasília, IPH/ UFRGS – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UPS – Université Toulouse III Paul Sabatier (Toulouse/ França) e UFRJ - Universidade do Rio de Janeiro.

### **Produtos**

Os produtos do projeto são:

- Cotas fluviométricas a partir das estações convencionais e de sensoriamento remoto na área de estudo.
- Medições de vazão líquida e sólida nos pontos de amostragem do projeto.
- Correlação dos dados de vazão sólida obtidos *in-situ* e por sensoriamento remoto nos locais de estudo.
- Nivelamento das estações fluviométricas da rede de estudo a uma referência global.
- Análise dos dados das estações GPS em conjunto com outras técnicas de geodésia espacial a fim de manter o controle geodésico e possíveis movimentos de massa ou da crosta terrestre nos locais das estações.
- Variações da profundidade e da declividade da linha de água dos rios no trecho do estudo.
- Publicação dos estudos realizados em revistas e congressos especializados em nível nacional e internacional.

## PESQUISA E ESTUDOS HIDROLÓGICOS

---

### ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DOS SOLOS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O projeto Estudos de Caracterização Hidrológica dos Solos é uma iniciativa do Departamento de Hidrologia da CPRM, iniciado em 2011, que visa fomentar estudos em temas relacionados à Hidrologia de Solo e ser um veículo para integração dos projetos desenvolvidos na CPRM em Hidrologia Superficial e Subterrânea.

**Abrangência:** Nacional

**Natureza:** Institucional/Parceria

**Produtos/Resultados:** O projeto engloba os seguintes estudos: desenvolvimento de banco de dados físico hídricos em solos brasileiros; desenvolvimento de funções de pedotransferência de propriedades hidráulicas; mapeamento da condutividade hidráulica saturada no território nacional; classificação estrutural dos espaços porosos do solo.

**Benefícios:** ampliação do conhecimento hidropedológico, estabelecimento da disponibilidade hídrica dos terrenos para uso vegetal, fornecimento de informação para modelos hidrológicos, atmosféricos e de erosão e para estudos de manejo de sistemas agrícolas e conservacionistas.

**Status:** Em execução

**Duração:** continuada

**Liderança:** Marta Vasconcelos Ottoni

Contato: [marta.ottoni@cprm.gov.br](mailto:marta.ottoni@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DE PROJETO

### Introdução

A CPRM tem a missão de gerar e difundir o conhecimento geocientífico, com excelência, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil, e no âmbito dos recursos hídricos é o responsável pelo monitoramento das águas superficiais, em parceria com a Agência Nacional das Águas, e das águas subterrâneas por meio do Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas- RIMAS<sup>1</sup>. As informações desses monitoramentos são subsídios para a determinação da disponibilidade hídrica no território brasileiro. No entanto, a caracterização completa da disponibilidade hídrica se concretiza quando atrelado às informações anteriores, estão as de disponibilidade de água na zona vadosa dos terrenos (zona porosa não saturada), camada essa superficial das terras e sobrejacente ao freático e a terceira maior reserva de água doce no planeta.

### Justificativa

Apesar da importância da zona vadosa dos solos como suporte e fonte de água para crescimento das plantas, dentre outras funções, a caracterização dos seus parâmetros hídricos e avaliação dos processos hidrológicos operantes nessa região ainda são pouco empreendidas no Brasil, quando comparado aos estudos nesses temas desenvolvidos nos EUA e Europa. Neste sentido, em 2011, a CPRM propôs o projeto Estudos de Caracterização Hidrológica dos Solos.

### Objetivos

O Projeto visa fomentar trabalhos na linha de pesquisa de Hidrologia de Solos e ser um veículo para integração dos estudos desenvolvidos na CPRM na área da Hidrologia Subterrânea e Superficial.

### Atividades

O Projeto tem como escopo de trabalho:

- caracterização das propriedades físico-hídricas nos solos brasileiros e avaliação dos métodos de determinação de variáveis hídricas do solo;
- reunião de dados físico-hídricos realizados em solos no país;
- desenvolvimento de funções de pedotransferências dessas propriedades hidráulicas;
- classificação da estrutura porosa dos solos;
- mapeamento de disponibilidade hídrica e fluxo na zona vadosa;
- modelagem em solos.

## ESTUDOS CONCLUÍDOS



### HYBRAS – Hydrophysical database for Brazilian Soils

O HYBRAS 1.0 (versão 1), é um banco de dados hidrofísico de solos no Brasil e busca consolidar os dados de retenção de água e condutividade hidráulica saturada, associados aos atributos básicos de solo e métodos de determinação dessas propriedades. Esse banco de dados comporta aproximadamente 16 Megabytes de dados com 445 locais (ou perfis) amostrados e correspondentes 1075 amostras de solos, muito das quais georreferenciadas (813

---

<sup>1</sup><http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/>

amostras), representando 15 estados brasileiros das 26 unidades federativas existentes e 11 grupos de solos de acordo com o *World Reference Base for Soil Resources (WRB)* (WRB, 2015, *International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*, *World Soil Resources Reports*, No. 106, FAO, Rome).

### Sistema de Classificação dos Solos baseado na Estrutura do Espaço Poroso

Foi proposto um sistema de classificação da estrutura porosa dos solos, indicado pela sigla SPSCS (*Soil Pore space-Structural Classification System*). O sistema é baseado no agrupamento de curvas similares de conteúdo de ar no solo, determinadas na escala da amostra do solo. Essas curvas expressam o volume de ar para diferentes tamanhos de poros não hidratados e são representações da estrutura porosa dos solos.

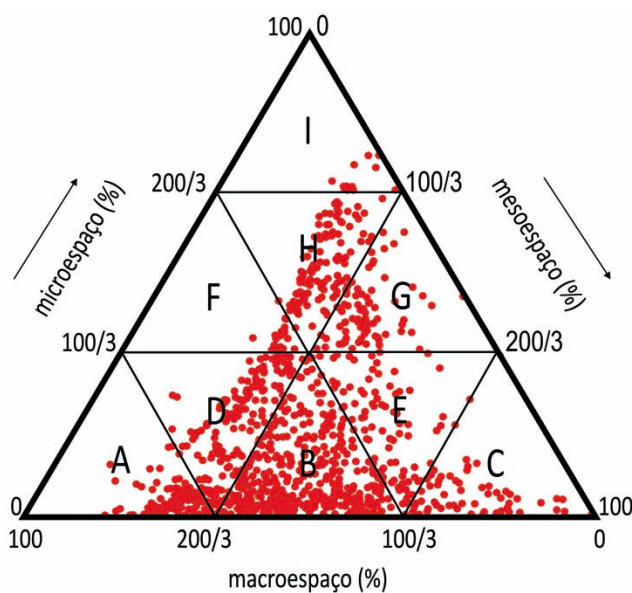
O SPSCS prevê dois níveis categóricos hierárquicos de classificação: Ordem e Subordem.

O nível de Ordem reúne amostras de solos com semelhança nas frações volumétricas correspondentes ao tamanho dos seus poros em relação ao espaço total poroso disponível. São utilizadas as três seguintes frações de tamanho de poros: frações do macroespaço (poros maiores), mesoespaço (poros intermediários) e microespaço (poros menores), definidas de forma padronizada.

Essas frações, por somarem 100%, permitem a representação de uma amostra de solos num diagrama ternário, aqui chamado de triângulo estrutural (Figura abaixo), cujos lados contêm as escalas das frações do macroespaço, mesoespaço e microespaço, de 0 a 1 (ou 0 a 100%)

Baseado nesse triângulo, nove Ordens (de A a I) foram propostas.

A Subordem representa a reunião de solos com semelhança no espaço poroso total. Quatro Subordens são utilizadas (de 1 a 4), cada uma correspondente aos seguintes intervalos de valores, respectivamente: 0- 0,20  $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ ; 0,20- 0,40  $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ ; 0,40- 0,60  $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ ; > 0,60  $\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$



**Figura 1** – Triângulo estrutural com identificação das amostras de solos brasileiros.



As nove Ordens (de A a I) e quatro Subordens (de 1 a 4) propostas dão origem às 36 classes estruturais de solo possíveis do SPSCS.

O SPSCS foi implementado a uma ampla e diversa base de dados, contendo aproximadamente 3000 amostras de solos de ambiente tropical e temperado. A classificação das amostras dos solos brasileiros nas Ordens do sistema é indicada no triângulo estrutural. O SPSCS se mostrou uma metodologia adequada e útil na caracterização da estrutura porosa dos solos.

### **Produtos**

HYBRAS – banco de dados hidrofísicos em solos brasileiros.

SPSCS – Sistema de Classificação de Solos baseado na Estrutura do Espaço Poroso.

### **Benefícios**

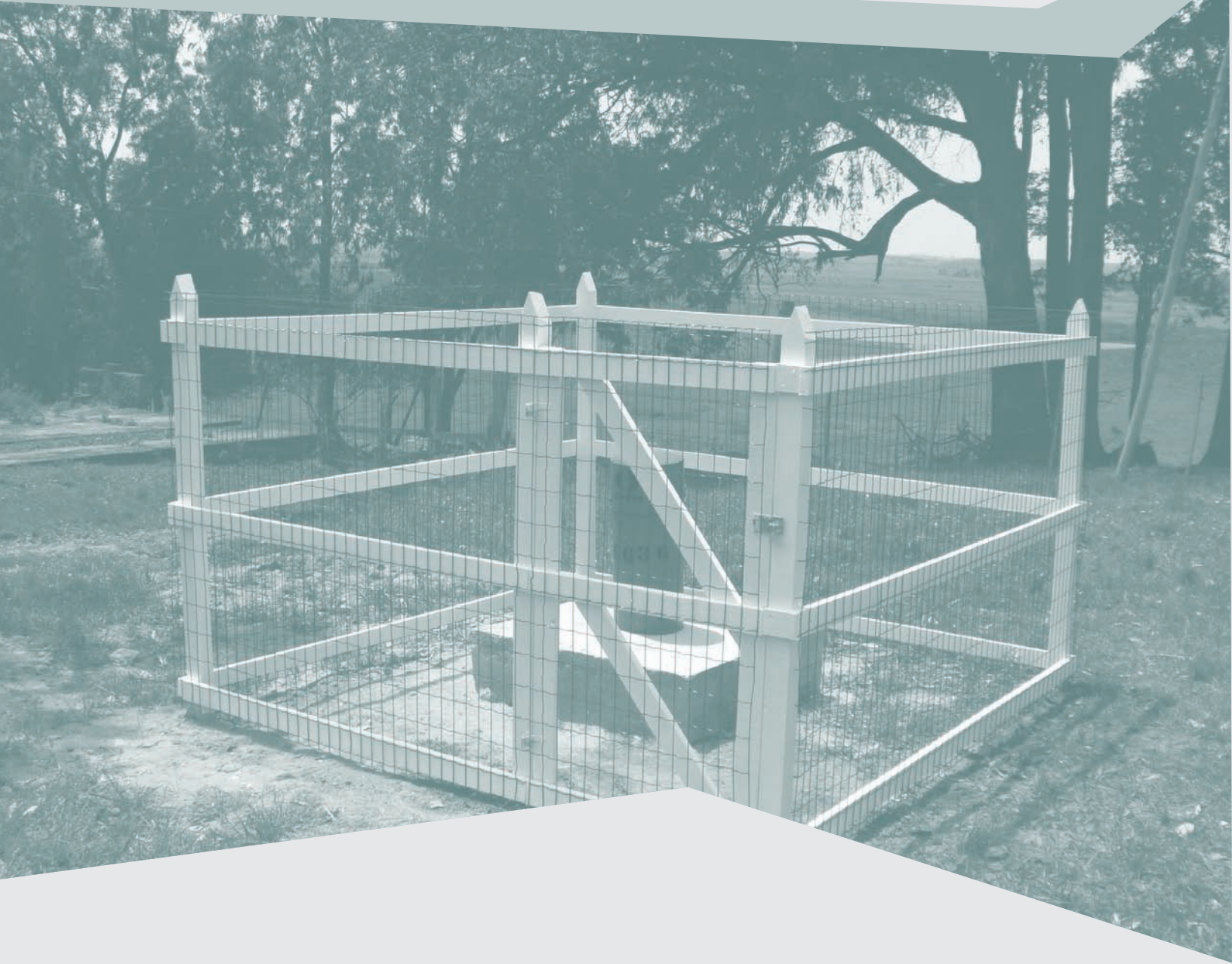
Ampliação do conhecimento hidropedológico; estabelecimento da disponibilidade hídrica dos terrenos para uso vegetal; fornecimento de informação para modelos hidrológicos, atmosféricos e de erosão e para estudos de manejo de sistemas agrícolas e conservacionistas.

### **Conclusão**

Espera-se, como trabalho futuro, o desenvolvimento das seguintes atividades:

- Inclusão de novos dados no HYBRAS, acrescido da condutividade hidráulica não saturada;
- Mapeamento da condutividade hidráulica saturada em solos do território brasileiro;
- Estruturação de um laboratório de hidrologia de solos na CPRM para avaliação dos métodos de determinação das propriedades hidráulicas;
- Uma investigação mais apurada das relações entre o SPSCS e características dos solos, visando desenvolver PTFs que levem em consideração a estrutura porosa dos solos;
- Estudos de modelagem hidrológica e em solos.

# HIDROGEOLOGIA





## LEVANTAMENTOS HIDROGEOLÓGICOS

### REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - RIMAS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** A Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) envolve uma série de atividades sistemáticas e de caráter continuado que vão desde a seleção dos aquíferos e das regiões monitoradas, passando pelas locações e estudos diagnósticos para perfuração dos poços, implantação e operação das estações de monitoramento e coleta, consistência e disponibilização das informações dos poços. O monitoramento das águas subterrâneas constitui procedimento de grande importância para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, pois proporciona a reunião de informações qualitativas e quantitativas e permite avaliar os impactos das atividades antrópicas nos sistemas aquíferos.

**Abrangência:** Nacional

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** A rede RIMAS dispõe na página web da CPRM (<http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/>) um espelho dos dados dos poços do SIAGAS de uso dedicado ao monitoramento, acrescido das informações das séries históricas de variação dos níveis d'água e de parâmetros de qualidade (em tabelas e gráficos).

**Duração:** Continuada

**Status:** Em execução

**Liderança:** Daniele Genaro e Maria Antonieta Mourão

**Contato:** [daniele.genaro@cprm.gov.br](mailto:daniele.genaro@cprm.gov.br) / [maria.antonietta@cprm.gov.br](mailto:maria.antonietta@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A rede de monitoramento das águas subterrâneas foi concebida, projetada e implantada pela CPRM em consonância com suas atribuições de Serviço Geológico do Brasil, considerando a necessidade de ampliação dos conhecimentos relativos aos principais aquíferos do Brasil e a exigência constante em vários instrumentos legais como importante ação para subsidiar a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, efetuada pelos órgãos gestores estaduais.

Esta rede é de natureza essencialmente quantitativa, consistindo de poços construídos pela CPRM e poços cedidos por empresas de abastecimento nos quais foram instalados equipamentos automáticos de medidas de nível d'água. A RIMAS também contempla um sistema de acompanhamento e alerta da qualidade da água dos seus poços, que envolve as análises químicas completas, em conformidade com a resolução CONAMA 396/2008, sendo realizadas quando da instalação do poço de monitoramento e a cada cinco anos. Já as análises *"in loco"*, com frequência anual ou bianual, consistem no levantamento de 8 (oito) parâmetros considerados indicadores.

Em vista da importância de se trabalhar conjuntamente os dados de nível d'água e de pluviometria estão sendo implantadas plataformas automáticas coletoras de dados – PCD que registram chuva, umidade relativa e temperatura do ar.

As parcerias têm um papel importante no desenvolvimento do projeto dado que permitem a troca de conhecimentos, a identificação de demandas e a otimização de recursos humanos e financeiros. Além disso, estes mecanismos de integração e articulação interinstitucional favorecem a gestão dos recursos hídricos. Nesse sentido, foram estabelecidos acordos ou parcerias com empresas de saneamento, visando principalmente a obtenção de poços existentes para serem incorporados à rede.

### Justificativa

As principais premissas que orientaram a implantação da rede de monitoramento pelo Serviço Geológico do Brasil e que demonstram a sua grande importância para o conhecimento e gestão dos recursos hídricos no país são:

- Fatores como crescimento demográfico e alterações climáticas impõem fortes pressões sobre os recursos hídricos, tornando de forma crescente, mais complexa e difícil a tomada de decisões quanto à alocação de água.
- O êxito da gestão integrada das águas depende do conhecimento e compreensão da disponibilidade, em quantidade e qualidade, bem como dos usos e demandas dos recursos hídricos. Neste contexto, há uma noção geral de que a água subterrânea representa uma importante reserva de água doce e com grande potencial para o atendimento de parte do abastecimento atual e futuro. Entretanto, o grau de conhecimento hidrogeológico no Brasil é fragmentado e ainda insuficiente para a determinação da real potencialidade hídrica, da intensidade de exploração e de identificação de contaminações antropogênicas.
- A abordagem fragmentada tradicional, recursos hídricos superficiais e recursos hídricos subterrâneos, já não é considerada acertada e viável, sendo percebidos como essenciais a análise e o tratamento integrados para a adoção de uma gestão eficiente, equitativa e sustentável que permita lidar de maneira adequada a questão de demandas conflitantes.
- Os sistemas de água subterrânea são dinâmicos e respondem a curto e longo prazo às mudanças climáticas, à exploração e às formas de uso e ocupação dos terrenos. Assim sendo, as medidas sistemáticas obtidas em uma rede de densidade adequada, fornecem dados essenciais para avaliar essas interferências, para con-

tribuir no desenvolvimento de modelos de fluxo preditivos, e finalmente para subsidiar no planejamento, implantação e avaliação da eficácia dos procedimentos de gestão.

- Atualmente a deficiência no conhecimento hidrogeológico tem se sobressaído em função da severa crise hídrica que tem atingido várias regiões do país. Nesse contexto, o monitoramento das águas subterrâneas se destaca como um procedimento fundamental para a obtenção dos dados e informações requeridas.
- O papel do monitoramento na caracterização hidrogeológica, bem como no suporte às medidas de proteção e conservação e, conseqüentemente, ao processo de gestão encontra-se estabelecido em diversos instrumentos legais, dentre os quais merecem destaque, as resoluções no 22/2002 e no 107/2010 do CNRH, nº396/2008 do CONAMA, bem como o Programa Nacional de Águas Subterrâneas (MMA, 2009) em que é evidenciado como uma das três ações requeridas para a ampliação do conhecimento.

## **Objetivos**

O objetivo geral estabelecido para a rede RIMAS é ampliar a base de conhecimento hidrogeológico dos aquíferos brasileiros e acompanhar as alterações espaciais e temporais na qualidade e quantidade das águas subterrâneas, para fins de gestão integrada de recursos hídricos. Como objetivos específicos podem-se enfatizar os seguintes aspectos:

- Promover uma avaliação confiável da condição quantitativa dos corpos de água subterrânea, incluindo a avaliação da disponibilidade do recurso hídrico subterrâneo;
- Estabelecer avaliações de tendências de longo termo, tanto como resultado de mudanças nas condições naturais quanto derivadas de atividades antropogênicas;
- Definir o estado qualitativo dos corpos d'água
- Identificar tendências significativas de crescimento na concentração de poluentes e no aumento do rebaixamento do nível d'água;
- Avaliar a reversão das tendências nas condições qualitativas e/ou quantitativas após a implantação de medidas mitigadoras;
- Estabelecer o grau de interação entre água subterrânea e águas superficiais.

## **Atividades**

O planejamento, estruturação e operação do programa de monitoramento integrado de águas subterrâneas obedecem ao cumprimento de diversas atividades sequenciais ou simultâneas. Desse modo, as diversas unidades regionais do Serviço Geológico do Brasil, responsáveis pela implantação e operação da rede monitoramento, foram devidamente estruturadas, tanto em termos de equipamentos e materiais quanto de recursos humanos para sua execução. Os executores regionais foram habilitados, por meio de vários treinamentos internos, para a realização de todos os procedimentos inerentes à RIMAS. Além disso, padrões e normas foram elaborados para garantir o controle, a eficiência, a segurança e a reprodutibilidade dos processos, bem como a qualidade dos dados.

Passa-se a seguir à descrição sucinta dos principais procedimentos adotados na implantação e operação da rede.

- Etapa de planejamento para implantação das estações de monitoramento (e.g seleção de aquíferos prioritários, identificação de áreas de interesse);
- Seleção de locais apropriados, seguindo critérios específicos, para a construção dos poços;
- Construção dos poços;
- Instalação de equipamentos (medidores automáticos de nível d'água e plataformas coletoras de dados de chuva, umidade relativa e temperatura do ar);

- Avaliação de poços cedidos pelas empresas de abastecimento passíveis para serem incorporados à rede;
- Etapa de operação das estações de monitoramento (extração de dados, coleta de amostras de água; manutenção de equipamentos e das estações)
- Análise laboratorial das amostras para parâmetros orgânicos e inorgânicos, conforme a resolução CONAMA 396
- Consistência, armazenamento e divulgação dos dados (Web RIMAS) na página da CPRM; <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/>.

## Estágio Atual

A rede de monitoramento conta com um total de 394 poços, atualmente, 380 poços estão em operação, dos quais 48 são poços cedidos por empresas de abastecimento por meio de acordos de parceria com a CPRM. Somam-se 30 aquíferos monitorados, essencialmente sedimentares, abrangendo 20 estados no país.

## Produtos

Os dados gerados na RIMAS, consistidos e em séries contínuas, constituem o principal produto do monitoramento. Esses dados estão sendo disponibilizados em uma página específica no site da CPRM (<http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/>). A evolução do nível d'água pode ser visualizada em gráficos analíticos e temporais, com a possibilidade de *download* de acordo com o período desejado. Há ainda um módulo cartográfico constituído de várias camadas de interesse como: poços em operação e desativados, aquíferos monitorados, isoietas e estações pluviométricas RIMAS. Estudos estão sendo desenvolvidos na CPRM para análise e interpretação dos dados e geração de informações. Como exemplo, foi o trabalho de avaliação da estiagem prolongada nos níveis de água subterrânea do Aquífero Urucua, cujas análises e conclusões encontram no relatório digital [http://www.cprm.gov.br/sace/boletins/secas\\_estiagens/Relatorios/Belo\\_Horizonte/2017\\_020-20170904%20-%20164359.pdf](http://www.cprm.gov.br/sace/boletins/secas_estiagens/Relatorios/Belo_Horizonte/2017_020-20170904%20-%20164359.pdf).

## Benefícios

Como principais benefícios gerados a partir dos dados resultantes do monitoramento das águas subterrâneas destacam-se:

- Ampliação do conhecimento hidrogeológico: Monitoramento e análise crítica dos dados hidrogeológicos com a indicação da disponibilidade, dos aspectos qualitativos, dos impactos, das pressões e das causas de problemas e conflitos.
- Gerenciamento de um sistema de informações de recursos hídricos subterrâneos: Todos os dados gerados são armazenados, analisados e interpretados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, criado e gerenciado e em fase de modernização pela CPRM. A disponibilização dos dados é feita na página do Serviço Geológico do Brasil (Web RIMAS).
- Introdução do fator água nas políticas, estratégias e planos nacionais ou estaduais de desenvolvimento: A partir do conhecimento gerado pelo monitoramento, a água, como recurso hídrico ou ambiental poderá ser adequadamente considerada, nos planos de ordem econômica ou social.
- Estabelecimento de diagnósticos e prognósticos com relação às alterações resultantes de mudanças climáticas: O monitoramento tem uma função preventiva e preditiva e fornece informações necessárias para a tomada de decisões com relação, por exemplo, a eventos severos e prolongados de estiagem.
- Suporte aos estudos interpretativos em recursos hídricos: Esse conhecimento pode facilitar o encaminhamento de respostas mais precisas e rápidas frente aos problemas atuais da exploração/ uso das águas subterrâneas.

- Implantação da gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos: Por meio do monitoramento e da análise conjunta de dados hidrológicos, climatológicos e hidrogeológicos pode-se implantar de forma efetiva a gestão integrada, resultando na conservação eficiente dos recursos hídricos, na equidade da alocação de água e na sustentabilidade ambiental.

### **Conclusão**

A continuidade e expansão do monitoramento das águas subterrâneas, realizado pela CPRM, se faz essencial para a ampliação do conhecimento a respeito dos aquíferos e avaliação da influência exercida por fatores diversos tais como o crescimento demográfico, a exploração intensiva e as alterações climáticas. Essas informações fornecem subsídios fundamentais para o planejamento, implantação e avaliação da eficácia dos procedimentos de gestão.'



## LEVANTAMENTOS HIDROGEOLÓGICOS

### REVITALIZAÇÃO DE POÇOS NO ESTADO DE PERNAMBUCO



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** Execução de estudos e serviços visando o aumento da oferta hídrica no semiárido Pernambucano, por meio da revitalização de sistemas simplificados de abastecimento por água subterrânea. Propõe-se a investigação de cerca de 700 poços com produção paralisada e/ou perfurados, mas não instalados e que tenham capacidade de produção.

**Abrangência:** regional

**Natureza:** Parceria com o Ministério de Minas e Energia

**Produtos/Resultados:** 330 sistemas simplificados de abastecimento revitalizados, servindo a aproximadamente 82.500 pessoas e milhares de animais, localizados em comunidades dispersas. Inclui atividades voltadas para conscientização sobre a preservação, conservação e gerenciamento das fontes de abastecimento, envolvendo a população local e agentes públicos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de abastecimento.

**Duração:** 12 meses

**Status:** em andamento

**Liderança:** José Carlos da Silva

**Contato:** [jose.carlos@cprm.gov.br](mailto:jose.carlos@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

O semiárido brasileiro é caracterizado pela escassez dos recursos hídricos de superfície, resultante das altas taxas de evapotranspiração e, principalmente, da baixa precipitação pluviométrica, que além de concentrada numa curta estação úmida apresenta irregularidades interanuais. Estes fatores são responsáveis por secas periódicas de efeitos, muitas vezes, catastróficos, como a vivenciada nos últimos anos.

Esta realidade eleva a importância dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente para o abastecimento rural difuso. Desde o início do século passado os governos, por meio de programas intermitentes de perfuração e revitalização de poços, utilizam a água subterrânea como fonte de abastecimento, para suprir as necessidades da população e dos rebanhos.

Estes programas sempre são ativados nas épocas de estiagem e desativados logo que caem as primeiras chuvas. Os poços perfurados ou apenas recuperados e os sistemas instalados são feitos, na maioria das vezes, sem os pertinentes critérios técnicos e nenhum envolvimento da população atendida, distorcendo a relação demanda/oferta. Associado à qualidade geralmente ruim (salgada) da água faz com que os sistemas assim implantados e classificados pela população local como- “obras do governo” sejam rapidamente abandonados e até mesmo danificados e depredados.

Por outro lado, há sistemas de abastecimento localizados em comunidades com alta demanda por água que não recebem nenhum tipo de manutenção, ficando paralisados ao mínimo defeito apresentado.

Associado a isto, observa-se que grande parte dos sistemas de abastecimento é construída de forma precária, inadequada e sem proteção das instalações e da obra de captação. O resultado desta superposição de equívocos pode ser sintetizado em uma expressiva quantidade de poços abandonados e paralisados e na baixa qualidade das instalações dos sistemas de abastecimento.

É a partir dessa constatação que a CPRM, atendendo demanda do MME- Ministério de Minas e Energia apresenta este projeto visando executar ações que proporcionem o aumento da oferta hídrica, por meio de fontes de água subterrânea, no agreste e sertão do estado de Pernambuco.

As ações propostas concentram-se nas atividades para revitalização de cerca de 330 (trezentos e trinta) poços tubulares, a um custo total estimado em R\$ 7.200.000,00 (sete milhões e duzentos mil reais) beneficiando cerca de 82.500 pessoas e milhares de animais.

### Objetivos

Execução de estudos e serviços visando o aumento da oferta hídrica no estado de Pernambuco por meio da revitalização de Sistemas Simplificados de Abastecimento (SSAs) por água subterrânea.

A proposta contempla o levantamento básico de informações e a revitalização de sistemas de abastecimento (retorno da produção). Inclui também ações voltadas para conscientização sobre a preservação, conservação e gerenciamento das fontes de abastecimento, envolvendo a população local e agentes públicos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de abastecimento.

Não faz parte do escopo do projeto: a perfuração de poços, a desobstrução de poços, a locação de poços, a instalação ou manutenção de dessalinizadores, a instalação ou manutenção de células fotovoltaicas e/ou a instalação/recuperação de redes elétricas.

## Macrodiretrizes

As ações ora propostas, previstas preferencialmente para execução no agreste e sertão pernambucanos, estão compostas pelas seguintes linhas de estudos e serviços que representam suas diretrizes principais.

## Revitalização de 330 sistemas simplificados de abastecimento

Efetuar a seleção das localidades que serão beneficiadas a partir da relação de municípios fornecida pelo MME; Identificação de demandas junto a Prefeituras e/ou Usuários de Água Subterrânea, caracterizando o uso da água e o número de pessoas beneficiadas; efetuar o diagnóstico dos poços e dos SSAs nas localidades indicadas pelas Prefeituras ou Lideranças Comunitárias, identificando os passíveis de revitalização (testar acesso ao interior do poço/efetuar teste de bombeamento e análise da água); elaboração do projeto executivo para revitalização; formalização do processo de responsabilidade para operação e manutenção do sistema de abastecimento; execução dos serviços de revitalização dos sistemas de abastecimento; execução dos serviços de capacitação da comunidade, visando a conservação, operação e manutenção dos equipamentos, manejo hídrico e conscientização ambiental.

## Justificativa

A maior parte do território pernambucano é composta por rochas do embasamento cristalino (fraturado), de má vocação hidrogeológica (figura 1). A captação da água dá-se, predominantemente, através de poços tubulares.

Estima-se a existência de quase 40.000 pontos de captação de águas subterrâneas localizados no agreste e sertão pernambucanos. A grande maioria dos poços destina-se ao atendimento de demandas pontuais, coincidentemente com significativa parcela de poços abandonados ou paralisados em decorrência de problemas de manutenção, qualidade de água, baixas ou inexpressivas vazões. Este projeto destina-se a execução

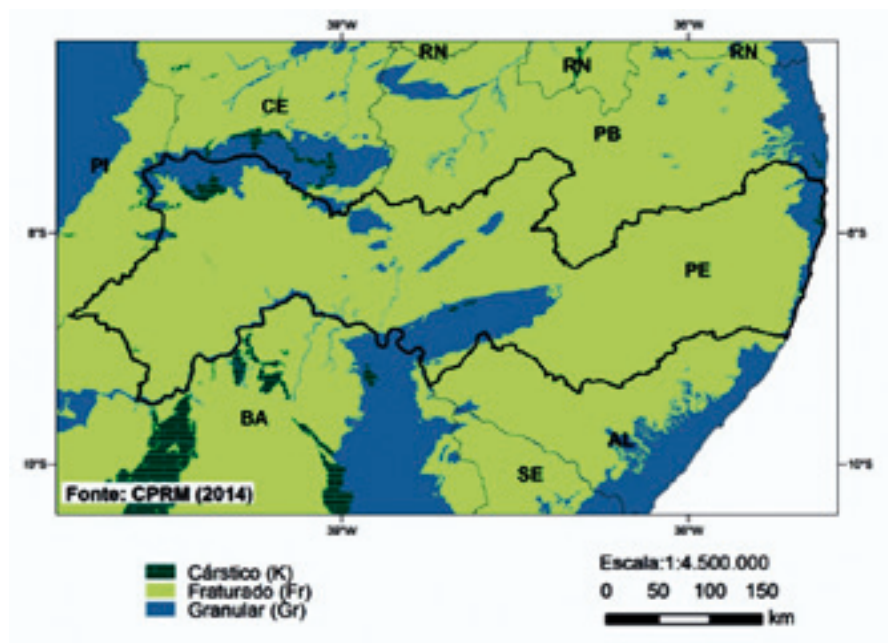


Figura 1 – Domínios hidrogeológicos do Estado de Pernambuco.

de serviços para localizar poços ainda não instalados, abandonados ou paralisados, que tenham capacidade de produção sustentável, seja para o abastecimento humano (água doce ou levemente salobra) ou animal (levemente salgada).

## Revitalização dos Sistemas de Abastecimento

A ação visa identificar poços e sistemas simplificados de abastecimento por água subterrânea que, por qualquer razão, estejam abandonados, paralisados ou não-instalados e que possam, a partir de algumas intervenções, ser postos em operação. Estima-se, inicialmente a revitalização de 330 sistemas de abastecimento, em seus diversos componentes já existentes, tais como: bomba, tubulação, caixa d'água, chafariz simplificado, instalação elétrica, bebedouro animal, entre outros.

Inicialmente está prevista a seguinte distribuição de municípios beneficiados:

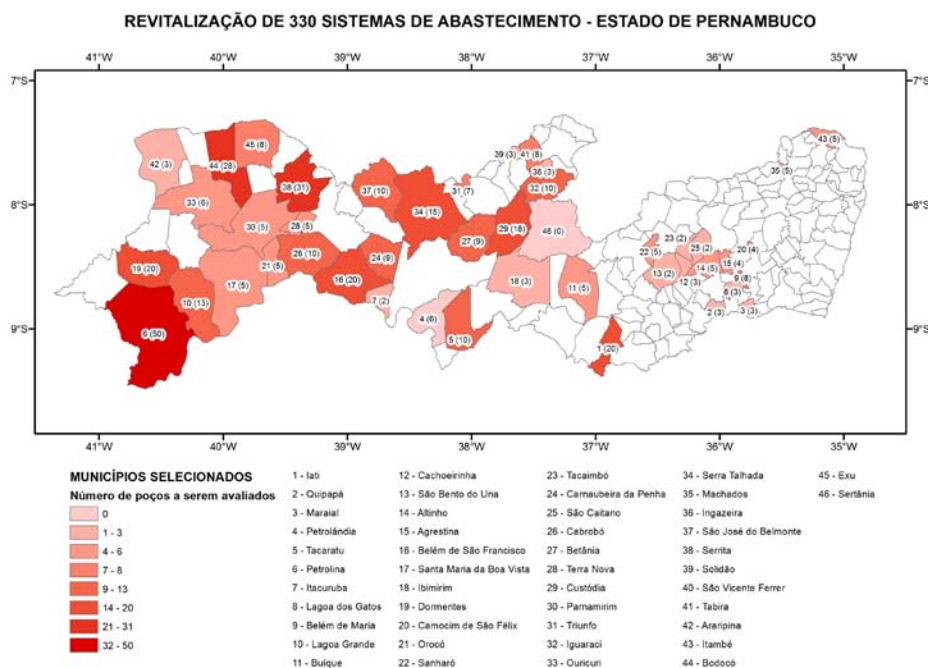


Figura 2 – Mapa Densidade de Poços por Município.

## Condicionantes iniciais para a escolha das comunidades beneficiadas:

Os trabalhos serão desenvolvidos de forma a destacar os compromissos de transparência e de responsabilidade social com os diversos públicos envolvidos. Propõe-se que as condições a seguir discriminadas, sejam referências para a seleção da comunidade a ser beneficiada:

- Indicação, pelo MME, dos municípios pernambucanos, prioritários para atendimento;
- Comunidade em situação crítica de abastecimento, com demanda por água caracterizada;
- Existência, na localidade indicada, de um poço ou sistema de abastecimento, localizado prioritariamente em terreno público, com condições mecânicas que permitam a revitalização e capacidade de produção de

água, preferencialmente, com baixo teor de sais. Se localizado em terreno particular, o proprietário emitirá um Termo de Doação do Terreno, tornando-o público e de livre acesso à comunidade;

- Benefício direto de, no mínimo, 10 famílias;
- Disponibilidade de energia elétrica, no poço;
- Comunidade organizada (associações comunitárias) e com participação ativa nos processos de revitalização;
- Formalização institucional de um Termo de Responsabilidade para operação e manutenção do sistema de abastecimento;
- Atendimento aos regulamentos do órgão gestor dos recursos hídricos e gestão ambiental.

## **Metodologia**

A metodologia proposta para a realização do trabalho de diagnóstico da situação atual é similar à utilizada no programa Cadastramento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, executado pela CPRM em 2004/2005, e que levou ao lançamento do Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Estado de Pernambuco. Complementarmente, baseia-se também, na experiência adquirida pela CPRM na instalação de quase 500 sistemas de abastecimento no semiárido nordestino, no que se refere ao sistema de produção de água.

Um Sistema Simplificado de Abastecimento por Água Subterrânea (SSAs), instalado em poços de água doce ou ligeiramente salobra deve apresentar, em sua forma mais completa, os seguintes componentes, cuja operacionalidade será objeto de detalhada análise por parte das equipes de campo:

- Sistema de bombeamento e educação – bomba, tubos e dutos e acessórios hidráulicos e elétricos;
- Sistema de adução e reservação – tubulação adutora e reservatório de água;
- Sistema de distribuição – chafariz comunitário e bebedouro para animais;
- Instalação de proteção – cercado de proteção para o poço e o chafariz;

As atividades programadas serão desenvolvidas em fases distintas, a seguir discriminadas:

## **Fase I – Planejamento e Preparação**

Contempla as atividades relacionadas ao planejamento e preparação para os trabalhos de campo:

- Caracterização hidrogeológica dos municípios beneficiados, indicados pelo MME. O processo de seleção de poços para revitalização e de comunidades beneficiadas, envolve dezenas de atores representantes de entidades governamentais e não governamentais.
- Coleta de dados básicos - compreenderá o levantamento de dados básicos de todos os municípios com informações geopolíticas, geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas; aquisição e organização de bancos de dados de poços existentes; etc.
- Mobilização e preparação dos recursos humanos:
  - Levantamento das necessidades e alocação dos recursos humanos próprios necessários;
  - Realização de reuniões para discussão, uniformização e padronização das ações, procedimentos e produtos previstos no Projeto;
  - Treinamento das equipes de campo e de apoio;
- Aquisição de Equipamentos e Materiais
  - Preparação e realização dos processos licitatórios;
  - Aquisição complementar de equipamentos e ferramentas necessários para a realização dos trabalhos de campo: GPS, condutivímetros, medidores de nível, etc;

- Aquisição de materiais de consumo;
- Disponibilização dos veículos necessários às equipes de campo e de apoio.
- Preparação e implementação de campanha de divulgação.

## **Fase II – Serviços de Campo 1 (diagnóstico)**

Iniciada imediatamente após a conclusão da fase anterior compreende o levantamento propriamente dito, podendo priorizar os municípios mais afetados pela seca. Os trabalhos, de forma resumida, englobam as seguintes atividades:

- Confirmação de dados de campo, como: acessibilidade interna ao poço, profundidade do poço, nível estático da água, coleta de amostra d'água para avaliação da salinidade e pH e identificação de fontes potenciais de contaminação. Tipo e situação da energia elétrica disponível – distancia ao poço;
- Recuperação do histórico do poço – tempo de construído, documentação da perfuradora, instalação anterior, motivo da não instalação ou da paralisação, documento de propriedade do poço e autorização para as intervenções a serem executadas pela CPRM;
- Indicação do poço para consumo humano e/ou dessedentação animal;
- Elaboração do esboço inicial do projeto executivo para revitalização, incluindo memorial descritivo, necessidade de execução de teste bombeamento, desenhos e fotos.

Com relação a qualidade da água, é avaliada a medida da condutividade elétrica o que permite o seu enquadramento para uso humano ou também para uso animal considerando os seguintes parâmetros:

- Consumo Humano (Padrão de Potabilidade segundo a Organização Mundial de Saúde): Ideal:  $CE \leq 1.400 \mu S/cm$  ou  $STD \leq 1.000 mg/l$
- Consumo Animal (Classificação de Logan, 1965):
  - Classe Boa:  $CE \leq 3.500 \mu S/cm$  ou  $STD \leq 2.500 mg/l$
  - Classe Satisfatória:  $3.500 \leq CE \leq 5.000 \mu S/cm$  ou  $2500 \leq STD \leq 3.500 mg/l$
  - Classe Pobre:  $5.000 \leq CE \leq 6.500 \mu S/cm$  ou  $3500 \leq STD \leq 4.500 mg/l$
  - Classe Insatisfatória:  $CE \geq 6.500 \mu S/cm$  ou  $STD \geq 4.500 mg/l$

## **Fase III – Serviços de Campo 2 (teste de bombeamento)**

Os projetos executivos elaborados na fase final do diagnóstico, somente são autorizados e liberados para a revitalização dos sistemas, após a avaliação da capacidade temporária de produção, realizada com base nos dados obtidos nos testes de bombeamento e nas análises físico químicas da água, ou seja:

- Execução de teste de bombeamento para avaliação da capacidade produtiva, com coleta de água para análise físicoquímica;
- Formalização da documentação de propriedade/doação e compromisso para a operação e manutenção;
- Finalização/aprovação do projeto executivo, considerando os resultados do teste de bombeamento.

## **Fase IV – Serviços de Campo 3 (revitalização)**

Implementação dos Projetos Executivos.

## **Fase V – Serviços de Escritório**

É desenvolvida paralelamente e após os trabalhos de campo. Compreende serviços de organização, consistência e sistematização dos dados coletados, atualização do SIAGAS, avaliação dos resultados e elaboração dos produtos finais (relatórios, mapas e banco de dados).

## **Sustentabilidade dos sistemas revitalizados**

### ***Capacitação comunitária para uso e conservação dos sistemas e da água;***

O maior problema encontrado por programas de perfuração, revitalização e instalação de poços públicos no semiárido é a continuidade da operação, após a entrega da obra à população. As razões são conhecidas, há muito tempo, entre elas destacam-se: ausência de organização da comunidade, ingerência política, falta de capacitação de operadores do sistema de abastecimento, problemas com manutenção e reposição de equipamentos, custo da energia elétrica etc. O combate efetivo a tais problemas passa, necessariamente, pela implantação de um monitoramento de tais sistemas, de modo a garantir o desenvolvimento e a evolução da comunidade até que ela possa, efetivamente, assumir com eficácia a autogestão dos Sistemas.

Neste contexto, a CPRM programa: a formalização com a Prefeitura e/ou Associação/Cooperativa de Moradores, de um Termo de Compromisso que venha a garantir a operação e manutenção do sistema revitalizado; Instruir a comunidade beneficiada sobre o correto uso dos SSAs; e a elaboração de um Manual de Manutenção dos sistemas.

### **Estratégia de atuação**

Considerando a expectativa da identificação de cerca de 330 poços em condições favoráveis a revitalização, será possível a execução da fase II, em três meses, com oito a dez equipes de campo. As fases seguintes podem ser iniciadas concomitantemente a segunda, desde que atendida às exigências quanto ao processo licitatório.

As fases I, II e V serão realizadas exclusivamente por pessoal da CPRM, enquanto as fases III e IV por empresas terceirizadas. Todo o serviço contratado terá o acompanhamento técnico e fiscalização das equipes da CPRM.

### **População Beneficiada**

Aproximadamente 82.500 pessoas (supondo atendimento a 250 pessoas/sistema).

## GESTÃO DA INFORMAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

### SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - SIAGAS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) tem como objetivo: coletar, consistir, armazenar e disponibilizar dados e informações georreferenciadas; inicialmente para dar suporte à elaboração de mapas hidrogeológicos e, posteriormente, para atender as demandas dos usuários, oriundos da área de Recursos Hídricos e correlatas. Permite o acesso a dados cadastrais, construtivos, geológicos, hidrogeológicos, testes de bombeamento e análises químicas de diversos poços por todo o território nacional. Representa um instrumento de apoio à decisão, dando suporte aos pesquisadores, planejadores e gestores no desenvolvimento da pesquisa geocientífica e na aplicação das políticas públicas relacionadas com a gestão e o aproveitamento racional dos recursos hídricos subterrâneos.

**Abrangência:** Nacional (todo território brasileiro)

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Ao final do ano de 2017, encontram-se cadastrados na base de dados do SIAGAS 299.399 pontos de água. O total de poços novos/incluídos na base de dados do SIAGAS, durante o ano de 2017, foi de 16.929 pontos de água.

**Duração:** projeto contínuo (desde 1997)

**Status:** em execução (Acesso: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>)

**Liderança:** Valmor Freddo

**Contato:** [valmor.freddo@cprm.gov.br](mailto:valmor.freddo@cprm.gov.br)



## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A CPRM tem a missão de gerar e difundir o conhecimento geocientífico, com excelência, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil, e no âmbito dos recursos hídricos é o responsável pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas- SIAGAS<sup>1</sup>. O SIAGAS foi criado com o objetivo de coletar, consistir, armazenar e disponibilizar dados e informações georreferenciadas de pontos d'água (subterrânea); inicialmente para dar suporte à elaboração de mapas hidrogeológicos inseridos no Programa Levantamentos Geológicos Básicos da CPRM e, posteriormente, para atender as demandas dos usuários, oriundos da área de Recursos Hídricos e correlatas. O SIAGAS, por meio de sua ferramenta de disponibilização e interpretação de dados, permite a elaboração/visualização de diversos mapas que auxiliam a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, uma vez que esta atribuição e responsabilidade, no Brasil, pertence aos órgãos estaduais (Secretarias e/ou Institutos de Meio Ambiente). Uma das preocupações prioritárias, desde o início do desenvolvimento deste sistema, foi fornecer aos gerentes e tomadores de decisões, informações cada vez mais qualificadas e relevantes. Daí que a filosofia adotada foi de abordagem de um banco de dados, estruturado em um modelo de dados com conteúdo abrangente, de modo a permitir maior flexibilidade, racionalização e intercâmbio com outras bases de dados.

### Justificativa

A CPRM com atribuições de Serviço Geológico do Brasil desempenhou nacionalmente um papel muito importante na área de perfuração de poços para água. Os profissionais vinculados a esta área de trabalho receberam capacitação em engenharia de perfuração na Petrobrás, atingindo um nível técnico considerado de excelência no setor. A quantidade de informações de excelente qualidade, oriundas da atuação da CPRM na perfuração de poços, motivou a idéia da criação de um banco de dados para resguardar este conhecimento. Esta idéia evoluiu a partir da necessidade de informações hidrogeológicas para compor mapas temáticos no âmbito do Programa Levantamentos Geológicos Básicos (PLGB), a maior parte coletados em instituições vinculadas à área de água subterrânea. Surgiu, então o SIAGAS. Inicialmente, atendia apenas as necessidades internas, entretanto, à medida que aumentava a quantidade de dados, evoluía a convicção que o Serviço Geológico do Brasil, em função de seu perfil, era a única instituição brasileira com estrutura para arcar com a responsabilidade de criar, administrar e disponibilizar uma base de dados nacional de água subterrânea, anseio de toda a comunidade hidrogeológica e de perfuradores de poços. Neste sentido, o Departamento de Hidrologia- DEHID iniciou nacionalmente, através das onze Unidades Regionais, um programa sistemático de alimentação da base de dados, acelerando a coleta externa de informações.

### Objetivos

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS é uma ferramenta utilizada, de forma descentralizada, para a coleta, consistência, armazenamento e difusão de dados e informações hidrogeológicas que visa atender os seguintes objetivos:

- Realizar, utilizando os módulos do SIAGAS e outras rotinas pré-estabelecidas, o cadastramento, a consistência e a alimentação da base de dados central dos poços, de acordo com as metas acordadas, credenciando o Serviço Geológico do Brasil como principal referência em termos de base de dados hidrogeológica do país.

---

<sup>1</sup><http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>

- Promover a alimentação sistemática da base central de dados, mediante um processo contínuo de fluxo de dados, garantido por regras de segurança e integridade do sistema de organização e alimentação.
- Promover ações internas e externas visando consolidar o SIAGAS como o sistema de informações de referência de águas subterrâneas – SIAGAS – seja na pesquisa, estudo e produção de mapas hidrogeológicos, em ambiente SIG ou através de articulações inter-institucionais visando a contínua alimentação da base de dados.
- Desenvolver, a partir da base de dados regional do SIAGAS, Mapas de Águas Subterrâneas Regionais e forma de apoio técnico aos órgãos gestores estaduais, no âmbito dos instrumentos de gestão de recursos hídricos subterrâneos.
- Direcionar a coleta de informações, para atender o enriquecimento da base de dados, principalmente, relativos aos perfis litológico e construtivo e dados hidrodinâmicos e hidroquímicos.
- Fortalecer os instrumentos de cooperação técnica – SIAGAS com os órgãos gestores e intervenientes em recursos hídricos.

### **Atividades**

O Projeto tem como escopo de trabalho:

- Revisão das rotinas e processos de consistência;
- Capacitação/Treinamento;
- Consistência da base de dados;
- Alimentação das bases regionais;
- Avaliação e suporte técnico à alimentação e consistência dos dados;
- Alimentação da base central de dados de poços;
- Produção de mapas temáticos de hidrogeologia em ambiente SIG.

### **Panorama Atual**

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS é um projeto institucional, contínuo (desde 1997) e realizado em todo o território nacional. Ao final do ano de 2017, encontram-se cadastrados na base de dados do SIAGAS 299.399 pontos de água, sendo que o maior aporte em 2017 ocorreu na Superintendência de São Paulo (SUREG/SP), com a inclusão de 8.898 novos pontos de água cadastrados (5.056 poços no Estado do Paraná e 3.842 poços no Estado de São Paulo). O total de poços novos/incluídos na base de dados do SIAGAS, durante o ano de 2017, foi de 16.929 pontos de água.

Todo o conteúdo do projeto pode ser encontrado na plataforma SIAGAS Web, que permite fácil acesso à informação pela internet possibilitando pesquisas hierarquizadas, tanto pontuais como espaciais, viabilizando aos usuários, utilizá-la numa ampla gama de aplicações, desde a gestão, monitoramento das águas subterrâneas, estudos de avaliação hidrogeológica e de oferta de água. Todos os dados encontram-se disponíveis no site: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>.

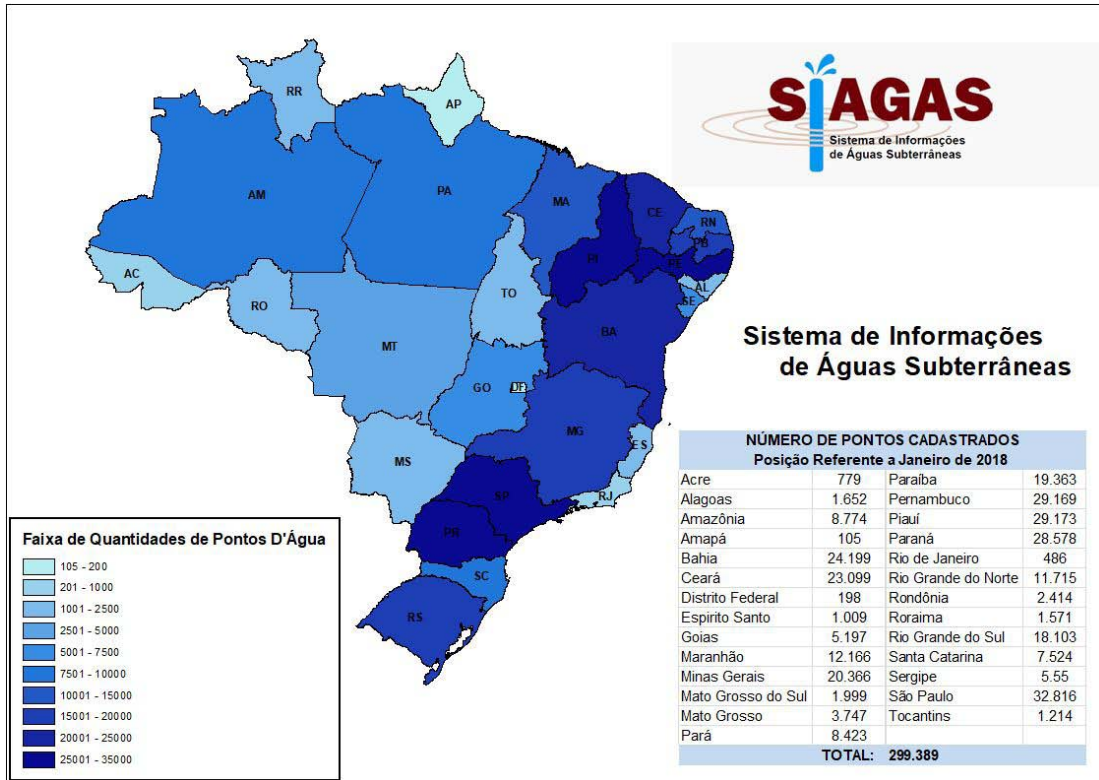


Figura 1 – Distribuição, por estado, do número de poços cadastrados no SIAGAS.

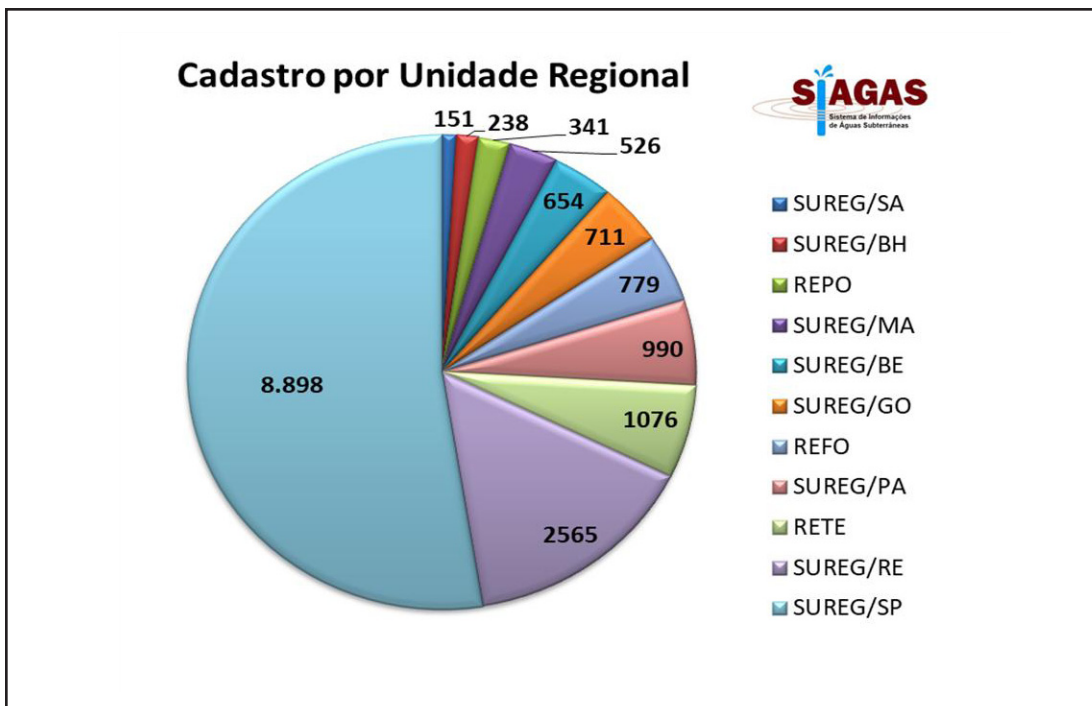


Figura 2 – Total de poços cadastrados por unidade regional da CPRM no ano de 2017.

## **Produtos**

Serão gerados os seguintes produtos deste projeto:

- Base de dados nacional de águas subterrâneas com, aproximadamente, 300 mil poços cadastrados (Janeiro/2018);
- Número de poços consistidos;
- Número de poços cadastrados;
- Número de poços com enriquecimento de dados;
- Relatório de Visita Técnica.

## **Benefícios**

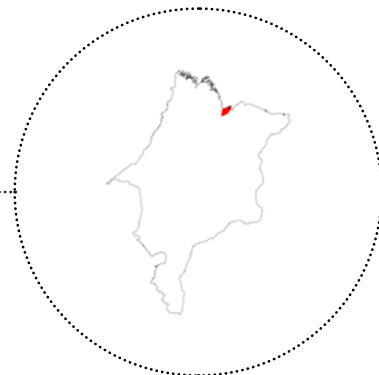
- Agregação de valor à Base de Dados de Poços;
- Instrumento de apoio à gestão racional dos recursos hídricos subterrâneos;
- Insumo para a elaboração dos Mapas Temáticos em Hidrogeologia;
- Apoio à Política Nacional de Recursos Hídricos.

## **Conclusão**

- Espera-se, como trabalho futuro, o desenvolvimento das seguintes atividades:
- Cadastro e inclusão de poços novos para cumprimento das metas anuais;
- Consistência e enriquecimento do banco de dados;
- Implantação da nova plataforma SIAGAS/MODDAD Web (cadastro de poços em módulo online e descentralizado, através de administradores do banco de dados);
- Fortalecimento dos termos/acordos de cooperação técnica com os órgãos gestores estaduais de recursos hídricos e de meio ambiente;
- Levantamento de informações de poços através de parcerias com empresas públicas e privadas.

## PESQUISA, ESTUDOS E CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA

### ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO LUIS - MA



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O Projeto é fruto de parceria técnica entre a CPRM e a ANA, com apoio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA) e objetiva a geração de conhecimento hidrogeológico sobre os sistemas aquíferos da Ilha de São Luís / Maranhão, no sentido de orientar a definição de estratégias de gestão das águas subterrâneas da RMSL (Região Metropolitana de São Luís), visando a sua preservação e seu uso sustentável.

**Abrangência:** RMSL – Região Metropolitana de São Luís.

**Natureza:** Parceria com a ANA com apoio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA)

**Produtos/Resultados:** O principal produto do Projeto constará da análise detalhada da situação atual do abastecimento de cada município da RMSL e as alternativas de curto, médio e longo prazo para o suprimento das demandas no período mínimo de 20 anos. Também serão delimitadas as áreas de proteção das águas subterrâneas acompanhando as providências necessárias a serem implementadas pelo poder público.

**Duração:** 25 meses

**Status:** Em execução

**Liderança:** João Alberto Oliveira Diniz- Coordenador / Carlos Eduardo Sobreira Leite – Chefe do Projeto

Contato: [joão.diniz@cprm.gov.br](mailto:joão.diniz@cprm.gov.br); [carlos.leite@cprm.gov.br](mailto:carlos.leite@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

Considerando a missão institucional do Serviço Geológico do Brasil, bem como sua reconhecida expertise em trabalhos desta natureza, as ações deste projeto são desenvolvidas através da formalização de um Termo de Cooperação ANA/CPRM, através da modalidade “Descentralização Orçamentária”.

O projeto está estruturado em total consonância com as atividades previstas na Agenda da ANA em Águas Subterrâneas, instituída com base no Programa Nacional de Águas Subterrâneas (PNAS) e no Programa VIII do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Os estudos programados se enquadram na atividade “Identificar e elaborar estudos em aquíferos em regiões metropolitanas onde a água subterrânea é importante no abastecimento”.

As atividades foram definidas em decorrência de intensas reflexões sobre a importância da água subterrânea na Região Metropolitana de São Luís- RMSL e sua utilização para o abastecimento público. Representa uma visão hidrogeológica à luz das demandas associadas a meios urbanos e/ou outros tipos de atividades, como agrícolas e industriais, considerando as potencialidades e vulnerabilidades hídricas subterrâneas locais.

### Justificativa

O crescimento populacional da RMSL nas últimas décadas é bastante expressivo. Segundo dados do Censo do IBGE houve um crescimento populacional médio de 22% entre 2000 e 2010 nos municípios que compõem a RMSL – São Luís, Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar. O município de São José do Ribamar merece destaque, exibindo um incremento de 54% no período entre 1991 e 2010. O desenvolvimento socioeconômico tem se intensificado na região e com isso a demanda pelo uso da água cresce substancialmente.

A Região Metropolitana de São Luís tem um sistema misto de abastecimento que inclui captações em corpos superficiais e subterrâneos. Esse sistema, todavia, não atende de forma completa a população da RMSL, o que ocasionou na grande procura de água subterrânea para suprir esse déficit do abastecimento público nos últimos anos.

Nesse sentido, é imprescindível e urgente a necessidade de se conhecer a real disponibilidade hídrica subterrânea, suas interações com os mananciais superficiais, sua vulnerabilidade à contaminação, bem como a demanda atual de água subterrânea e os cenários futuros de exploração. Somente considerando os usos conjuntos das águas de superfície e subterrânea e o prognóstico dos seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica nas bacias, se tornará possível a tomada de decisões estratégicas para a proteção dos mananciais em bases técnicas e científicas consistentes.

### Objetivos

Caracteriza-se como objetivo geral do Projeto a geração de conhecimento hidrogeológico sobre os sistemas aquíferos da Ilha de São Luís / Maranhão, no sentido de orientar a definição de estratégias de gestão das águas subterrâneas da RMSL, visando a sua preservação e seu uso sustentável.

### Atividades

O Projeto tem como escopo de trabalho:

- Levantamento, sistematização e interpretação de dados bibliográficos e cartográficos;
- Caracterização do meio físico: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Hidrologia, Hidrometeorologia e Geofísica;

- Levantamento hidrogeológico;
- Estudos climatológicos e avaliação hidrológica;
- Ensaios de infiltração;
- Testes de aquíferos;
- Rede de monitoramento das águas subterrâneas – qualitativo e quantitativo;
- Coletas de amostras de água subterrânea para análises físico-químicas, microbiológicas e isotópicas;
- Avaliação de recargas, reservas, potencialidades, disponibilidades e exploração atual das águas subterrâneas;
- Avaliação da urbanização e de outras atividades antrópicas impactantes nas águas subterrâneas da RMSL;
- Formulação de estratégias de manejo sustentável das águas subterrâneas da RMSL.

### **Estudos concluídos**

Dentre as atividades previstas no Projeto foram já concluídas:

- Caracterização geológica e tectônica;
- Geomorfologia e Pedologia;
- Investigação Geofísica;
- Cadastro de poços e nascentes;
- Definição de pontos para monitoramento quali-quantitativo;
- Estudos climatológicos e avaliação hidrológica;
- Campanhas de coleta de água para análises físico-químicas, microbiológicas e isotópicas;
- Levantamento do uso e ocupação da terra;
- Levantamento do suprimento e demanda de água;
- Vulnerabilidade e risco potencial de contaminação das águas subterrâneas da RMSL.

### **Produtos**

- Mapa Geológico, perfis geológicos e blocos diagramas;
- Mapa de domínios estruturais;
- Cenário atual da gestão dos recursos hídricos na Ilha do Maranhão;
- Perfis geofísicos e seções interpretadas;
- Mapa hidrológico de solos;
- Mapa de solos;
- Mapa de uso e ocupação do solo;
- Mapa de vulnerabilidade natural dos aquíferos à contaminação;
- Mapa de classificação de potencial de carga contaminante de fontes difusas;
- Mapa de risco potencial de contaminação às águas subterrâneas;
- Mapa geomorfológico;
- Mapa de potencial hidrogeniônico (pH) da RMSL;
- Mapa de condutividade elétrica da RMSL;
- Mapa de concentração de STD (Sólidos Totais Dissolvidos) da RMSL.

### **Benefícios**

Os resultados deste Projeto conduzirão à proposição de políticas e estratégias de manejo que busque a preservação e uso sustentável das águas subterrâneas da RMSL, contribuindo com o desenvolvimento da região e com a qualidade de vida da população, corroborando com às diretrizes gerais de ações previstas na Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Maranhão (Lei nº 8.149, 15/06/2004).

## **Conclusão**

O projeto encontra-se ainda em fase de execução onde, com a construção dos poços de monitoramento (quatro), a execução dos testes de aquíferos e a posterior consolidação e integração dos dados hidrogeológicos, serão finalizadas as atividades de hidrogeologia. A realização dos seminários de gestão previstos na RMSL, com os atores envolvidos nos processos de gestão dos recursos hídricos na Ilha de São Luís, possibilitará a conquista do objetivo geral deste Projeto.



## PESQUISA, ESTUDOS E CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA

### ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DAS REGIÕES URBANA E PERIURBANA DE MANAUS/AM



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O Projeto é fruto de parceria técnica entre a CPRM e a ANA, com apoio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA) e objetiva a geração de conhecimento hidrogeológico sobre os sistemas aquíferos da Ilha de São Luís / Maranhão, no sentido de orientar a definição de estratégias de gestão das águas subterrâneas da RMSL (Região Metropolitana de São Luís), visando a sua preservação e seu uso sustentável.

**Abrangência:** RMSL – Região Metropolitana de São Luís.

**Natureza:** Parceria com a ANA com apoio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA)

**Produtos/Resultados:** O principal produto do Projeto constará da análise detalhada da situação atual do abastecimento de cada município da RMSL e as alternativas de curto, médio e longo prazo para o suprimento das demandas no período mínimo de 20 anos. Também serão delimitadas as áreas de proteção das águas subterrâneas acompanhando as providências necessárias a serem implementadas pelo poder público.

**Duração:** 25 meses

**Status:** Em execução

**Liderança:** João Alberto Oliveira Diniz- Coordenador / Carlos Eduardo Sobreira Leite – Chefe do Projeto

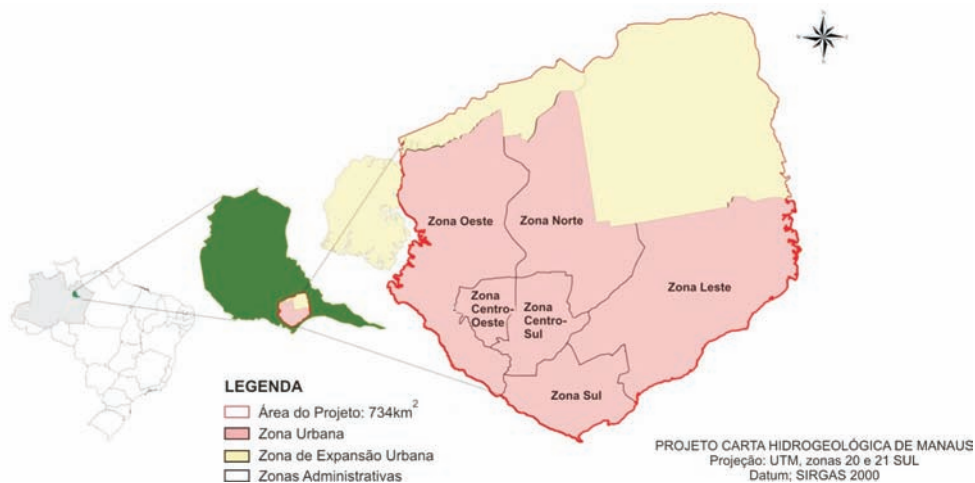
Contato: [joão.diniz@cprm.gov.br](mailto:joão.diniz@cprm.gov.br); [carlos.leite@cprm.gov.br](mailto:carlos.leite@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

Trata-se de um Termo de Execução Descentralizada (TED n. 02/2017/ANA), iniciado em julho de 2017, com duração de 18 meses, conduzido pela Superintendência Regional de Manaus. Tem como objetivo principal ampliar o conhecimento sobre o Aquífero Alter do Chão na região urbana e periurbana de Manaus, e sua relação com a água superficial, contemplando seus diversos usos e os aspectos do meio físico da região. Este estudo servirá como base para a formulação de políticas públicas de gestão das águas subterrâneas. Inclusive, terá uma abrangência temática bastante expressiva envolvendo temas, como: geologia, geomorfologia, climatologia/meteorologia, hidrologia de superfície, geofísica, hidrogeoquímica, uso e ocupação do solo e gestão territorial.

O projeto é uma parceria da Agência Nacional de Águas – ANA com o Serviço Geológico do Brasil- SGB, que conta com o apoio de institutos e universidades locais, de elevado conhecimento nos diversos temas integrantes do Projeto. Trata-se de uma equipe multidisciplinar, envolvendo mais de 30 (trinta) profissionais.



**Figura 1** - Mapa da Área do Projeto

### Justificativa

O projeto tem como ponto focal a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos das regiões urbana e periurbana de Manaus e suas interações com os mananciais superficiais, com vistas a subsidiar a gestão integrada de recursos hídricos, especialmente no que tange o uso e a ocupação da terra. Com este intuito serão apresentadas propostas de normas e procedimentos para a gestão das águas subterrâneas, necessárias para o uso sustentável do aquífero.

Este estudo deverá considerar todos os aspectos de um estudo hidrogeológico, viabilizando a preservação e o uso sustentável das águas subterrâneas das regiões urbana e periurbana de Manaus e contribuindo com o desenvolvimento da região e com a qualidade de vida para a população.

O desenvolvimento desses estudos vem ao encontro das diretrizes gerais de ações previstas na Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amazonas (Lei no 2.712/2001), assim como ao estabelecido no Decreto nº 28.678/2009.

## Atividades

Com relação aos trabalhos executados (escala de 1:25.000), a CPRM disponibilizará para a ANA, quatro relatórios parciais e um relatório final, inclusive um relatório executivo (linguagem não técnica). Deverá também, realizar dois seminários e logo depois de cada relatório parcial, fazer uma apresentação sobre os trabalhos realizados no período. As apresentações serão realizadas na sede da área do projeto, com a participação de técnicos da ANA e também da Comissão Técnica de Acompanhamento e Fiscalização (CTAF). A CTAF foi criada, também, para participar de decisões de questões não previstas no Termo de Execução Descentralizada (TED) do projeto. As atividades previstas no Projeto são:

- Cadastro de poços e nascentes;
- Cadastro de fontes potenciais de poluição das águas subterrâneas;
- Estudos climatológicos;
- Avaliação hidrológica;
- Recarga natural e ensaios de infiltração;
- Testes de aquífero;
- Monitoramento dos níveis e da qualidade das águas;
- Análises físico-químicas, microbiológicas e isotópicas das águas;
- Estudos de vulnerabilidade e risco potencial de poluição do aquífero;
- Geomorfologia;
- Geologia e geofísica;
- Solos e uso e ocupação da terra.

Dentre as atividades já realizadas pelo projeto em 2017, destacam-se:

- Cadastro de 262 poços de abastecimento;
- Cadastro de 29 nascentes;
- Caracterização da Geologia Local;
- Execução de duas SEV's (Sondagens Elétricas Verticais);
- Mapas das bacias hidrográficas locais com declividade;
- Coleta de amostras de água de 98 locais (poços tubulares, cacimbas e nascentes) para hidroquímica;
- Reuniões com órgãos e empresas relacionadas ao objeto do projeto.

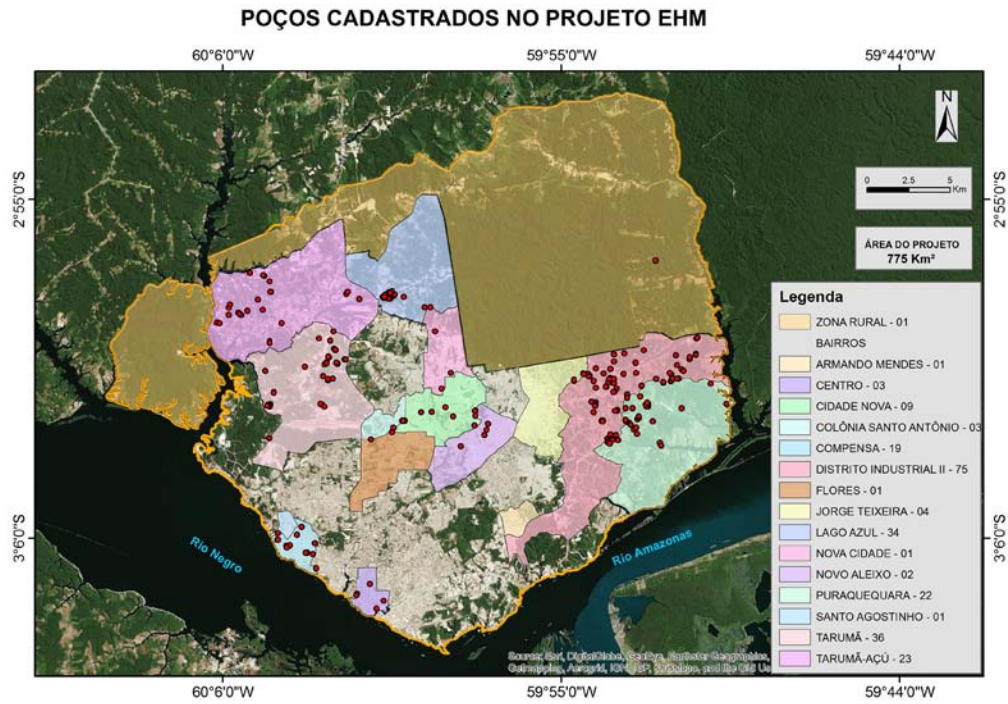


Figura 2 – Poços cadastrados no projeto em 2017.

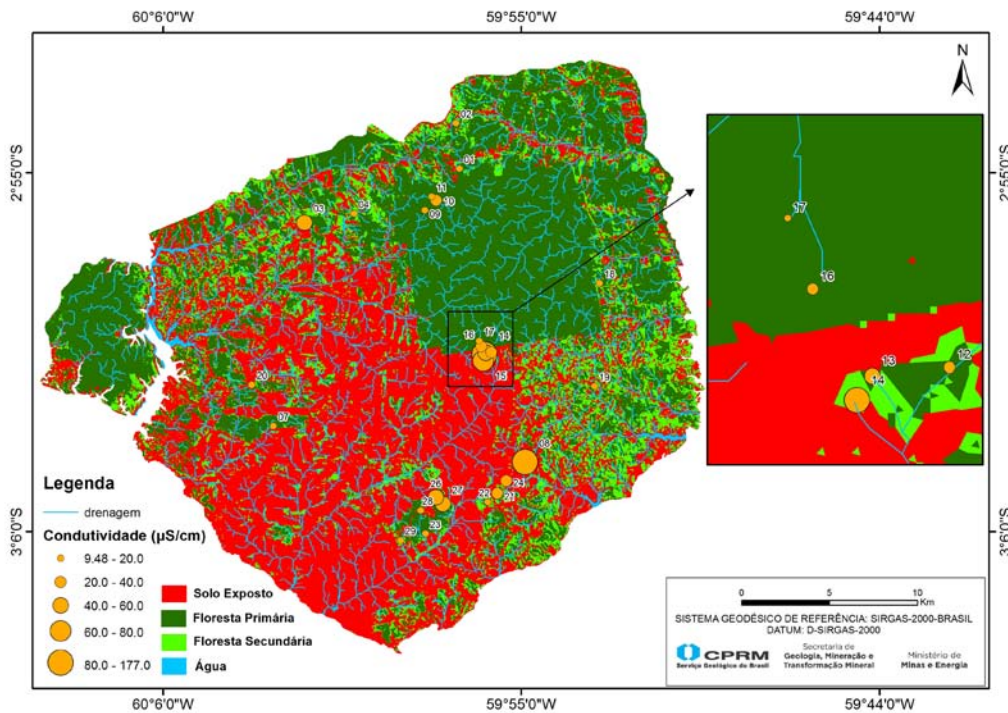


Figura 3 – Mapa das nascentes cadastradas e dos valores de condutividade elétrica medidos *in loco*. No fundo o mapa de uso e ocupação do solo.

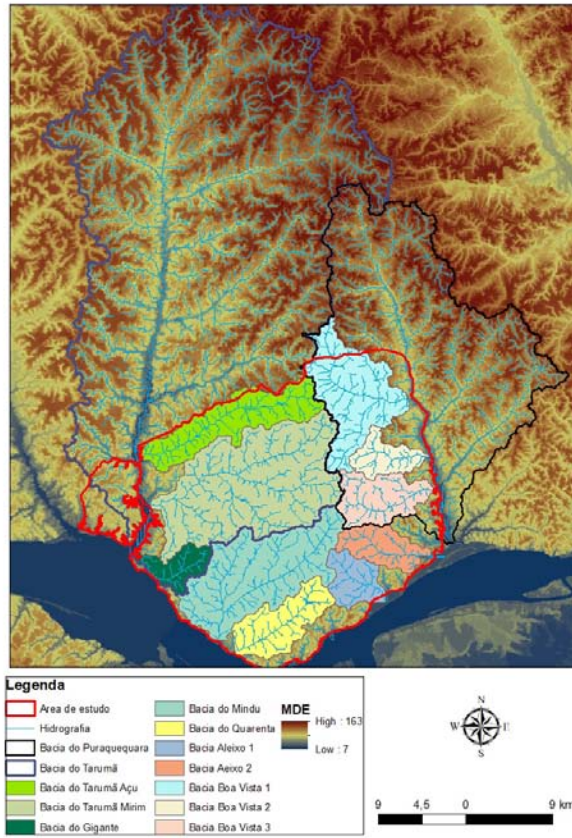


Figura 4 – Mapa das bacias hidrográficas da área de estudo.



Figura 5 – Folder do Projeto Estudos Hidrogeológicos das Regiões Urbanas e Periurbana de Manaus- Amazonas.

## **Resultado do Projeto**

Ao final do Projeto espera-se gerar conhecimento hidrogeológico sobre o sistema aquífero na cidade de Manaus e seu entorno, ampliar as informações quanto às relações entre os recursos hídricos subterrâneos e os corpos de água superficiais. Além de avaliar os locais com condições impróprias de uso tanto em termos de quantidade quanto de qualidade. Subsidiar, através do trabalho realizado, a melhoria da gestão das águas subterrâneas da Região Urbana e Periurbana de Manaus (RUPM) visando a sua preservação e seu uso sustentável. Além de propor uma rede de monitoramento quali-quantitativo para o aquífero da RUPM. As informações coletadas, sistematizadas e interpretadas, deverão compor um relatório síntese na forma digital, incluindo as diversas formas de apresentação dos resultados (tabelas, fichas, mapas, modelos etc). Os dados coletados e sistematizados deverão ainda ser disponibilizados na forma de um banco de dados no ArcGis 10.2 (filegeodatabase), apto a permitir a consulta das informações, a geração de novos mapas e atualização de informações, o qual será denominado de PROArcGis. Os dados de poços e nascentes deverão ser incluídos pela CPRM no banco do SIAGAS.

## PESQUISA, ESTUDOS E CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA

### DISPONIBILIDADE HÍDRICA: ELABORAÇÃO DE MAPAS HIDROGEOLÓGICOS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O projeto de Cartografia Hidrogeológica do Serviço Geológico do Brasil em ambiente SIG é parte integrante de um projeto maior denominado SIG de Disponibilidade Hídrica do Brasil que tem como objetivo desenvolver um Sistema de Informações Geográficas na temática Recursos Hídricos para o país a partir do conhecimento geológico e hidrológico existente.

**Abrangência:** Nacional

**Natureza:** Parceria Países da América do Sul e Estudos Brasileiros

**Produtos/Resultados:** Dentro deste projeto já foram elaborados vários produtos, como o Mapa Hidrogeológico do Brasil ao milionésimo, o Atlas Hidrogeológico do Brasil, recorte do mapa por folhas ao milionésimo e também, através de parcerias com várias instituições, o Mapa Hidrogeológico da Bacia do rio da Prata (CPRM/CIC Plata), os Mapas Hidrogeológicos do Paraná e Santa Catarina (CPRM/Governos Estaduais) e Mapas Hidrogeológicos das Regiões Metropolitanas do Recife – PE e de Goiânia – GO. Atualmente, em parceria com a Agência Nacional de Águas – ANA, estão sendo elaborados os Mapas Hidrogeológicos das Regiões Metropolitanas de São Luís – MA e de Manaus – AM.

**Duração:** Permanente

**Status:** Em andamento

**Liderança:** João Diniz

**Contato:** [joão.diniz@cprm.gov.br](mailto:joão.diniz@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

O Programa de Cartografia Hidrogeológica do Serviço Geológico do Brasil foi inicialmente concebido para a elaboração de produtos na temática águas subterrâneas, como parte integrante de um projeto maior denominado SIG DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO BRASIL, objetivando o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas de recursos hídricos, a partir do conhecimento geológico e hidrogeológico existente.

### Justificativa

O processo que promove o desenvolvimento coordenado e o gerenciamento da água, terra e recursos relacionados, para maximizar o resultado econômico e social de forma equitativa sem comprometer a sustentabilidade vital do ecossistema, é chamado de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos.

Os Mapas Hidrogeológicos prestam-se a esse propósito, servindo como instrumento de auxílio no enfrentamento dos vários processos que afetam o meio ambiente natural, tais como, o desenvolvimento urbano e rural e a atenuação de eventos críticos, como cheias e estiagens, de forma a fomentar o desenvolvimento sustentável da região e melhorar as condições de vida da população.

Sua importância vem se tornando a cada dia mais evidente, principalmente como decorrência das fortes variações e mudanças climáticas registradas.

### Objetivos

Fornecer uma análise das condições de ocorrência da água subterrânea em todo o país, ferramenta fundamental no apoio ao Planejamento e Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos, nas mais variadas escalas, desde os órgãos gestores estaduais a nível nacional e em escala transfronteiriça.

### Atividades

Visando o alcance dos objetivos estabelecidos, tem sido aplicada no projeto uma metodologia concebida para servir como documento básico para a planificação da utilização dos recursos hídricos subterrâneos em todo o país. Por essa razão, procura-se conduzir os trabalhos da forma mais uniforme possível, adotando-se os padrões internacionais de cartografia hidrogeológica, adaptados às nossas condições e finalidades, neste sentido, foi desenvolvida uma metodologia própria, já adotada por vários países do cone sul das Américas, que a utilizaram na elaboração do Mapa da Bacia do Prata.

### Estudos concluídos

Os produtos já lançados representam notável avanço na cartografia hidrogeológica no Brasil. Sua elaboração em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) permite sua contínua atualização, estritamente em consonância com as normas internacionais de cartografia hidrogeológica. Seu caráter pioneiro é ressaltado ao utilizar e, ao mesmo tempo, propor uma nova metodologia de elaboração, que se espera, seja adotada em todo o país.

Foram concluídos os seguintes produtos:

#### **Mapa Hidrogeológico do Brasil na escala 1:1.000.000**

Mapa hidrogeológico de Reconhecimento e/ou Planejamento, elaborado com um razoável nível de dados, fornecendo informações sobre a extensão, a geometria e a produtividade dos principais aquíferos do país.



Presta-se como ponto de partida para investigações mais detalhadas sobre as águas subterrâneas regionais, além de ressaltar dados existentes e lacunas de conhecimento.

### **Mapa Hidrogeológico da Bacia do Rio da Prata**

Durante o IV Diálogo Interamericano de Gestão de Águas (Foz do Iguaçu, Brasil, 2001) se consolidou a necessidade da elaboração de um programa para avançar na gestão integrada dos recursos hídricos em relação ao clima, na Bacia do Prata. A partir desta iniciativa e no âmbito do CIC<sup>1</sup> Bacia do Prata, iniciou-se a elaboração do Programa Marco para a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos hidrológicos decorrentes da variabilidade e mudança do clima, com financiamento do GEF<sup>2</sup> e apoio técnico e administrativo da OEA<sup>3</sup>, através do PNUMA<sup>4</sup> como sua agência de implantação. Dentro dessas diretrizes constava a elaboração do Mapa de Águas Subterrâneas da bacia.

A metodologia para sua elaboração foi concebida para planificar a disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos em todo o cone sul da América. A base geológica foi elaborada a partir de informações fornecidas por cada país participante, enquanto que as demais bases (planimétrica, de poços representativos, piezométrica e hidrológica) foram fornecidas por eles ou elaboradas a partir de programas computacionais utilizados.

O produto final, além do mapa hidrogeológico, mostra os seguintes cartogramas: Aquíferos transfronteiriços, Domínios hidrogeológicos, Hipsometria, Potenciometria, Bacias hidrográficas, Volumes anuais explorados, Qualidade das águas subterrâneas e Vulnerabilidade natural que, conjuntamente, constituem inestimável acervo para o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos existentes.

### **Atlas Hidrogeológico do Brasil**

O Atlas Hidrogeológico do Brasil, constitui em recorte do Mapa Hidrogeológico do Brasil nas 46 folhas da Base Cartográfica do Mundo que cobrem o país. Cada folha particulariza aquíferos e feições hidrogeológicas mais localizadas, não contempladas no Mapa Hidrogeológico do Brasil e se constituem de seções hidrogeológicas, cartogramas e nota técnica explicativa.

### **Mapas Hidrogeológicos Estaduais**

Dentro deste contexto já foram elaborados, através de parcerias com os Governos do Paraná e de Santa Catarina, os Mapas Hidrogeológicos desses Estados, nas escalas de 1:600.000 e 1:500.000, respectivamente.

### **Mapas Hidrogeológicos de Regiões Metropolitanas**

Considerando a grande crise hídrica pela qual o país atualmente atravessa, foram elaborados institucionalmente mapas hidrogeológicos das Regiões Metropolitanas de Recife – PE e Goiânia – GO, adotando-se a metodologia de cartografia hidrogeológica já consagrada na instituição.

Da mesma forma, por meio de acordos de cooperação com a Agência Nacional de Águas – ANA, encontram-se atualmente sendo desenvolvidos estudos nas regiões metropolitanas de São Luís – MA e Manaus – AM.

Os produtos destinam-se à gestão dos recursos hídricos subterrâneos locais, visando garantir o abastecimento hídrico dentro dos horizontes de tempo estabelecidos e preservação destes mananciais.

---

<sup>1</sup>Comitê Intergovernamental Coordenador

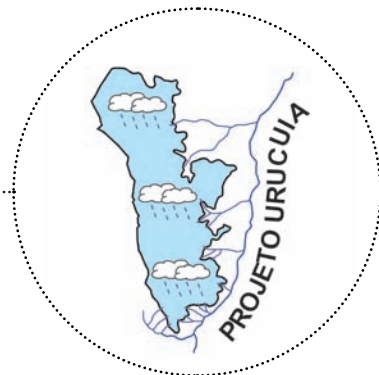
<sup>2</sup>Global Environment Facility, em português Fundo Global para o Meio Ambiente

<sup>3</sup>Organização dos Estados Americanos

<sup>4</sup>Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, cuja sigla é PNUMA, (em inglês: United Nations Environment Programme, UNEP)

## PESQUISA, ESTUDOS E CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA

### ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS NO SISTEMA HÍDRICO URUCUIA



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** A Bacia Sanfranciscana, cobertura Fanerozóica do Cráton do São Francisco, área de maior ocorrência do Sistema Aquífero Urucua (SAU), constitui a principal área de recarga do rio São Francisco, conhecido como o “rio da integração Nacional”. As mudanças climáticas globais e o incremento das atividades agrícolas vêm reduzindo sua disponibilidade hídrica total, com reflexos danosos na região nordeste do Brasil. O SAU ainda contribui com o fluxo de base do rio Tocantins e para as nascentes do rio Parnaíba.

**Abrangência:** Nacional

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Levantamento, geração e disponibilização de informações e conhecimentos sobre a ocorrência, potencialidades, circulação e utilização dos recursos hídricos na área. Obtenção de informações que permitam a elevação da disponibilidade hídrica total e a manutenção das vazões de base do rio São Francisco a partir de seu médio curso, garantindo o desenvolvimento hídrico sustentável de expressiva parcela da nação, além de viabilizar a implantação dos grandes projetos estruturantes para o país.

**Duração:** 04 anos

**Status:** Em execução

**Liderança:** Amilton Cardoso/João Diniz

**Contato:** [Amilton.cardoso@cprm.gov.br](mailto:Amilton.cardoso@cprm.gov.br)/[joao.diniz@cprm.gov.br](mailto:joao.diniz@cprm.gov.br)

## **DESCRIÇÃO DO PROJETO**

### **Introdução**

O Aquífero Urucuia, um dos mais expressivos do país, ocorre, em sua maior parte na Bacia hidrográfica do São Francisco, estendendo-se desde o extremo sul do Maranhão e Piauí, passando pelo Tocantins, Goiás, Bahia (onde ocupa a maior área) e Minas Gerais. Ocupa uma área total estimada em 142.061 km<sup>2</sup>.

A descarga natural das águas subterrâneas do Aquífero Urucuia é responsável pela manutenção das vazões de base de três dos principais rios do Brasil- o São Francisco, o Tocantins e o Parnaíba. O intenso processo de desenvolvimento por que tem passado a região, com o incremento da demanda por água subterrânea, tem despertado preocupações no meio técnico e governamental a respeito da necessidade do estabelecimento de um programa de gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas, visando garantir a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento regional.

### **Justificativa**

Para a implantação da gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos existentes e seu gerenciamento integrado, torna-se necessário o conhecimento do comportamento do ciclo hidrológico local, das características de uso e ocupação do solo, da vulnerabilidade natural dos aquíferos e da implantação de um programa de monitoramento sistemático.

Sem a adoção de tais procedimentos, será iminente a ocorrência de impactos negativos nas vazões de base do rio São Francisco e de seus principais afluentes da margem esquerda, principalmente nos períodos de estiagem, ameaçando a implantação de projetos estruturadores locais e regionais, como p.ex., a revitalização do rio São Francisco.

Considerando a missão institucional de gerar e difundir o conhecimento geocientífico, com excelência, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável do Brasil e os preceitos estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, este projeto visa contribuir com a proteção dos recursos hídricos e do meio ambiente regional. Sua importância vem se tornando a cada dia mais evidente, principalmente como decorrência das fortes variações e mudanças climáticas registradas.

### **Objetivos**

O projeto objetiva levantar, gerar e disponibilizar informações e conhecimentos sobre a ocorrência, potencialidades, circulação e utilização dos recursos hídricos totais da Bacia Sanfranciscana, na subbacia Urucuia. Visa obter informações que permitam a elevação da disponibilidade hídrica total e a manutenção das vazões do rio São Francisco a partir de seu médio curso, garantindo o desenvolvimento hídrico sustentável de expressiva parte da nação e permitindo a implantação dos grandes projetos estruturadores previstos.

### **Atividades**

O projeto é estruturado dentro de cinco macrodiretrizes principais, abrangendo campos de conhecimento distintos, mas que, contudo, se mostram estreitamente inter-relacionados e abrangem todas as áreas de conhecimento da CPRM, como: geologia, hidrologia, hidrogeologia, e gestão territorial.

## **Estudos concluídos**

Foram concluídas, na área de hidrogeologia, as seguintes atividades/estudos:

- Reavaliação de estudos geofísicos existentes, incluindo trabalhos de eletrorresistividade, gravimetria, magnetometria e sísmica. Os dados primários foram geralmente gerados pela própria CPRM, exceção feita no caso dos levantamentos sísmicos, cuja execução foi da Agência Nacional de Petróleo – ANP;
- Perfuração de poços estratigráficos, teste de bombeamento e perfilagem geofísica. Foram perfurados 03 poços estratigráficos nos municípios de Mambaí – GO, Correntina, e Formosa do Rio Preto – BA. As análises das amostras de calha e das perfilagens geofísicas tem se constituído em importantes ferramentas para interpretação das características geológicas e hidrogeológicas regionais.
- Elaboração de Modelo Hidrogeológico Conceitual de Funcionamento do Sistema Aquífero. Fundamental para compreensão do meio físico, este modelo já permite vislumbrar novas características locais, permitindo esboçar novos cenários para o uso e exploração dos recursos hídricos disponíveis.

Os dados obtidos a partir da integração dos trabalhos de todas as áreas de conhecimento envolvidas, certamente trarão novas e importantes informações para uma correta gestão dos recursos hídricos totais disponíveis.

## PESQUISA, ESTUDOS E CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA

### ÁGUAS DO NORTE DE MINAS (PANM)



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O PANM resulta do convênio celebrado entre a SEMAD (MG), CPRM e a FEOP, com a parceria do IGAM, da FAPEMIG e da SECTES (MG), cujo objetivo principal é a definição de vazões insignificantes de captação por meio de poços tubulares. A concepção do Projeto foi fundamentada por estudos de semidetalhe (escala 1:25.000) em 14 Bacias Hidrogeológicas Representativas, complementados por estudo de caráter regional, que contemplassem as principais características hidrogeológicas e hidroclimatológicas da área do Projeto.

**Abrangência:** Norte do estado de Minas Gerais- MG

**Natureza:** Convênio com a SEMAD (MG) e a FEOP, parceria com o IGAM, FAPEMIG e SECTES (MG)

**Produtos/Resultados:** 1) relatórios técnicos para cada uma das Bacias Hidrogeológicas Representativas, com respectivos mapas geológico e hidrogeológico, elaborados em escala 1:25.000; 2) relatório de integração dos resultados obtidos em escala de semidetalhe com os dados disponíveis, em âmbito regional, nos projetos institucionais realizados anteriormente na área do Projeto, acompanhado de mapa hidrogeológico elaborado em escala 1:1.000.000; 3) “Atlas de Caracterização de Disponibilidade Hídrica Subterrânea do Norte Minas”. Além disso, destaca-se a implantação da Rede Integrada de Monitoramento Hídrico, para contínua aquisição de dados hidroclimáticos e hidrogeológicos na região.

**Duração:** 2012-2018

**Status:** Em execução

**Liderança:** Márcio Cândido

**Contato:** [marcio.candido@cprm.gov.br](mailto:marcio.candido@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A avaliação da disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos- fundamentais para a qualidade de vida da população e estratégicos para o desenvolvimento da economia- constitui a pedra angular para a eficácia da gestão dos recursos hídricos, principalmente, no atual cenário das adversidades causadas pelas mudanças climáticas e da crescente demanda para o insumo industrial, agropecuário e de abastecimento público.

Na região Norte do Estado de Minas Gerais, objeto do estudo, onde predomina o clima semiárido, com chuvas que variam de 700 a 1500 mm/h e mananciais superficiais escassos, a água subterrânea tem se revelado um importante recurso hídrico alternativo às captações superficiais, sendo, muitas vezes, a única fonte de abastecimento.

Neste contexto, o Projeto Águas do Norte de Minas – PANM foi concebido para proporcionar subsídios técnico-científicos de interesse à gestão dos recursos hídricos na região do estudo proposto. A proposta foi fundamentada por estudos de semidetalhe em 14 Bacias Hidrogeológicas Representativas, complementados por estudo de caráter regional, com base em dados existentes, que contemplassem as principais características hidrogeológicas e hidroclimatológicas da área do Projeto.

O Projeto resulta do convênio celebrado entre a Secretaria de Meio Ambiente – SEMAD (MG), o Serviço Geológico do Brasil – CPRM e a Fundação Educativa Ouro Preto – FEOP, com a parceria do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e da Secretaria de Ciência Tecnologia e Ensino Superior do Estado Minas Gerais – SECTES.

### Justificativa

A diversidade hidrogeológica somada a escassez de água superficial da área do Projeto nos remete a necessidade de desenvolvimento de uma metodologia de definição das disponibilidades hídricas que reflita as condições climáticas e o fluxo subterrâneo em cada sistema aquífero.

### Objetivos

O PANM tem por objetivo promover conhecimentos técnico-científicos que auxiliem a gestão dos recursos hídricos no norte do estado de Minas Gerais, em especial os subterrâneos, fundamentados em estudos interdisciplinares, de caráter regional e de semidetalhe, visando, por fim, a definição de vazões insignificantes de captação por meio de poços tubulares, em cumprimento da Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH 34/2010.

### Atividades

As atividades tiveram dois enfoques distintos, um envolvendo toda a área de abrangência do PANM e outro nas 14 bacias hidrogeológicas representativas.

Atividades comuns aos dois enfoques:

- levantamento e sistematização de informações hidrológicas, hidrogeológicas, climáticas, geológicas e geomorfológicas;

- elaboração de bases cartográficas e mapas temáticos e tratamento de imagens digitais nas escalas 1:500.000 e 1:100.000;
- definição de domínios hidrogeológicos e sistemas aquíferos;
- mapeamento do uso e ocupação do solo.

Atividades abrangendo toda a área do Projeto:

- seleção das bacias representativas a serem estudadas com maior detalhe;
- caracterização hidrodinâmica dos sistemas dos aquíferos;
- consolidação das informações hidrológicas e hidrogeológicas para a definição das disponibilidades hídricas subterrâneas e definição do uso insignificante para captação de águas subterrâneas;
- elaboração do “Relatório de integração dos dados regionais e obtidos nas bacias representativas” e do “Atlas de Caracterização de Disponibilidade Hídrica Subterrânea do Norte Minas”.

Por sua vez, outras atividades tiveram o enfoque voltado, especificamente, para as bacias representativas, como:

- mapeamento geológico;
- inventários hidrogeológico e hidrológico;
- locação, instalação e operação das redes de monitoramento hidrológico e hidrogeológico;
- coleta e análise físico-química de amostras de água dos pontos representativos das bacias;
- tratamento dos dados hidrológicos e hidrogeológicos.

### Estudos concluídos

- definição dos parâmetros hidrodinâmicos dos sistemas aquíferos existentes na área do PANM;
- definição dos valores de recarga aquífera nas bacias representativas, pelos métodos: SWB<sup>1</sup>, SMAP<sup>2</sup>, RORA<sup>3</sup>, VNA<sup>4</sup> e separação do escoamento;
- elaboração dos modelos hidrogeológicos conceituais e numéricos nas bacias representativas;
- definição da metodologia para o cálculo da vazão de uso insignificante para poços tubulares, condicionada às características dos sistemas aquíferos;
- caracterização hidrológica de toda a área do projeto;

### Produtos

- relatórios técnicos para cada uma das Bacias Hidrogeológicas Representativas, com respectivos mapas geológico e hidrogeológico, elaborados em escala 1:25.000;
- relatório de integração dos resultados obtidos em escala de semidetalhe com os dados disponíveis, em âmbito regional, nos projetos institucionais realizados anteriormente na área do Projeto, acompanhado de mapa hidrogeológico elaborado em escala 1:1.000.000;
- “Atlas de Caracterização de Disponibilidade Hídrica Subterrânea do Norte Minas”, constituído por mapas básicos e temáticos em escala regional;
- banco de dados georreferenciados, para cada um dos produtos citados acima;
- implantação de uma Rede Integrada de Monitoramento Hídrico, que permite contínua aquisição de dados climáticos, hidrológicos e hidrogeológicos.

---

<sup>1</sup>Simple Water Balance

<sup>2</sup>Soil Moisture Accounting Procedure

<sup>3</sup>Programa computacional para estimar a recarga média da água subterrânea- Rorabaugh (*recession curve displacement method*)

<sup>4</sup>Método da variação do nível d'água

## **Benefícios**

Os produtos entregues ao término do Projeto irão proporcionar subsídios técnico-científicos de interesse à gestão dos recursos hídricos na região norte do estado de Minas Gerais, em especial ao IGAM e comitês de bacias hidrográficas, contemplando as principais características hidrogeológicas e hidroclimatológicas da área do Projeto.

## **Conclusão**

O PANM promoverá conhecimentos técnico-científicos que auxiliarão na gestão dos recursos hídricos no norte do estado de Minas Gerais, em especial os subterrâneos, propiciando o desenvolvimento social e econômico de forma equitativa sem comprometer a sustentabilidade do ecossistema.

Ressalta-se ainda, a importância desse Projeto para a gestão dos recursos hídricos no Estado, tendo em vista que a sua execução motivou a continuidade dos estudos, nele propostos, no restante do território mineiro. Destacando que tal propositura é meta acordada e aprovada pelo CERH, a ser alcançada pelo Estado no Pacto das Águas, celebrado com a Agência Nacional de Águas.



## PESQUISA, ESTUDOS E CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA

### ESTUDOS HIDROQUÍMICOS E ISOTÓPICOS



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O referido projeto é uma iniciativa do DEHID da CPRM que visa testar e incorporar técnicas isotópicas nos atuais projetos hidrológicos em andamento da empresa, agregando valor a estes produtos e respondendo a questões pertinentes à gestão. Igualmente o projeto possui um caráter de transformar a empresa em uma instituição referencial para aplicações isotópicas no contexto nacional e continental.

**Abrangência:** Nacional/Continental

**Natureza:** Institucional e Parcerias com AIEA e Universidades

**Produtos/Resultados:** O projeto envolve várias componentes, e, entre seus principais produtos figuram: a capacitação dos técnicos nos procedimentos e aplicações isotópicas na hidrologia, equipar a empresa com infraestrutura analítica para análises isotópicas de rotina (estáveis), reinstalar e manter a rede de monitoramento isotópico de água de chuva em território nacional, gerar diagnósticos isotópicos dos aquíferos monitorados pela RIMAS e usar as técnicas isotópicas em projetos específicos de hidrologia e hidrogeologia, como nos diagnósticos hidrogeológicos de áreas urbanas, projetos de remediação ambiental, assim como no entendimento das chuvas que geram eventos de risco geológico.

**Duração:** 04 anos

**Status:** Iniciado em 2017, com 02 estações GNIP's instaladas, 20 técnicos da empresa capacitados em 02 eventos de curso interno e 02 aquíferos RIMAS com análises para estáveis disponíveis.

**Liderança:** Roberto Kirchheim

**Contato:** [roberto.kirchheim@cprm.gov.br](mailto:roberto.kirchheim@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

O referido projeto é uma iniciativa do DEHID (Departamento de Hidrologia) da CPRM que visa testar e incorporar técnicas isotópicas nos projetos hidrológicos em andamento da empresa, agregando valor a estes produtos e respondendo a questões pertinentes à disponibilidade hídrica. Igualmente o projeto possui um caráter de transformar a empresa em uma instituição referencial para aplicações isotópicas no contexto nacional e continental, contando com o apoio da AIEA (Agência Internacional de Energia Atômica).

As aplicações isotópicas são diversas e tem sido decisiva no melhor entendimento do ciclo hidrológico, sempre a partir de um enfoque integrado. A compreensão das variações de concentração das diferentes espécies isotópicas em sistemas naturais, devido ao denominado de fracionamento, e sua comparação com padrões absolutos e/ou com variações isotópicas regionais, permite determinar, entre outros: origem das águas, identificação de mecanismos de salinização, definição de áreas de recarga, determinação de misturas de unidades aquíferas, tempos de trânsito das águas subterrâneas, interação água-rocha, interação água subterrânea-água superficial, balanço hídrico e dinâmica de bacias hidrográficas, dinâmica de sedimentação e intemperismo em bacias hidrográficas, origem de contaminantes, etc.

### Justificativa

Considerando sua solidez institucional e capacidade/qualidade profissional, além da ampla capilaridade em todo o território nacional, a CPRM reúne as condições ideais para exercer liderança técnica nacional e continental na metodologia isotópica aplicada à hidrologia. Através da sua equipe de especialistas, a CPRM vem executando uma série de ações na área dos recursos hídricos, onde o refinamento isotópico agregaria expressivo valor e colocaria a empresa na vanguarda científica. Ressalta-se também o espírito de liderança conquistado pela CPRM no âmbito continental, onde a mesma tem assumido protagonismo em importantes iniciativas. Através destas inserções, a CPRM consolida-se também como instituição apta para difusão das técnicas isotópicas em território Sul-americano. Abrem-se oportunidades de parcerias institucionais nacionais e internacionais importantes e janelas de capacitação imprescindíveis para avançar no cumprimento da missão corporativa.

### Objetivos

O objetivo maior da iniciativa é o de converter a CPRM em um Centro Colaborativo da AIEA na aplicação de técnicas isotópicas na hidrologia com papel de liderança no país e na América do Sul. Trata-se, portanto, de um grande desafio a ser assumido pela empresa, e, que tem o propósito de identificar problemas e apresentar soluções na área de recursos hídricos utilizando a hidrologia isotópica.

### Componentes e Atividades do Projeto

As atividades principais elencadas são as seguintes:

- Programa de Capacitação: Capacitar o maior número possível de colaboradores da CPRM na aplicação de técnicas isotópicas em hidrologia e na interpretação e manipulação das informações de forma a prover resultados e respostas mais robustas às crescentes demandas de contabilidade e gestão hídrica do país. Neste sentido almeja-se: (a) formar um grupo de 20 colaboradores para operação dos GNIP's (estações coletoras de chuva para serem incorporadas à rede mundial de monitoramento isotópico da chuva); (b) formar um grupo de 50 colaboradores nas técnicas isotópicas aplicadas à hidrologia e hidrogeologia; (c) formar um

grupo de 10 colaboradores ligados ao LAMIN (Laboratório de Análises Mineraias) e à rede de laboratórios da CPRM e, (d) organizar e disponibilizar material técnico de divulgação das metodologias isotópicas e resultados para toda comunidade geocientífica do país.

- Capacitação e Aparelhamento do LAMIN em Análises Isotópicas: Adquirir equipamentos para determinações analíticas isotópicas nos laboratórios da CPRM, tornando-os funcionais de forma a atender parcialmente as demandas internas, bem como a de outros órgãos públicos parceiros.
- Monitoramento Sistemático de Água de Chuva: Colocação em operação da rede de monitoramento isotópico de chuva, envolvendo estações GNIP's distribuídas em todo o território nacional. Desenvolvimento e disponibilização de banco de dados e análises na forma de publicações.
- Uso de Isótopos na Rede Integrada de Água Subterrânea- RIMAS: Força tarefa de coleta de amostras isotópicas nos 30 aquíferos monitorados em território nacional. Ao todo, objetiva-se a coleta de 460 amostras para determinação de  $^{18}\text{O}$  (Oxigênio 18) e  $^2\text{H}$  (Deutério), assim como 138 amostras para determinação de  $^3\text{H}$  (Trítio) e 69 para a determinação de  $^{14}\text{C}$  (Carbono 14). De posse destes prevê-se a interpretação destes resultados e o desenvolvimento de um atlas isotópico para cada aquífero.
- Aplicação de Isótopos em Área Piloto no Aquífero Urucuia: Realizar estudo isotópico detalhado em uma sub-bacia da região para fins de estabelecer diretrizes de gestão, os quais possam ser replicados para áreas de similares características. Neste sentido prevê-se empreender 99 determinações hidroquímicas parciais complementadas por 33 análises completas, mais 132 determinações de  $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$ , 66 para  $^3\text{H}$  e 15 para  $^{14}\text{C}$  em amostras de água subterrânea da sub-bacia. Além da água subterrânea, também serão analisadas as águas superficiais compondo 12 determinações para  $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$ , 6 para  $^3\text{H}$ , além de 12 determinações hidroquímicas completas. Também será analisada a água da chuva na sub-bacia compondo 10 determinações para  $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$ , 5 para  $^3\text{H}$  e 10 para cloreto.
- Aplicação de Isótopos em Área de Recuperação Ambiental: Testar esta ferramenta tecnológica tanto no monitoramento da eficácia da recuperação empreendida como também para o correto dimensionamento e arranjo das técnicas de remediação. Serão avaliadas amostras de água subterrânea e superficial das 13 áreas em recuperação. Os resultados irão servir de apoio para a confecção dos relatórios específicos e para a tomada de decisão em relação aos próximos passos do processo.
- Estudos Isotópicos Específicos: Na presença de recursos disponíveis objetiva-se elaborar estudos que conduzam ao aperfeiçoamento do balanço hídrico na região estudada, na caracterização das interconexões entre águas subterrâneas e superficiais e apoio na elaboração de modelos conceituais de fluxo.

## Atividades Realizadas

O projeto foi iniciado no segundo semestre de 2017 e até o presente foram realizadas as seguintes atividades: (a) Instalação de 02 estações GNIP's (São Gabriel do Oeste-MS e Porto Alegre, RS), ambas em operação e com coletas periódicas de amostras; (b) Foram realizados (ministrados por técnico da própria empresa) dois cursos de isotopia básica e avançada para hidrólogos e geólogos da CPRM (envolvendo aproximadamente 20 técnicos); Amostragem de cerca de 50 amostras de água subterrânea dos poços da rede RIMAS dos aquíferos SAG (Sistema Aquífero Guarani) e SAB (Sistema Aquífero Bauru) no âmbito das Superintendências São Paulo e Porto Alegre; Análise das amostras da RIMAS nos referidos aquíferos para  $^{18}\text{O}$  e  $^2\text{H}$  com interpretação hidrogeológica.

## Conclusão

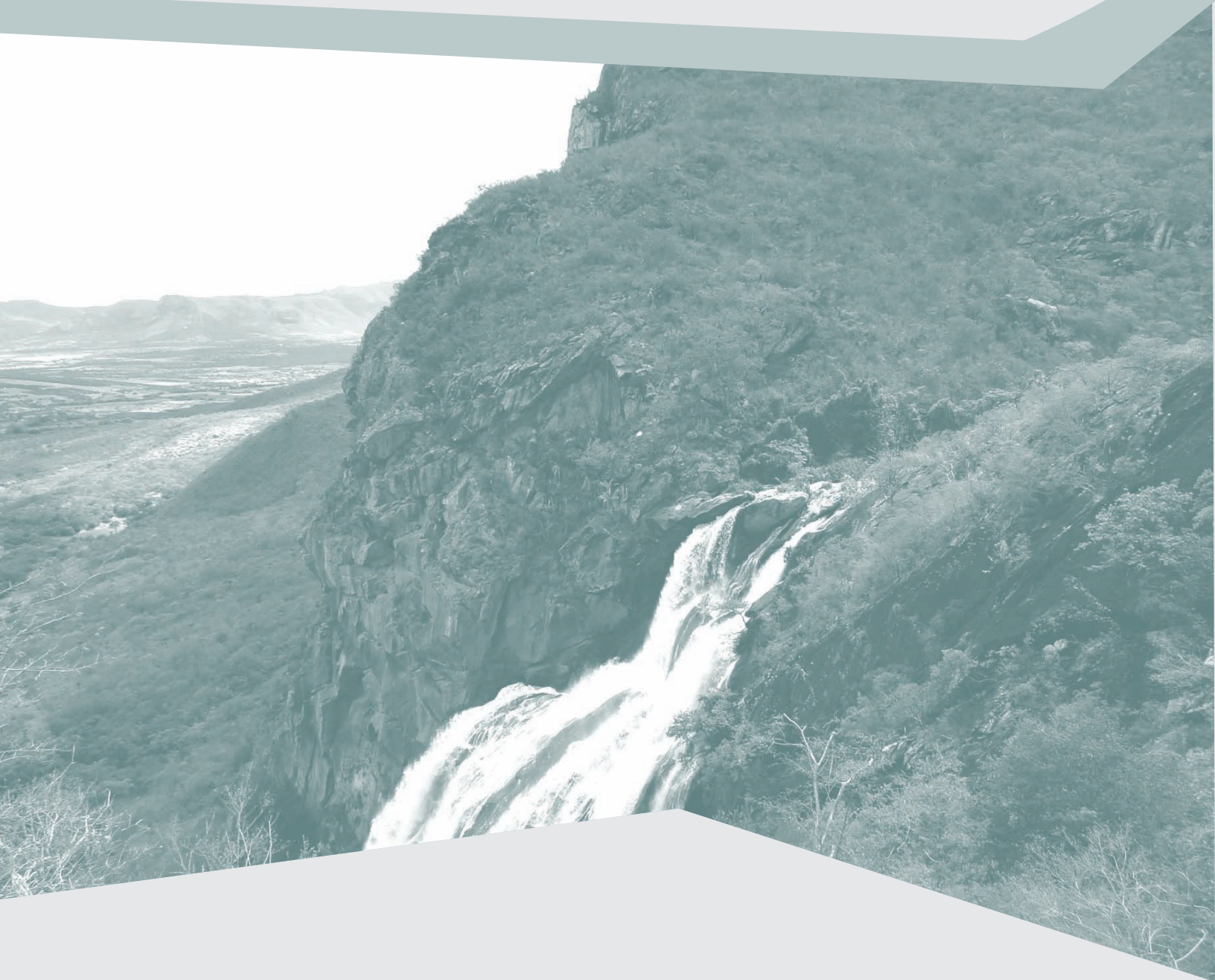
Cada uma das atividades constituintes do plano possui produtos específicos, cuja concretização efetiva é fundamental e soma-se de forma complementar e convergente para o alcance dos benefícios institucionais mais am-

plos. Trata-se de um projeto de caráter transversal e integrador forçando que o ciclo hidrológico seja abordado de forma sistêmica e não fragmentada. O projeto de implantação do Centro Cooperativo da AIEA na América do Sul, condicionado pelo emprego das técnicas isotópicas, é um grande desafio assumido pela CPRM e representa um marco histórico para a empresa. Representa uma oportunidade ímpar para o desenvolvimento de pesquisas de vanguarda na área de recursos hídricos, além da consolidação de alianças com instituições nacionais e internacionais que atuam no mesmo propósito.



**Figura 1** – Aspecto geral do Mapa da Geodiversidade do Estado do Rio de Janeiro.

# GESTÃO TERRITORIAL





## GESTÃO TERRITORIAL

### CARTAS DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÕES



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** Documento cartográfico complementar ao Objeto 0602 do Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, incluído no Plano Plurianual 2016-2019 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Sua elaboração considera, entre outras referências, as diretrizes contidas no manual para zoneamento de suscetibilidade, perigo e risco a deslizamento, publicado em 2008 pelo Comitê Técnico de Deslizamentos e Taludes Construídos das associações técnico-científicas internacionais de geologia de engenharia e engenharia geotécnica (ISSMGE, IAEG e ISRM-JTC-1). O projeto tem como objetivo cartografar áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa e inundações, classificadas como alto, médio e baixo, relacionadas, principalmente, com movimentos de massa e inundações, em municípios brasileiros priorizados pelo Governo Federal e pelas Defesas Cívicas Estaduais.

**Abrangência:** Nacional (todo território brasileiro)

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Até janeiro de 2018, 376 municípios brasileiros foram cartografados.

**Duração:** projeto contínuo (desde 2012)

**Status:** em execução (Acesso: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html>)

**Liderança:** Tiago Antonelli

**Contato:** [tiago.antonelli@cprm.gov.br](mailto:tiago.antonelli@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A carta de suscetibilidade é um documento cartográfico complementar ao Objeto 0602 do Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, incluído no Plano Plurianual 2016-2019 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Sua elaboração considera, entre outras referências, as diretrizes contidas no manual para zoneamento de suscetibilidade, perigo e risco a deslizamento, publicado em 2008 pelo Comitê Técnico de Deslizamentos e Taludes Construídos das associações técnico-científicas internacionais de geologia de engenharia e engenharia geotécnica (ISSMGE, IAEG e ISRM-JTC-1), traduzido em 2013 pela ABGE e pela ABMS.

Os levantamentos abrangeram 376 municípios brasileiros até janeiro de 2018 e foram realizados em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT, o Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia- Censipam, a Universidade Federal do Paraná- UFPR e o Instituto de Geografia e Estatística- IBGE.

Nas cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações são cartografados e classificados em níveis baixo, médio ou alto os fenômenos e processos do meio físico, cuja dinâmica possa gerar desastres naturais. Os processos apresentados nas cartas são: deslizamentos, quedas de blocos, rolamentos, deslocamentos e corridas de massa – fenômenos gravitacionais de massa – e inundações lentas e enxurradas – fenômenos hidrológicos.

### Justificativa

As cartas de suscetibilidade auxiliam no crescimento e expansão urbana dos municípios, ao indicarem quais áreas são mais ou menos suscetíveis a ocorrência de desastres referentes a movimentos gravitacionais de massa e inundações. A partir do conhecimento dessas informações a municipalidade tem embasamento técnico para auxiliar na elaboração dos planos diretores municipais e no zoneamento urbano.

### Objetivos

Cartografar áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa e inundações, classificadas como alto, médio e baixo, relacionadas, principalmente, com movimentos de massa e inundações, em municípios brasileiros priorizados pelo Governo Federal e pelas Defesas Cíveis Estaduais.

### Atividades

As atividades contempladas na elaboração das cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações vão desde modelagens matemáticas feitas em escritório, utilizando softwares específicos, até validação de campo e posterior correção do modelo, se necessário.

Os modelos são gerados a partir de informações retiradas de modelos digitais de elevação (MDE), ortofotos, e de fotointerpretações. As modelagens referentes aos temas de movimento de massa (deslizamento planar), corrida de detritos, enxurrada e inundações são levadas a campo por uma equipe técnica, que valida os modelos fazendo as correções necessárias.

### Estudos concluídos

Foram concluídas e publicadas, até o mês de janeiro de 2018, cartas de suscetibilidade de 376 municípios brasileiros. Os arquivos vetoriais, raster e mapas em PDF podem ser consultados em: <http://www.cprm.gov.br/publi->



[que/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html](http://que/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-3507.html)

## Produtos

Os produtos gerados pelo projeto compreendem:

- Cartas de Suscetibilidade contendo as áreas suscetíveis e encartes dos temas, tais como hipsometria, declividade, padrões de relevo, dados hidrológicos e, ocasionalmente, litologias (formato PDF).
- Banco de dados em SIG ([formatos shapefile e raster](#)). As informações sobre o conteúdo e as especificações do SIG podem ser consultadas através do Glossário de Abreviações dos Dados Vetoriais e Matriciais.
- Visualizador do banco de dados geográfico do projeto: RISCOS GEOLÓGICOS.GIS.

## Benefícios

As cartas de suscetibilidade, como citado anteriormente, são instrumentos fundamentais para nortear o crescimento urbano, na medida em que fornecem informações que permitem aos municípios crescerem (em extensão de área urbana) para regiões com menor probabilidade de serem atingidas por desastres naturais, (inundações, deslizamentos, fluxo de detritos e enxurradas) para que as perdas sociais e econômicas decorrentes desses eventos sejam mitigadas.

## Conclusão

As cartas de suscetibilidade estão citadas na Lei 12.608/2012 no capítulo II, artigo 5º, inciso VII: “promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;”. Dessa maneira, o estudo e cartografia da suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações se faz necessário, como instrumento legal, a todos os municípios brasileiros como uma ferramenta a ser utilizada para prevenção de desastres naturais.

## GESTÃO TERRITORIAL

### SETORIZAÇÃO DE ÁREAS EM ALTO E MUITO ALTO RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA, ENCHENTES E INUNDAÇÕES



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** Em 2011, a CPRM/SBG passou a integrar o grupo de instituições governamentais integrantes do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas aos Desastres Naturais, que tem como objetivo promover ações articuladas de prevenção e redução do tempo de resposta à ocorrência de desastres naturais. Nesse contexto, foi criado o projeto Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações, cujo objetivo principal é reconhecer, caracterizar e delimitar áreas urbanas submetidas ao risco alto ou muito alto de serem atingidas por processos de movimentos de massa, enchentes ou inundações.

**Abrangência:** Nacional (todo território brasileiro)

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** No período compreendido entre 2011 e janeiro de 2018, foram mapeados 1317 municípios em todo o território nacional, que indicaram a existência de cerca de 967.000 edificações e mais de 4.000.000 de pessoas instaladas em áreas de risco.

**Duração:** Projeto contínuo (desde 2011)

**Status:** Em execução (Acesso: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-4138.html>)

**Liderança:** Julio Cesar Lana

**Contato:** [julio.lana@cprm.gov.br](mailto:julio.lana@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

O projeto Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações vem desenvolvendo trabalhos e pesquisas em âmbito nacional, com foco na identificação, caracterização e delimitação de áreas de risco alto e muito alto, relacionadas a processos de movimentos de massa e inundações.

### Justificativa

As informações pelo projeto são de suma importância na prevenção de perdas de vidas humanas provocadas por desastres naturais, uma vez que integram o banco de dados dos órgãos federais de monitoramento e alerta, subsidiando a emissão de avisos e alertas meteorológicos às Defesas Civas estaduais e municipais.

### Objetivos

O projeto tem como objetivo principal identificar, caracterizar e delimitar áreas urbanizadas submetidas a condições de risco alto ou muito alto de serem atingidas por processos de movimentos de massa e inundações.

### Atividades

#### ***Setorização de Área de Risco Geológico***

A setorização consiste no reconhecimento, delimitação e caracterização de áreas urbanizadas submetidas a condições de risco geológico alto ou muito alto (potencial ou instalado).

#### ***Cursos de Capacitação em percepção e mapeamento de áreas de risco geológico***

A CPRM ministra cursos de capacitação na gestão de riscos geológicos para técnicos das defesas civis municipais, estaduais e de outros órgãos que atuam na área de prevenção e gestão de riscos.

### Estudos concluídos

Entre o início dos trabalhos em 2011 até janeiro de 2018, foram setorizados 1.317 municípios. Nos municípios mapeados, foram delimitadas mais de 12.000 áreas de risco alto e muito alto, compreendendo cerca de 961.032 moradias e 4.014.270 pessoas em situação de risco.

### Produtos

- Pranchas de setorização: Produto cartográfico apresentado em formato A3 que representa de maneira descritiva e visual a caracterização de cada setor de risco geológico delimitado.
- Relatório técnico: É o documento que reúne informações sobre a metodologia adotada no processo de produção, bem como os resultados obtidos.
- Arquivos vetoriais: São disponibilizados arquivos no formato *shapefile* e KML (*Google Earth*).

### Benefícios

Os resultados do projeto podem ser utilizados como instrumento de gestão, uma vez que indicam quais são as áreas mais críticas em relação ao risco geológico, além de fornecer subsídios em âmbito nacional para o moni-

toramento e emissão de alertas em caso de eventos pluviométricos extremos, que possam deflagrar desastres naturais, agilizando assim os procedimentos de resposta.

### **Conclusão**

De maneira geral, o projeto apresenta resultados proveitosos e que colaboram com o gerenciamento urbano de áreas de risco geológico, com vistas a reduzir a perda de vidas humanas frente aos desastres naturais.

## GESTÃO TERRITORIAL

### FORTALECIMENTO DA ESTRATÉGIA NACIONAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS EM DESASTRES NATURAIS - GIDES



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** Nos últimos anos a ocorrência de desastres naturais, incluindo os desastres de movimentos de massa, vem aumentando significativamente no Brasil. Diante disso, o Governo do Brasil propôs um acordo de cooperação internacional com Governo do Japão, detentor de vasta experiência e conhecimento em prevenção de desastres. Nesse contexto, o Ministério das Cidades (MCidades), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Ministério da Integração Nacional (MI) e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM/MME) firmaram no ano de 2013 um acordo de cooperação técnica por intermédio da Agência Brasileira de Cooperação (ABC/MRE) e da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), para o desenvolvimento e implementação de ações voltadas ao “Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres Naturais”, dando início ao PROJETO GIDES (Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais), o primeiro acordo de cooperação abrangente na área de prevenção de desastres entre os dois países. Tendo como objetivos fortalecer a capacidade de avaliação de riscos em desastres de movimentos de massa incluindo a identificação de perigos, análise de vulnerabilidade e mapeamento e reforçar a capacidade de planejamento e implementação de medidas de redução de riscos em áreas suscetíveis aos desastres de movimento de massa.

**Abrangência:** Rio de Janeiro e Santa Catarina

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Manual de mapeamento

**Duração:** 2013 a 2017

**Status:** Finalizado

**Liderança:** Sandra Fernandes Silva

**Contato:** [sandra.silva@cprm.gov.br](mailto:sandra.silva@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

Nos últimos anos a ocorrência de desastres naturais, incluindo os desastres de movimentos de massa, vem aumentando significativamente no Brasil. Este agravamento tem como marco os desastres de movimentos de massa ocorridos na Região Serrana do Rio de Janeiro-Brasil, em janeiro de 2011, quando centenas de deslizamentos assolaram as cidades da região, gerando perdas materiais significativas e ceifando a vida de centenas de pessoas. Tais ocorrências motivaram o Governo do Brasil a reestruturar as estratégias e políticas nacionais de enfrentamento aos desastres naturais. Foi incorporado ao Plano Plurianual 2012-2015 do Governo Federal o Programa “Gestão do Risco de Desastres e Programa de Resposta”. O Programa previu uma série de medidas para atuar nessa temática tais como o mapeamento das áreas de desastre pelo risco, estabelecimento de um sistema de alerta antecipado, a formulação de diretrizes para a gestão de desastres, o monitoramento do desenvolvimento do território, melhoria de infraestruturas, a mudança de localização dos residentes, as melhorias de rios e o fortalecimento do sistema de resposta a desastres.

Enquanto estratégia nacional o Governo do Brasil propôs um acordo de cooperação internacional com Governo do Japão, detentor de vasta experiência e conhecimento em prevenção de desastres. Nesse contexto, o Ministério das Cidades (MCidades), em parceria com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Ministério da Integração Nacional (MI) e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM/MME) firmaram no ano de 2013 um acordo de cooperação técnica por intermédio da Agência Brasileira de Cooperação (ABC/MRE) e da Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), para o desenvolvimento e implementação de ações voltadas ao “Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Riscos de Desastres Naturais”, dando início ao PROJETO GIDES (Gestão Integrada de Riscos em Desastres Naturais), o qual é o primeiro acordo de cooperação abrangente na área de prevenção de desastres entre os dois países.

### Justificativa

Prevenção de perdas de vidas humanas, prevenção de perdas do patrimônio público e particular oriundos de desastres naturais.

### Objetivos

- Fortalecer a capacidade de avaliação de riscos em desastres de movimentos de massa incluindo a identificação de perigos, análise de vulnerabilidade e mapeamento. (MI, MCidades, MCTI, CPRM);
- Reforçar a capacidade de planejamento e implementação de medidas de redução de riscos em áreas suscetíveis aos desastres de movimento de massa. (MCidades, MI, CPRM);
- Aprimorar o protocolo de alerta antecipado, a divulgação das informações de risco e o método de revisão dos dados de desastres. (MCTI, MI);
- Aprimorar o sistema de monitoramento e prevenção para a mitigação de desastres de movimentos de massa. (MCTI, MI).

### Atividades

A fase inicial consistiu em capacitar técnicos de diversas áreas em gerenciamento de desastres naturais do Japão. A inclusão da CPRM no Projeto GIDES levou a participação de nove técnicos em cursos de treinamento de mapeamento de riscos no Japão, realizado no CTI da JICA, juntamente com mais 40 técnicos de diversas ins-

tituições brasileiras. Posteriormente outros 40 técnicos, de diversas unidades regionais da CPRM receberam a oportunidade de realizar o curso de treinamento no Brasil, ministrado por especialistas japoneses.

A CPRM atuou no Projeto GIDES realizando testes de ajuste da metodologia japonesa a realidade brasileira que incluíram procedimentos de avaliação e medidas de redução de risco além da gestão de informações de risco nos municípios Piloto de Blumenau – SC, Nova Friburgo – RJ e Petrópolis – RJ. Foram realizadas 10 reuniões técnicas que reuniram profissionais especializados na área de diversas instituições, incluindo as esferas, Federais, Estaduais e Municipais para debater os resultados das aplicações da metodologia do Brasil. Posteriormente, a CPRM ficou responsável por elaborar o Manual de Mapeamento de Riscos e Perigo, que teve por finalidade orientar e especificar procedimentos técnicos, incluindo a metodologia para a realização de desses mapeamentos.

Após a fase de teste de metodologia foram consolidados manuais para cada tema relacionado ao projeto. Estes manuais servirão como guia de orientação e terão diretrizes que poderão ser disponibilizadas pelos Ministérios envolvidos aos demais membros da federação e a outros entes interessados.

### **Estudos concluídos**

Mapeamento de perigo e risco nos municípios piloto de Blumenau – SC, Nova Friburgo – RJ e Petrópolis – RJ e o Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa.

### **Produtos**

Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de massa e elaboração de *Software* voltado a mesma área.

### **Benefícios**

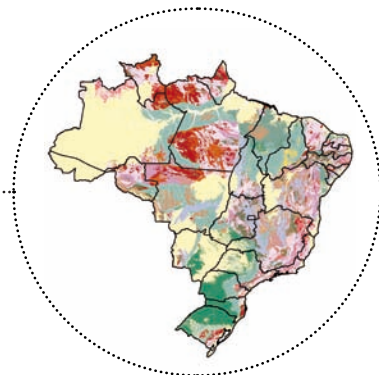
Melhoria do planejamento urbano e gestão de risco, visando reduzir perdas de vidas e patrimônios em eventos de desastres naturais. Melhorias no procedimento de resposta aos desastres naturais.

### **Conclusão**

O projeto foi concluído em novembro de 2017, e neste mesmo ano recebeu duas premiações internacionais como *Sasakawa Awards* e *Jica President Award*. O Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa está em fase de editoração. Neste ano a metodologia Gides será aplicada em mais 5 municípios do Estado de Santa Catarina.

## GESTÃO TERRITORIAL

### LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O Programa Levantamento da Geodiversidade do Brasil executado pela CPRM, com pouco mais de uma década de atividades (2006-2017), nos deixa um significativo legado de trabalhos cujo principal objetivo foi oferecer aos diversos segmentos produtivos, sociais e ambientais, uma tradução do conhecimento geológico-científico, com vistas a sua aplicação ao uso adequado do território, notadamente nas áreas: obras, agricultura, recursos hídricos, recursos minerais e geoturismo. Teve como destino, um público-alvo muito variado, incluindo desde as empresas mineradoras tradicionais, passando pela comunidade acadêmica, gestores públicos da área de ordenamento territorial e gestão ambiental. Sua metodologia de análise integrada do meio físico com ênfase na análise da Geologia e com emprego complementar dos padrões de relevo e informações do solo foi consagrada nos diversos mapas e livros publicados nos últimos 11 anos pela CPRM. Tal abordagem demonstrou ser uma ferramenta eficaz na avaliação integrada de territórios que apresentam áreas muito vastas e uma notável geodiversidade.

**Abrangência:** Nacional (todo território brasileiro)

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Ao final do ano de 2017, todos os estados da federação e algumas áreas especiais e fronteira.

**Duração:** projeto contínuo (desde 2006)

**Status:** em execução: (Acesso: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade-162>)

**Liderança:** Maria Adelaide Mansini Maia e Maria Angélica Barreto Ramos

**Contato:** [adelaide.maia@cprm.gov.br](mailto:adelaide.maia@cprm.gov.br)/[angelica.barreto@cprm.gov.br](mailto:angelica.barreto@cprm.gov.br)



## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

Segundo a CPRM (2016), geodiversidade é “o estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composições, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico”.

### Justificativa

O Programa Levantamento da Geodiversidade do Brasil executado pela CPRM completa uma década de atividades (2006-2017) e nos deixa um significativo legado de trabalhos que culmina com o mapeamento da Geodiversidade de todos os Estados da Federação em escala regional (1.000.000 a 250.000) e algumas áreas especiais e de fronteira.

A partir de 2018 os trabalhos serão realizados em escalas de maior detalhe (1:100.000 até 1:50.000), com foco nos aspectos do meio físico que interferem na ocupação das regiões metropolitanas (núcleo urbano e periferia próxima densamente povoados e por suas áreas circunvizinhas de ocupação mais esparsa, típicas das franjas periurbanas).

Sua metodologia de análise integrada do meio físico com ênfase na análise da Geologia e com emprego complementar dos padrões de relevo, incluindo informações sobre os solos, foi consagrada nos diversos mapas e livros publicados nos últimos 11 anos pela CPRM. Tal abordagem demonstrou ser uma ferramenta eficaz na avaliação integrada de territórios que apresentam áreas muito vastas e uma notável geodiversidade.

### Objetivos

O objetivo principal destes estudos foi oferecer aos diversos segmentos produtivos, sociais e ambientais, uma tradução do conhecimento geológico-científico, com vistas a sua aplicação ao uso adequado do território, notadamente nas áreas: obras, agricultura, recursos hídricos, recursos minerais e geoturismo. Destinava-se, portanto, a um público-alvo muito variado, incluindo desde as empresas mineradoras tradicionais, passando pela comunidade acadêmica, gestores públicos da área de ordenamento territorial e gestão ambiental.

### Atividades

O estabelecimento dos domínios geológico-ambientais e suas subdivisões no Levantamento da Geodiversidade para as escalas regionais que incluiu todos os estados brasileiros e as áreas especiais e de fronteira, teve como premissa, agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação dos terrenos.

Em alguns casos foram agrupadas, em um mesmo domínio, unidades estratigráficas com idades diferentes, desde que a elas se aplicasse um conjunto de critérios classificatórios, como: posicionamento tectônico, nível crustal, classe da rocha (ígneas, sedimentar ou metamórfica), grau de coesão, textura, composição, tipos e graus de deformação, expressividade do corpo rochoso, tipos de metamorfismo, expressão geomorfológica ou litotipos especiais. Se, por um lado, agruparam-se, por exemplo, quartzitos friáveis e arenitos friáveis, por outro lado foram separadas formações sedimentares muito semelhantes em sua composição, estrutura e textura, quando a geometria do corpo rochoso apontava no sentido da importância de distinguir uma situação de extensa cobertura de uma situação de pacote restrito, limitado em *riftes*.

O resultado obtido não foi um mapa geológico ou tectônico, mas sim um novo produto, denominado Mapa Geodiversidade, nos quais foram inseridas informações de cunho ambiental, muito embora a matéria-prima para as análises e agrupamentos tenham sido proveniente das informações contidas nas bases de dados de Litoestratigrafia e Recursos Minerais do GeoSGB), bem como na larga experiência em mapeamento e em projetos de ordenamento e gestão do território dos profissionais da CPRM/SGB.

O principal objetivo para tal compartimentação foi atender a uma ampla gama de usos e usuários interessados em conhecer as implicações ambientais decorrentes do embasamento geológico. Para a elaboração do Mapa Geodiversidade do Brasil (escala 1:2.500.000), analisaram-se somente as implicações ambientais provenientes de características físico-químicas, geométricas e genéticas dos corpos rochosos. Na escala do recorte ao milionésimo e dos estados ( 1:1.000.000 até 1:250.000), foram selecionados atributos aplicáveis ao planejamento e dos compartimentos de relevo, levando em consideração as características dos solos para descrever as adequabilidades e limitações desses terrenos frente aos diversos usos tais como (obras, agricultura, potencial mineral, potencial hidrogeológico, suscetibilidade a movimentos gravitacionais, potencial geoturístico, contaminação, etc.). Figura 1.



**Figura 1** – Distribuição dos Levantamentos da Geodiversidade desde 2006 até 2017.

A Base Geodiversidade estruturada ao longo desses 11 anos do Projeto Geodiversidade é fruto da reclassificação das unidades litoestratigráficas contidas na Base multiescalar da Litoestratigrafia (todas pertencentes ao Banco de dados Cooperativo da CPRM – o GeoSGB).

Atualmente, a Base Geodiversidade possui a estruturação em domínios e unidades geológico-ambientais. Tal estruturação é dinâmica e, na medida do detalhamento das escalas, novos domínios e unidades podem ser inseridos com o avanço das escalas de trabalho.

## Produtos

A tabela a seguir mostra a situação de todos os produtos derivados do mapeamento da geodiversidade dos estados (tabela 1). Na Tabela 2 estão os produtos de geodiversidade elaborados para áreas especiais.

**Tabela 1** - Situação dos Produtos da Ação Levantamento da Geodiversidade.

<b>Levantamentos Estaduais</b>				
<b>Produto</b>	<b>Mapa (site)</b>	<b>Livro (site)</b>	<b>SIG (GeoSGB)</b>	<b>Metadados**</b>
Brasil	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Acre	Publicado	Publicado*	Publicado	Publicado
Alagoas	Publicado*	Publicado	Publicado	Publicado
Amapá	Publicado	Publicado	Publicado	Em elaboração
Amazonas	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Bahia	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Ceará	Publicado*	Publicado*	Publicado	Publicado
Espírito Santo	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Goiás e Distrito Federal	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Maranhão	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Mato Grosso	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Mato Grosso do Sul	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Minas Gerais	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Pará	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Paraíba	Publicado	Publicado	Publicado	Publicado
Paraná	Publicado	Em elaboração	Publicado	Em elaboração
Pernambuco	Publicado*	Publicado*	Publicado	Publicado
Piauí	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Rio de Janeiro	Publicado em 2017	A ser elaborado	A ser elaborado	A ser elaborado
Rio Grande do Norte	Publicado	Publicado*	Publicado*	Publicado
Rio Grande do Sul	Publicado	Publicado*	Publicado*	Publicado

<b>Levantamentos Estaduais</b> Tabela 1- Continuação				
<b>Produto</b>	<b>Mapa (site)</b>	<b>Livro (site)</b>	<b>SIG (GeoSGB)</b>	<b>Metadados**</b>
Rondônia	Publicado*	Publicado*	Publicado	Publicado
Roraima	Publicado*	Publicado*	Publicado	Publicado
Santa Catarina	Publicado	Publicado	Publicado	Publicado
São Paulo	Publicado*	Publicado*	Publicado*	Publicado
Sergipe	Publicado	Publicado	Publicado	Publicado
Tocantins	Publicado*	Em elaboração	Publicado	Em elaboração

(\*) Também disponibilizado em formato impresso/DVD.

(\*\*) Base INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.

**Tabela 2 - Situação dos Produtos Derivados do Mapeamento da Geodiversidade em Áreas Especiais**

<b>Levantamentos em Área Especiais</b>				
<b>Produto</b>	<b>Mapa (site)</b>	<b>Nota explicativa (site)</b>	<b>SIG (GeoSGB)</b>	<b>Metadados**</b>
Mapa da Geodiversidade do Quadrilátero Ferrífero	Publicado	Em elaboração	Em elaboração	Em elaboração
Mapa da Geodiversidade do Pólo de Fruticultura de Dom Basílio e Nossa Senhora do Livramento (BA)	Publicado	Em elaboração	Publicado	Em elaboração
Mapa da Geodiversidade da Área de Fronteira Brasil-Suriname	Versão atualizada Publicado em 2017	Versão atualizada Publicado em 2017	Versão atualizada Publicado em 2017	Em elaboração
Mapa da Geodiversidade da Área de Fronteira Brasil-Guiana	Em revisão	-	-	-
Mapa Geodiversidade da Folha Curitiba (SG.22)	Publicado	-	-	Em elaboração
Mapa da Geodiversidade da área de afloramento do aquífero Guarani no Estado de São Paulo	Publicado	-	-	Em elaboração
Mapa Geodiversidade do Alto Vale do Ribeira	Publicado	-	-	Em elaboração
Mapa Geodiversidade do Porto Sul (Ilhéus) (BA)	Publicado	-	-	Em elaboração
Mapa Geodiversidade da Ferrovia Transnordestina	Publicado	-	-	Em elaboração
Mapa Geodiversidade da Ferrovia Oeste-Leste	Publicado	-	-	Em elaboração
Mapa Geodiversidade da Ferrovia Norte-Sul	Publicado	-	-	Em elaboração

<b>Levantamentos em Área Especiais</b> Tabela 2- Continuação				
<b>Produto</b>	<b>Mapa (site)</b>	<b>Nota explicativa (site)</b>	<b>SIG (GeoSGB)</b>	<b>Metadados**</b>
Mapa Geodiversidade da BR-319	Publicado	-	-	Em elaboração
Mapa Geodiversidade da BR-163	Publicado	-	-	Em elaboração
Plataforma Continental Brasileira e Áreas Adjacentes - Mapa da Geodiversidade das Áreas Adjacentes à Cadeia Submarina de Vitória-Trindade	Publicado	Publicado	-	Em elaboração

(\*) Também disponibilizado em formato impresso/DVD.

(\*\*) Base INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.

## Benefícios

Tanto no enfoque regional ou de mais detalhe, o levantamento da geodiversidade se constitui numa ferramenta de política pública para auxiliar os gestores locais (Órgãos gestores das regiões metropolitanas, Associações de Municípios, Governo Federal e Estadual, Órgãos e associações de classe da iniciativa privada) e população na tomada de decisões relacionados aos seguintes problemas:

- Disponibilidade e Escassez de água;
- Suscetibilidade à contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Conhecimento da potencialidade de insumos básicos para construção civil e dos impactos ao meio físico decorrentes da sua extração;
- Identificação das áreas críticas em relação à erosão costeira, inundação e movimento de massa;
- Uso inadequado do meio físico, ressaltando os impactos socioambientais decorrentes de determinada ocupação;
- Incentiva a troca de experiência profissional entre especialistas dos diversos departamentos e diretorias da CPRM;
- Indicação de sítios com potencial turístico e interesse geocientífico ou representativos do Patrimônio Geológico local;
- Indicação de áreas destinadas prioritariamente à preservação ambiental, ressaltando a ocorrência de áreas de preservação permanente (APPs);
- Subsídios à elaboração de Planos Diretores Municipais.

## Conclusão

Informação Geocientífica para planejamento territorial, coordenando e integrando o conhecimento do meio físico aplicado ao planejamento territorial de uma região, estado ou de uma metrópole.

## GESTÃO TERRITORIAL

### PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E GEOPARQUES



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O Projeto Geoparques tem um importante papel indutor na criação de geoparques no Brasil, uma vez que esse projeto tem como premissa básica a identificação, levantamento, descrição, inventário, diagnóstico e ampla divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques no território nacional. Geoparque é uma marca atribuída pela UNESCO Global Geoparks a uma área onde sítios do patrimônio geológico representam parte de um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. Um geoparque deve gerar atividade econômica, notadamente através do turismo, e envolve um número de sítios geológicos de importância científica, raridade ou beleza, incluindo formas de relevo e suas paisagens. Aspectos arqueológicos, ecológicos, históricos ou culturais podem representar importantes componentes de um geoparque. Essa atividade desenvolvida pela CPRM é feita em parceria com entidades governamentais, em especial universidades. A ação catalisadora desenvolvida pela CPRM representa, entretanto, somente o passo inicial para o futuro geoparque. A posterior criação de uma estrutura de gestão do geoparque, contando com pessoal técnico especializado e outras iniciativas complementares, é essencial e deverá ser proposta por autoridades públicas, comunidades locais e interesses privados agindo em conjunto.

**Abrangência:** Nacional (todo território brasileiro)

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** O Projeto Geoparques já concluiu 21 propostas de geoparques em todo Brasil, 3 estão em execução e 4 estão programadas para serem iniciadas em 2018. As propostas concluídas podem ser acessadas no site da CPRM.

**Duração:** projeto contínuo (desde 2006)

**Status:** em execução (Acesso: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geoparques/Geoparques-1404.html>)

**Liderança:** Carlos Schobbenhaus

**Contato:** [carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br](mailto:carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

Geoparque é um nome atribuído pela UNESCO *Global Geoparks* a uma área geográfica, onde sítios do patrimônio geológico representam parte de um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável. Um geoparque não constitui uma unidade de conservação, nem é uma nova categoria de área protegida. A ausência de um enquadramento legal de um geoparque é a razão do sucesso dessa iniciativa em nível mundial.

### Justificativa

Um geoparque visa a geração de atividade econômica, notadamente através do turismo, e envolve um número de sítios geológicos de importância científica, raridade ou beleza, incluindo formas de relevo e suas paisagens. A criação de um geoparque oferece a possibilidade de associar a proteção do patrimônio geológico e da paisagem com o turismo e desenvolvimento sustentável. Aspectos arqueológicos, ecológicos, históricos ou culturais podem representar importantes componentes de um geoparque.

### Objetivos

O Projeto Geoparques tem um importante papel indutor na criação de geoparques no Brasil, uma vez que esse projeto tem como premissa básica a identificação, levantamento, descrição, inventário, diagnóstico e ampla divulgação de áreas com potencial para futuros geoparques no território nacional. A sua ação catalisadora representa, entretanto, somente o passo inicial para o futuro geoparque. A posterior criação de uma estrutura de gestão, contando com pessoal técnico especializado e outras iniciativas complementares, é essencial e deverá ser proposta por autoridades públicas, comunidades locais e interesses privados agindo em conjunto.

### Atividades

O Projeto Geoparques abrange todo território nacional. Três áreas estão em execução e quatro áreas estão programadas para serem iniciadas em 2018.

### Estudos concluídos

Desde sua criação em 2006, O Projeto Geoparques já concluiu o estudo 21 propostas em todas regiões do Brasil, assim distribuídas: Nordeste (10), Centro-oeste (4), Sudeste (3), Sul (3) e Norte (1).

### Produtos

As propostas concluídas podem ser acessadas no site da CPRM (<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geoparques/Geoparques-1404.html>)

### Benefícios

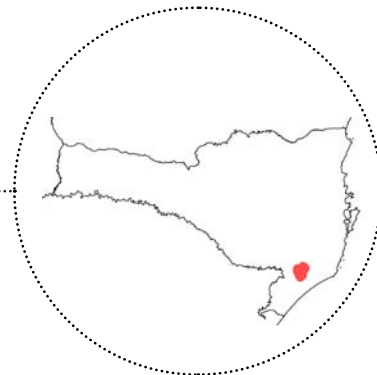
O objetivo de um geoparque no conceito da UNESCO é desenvolver vínculos entre o patrimônio geológico e todos os outros aspectos naturais, culturais e intangíveis da área. Um geoparque estabelece arranjos organizacionais que envolvem autoridades públicas, comunidades locais, interesses privados, bem como entidades de pesquisa e educação.

### Conclusão

É um projeto contínuo de execução.

## GESTÃO TERRITORIAL

### RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** No âmbito da Ação Civil Pública nº 93.8000533-4 que tem como objetivo a recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração do carvão no sul de Santa Catarina, a CPRM/SGB foi demandada pela União Federal a executar as obras e serviços de engenharia para a recuperação dos passivos ambientais das extintas empresas Carbonífera Treviso e Companhia Brasileira Carbonífera Araranguá–CBCA, que compreende aproximadamente 1.200 hectares de áreas mineradas a céu aberto e, aproximadamente, 200 aberturas de minas subterrâneas abandonadas.

**Abrangência:** Bacias Hidrográficas dos Rios Araranguá, Tubarão e Urussanga.

**Natureza:** Demanda da União.

**Produtos/Resultados:** A recuperação ambiental que vem sendo realizada na Bacia Carbonífera de Santa Catarina devolve a função ecológica e social das áreas degradadas e auxilia na recuperação dos recursos hídricos, atualmente muito impactados pela geração de drenagem ácida de mina.

**Benefícios:** Reestabelecimento das funções ecológicas e social das áreas e recuperação dos recursos hídricos.

**Status:** Em andamento.

**Duração:** Cronograma das obras se estende até 2028.

**Liderança:** DEGET/DIGATE

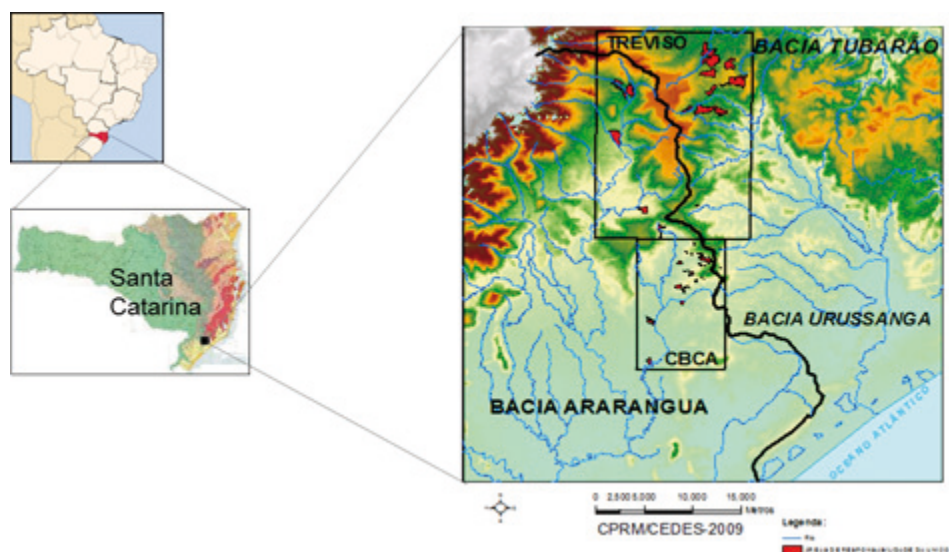
**Contato:** Geól. Marlon Hoelzel ([marlon.hoelzel@cprm.gov.br](mailto:marlon.hoelzel@cprm.gov.br))



## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A Bacia Carbonífera de Santa Catarina localiza-se na região Sul do Brasil e possui uma área aproximada de 1.625 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 6.500 ha estão diretamente impactados pela mineração do carvão (Figura 1). Devido a presença de material sulfetado, estas áreas se caracterizam pela geração de grande quantidade de drenagem ácida de mina (DAM), fenômeno que ocorre quando este material é exposto a água e ao oxigênio. A DAM gerada nessas áreas causou intensa alteração na qualidade dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Tubarão e Urussanga, que perfazem uma área total de aproximadamente 10.000 km<sup>2</sup>.



**Figura 1** - Localização da Área do Projeto

### Justificativa

A degradação ambiental da região carbonífera Sul-Catarinense e, em especial, o comprometimento dos recursos hídricos motivaram o Ministério Público Federal a mover uma Ação Civil Pública (sentença nº 20.097, de 05.01.2000) que condenou solidariamente a União Federal e as empresas mineradoras a promoverem a recuperação ambiental. Em 2008 a Ação de Cumprimento de Sentença, com decisão de antecipação de tutela, n. 2008.72.04.003517-1 imputou à União o dever de recuperar as áreas degradadas das empresas falidas ou insolventes (Carboníferas CBCA e Treviso).

### Objetivos

No âmbito da Ação Civil Pública nº 93.8000533-4 que tem como objetivo a recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração do carvão no sul de Santa Catarina, a CPRM/SGB está responsável pela recuperação dos passivos ambientais das extintas empresas Carbonífera Treviso e Companhia Brasileira Carbonífera Araranguá–CBCA que compreendem aproximadamente 1.200 hectares de áreas mineradas a céu aberto e aproximadamente 200 aberturas de minas subterrâneas abandonadas.

## Atividades

A recuperação ambiental que vem sendo aplicada nas áreas mineradas em superfície inclui:

- a reconstituição da topografia natural ou nova conformação estável e remoção total dos rejeitos em áreas de preservação permanente (Figuras 2 e 3);
- implantação de sistema de drenagem construído de modo a garantir a estabilidade e minimizar os processos erosivos;
- construção de uma camada de solo argiloso (Figura 4) para sustentar espécies vegetais da mata atlântica e isolar os rejeitos do ponto de vista hídrico, garantindo que as águas pluviais não entrem em contato com os sulfetos presentes no rejeito.

Na Figura 5 se observa uma área de preservação permanente em estágio de recuperação ambiental.

A recuperação de áreas mineradas em subsolo se restringe a:

- redução da vazão da drenagem ácida, através do tamponamento das bocas de mina abandonadas;
- preservação das drenagens naturais não contaminadas, através do desvio das drenagens das minas;
- redução da entrada de ar para o interior das minas.



**Figura 2** - Conformação das pilhas de rejeito e reconstrução topográfica.



**Figura 3** - Conformação topográfica em área minerada a céu aberto.



**Figura 4** - Cobertura de argila sobre os rejeitos sulfetados.



**Figura 5** - Área de preservação permanente em estágio de recuperação ambiental.

## Estudos concluídos

Após a conclusão das obras e serviços de engenharia em 2015, em abril daquele ano foi iniciado o monitoramento ambiental, cuja duração prevista é de cinco anos. Os resultados das análises químicas dos corpos hídricos mostram uma evolução positiva em relação ao aumento do pH e redução da carga de acidez, promovida pela aplicação de calcário e isolamento do material sulfetado com uma cobertura de argila. A área encontra-se totalmente revegetada, com destaque para o bom desenvolvimento da vegetação de Mata Atlântica, introduzida nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) (figuras 6 e 7).



**Figura 6** - Vista geral da vegetação rasteira na porção central da área Belluno.



**Figura 7** - Panorama da Lagoa 3, com destaque para a Área de Preservação Permanente nas suas margens

## Benefícios

Com o avanço das obras de recuperação a melhoria ambiental vai sendo percebida, sendo que os principais benefícios são o reestabelecimento das funções ecológicas e social das áreas, anteriormente estéreis para a vida e sem utilização social. Não menos importante é a recuperação da qualidade dos recursos hídricos afetados pela drenagem ácida de mina, que após a realização das obras, tiveram uma melhora substancial em suas águas, possibilitando, inclusive, o ressurgimento de diversas espécies neste ambiente.

## Conclusão

A geração de drenagem ácida de mina ocorre em todas as atividades de extração mineral onde existem sulfetos associados. Particularmente nos carvões gondwânicos, por terem seu ambiente sedimentar sob forte influência marinha, a disponibilidade de enxofre possibilitou a formação de um grande volume de sulfeto de ferro durante o processo de diagênese. Além disso, a média pluviométrica da região de 1.478mm/ano contribui para a geração de grande volume de drenagem ácida de mina que escoou pela rede de drenagem ou pelos aquíferos.

Até o momento, o isolamento superficial dos rejeitos com camadas de argila e posterior reintrodução da vegetação, tem sido a única técnica utilizada pelas empresas responsáveis pela recuperação. Esta cobertura traz grandes benefícios ambientais, principalmente por permitir que o escoamento superficial fique livre de drenagem ácida de mina. Esta cobertura de argila permite ainda que o fluxo de água subterrânea no interior das pilhas de rejeito seja reduzido, tendendo a cessar os processos de oxidação em subsolo.

## GESTÃO TERRITORIAL

### LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO DE BAIXA DENSIDADE NO BRASIL



#### FICHA RESUMO

**Apresentação e objetivo:** O levantamento geoquímico de baixa densidade executado pela CPRM objetiva avaliar e determinar os padrões de distribuição de 53 elementos químicos, 26 cátions, 7 ânions e 4 parâmetros físico-químicos no meio físico através da coleta, análise e interpretação dos resultados de amostras de solo, água de superfície, sedimentos de fundo e água de abastecimento público.

**Abrangência:** Nacional (todo o território brasileiro)

**Natureza:** Institucional

**Produtos/Resultados:** Elaboração de Atlas Geoquímicos Estaduais e de algumas bacias específicas. Já foram lançados os Atlas Geoquímicos das bacias dos rios das Velhas, do rio Doce e do rio Subaé. Foi lançado em 2017 o Atlas Geoquímico do Estado do Ceará. Serão lançados este ano os Atlas dos Estados de Roraima, Pernambuco, Alagoas, do Espírito Santo, e das bacias dos rios S. Francisco (MG), Paramirim (BA), Paranaíba (GO) e Acará-Moju (PA).

**Benefícios:** Permitir que multiusuários possam utilizar os dados nas áreas de mineração, geologia, agricultura, meio ambiente e saúde.

**Status:** em andamento

**Duração:** Projeto contínuo desde 2003.

**Liderança:** Eduardo Viglio e Cassio Silva

**Contato:** [eduardo.viglio@cprm.gov.br](mailto:eduardo.viglio@cprm.gov.br) e [cassio.silva@cprm.gov.br](mailto:cassio.silva@cprm.gov.br)

## DESCRIÇÃO DO PROJETO

### Introdução

A partir de 2003, a CPRM iniciou o mapeamento geoquímico sistemático com a execução do Projeto Levantamento Geoquímico de Baixa Densidade no Brasil, seguindo os critérios e padrões do Mapeamento Geoquímico Internacional, estabelecidos pelos Projetos: IGCP 259 (*International Geochemical Mapping*) e IGCP 360 (*Global Geochemical Baselines*), além de patrocinados pela UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), IUGS (*International Union of Geological Sciences*), IAGC (*International Association of Geochemistry and Cosmochemistry*), AEG (*Association of Exploration Geochemists*) e IAEA (*International Atomic Energy Agency*).

### Justificativa

Mapeamentos geoquímicos de baixa densidade, como este, já são reconhecidos internacionalmente como experiências bem sucedidas. Exemplos relevantes de produção de mapas multiuso são o “*Environmental Geochemical Atlas of the Central Barents Regions*” – Kola Project, o *Barents Ecogeochemistry* e no Brasil, o Atlas Geoquímico do Estado do Paraná, o Atlas Geoquímico do Vale do Ribeira, realizado pela UNICAMP e Serviço Geológico do Brasil e o Atlas Geoquímico da Bacia do rio das Velhas, primeiro produto do projeto (2011).

### Objetivos

Avaliar e determinar os padrões de distribuição de 53 elementos químicos, 26 cátions, 7 ânions e 4 parâmetros físico-químicos no meio físico através da coleta, análise e interpretação dos resultados de amostras de solo, água de superfície, sedimentos de fundo e água de abastecimento público. Os resultados obtidos são apresentados na forma de Atlas Geoquímicos com a expectativa de servir como fonte de informações para futuros trabalhos de detalhamento geoquímico como, por exemplo, para estudos nas áreas de Geologia Médica, de prospecção mineral, de recursos hídricos, de agricultura, uso e ocupação do solo e estudos ambientais.

### Atividades

Atualmente, dois projetos possuem trabalhos de campo, os Levantamentos de Baixa Densidade da região do Alto Rio Negro- Tunuí e do Sul e Extremo Sul do estado de Santa Catarina. O primeiro é efetuado em conjunto com a Diretoria de Geologia e Mineração, com cooperação do exército e FUNAI, dentro da área indígena. O segundo engloba a região em processo de recuperação ambiental da Bacia Carbonífera e visa definir os *backgrounds* regionais.

Estão em processo de conclusão os Atlas Geoquímicos das bacias: do rio São Francisco em MG, do rio Paranaíba em GO e dos rios Acará-Moju no PA. Também em fase de conclusão estão os Atlas Estaduais de: Roraima, Pernambuco, Alagoas, Minas Gerais e Espírito Santo. Os dados dos estados de Rio de Janeiro, Paraíba, São Paulo e Mato Grosso do Sul estão sendo consistidos. Todos os dados ambientais estão sendo consistidos para inserção no banco de dados GeoSGB. Resultados de 18 mil amostras de solo e sedimento de corrente estão disponíveis.

### Estudos concluídos

No período de 2008 a 2015, foram concluídos os levantamentos geoquímicos nos estados de Roraima, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Estão em execução nos estados do Pará, Bahia e Goiás. Foram coletadas no total 41.487 amostras de água fluvial e de abastecimento público, sedimentos ativos de corrente e solos, em área de aproximadamente 4.211.796 km<sup>2</sup>, correspondendo a quase 40% do território brasileiro.

## **Produtos**

Estão concluídos e disponibilizados aos interessados em nossa página da CPRM, o Atlas Estadual do Ceará e os Atlas das bacias dos rios das Velhas, Doce e Subaé.

## **Benefícios e Conclusão**

Os Levantamentos Geoquímicos de baixa densidade, de caráter multi-úso, possibilitam um conhecimento do meio físico abiótico determinando áreas que devem ser estudadas com mais detalhe por diversas disciplinas e instituições, permitindo uma otimização do gerenciamento do território pelas autoridades e setores competentes.

# COOPERAÇÃO INTERNACIONAL SOBRE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL







## COOPERAÇÃO INTERNACIONAL SOBRE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

---



Na CPRM – Serviço Geológico do Brasil, a cooperação internacional, conduzida pela Assessoria de Assuntos Internacionais, subordinada a área da Presidência, tem se constituído um sólido instrumento de desenvolvimento de pesquisa técnico-científica, fortalecendo o intercâmbio do conhecimento, sendo praticada desde a sua origem, fundamentada em ato internacional entre governos e consolidada por Convênio Interinstitucional.

Com responsabilidade social e consciência ecológica a CPRM atua, globalmente, na defesa do meio ambiente e uso sustentável dos recursos naturais, terrestres e marinhos, abrangendo minerais, hidrocarbonetos e a água – elemento vital para o futuro do planeta Terra e bem estar da humanidade.

Com base nos princípios da solidariedade e igualdade entre os povos, bem como a aproximação entre as nações, a CPRM tem intensificado o intercâmbio junto a países desenvolvidos e países em desenvolvimento, através das organizações dos serviços geológicos ou instituições correlatas, bem como junto a organismos e associações internacionais técnico-científicos sem fins-lucrativos.

Tendo como objetivo primordial permutar conhecimento sobre o acesso à água de boa qualidade pela população, e o suprimento dos recursos hídricos necessários para alavancar o desenvolvimento econômico ao país, a CPRM tem priorizado a cooperação técnica na gestão de sistemas superficiais e subterrâneos, incluindo suas fontes, contaminação, vulnerabilidade e disponibilidade hídrica, de forma a permitir o entendimento da história do ciclo completo da água.

A seguir serão listadas as principais cooperações e projetos executados ou em execução no campo dos recursos hídricos e no âmbito da gestão do meio ambiente.

**Tabela 1** – Cooperações Internacionais no Âmbito dos Recursos Hídricos.

Cooperação / País ou Organização	Projeto	Status
CPRM, United States Geological Survey (USGS) e a United States Army Corps of Engineers (USACE) América e a Agência Nacional de Águas (ANA) / Estados Unidos da América.	Monitoramento Hidrológico, Análises e Sistemas de Suporte da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR).	Em execução
CPRM e L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) / França.	Dinâmica Fluvial dos Sistemas Solimões-Rio Negro-Amazonas	Concluído
	Dinâmica Fluvial na Bacia Amazônica.	Em execução
CPRM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), GEOHYD, CNRS, ANR, universidades francesas e instituições (INPE, APAC, FACEPE) e universidades nacionais / França.	<b>Challenge Of Water Quality in Urban Environmental Issue: Recife Aquíferes and Land Use</b> : Projeto COQUEIRAL.	Concluído
CPRM e Comité Intergubernamental Coordenador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC-Plata) / Países da Bacia do Plata /Argentina, Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai.	Programa Marco para la Gestion Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata en Relación con los Efectos Hidrogeológicos de la Variabilidad y el Cambio Climático.	Concluído
CPRM e Geological Survey of Canada (GSC)/ Canadá.	Água Subterrânea no Nordeste do Brasil: Projeto PROASNE-Brasil.	Concluído
	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS).	Concluído
CPRM e Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM)/Cuba.	Colaboración de los Estudios para el Manejo y Uso Racional de los Recursos de Aguas Minerales (SIAGAS-CUBA).	Concluído
	Soporte Técnico y Extensión Institucional del Sistema de Información de Aguas Subterrâneas (SIAGAS-Cuba).	Concluído
CPRM, OneGeology (British Geological Survey (BGS) e Bureau de Recherche de Geologie and Minières – BRGM) / UK e França.	Harmonização do Mapa Hidrogeológico do Brasil, escala 1:5.000.000.	Concluído
CPRM e Direção Nacional de Geologia de Moçambique (DNGM)/ Moçambique.	Mapa Geoambiental da Região Metropolitana de Maputo, Moçambique: ênfase no estudos dos recursos hídricos)	Concluído
	Treinamento de Técnicos da DNGM em Análise de Água.	Concluído
CPRM e International Atomic Energy Agency (IAEA)	Centro Colaborativo em Hidrologia Isotópica na América do Sul	Em negociação

**Tabela 2**– Cooperação Internacional no Âmbito da Gestão Territorial.

<b>Cooperação / País ou Organização</b>	<b>Projeto</b>	<b>Status</b>
CPRM e The Japan International Cooperation Agency (CIDA)/Japão.	Strengthening National Strategy of Integrated Natural Disaster Risk Management: Projeto GIDES.	Em conclusão
CPRM e Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM) / Coreia do Sul.	Development of a Geographical Information System for Data Management and Prediction Mapping of Geological Hazards and Mineral Potential.	Concluído
CPRM e Guyana Geological and Mines Commission (GGMC) / Guiana.	Mapeamento Geológico e da Geodiversidade na Área de Fronteira Brasil-Guiana.	Em execução
CPRM e Geological Mining Service (GMD) do Suriname / Suriname.	Mapeamento Geológico e da Geodiversidade na Área de Fronteira Brasil-Suriname.	Concluído
CPRM e Conselho de Defesa Sul-americano (CDS) da União de Nações Sul-americanas (UNASUL) / Países da América do Sul.	Atlas Sul-americano de Mapas de Riscos dos Desastres Naturais.	Em execução
CPRM e Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM)/ Cuba.	Evaluación y Diagnostico sobre la Degradación Ambiental de la Mina “El Cobre” en Cuba.	Concluído
	Estudio de la Degradación Ambiental de la Minería en la Región de Santa Lucia en el Occidente de Cuba.	Concluído
CPRM e Instituto Nacional de Investigación Geologica Minero Metalurgico (INIGEMM)/ Equador	Capacitación no Tratamiento e Interferometria con Base en Imagens SAR para Identificación de Afundamentos e Movimentación de Tereno.	Concluído
	Elaboración de Mapas de Suscetibilidade a Movimentos de Massa	Concluído
CPRM-China Geological Survey (CGS)	Geochemical Mapping Low Density in Brazil	Em Implantação
CPRM-Warwick University, British Geological Survey, United Kingdom.	Leavreing Big Data and Crowdsourc Upport Disaster Risk Management and Improve Urban Resilience.	Em Implantação

## **COOPERAÇÃO CPRM, UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS), UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE/USA) E A AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA)**

### **Nome do Projeto**

*Projeto Monitoramento Hidrológico, Análises e Sistemas de Suporte da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR)*. O projeto encontra-se em execução em consonância com o cronograma de trabalho acordado pelos participantes.

### **Introdução**

Cooperação entre CPRM, United States Geological Survey (USGS), *United States Army Corps of Engineers* (USACE) e a Agência Nacional de Águas (ANA). Os primeiros contatos da Cooperação CPRM, *United States Geological Survey* (USGS) e a *United States Army Corps of Engineers* (USACE) dos Estados Unidos da América e a Agência Nacional de Águas (ANA), tiveram início em 2014 através de reuniões, visitas às áreas de trabalho no campo e realizações de *workshops*, no Brasil.

A seguir, em 2015 foi firmado pelos participantes o instrumento legal – *Letter of Agreement* (LOA), visando o treinamento de profissionais brasileiros sobre técnicas de monitoramento hidrológico em uso pelo USGS. Ainda em 2015 dentro dos objetivos da LOA foram realizadas 2 (duas) missões de técnicos brasileiros da CPRM e da ANA aos Estados Unidos da América compreendendo visitas e treinamento no USGS em Atlanta, Geórgia; New Orleans, Luisiana; em Denver, Colorado; e em Washington, D.C. Em continuidade uma terceira missão formada por técnicos americanos visitou o Brasil para analisar e avaliar a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHNR), e propor medidas para o aperfeiçoamento da RHNR.

Posteriormente, em agosto de 2015 os participantes firmaram o Memorando de Entendimento (MOU) com 10 (dez) anos de vigência com os seguintes temas para cooperação bilateral: recursos hídricos, variabilidade climática e mudanças no uso do solo, ecossistemas, saúde ambiental, energia, riscos naturais, avaliação de riscos e de resiliência e integração de dados.

Em 2016 com base no MOU firmado entre ANA, USGS e CPRM acordaram em implantar ações, contemplando um amplo programa de capacitação técnica de profissionais brasileiros para a modernização do monitoramento através da implantação da *Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência* (RHNR) e para desenvolvimento de estudos interpretativos.

A Rede Hidrometeorológica Nacional (RHNR) de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) possui mais de 4,5 mil estações de monitoramento, de diferentes tipos, em todo o País. Cerca de 75% dessas estações são operadas pelo CPRM. Há estações fluviométricas (para nível e vazão de rios), pluviométricas (chuvas), sedimentométricas (sedimentos), entre outras. É fundamental, portanto, o treinamento de técnicos em novas e modernas tecnologias a serem aplicadas no seu monitoramento.

Com ações conjuntas CPRM, USGS e ANA a expectativa é assegurar qualidade e confiabilidade aos dados hidrológicos. Quanto aos estudos interpretativos está havendo a troca de conhecimento na área de modelagem de qualidade das águas e de estimativa de evapotranspiração via sensoriamento remoto.

Esta transferência de conhecimento se dá através de vídeo conferência (*webinars*) e *workshops* com a utilização de dois modelos desenvolvidos e utilizados pelo USGS:

- SPARROW – *Spatially Referenced on Watershed Attributes*;
- Ssebop – *Simplified Surface Energy Balance*.

Estes modelos estão sendo aplicados nas bacias dos rios Mogi-Guaçu e das Velhas (SPARROW) e região do Aquífero Urucuia (Ssebop).

## Objetivo

Com referência no uso das melhores práticas adotadas pelo USGS, cuja tecnologia de operação está sendo transferida com base na presente cooperação, o objetivo do projeto é subsidiar o planejamento e a implementação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR), a partir da revisão da rede fluviométrica nacional em operação, considerando as demandas de interesse da União.

Transferência de conhecimento em modelos de qualidade da água e de estimativa de evapotranspiração desenvolvidos e utilizados pelo USGS.

## Resultados

A implementação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR) teve início com a instalação de 105 (cento e cinco) estações telemétricas.

De acordo com a presente cooperação, um intensivo programa de capacitação de técnicos brasileiros tem sido desenvolvido, propiciando a transferência de tecnologia, com base no uso das melhores práticas adotadas pelo USGS. O objetivo é subsidiar o planejamento, gerenciamento e a implementação da RHNR, a partir da revisão da rede fluviométrica nacional em operação, considerando as demandas de interesse da União. Bem como a capacitação na utilização de modelos de qualidade da água e de estimativa de evapotranspiração.

No exercício de 2016 foram ministrados os seguintes cursos:

- Fundamentos para a coleta de dados em campo e geração de dados em tempo real;
- Instalação, manutenção e consertos de instrumental hidrométrica para medição de vazão;
- Uso de hidroacústica para medição de vazão;
- Registros e processamento de dados fluviométricos contínuos.

Em complemento, via web, foram desenvolvidos os seguintes treinamentos:

- Estratégia de gestão e garantia da qualidade de instrumentação hidrológica;
- Amostragem para fins de garantia da qualidade em laboratório de análises de qualidade da água;
- Procedimentos e técnicas aplicadas a programas de garantia da qualidade na coleta de dados hidrológicos;
- Implementação e adaptação de sistemas em TI e ferramentas computacionais voltadas para a operação de rede e gerenciamento de dados;
- Vídeos conferências sobre modelos SPARROW e Ssebop, envolvendo pesquisadores do USGS, ANA e CPRM.

Em 2017 o treinamento para 33 (trinta e três) pesquisadores e técnicos da CPRM, e ministrados 5 (cinco) cursos com carga horária de 40 (quarenta) horas cada, abrangeu os seguintes cursos:

- Introdução a hidrometria e nivelamento;
- Instrumentação de hidrometria básica e resolução de problemas;
- Medições de vazões usando o *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP);

- Processamento de Registros e Desenvolvimento de Curva Chave;
- Treinamento de Líderes.

Além disso, em 2017 foram realizadas vídeos conferências e workshops sobre modelos SPARROW e Ssebop com participação de pesquisadores do USGS, ANA e CPRM.



**Figura 1** - Treinamento de técnicos brasileiros: (a) Curso Medições de Vazões: uso do ADCP, sede da ANA, Brasília, DF.;  
(b) Instalação da estação telemétrica em Goiás

## COOPERAÇÃO CPRM E L'INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT (IRD), FRANÇA

### Nome do Projeto

Inicialmente, em 2009, *Projeto Dinâmica Fluvial dos Sistemas: Solimões-Rio Negro-Amazonas*, concluído em 2012, e em prosseguimento, a partir de 2013, o *Projeto Dinâmica Fluvial na Bacia Amazônica, em desenvolvimento*.

### Introdução

A Cooperação CPRM e L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), instituição de pesquisa do governo da França, teve início em 2009, quando foram firmados os primeiros instrumentos legais (Memorando de Entendimento (MOU) e o Acordo (*Agreement*) entre CPRM e IRD. Posteriormente, esses instrumentos foram renovados em 2013 visando o prosseguimento das atividades.

Entre as principais linhas de pesquisa, destaca-se a transferência de tecnologia nos estudos hidrológicos, e o impacto do "global change" nos recursos hídricos, visando o entendimento da dinâmica fluvial de bacia hidrográfica, com o cadastramento de dados hidrológicos, sedimentométricos, de química das águas, entre outras observações.

Os dados espaciais provenientes de sensores remotos (satélites) podem suprir a carência de informações em regiões ínvias, com maior precisão, por exemplo, em condições amazônicas, além de agregar qualidade a informações em áreas previamente conhecidas, maximizando a viabilidade de estudos hidrológicos. Ao medir as mudanças de armazenamento de água em todas as zonas úmidas, lagos e reservatórios, e estimar vazões em rios, contribuirão para o avanço dos estudos científicos que buscam o entendimento do ciclo hidrológico global e o mapeamento das zonas úmidas e fluxo canalizado.

### Objetivo

Ambos projetos *Dinâmica Fluvial dos Sistemas Solimões-Rio Negro-Amazonas* e *Dinâmica Fluvial na Bacia Amazônica* têm por objetivo, entre outros, desenvolver um novo conceito para a área de hidrometria, com base no uso de satélite na aplicação no monitoramento de dados hidrológicos e de estimativa do fluxo de sedimentos, além do controle da qualidade das águas dos reservatórios, no contexto da bacia Amazônica.

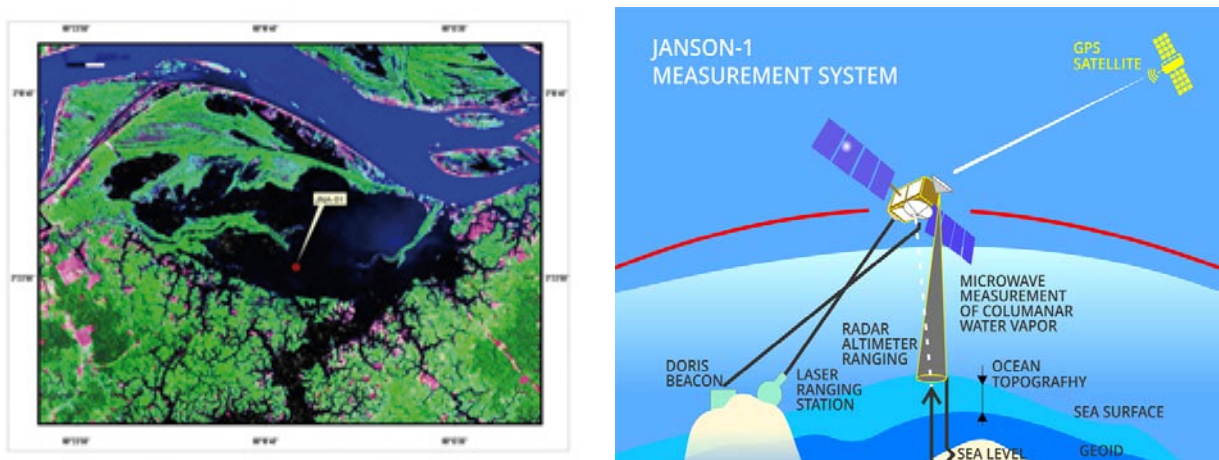
### Resultados

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto, em especial altimetria por satélite, ora em aplicação, acarretará um notável avanço na aquisição de dados de hidrologia, notadamente em áreas de difícil acesso, e muito contribuirá para o avanço dos estudos científicos que buscam compreender o ciclo hidrológico global e mapear as zonas úmidas e fluxo canalizado. Esses estudos contribuirão para o entendimento da dinâmica da bacia Amazônica.

A capacitação técnica tem permitido a absorção de tecnologia pela CPRM, com a participação de seu profissional na missão espacial SWOT (*Surface Water and Ocean Topography*)- missão espacial conjunta das agências espaciais, americana (NASA) e francesa (CNES). A CPRM tem interagido com a comunidade de pesquisadores estrangeiros envolvidos nas pesquisas no âmbito do IRD, participando de eventos, por exemplo, recentemente em Toulouse-França, no *SWOT-Science Team Meeting and Cal/Val Workshop*, no qual pesquisadores de diversos

países, liderados por cientistas da NASA e CNES, discutiram e apresentaram projetos de desenvolvimento do satélite SWOT. Posteriormente, em agosto de 2017, a CPRM, em conjunto com técnicos dos USA, Canadá e França, esteve presente em atividade de campo na região de Saskatoon, Canadá, para participar da campanha Air-SWOT, avião da NASA que levava a bordo réplicas dos sensores do satélite SWOT. Nesta campanha, 14 (quatorze) sensores da missão espacial SWOT foram validados e calibrados a partir de dados coletados pelos técnicos.

Os resultados da pesquisa foram apresentados em diversos fóruns: Encontro da União Europeia de Geociências (EGU), realizado em Viena Áustria; Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, que ocorreu na cidade de Florianópolis, SC; Sétima Reunião Internacional do Grupo HYBAM, que teve lugar na Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói, RJ; e Encontro da União Americana de Geofísica (AGU), em Nova Orleans, USA, entre outros.



**Figura 1** – Detalhe em imagem de satélite dos aspectos da drenagem na bacia Amazônica; esquema do uso de satélite em medidas hidrológicas.



A CPRM faz parte do time científico da missão espacial SWOT que será lançada pela NASA/CNES em 2021.



Satélite SWOT

Uso de satélites com altímetros para obtenção de informação de níveis de água, principalmente em regiões pouco monitoradas e em bacias transfronteiriças.



Exemplo de comparação de dados de satélite e régua no Porto de Manaus



Esquema de obtenção de dado do satélite SWOT

**Figura 2** – Síntese do uso de satélites na hidrometria.



## **COOPERAÇÃO CPRM, BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIÈRES (BRGM), GEOHYD, CNRS, ANR, UNIVERSIDADES DA FRANÇA E INSTITUIÇÕES (INPE, APAC, FACEPE) E UNIVERSIDADES BRASILEIRAS.**

### **Nome do Projeto**

Projeto *Challenge Of Water Quality in Urban Environmental Issue: Recife Aquiferes and Land Use*, com acrônimo Projeto COQUEIRAL.

### **Introdução**

Cooperação entre CPRM, *Bureau de Recherches Geologiques et Minières* (BRGM), GEOHYD, CNRS, ANR, universidades francesas e instituições (INPE, APAC, FACEPE) e universidades brasileiras, desenvolvida com base no Acordo Contratual de Cooperação, assinado em 2013 pelas instituições partícipes, com prazo de execução de 3 (três) anos.

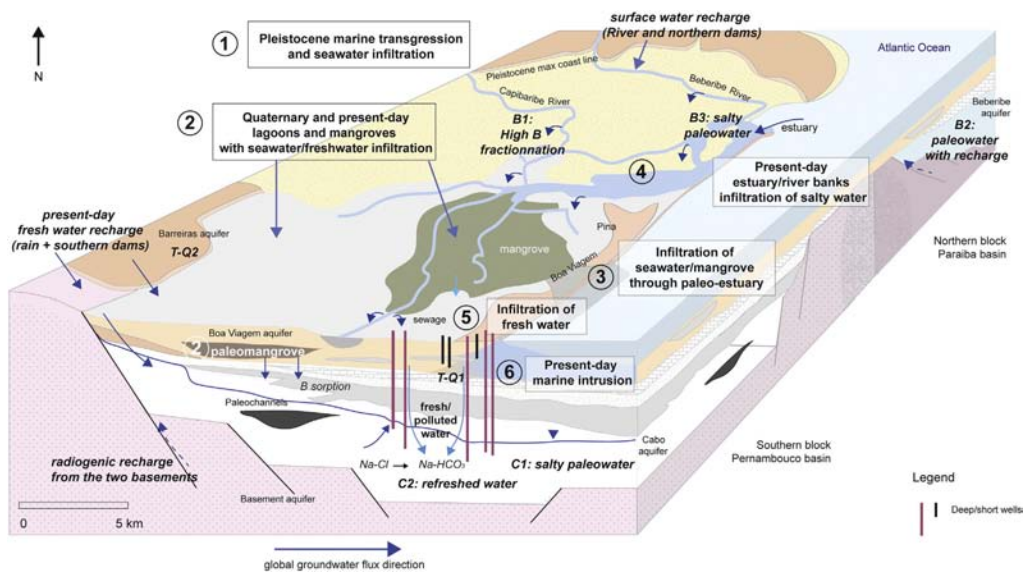
A cooperação abrangeu um amplo programa de pesquisa interdisciplinar aplicado à proteção ambiental e ao planejamento da gestão de águas subterrâneas, com base no impacto social. Executado com financiamento da *Agence Nationale de la Recherche* (ANR) pelo lado francês, e da FACEPE e FAPESP, pelo lado brasileiro, foi executado o Projeto *Challenge Of Water Quality in Urban Environmental Issue: Recife Aquiferes and Land Use*, com acrônimo Projeto COQUEIRAL.

### **Objetivo**

O Projeto *Challenge Of Water Quality in Urban Environmental Issue: Recife Aquiferes and Land Use*, com acrônimo Projeto COQUEIRAL, teve como objetivo estudar as ações antrópicas sobre a qualidade e quantidade dos aquíferos costeiros, num contexto de exploração excessiva, bem como o impacto humano sobre a qualidade dos reservatórios, associada à crescente urbanização na zona costeira da Região Metropolitana de Recife (RMR), Brasil.

### **Resultados**

Concluído em 2015, o projeto demonstrou, com base em simulações de modelos numéricos computacionais, que se a extração da água atualmente praticada na RM de Recife continuar, atingindo até 90 m, a dinâmica entre os aquíferos mais rasos (Barreiras e Boa Vigem) e os aquíferos mais profundos (Beberibe e Cabo), acarretará forte salinização nos aquíferos mais profundos, implicando na necessidade urgente de controle público da atual e futura extração de água destes aquíferos, tendo em vista a sua preservação.



**Figura 1** – Modelo conceitual do Projeto COQUEIRAL para os aquíferos da RM de Recife exibindo os múltiplos níveis de origem da água e suas conexões, e os processos de salinização (adaptado de Cary et al., 2015).

## COOPERAÇÃO CPRM E COMITÉ INTERGOVERNAMENTAL COORDENADOR DE LOS PAÍSES DE LA CUENCA DEL PLATA (CIC-PLATA)

### Nome do Projeto

*Projeto Marco para la Gestion Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata en Relación con los Efectos Hidrogeológicos de la Variabilidad y el Cambio Climático.*

### Introdução

A Cooperação CPRM e *Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata* (CIC-Plata) ou Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Rio da Prata (CIC-Prata), formada em 2013 pelos representantes dos 5 (cinco) países (Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai), executada através do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), recebeu apoio técnico e administrativo do Departamento de Desenvolvimento Sustentável da Organização dos Estados Americanos (DDS-OEA), inserida no *Programa Marco para la Gestion Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata en Relación con los Efectos Hidrogeológicos de la Variabilidad y el Cambio Climático.*

Tendo em vista a relevância da área em estudo e considerando-se a o nível de excelência da CPRM em cartografia hidrogeológica coube a CPRM capacitar, tecnicamente, as equipes dos países membros do CIC, cujas atividades foram concluídas de forma exitosa em 2016.

Com uma área abrangendo parte dos territórios dos 5 (cinco) países partícipes, totalizando 4.300.000 km<sup>2</sup>, coube a CPRM capacitar as equipes técnicas dos países membros do CIC no tema cartografia hidrogeológica.

### Objetivo

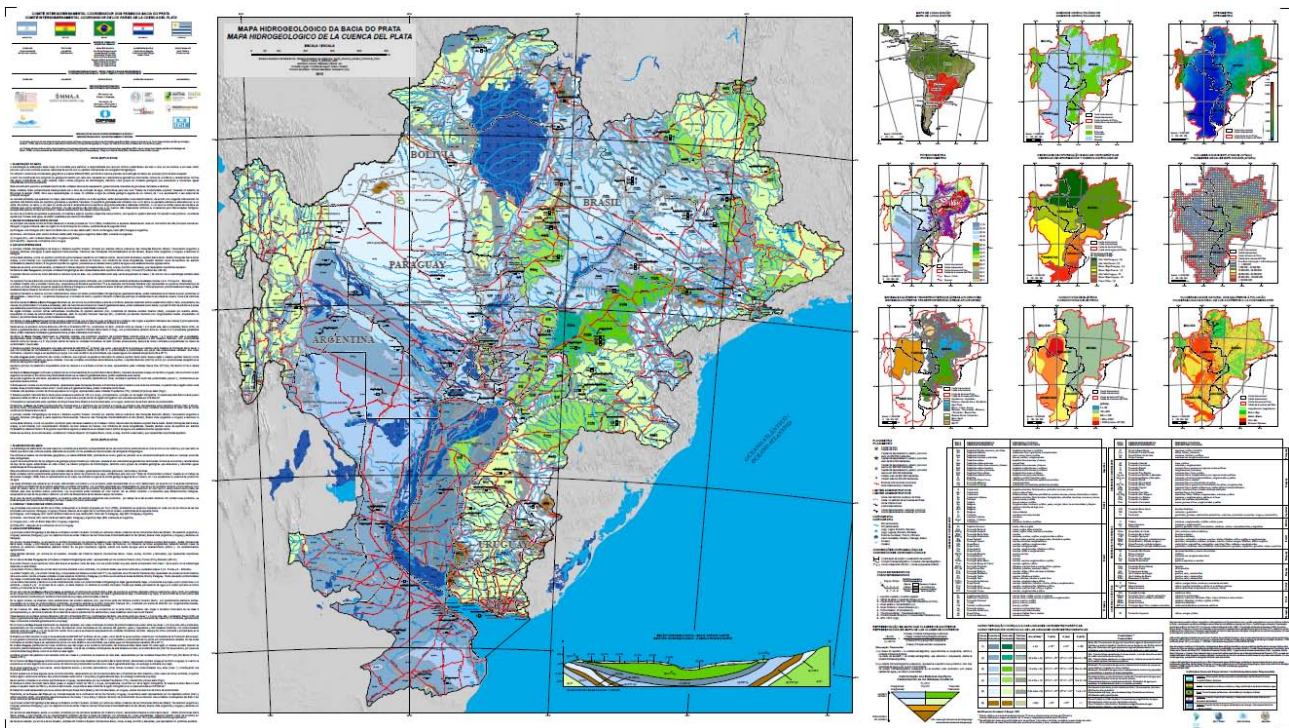
A cooperação CPRM-CIC Prata teve por objetivo fortalecer a gestão dos recursos hídricos transfronteiriços de maneira integrada e sustentável, no contexto da variação e mudança climática, capitalizando oportunidades para o desenvolvimento da Bacia do Rio do Prata.



**Figura 1** – (a) Hidrogeólogos da CPRM ministram treinamento para técnicos representantes dos países membros do CIC Prata; (b) Seminário sobre Coordenação do CIC-Prata realizado na CPRM, Escritório do Rio de Janeiro, para avaliação, decisões e ações futuras sobre a cooperação CPRM-CIC Cuenca del Plata.

## Resultados

Coube a CPRM coordenar e executar o *Projeto Mapa Hidrogeológico da Bacia do Prata*, em escala 1:1.000.000, incluindo o inventário dos sistemas dos aquíferos transfronteiriços, integrado a um sistema de informação com base de dados GIS. Em complemento, a CPRM elaborou também o *Mapa Hidrogeológico da Bacia Piloto do Cuareím-Quaraí*, escala 1:5.000.000. O relatório final desses projetos consta de Nota Explicativa bilingüe, português e espanhol, além dos mapas hidrogeológicos correspondentes com base de dados em GIS. O projeto encerrou suas atividades em 2016.



**Figura 2** – Mapa hidrogeológico da bacia do rio do Prata, escala 1:1.000.000, coordenação da CPRM, Cooperação-CIC del Plata (Fonte: Diniz, J.A.O. et ali, 2015).

## COOPERAÇÃO CPRM E GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA (GSC)

### Nome do Projeto

Água Subterrânea no Nordeste do Brasil, denominado PROASNE-Brasil, iniciado em 1998 e concluído em 2002.

### Introdução

A Cooperação entre CPRM e *Geological Survey of Canada* fundamenta-se nos instrumentos legais:

- Acordo de Cooperação Técnico-Científico Canadá-Brasil firmado em 1976;
- Ajuste Complementar ao Acordo Cooperação Técnico-Científico Brasil-Canadá de 1976.

Foram designadas a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e a *Canadian International Development Agency* (CIDA) como implementadoras das ações conjuntas a serem desenvolvidas por esses países.

Em 1995 CPRM e o GSC firmaram o Memorando de Entendimento (MOU), e em 2000 o Fundo para Transferência de Tecnologia Canadá-Brasil, constituído por CIDA, GSC e CPRM, provendo recursos financeiros para as ações conjuntas da cooperação.

A partir do início de 1998 com a execução pela CPRM e o CSG, além de colaboração nacional através da UFRN, UFPE e a SOHIDRA do governo do Ceará, deu-se início as primeiras ações conjuntas no âmbito da cooperação CPRM-GSC, com a implantação do *Projeto Água Subterrânea no Nordeste do Brasil*, denominado PROASNE-Brasil. As atividades do projeto concentraram-se em 3 (três) áreas piloto do semiárido do Nordeste Brasileiro: Ceará (área Juá), Rio Grande do Norte (área Serrinha) e Pernambuco (área Caiçara-Samambaia).

### Objetivo

O projeto teve por objetivo aplicação de tecnologia de ponta (aerogeofísica, geofísica terrestre, sensoriamento remoto, geoprocessamento e estudos de hidroquímica) no estudo da oferta de água subterrânea, visando a:

- otimização de métodos de prospecção para água subterrânea em rochas cristalinas fissuradas;
- avanço tecnológico no processo da oferta de água subterrânea, na região do semiárido nordestino, com a utilização de energia solar de corrente contínua para dessalinização de água captada por poços, tendo sido testada experimentalmente a viabilidade econômica do processo;
- forte ação social na equidade de gênero junto a comunidade local – primeira vez em uso nos projetos desenvolvidos na CPRM – em atendimento a determinação da CIDA, agência financiadora do PROASNE-Brasil.

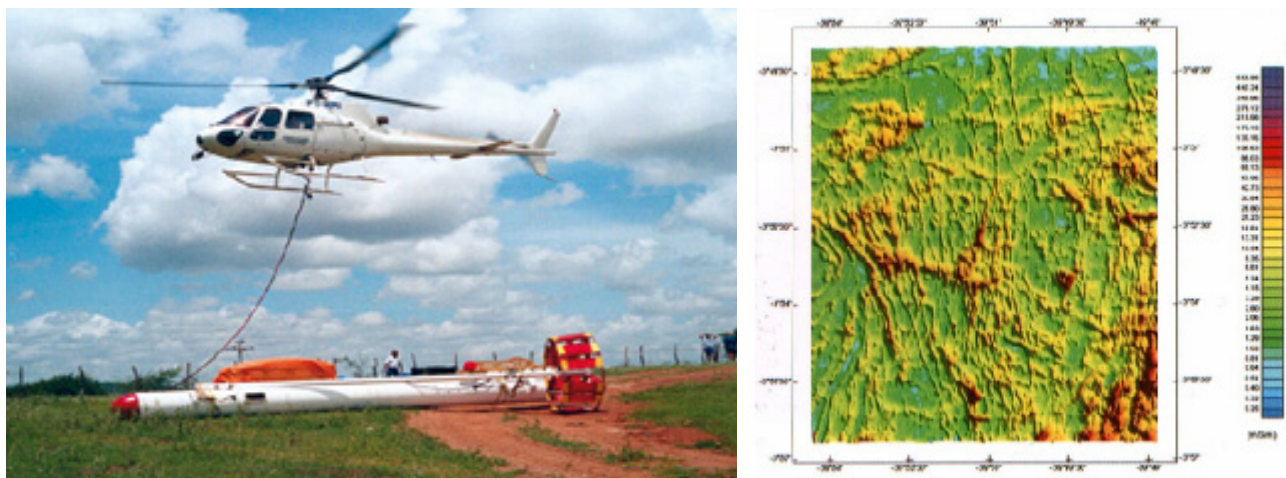


**Figura 1** – Estação experimental de energia solar de corrente contínua para bombeamento e dessalinização de água subterrânea, na região de Livramento, município de Irauçuba, Ceará.

## Resultados

Os seguintes resultados merecem destaques:

- Otimização de Metodologias de Prospecção de Água Subterrânea em Rochas Cristalinas Fissuradas- através da otimização de locação de furos de sondagens para testar as estruturas geológicas sugeridas como prováveis armazenadoras de água nas 3 (três) áreas-piloto. Além disso, realizou-se o inventário de pontos de água complementado com análises físico-químicas.
- Avanço Tecnológico no Processo de Oferta de Água Subterrânea- em 2001 implementadas ações visando à melhoria da qualidade da água subterrânea na área do PROANSE - Brasil, semiárido nordestino com a inaugurada uma estação experimental de energia solar de corrente contínua para bombeamento e dessalinização de água subterrânea, na região de Livramento, município de Irauçuba, Ceará. O uso de coletor solar com corrente contínua representou um avanço tecnológico e uma melhoria na eficiência do processo de dessalinização de água em regiões semiáridas, permitindo a oferta de água com boa qualidade para a população local;
- Participação Comunitária na Gestão dos Recursos Hídricos:
  - Ações socioeducativas de gestão dos recursos naturais nas comunidades das áreas-piloto, priorizando os recursos hídricos;
  - Incentivo à participação da comunidade para desenvolver o conceito de cidadania;
  - Elevação do nível de participação das mulheres da comunidade, desenvolvendo o conceito de equidade de gênero.
- Em função dos resultados positivos alcançados, o PROASNE-Brasil foi selecionado pelo governo canadense como modelo a ser adotado na busca de solução para água subterrânea em regiões semiáridas da África, priorizadas pela CIDA nas suas ações de cooperação internacional similar.



**Figura 2** – Otimização de metodologias de prospecção de água subterrânea em rochas cristalinas fissuradas no NE do Brasil, Projeto PROASNE-Brasil: (a) instrumental para prospecção geofísica; (b) resultado dos levantamentos aerogeofísicos para caracterização de possíveis estruturas armazenadoras de água.

## COOPERAÇÃO CPRM E *GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA* (GSC)

### Nome do Projeto

*Projeto Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS).*

### Introdução

Em continuidade as ações inseridas na Cooperação entre CPRM e *Geological Survey of Canada*, fundamentada nos instrumentos legais:

- Acordo de Cooperação Técnico-Científico Canadá-Brasil firmado em 1976;
- Ajuste Complementar ao Acordo Cooperação Técnico-Científico Brasil-Canadá de 1976.

A CPRM e o GSC firmaram Acordo de Trabalho com a empresa Waterloo Hydrogeologic Inc, empresa privada canadense, conceituada no desenvolvimento e na aplicação de softwares para estudos hidrogeológicos. E, em 2002 foi implantado o *Projeto Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)*, visando o aperfeiçoamento do SIAGAS, então em desenvolvimento pela CPRM.

Executado no Canadá em conjunto por técnicos da CPRM e da Waterloo foi desenvolvido o aplicativo aplicação de *softwares* para estudos hidrogeológicos.

### Objetivo

Desenvolver um sistema para disponibilizar informações sobre água subterrânea, através da *web* para:

- Disponibilizar a informação através da *web* de forma amigável, tornando-a de fácil acesso à comunidade geocientífica, a empresários e a entidades públicas e privadas do setor de captação de água subterrânea;
- Interpretar dados sobre água subterrânea, através dos aplicativos em desenvolvimento pela *Waterloo*;
- Contribuir com subsídios para o planejamento e a tomada de decisões pelos órgãos governamentais gestores, na minimização dos efeitos das secas, destacando-se, entre outros, os seguintes pontos:
  - o cadastramento das fontes potenciais de água subterrânea;
  - a identificação de áreas com carência de abastecimento;



**Figura 1** – Representantes do GSC, CIDA, CPRM e da empresa Waterloo em visita a Embaixada do Canadá, em Brasília.

- a elaboração de relatórios estatísticos, de forma a permitir o tratamento de dados relacionados geograficamente, com base na análise espacial dos dados armazenados.

## Resultados

O projeto permitiu a modernização e o aperfeiçoamento da estrutura de dados hidrogeológicos, de química e de qualidade de água levantados pela CPRM. Com cerca de 100 mil poços distribuídos em todo o território nacional, testou-se o sistema permitindo a disponibilização das informações em ambiente *web* para serem alimentadas pelo usuário.

Hoje o SIAGAS com mais de 300 mil poços é um sistema de informações de águas subterrâneas de propriedade da CPRM, composto por uma base de dados de poços permanentemente atualizada, e de módulos capazes de realizar consulta, pesquisa, extração e geração relatórios. O SIAGAS desenvolvido e mantido pela CPRM, a partir do mapeamento e pesquisa hidrogeológica em todo o país, permite a gestão adequada da informação hidrogeológica e a sua integração com outros sistemas.

Por determinação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), através da Moção N. 038, de 7 de dezembro de 2006, recomendou a adoção do SIAGAS, pelos órgãos gestores estaduais, Secretarias dos Governos Estaduais, Agência Nacional de Águas- ANA e Usuários dos Recursos Hídricos Subterrâneos, como base nacional compartilhada para armazenagem, manuseio, intercâmbio e difusão de informações sobre águas subterrâneas, sendo alimentado pelos 26 estados e o distrito federal.

Poço: 2300021144 UF: CE Município: Acarape Localidade: Mamoeiro

**Perfil Construtivo**

Gerais Construtivos Geológicos Hidrogeológicos Teste de Bombeamento Análises Químicas

<b>Dados Gerais:</b>	
Nome:	PS171/2006 - SOHIDRA
Data da Instalação:	
Proprietário:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ACARAPE
Natureza do Ponto:	Poço tubular
Uso da Água:	Abastecimento múltiplo
Cota do Terreno (m):	
<b>Localização:</b>	
Localidade:	Mamoeiro
UTM (Norte/Sul):	9530298
UTM (Leste/Oeste):	534463
Latitude (GGMSS):	041458
Longitude (GGMSS):	394122
Bacia Hidrográfica:	Rio Parana
Subbacia Hidrográfica:	Rio Paranaíba
<b>Situação:</b>	
Data:	
Situação:	

Figura 2 – Exemplo de consulta de dados “on line” no SIAGAS WEB.



## COOPERAÇÃO CPRM E OFICINA NACIONAL DE RECURSOS MINERALES (ONRM) DE CUBA

### Nome do Projeto

Em 2005 o Projeto *Colaboración de los Estudios para el Manejo y Uso Racional de los Recursos de Aguas Minerales* de Cuba (SIAGAS-CUBA) concluiu suas atividades em 2007. E, no mesmo ano, foi aprovado para dar suporte técnico na implementação do SIAGAS o Projeto *Soporte Técnico y Extensión Institucional del Sistema de Información de Aguas Subterráneas (SIAGAS-Cuba)*.

### Introdução

Em março de 1987, o governo da República Federativa do Brasil e o governo da República de Cuba assinaram Acordo de Cooperação Científica, Técnica e Tecnológica relacionado, entre outras áreas, à geologia, mineração e meio ambiente, objetivando o desenvolvimento de estudos conjuntos. Foram designadas como instituições executoras, pelo lado brasileiro, a CPRM, e a *Union de Empresas Geológicas y Mineras (Union GeoMineira)*, pelo lado cubano.

Em 1995, com base no Ajuste Complementar ao citado acordo, as primeiras ações foram implementadas, ocasião em que a *Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM)*, de Cuba, foi selecionado como uma das contrapartes para colaborar com as ações em desenvolvimento.

Somente a partir de 1999, através da Agência Brasileira de Cooperação (ABC), do MRE e do *Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica de Cuba (MINVEC)*, com o apoio financeiro da Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do MRE, através de recursos oriundos do PNUD, em 2005 foi aprovada a proposta na área de tecnologia e inovação para a execução pela CPRM e ONRM do Projeto *Colaboración de los Estudios para el Manejo y Uso Racional de los Recursos de Aguas Minerales (SIAGAS-CUBA)*.

### Objetivo

A transferência de tecnologia do Sistema de Informações de Águas Subterráneas (SIAGAS), de propriedade da CPRM para Cuba, inicialmente com base na execução do Projeto *Colaboración de los Estudios para el Manejo y Uso Racional de los Recursos de Aguas Minerales* de Cuba (SIAGAS-CUBA) e, posteriormente através do Projeto *Soporte Técnico y Extensión Institucional del Sistema de Información de Aguas Subterráneas (SIAGAS-Cuba)*, tendo esse como objetivo a implantação do SIAGAS – CUBA em todo o território cubano.

### Resultados

Implantado em 2005, o Projeto *Colaboración de los Estudios para el Manejo y Uso Racional de los Recursos de Aguas Minerales (SIAGAS-CUBA)* concluiu suas atividades em 2007 e, no mesmo ano, nova proposta de projeto foi aprovada para atender a continuidade das atividades relacionadas ao SIAGAS, através do Projeto *Soporte Técnico y Extensión Institucional del Sistema de Información de Aguas Subterráneas (SIAGAS-Cuba)*.

A partir de 2008, com a conclusão desses projetos, Cuba foi beneficiada com um instrumento de gestão dos recursos hídricos (SIAGAS-Cuba), hoje implantado em todo território cubano.

## COOPERAÇÃO CPRM E ONEGEOLOGY: BRITISH GEOLOGICAL SURVEY (BGS) E BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIÈRES (BRGM)

### Nome do Projeto

Mapa Hidrogeológico do Brasil, escala 1:5.000.000.

### Introdução

*OneGeology* é uma iniciativa que reúne representantes de 117 nações, da África, Ásia, Europa, Américas Central e do Sul, América do Norte e Oceania, coordenado pelo *British Geological Survey* (BGS), e que dispõe de um portal tecnológico sediado no *Bureau de Recherches Géologiques et Minières* (BRGM).

O Brasil, através da CPRM, é Membro Principal do *OneGeology*, e faz parte do *OneGeology Board*, na condição de representante da América do Sul, Central e Caribe. Em maio de 2004 a CPRM firmou Memorando de Entendimento com o *OneGeology*.

O portal *OneGeology* visa a aplicar inovação tecnológica ao conhecimento geológico disponível para garantir acessibilidade via internet às informações, acelerando a harmonização e interação de dados geocientíficos entre especialistas, de forma a permitir a sua aplicação em alta resolução pela sociedade, em prol do bem-estar da humanidade.

Desde 2015, após a harmonização dos dados para a linguagem GeoSciML, padrão do *OneGeology*, o Mapa Hidrogeológico do Brasil, escala 1:5.000.000, elaborado pela CPRM, oferece acessibilidade para a comunidade internacional através do portal *OneGeology*.

### Objetivo

Entre outros, os objetivos do *OnGeology* são:

- Promover acessibilidade aos dados do mapa geológico mundial, em ambiente web;
- Permutar conhecimentos para que todas as nações possam participar efetivamente da iniciativa;
- Acelerar a interoperacionalidade nas Geociências, visando a avançar para a harmonização de um novo padrão de linguagem (GeoSciML); e
- Usar o perfil do *OneGeology* para divulgar a importância das Geociências no contexto global.

### Resultado

Desde 2015, concluída a harmonização dos dados hidrogeológicos do Brasil para o padrão GeoSciML, o Mapa Hidrogeológico do Brasil, 1:5.000.000, elaborado pela CPRM, está disponível no portal *OneGeology*, permitindo acessibilidade para consultas, correlações, down-load pela comunidade internacional e sociedade em geral, no contexto global.



**Figura 1** – Seminário “OneGeology South America 2014”, com a participação dos representantes dos doze serviços geológicos da América do Sul.



**Figura 2** – Mapa Hidrogeológico do Brasil, escala 1:5.000.000, disponível no portal OneGeology para consultas pela sociedade.

## COOPERAÇÃO CPRM E INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA)

### Nome do Projeto

Centro Colaborativo em Hidrologia Isotópica da IAEA na América do Sul.

### Introdução

Em março de 2014, a convite da International Atomic Energy Agency (IAEA), o Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial da CPRM visitou a sede da IAEA em Viena, Áustria, para conhecer o laboratório de estudos isotópicos da IAEA e discutir possibilidades de cooperação na área da aplicação de isótopos em Hidrologia.

Em agosto de 2014, a CPRM e a IAEA, e colaboração da Universidade Estadual Paulista (UNESP), promoveram o seminário Aplicação de Isótopos na Hidrologia, ministrado por técnicos da IAEA, que teve lugar na CPRM, no Rio de Janeiro. O objetivo do Seminário foi ampliar as relações interinstitucionais, bem como promover a discussão técnica sobre a introdução de novas tecnologias, em específico o uso de isótopos em estudos hidrogeológicos.

Ao final do seminário o chefe da seção e gerente do Programa de Recursos Hídricos da IAEA anunciou a proposta-convite para que a CPRM - Serviço Geológico do Brasil tornasse o primeiro Centro Colaborativo da IAEA na América do Sul. A iniciativa a ser desenvolvida com apoio técnico da IAEA constitui-se uma excelente oportunidade não só para o avanço das pesquisas hidrogeológicas no Brasil, como também para estender e replicar essa tecnologia para os demais serviços geológicos e instituições correlatas na América do Sul que demonstrem interesse no tema.

Para implementar a iniciativa, criou-se o Grupo de Trabalho multidisciplinar, formado por técnicos da CPRM, objetivando elaborar o Plano Estratégico para a formalização da proposta do Centro Colaborativo da IAEA na América do Sul. Concluídos os trabalhos em 2015 a proposta foi submetida à direção da CPRM. No Plano Estratégico as seguintes linhas de ação são abordadas:

- Monitoramento Sistemático de Água de Chuva (Rede Global de Isótopos);
- Uso de Isótopos na Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (RIMAS);
- Aplicação de Isótopos Específicos;
- Aparelhamento do Laboratório de Análises Mineraias em Técnicas Isotópicas Aplicadas a Hidrologia;
- Programa de Capacitação.

Enquanto aguarda-se a definição da CPRM, técnicos da CPRM participaram na IAEA, em Viena, dos eventos:

- Curso *Regional Training Course on Operation Aspects of Laser Spectroscopy Units for Latin America*;
- Reunião para discussão sobre a participação no Projeto IWAVE – *Cooperação Técnica RL7018: Improving Knowledge of Ground Water Resources to Contribute to their Protection, Integrated Management and Governance*.



**Figura 1** – Laboratório de estudos isotópicos IAEA, Viena, Áustria.

## COOPERAÇÃO CPRM E DIREÇÃO NACIONAL DE GEOLOGIA DE MOÇAMBIQUE (DNGM)/AFRICA

### Nomes dos Projetos

- Treinamento em Análise de Água;
- Treinamento em Cartografia Geológica;
- Projeto Mapa Geoambiental da Região Metropolitana de Maputo, Moçambique, escala 1:50.000, com foco na gestão dos recursos hídricos.

### Introdução

Com base no Memorando de Entendimento (MOU) firmado em 2004 entre a CPRM e a *Direção Nacional de Geologia de Moçambique* (DNGM), as primeiras ações conjuntas da cooperação CPRM-DNGM tiveram início, abrangendo:

- programa de capacitação de técnicos moçambicanos com transferência de conhecimento, desenvolvido com suporte financeiro do Banco Mundial;
- a implantação do Projeto Mapa Geoambiental da Região Metropolitana de Maputo, Moçambique, coordenado pela Agência Brasileira de Cooperação (ABC), do Ministério das Relações Exteriores (MRE), e executado com recursos do PNUD, e apoio técnico da CPRM.

### Objetivos

Inserido no Projeto Capacitação Técnica foram aplicados os seguintes treinamentos:

- Treinamento em Análise de Água, no âmbito da hidroquímica e da microbiologia, para a determinação da qualidade d'água, realizado no Laboratório de Análises Mineraias (LAMIN) da CPRM, no Rio de Janeiro, órgão oficial com função institucional para atender as análises da água mineral em todo o território brasileiro;
- Treinamento em Cartografia Geológica "on the job" em mapeamento geológico regional, em GIS, com o suporte de modernas ferramentas de TI para aquisição de dados de campo, transmissão e armazenamento de dados (banco de dados), culminando com a interpretação geológica, geotectônica e a análise do potencial mineral;
- Implantação em 2006 do Projeto Mapa Geoambiental da Região Metropolitana de Maputo, Moçambique, escala 1:50.000, coordenado pela ABC/MRE, com foco na gestão e preservação de recursos hídricos. Foram cadastrados os recursos hídricos e coletados dados sobre condutividade, pH e nível estático em 30 (trinta) pontos ou estações.

Os trabalhos permitiram identificar os principais impactos geoambientais na área em estudo, tendo sido evidenciada a erosão marinha como a responsável pelo maior dano ao meio físico, seguindo-se movimentos de massa e áreas com forte inundação, que contribuem para a significativa contaminação dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos).

## Resultados

Capacitação de técnicos da DNGM nos temas acima referidos.



**Figura 1** – Técnicos da DNGM em treinamento: (a) e (b) trabalhos de campo, execução do Projeto Mapa Geoambiental da Região Metropolitana de Maputo, Moçambique; (c) análise de água no Laboratório da CPRM, RJ.



**Figura 2** – Repasse de capacitação técnica para profissionais da DNGM por parte da CPRM.

## COOPERAÇÃO CPRM E THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)/JAPÃO

### Nome do Projeto

Em 2013 foi implantado o Projeto *for Strengthening National Strategy of Integrated Natural Disaster Risk Management*, denominado Projeto GIDES, cujas atividades foram concluídas em 2017.

### Introdução

Firmado em 2013 o Acordo de Cooperação entre o Governo Japonês, através da *Japan International Cooperation Agency* (JICA), do Ministério da Terra, Transporte, Infraestrutura e Turismo (MLIT) do Japão e o Governo Brasileiro, tendo como representantes nacionais autoridades do Ministério das Cidades, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), do Ministério da Integração Nacional (MIN), e do Ministério de Minas e Energia (MME), este representado pela CPRM, os participantes acordaram em desenvolver ações conjuntas, financiadas pela JICA, para o aprimoramento da política nacional de proteção e defesa civil e o fortalecimento da estratégia nacional de gestão integrada de riscos de desastres naturais para áreas de risco.

Para tanto foram selecionadas áreas-piloto localizadas em regiões fortemente atingidas por fenômenos naturais externos de enxurradas nas cidades de Nova Friburgo e Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro e Blumenau, em Santa Catarina.



**Figura 1** – Cenário resultante dos desastres naturais que atingiram a região serrana, Teresópolis, Estado do Rio de Janeiro, em janeiro de 2011, com aproximadamente 1.000 vítimas fatais.

### Objetivo

Com ações multidisciplinares o Projeto GIDES tem como objetivos:

- Desenvolver o planejamento da expansão urbana com a definição de ferramentas de gestão territorial;
- Aperfeiçoar procedimentos padronizados para avaliação e mapeamento de áreas de riscos de desastres relacionados com movimentos de massa e enxurradas;
- Formular diretrizes para autoridades estaduais e municipais para estabelecer protocolos de resposta a desastres naturais;
- Desenvolver metodologias e procedimentos para a emissão de alertas de desastres envolvendo movimentos de massa;
- Melhorar o sistema nacional de monitoramento e alerta de desastres naturais.



## Resultado

Desenvolvido com suporte financeiro da JICA o GIDES contemplou 4 (quatro) eixos de atuação:

- Avaliação e mapeamento de áreas de riscos;
- Planejamento urbano;
- Prevenção e reabilitação;
- Alertas, monitoramento e previsão.

A CPRM ficou responsável pela setorização de riscos a movimentos de massa e inundação, com o mapeamento de áreas de perigo e risco; CEMADEN (MCTI) com alerta e monitoramento; e CENAD (MIN) com gerenciamento de riscos e desastres. Como produto final, cada eixo elaborou o Manual Técnico correspondente, onde constam procedimentos e metodologia de trabalho definida a ser empregada no estudo de cada especificidade.



**Figura 2** – (a) reunião do projeto GIDES com a participação de autoridades da JICA e das instituições brasileiras, envolvidas na execução do projeto, maio 2014, Brasília, DF.  
(b) técnicos brasileiros em missão de treinamento no Japão (2014).

Durante o desenvolvimento do projeto GIDES houve um intenso programa de capacitação técnica no Japão e no Brasil com consultores japoneses contratados pela JICA. O treinamento permitiu conhecer procedimentos e métodos de trabalho adotados no Japão na classificação de áreas de risco. Após um amplo debate no campo e em escritório, foi possível adaptar a metodologia de classificação japonesa a realidade brasileira, cujo Manual Mapeamento de Áreas de Risco está em revisão para impressão.

Em 2017 o Projeto GIDES recebeu o Certificado da Agência das Nações Unidas para a Redução de Risco de Desastres (UNISDR), da Organização das Nações Unidas (ONU), em reconhecimento a excelência e desempenho em aprimorar a resiliência de nações e comunidades perante os desastres naturais. E, na cerimônia de encerramento das atividades do GIDES no “Seminário Bousai”, promovido pela JICA, em Brasília, as entidades brasileiras foram recebidas pelo representante da JICA-Matriz pelo reconhecimento e relevante contribuição para o desenvolvimento de recursos humanos, sociais e econômicos no país, e pelo fortalecimento das relações e mútuo entendimento entre o Brasil e Japão. Nesse evento foi assinado o termo de compromisso das instituições darem continuidade das atividades relacionadas à aplicação e desenvolvimento das metodologias desenvolvidas pelo Projeto GIDES.

## COOPERAÇÃO CPRM E KOREA INSTITUTE OF GEOSCIENCE AND MINERAL RESOURCES (KIGAM)/ COREIA DO SUL

### Nome dos Projetos

Objetivando a aplicação do conhecimento adquirido durante o treinamento a CPRM submeteu ao KIGAM 02 (duas) propostas de projetos para aplicação do conhecimento adquirido:

- no tema riscos geológicos: *Projeto Geological Hazards in Angra dos Reis Area, Rio de Janeiro, Brazil*;
- no tema áreas mineralizadas: *Projeto Mapa Previsional para Ouro da Província Mineral do Tapajós, Amazônia, Brasil*.

### Introdução

As ações entre a CPRM e o *Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM)*, Serviço Geológico da Coreia do Sul, tiveram início em novembro de 2004 com a visita à CPRM, Rio de Janeiro, da missão coreana liderada pelo então Presidente do KIGAM.

Com base no Memorando de Entendimento firmado em 2004 pela CPRM e o KIGAM, entre outros objetivos foi acordada a transferência de tecnologia do KIGAM para a CPRM voltada à concepção de modelos para elaboração de mapas previsionais, com base na metodologia de modelagem espacial de dados, em ambiente *Geographical Information System (GIS)*.

Tendo em vista a vasta experiência do KIGAM em tecnologia GIS aplicada à geração de mapa previsional e de susceptibilidade a movimentos de massa, os participantes acordaram a transferência dessa tecnologia para a CPRM, à curto prazo.

E, em 2005, foi assinado o Acordo *“Agreement for the Development of a Geographical Information System (GIS) for Data Management and Prediction Mapping of Geological Hazards and Mineral Potential”*.

A transferência de tecnologia abrangeu o treinamento de técnicos da CPRM em 2 (dois) módulos, sendo: módulo I o desenvolvimento do sistema para o cadastramento de dados para ser aplicado nos seguintes casos:

- em reconhecimento de áreas de riscos geológicos gerados por eventos extremos de deslizamentos (*land-slide*) e/ou de inundações (*flood*), entre outros;
- na delimitação de áreas potencialmente mineralizadas.

O treinamento – módulo II teve como foco o desenvolvimento do sistema para a elaboração de mapas de previsão, tanto no tema desastres natural como também para áreas mineralizadas.

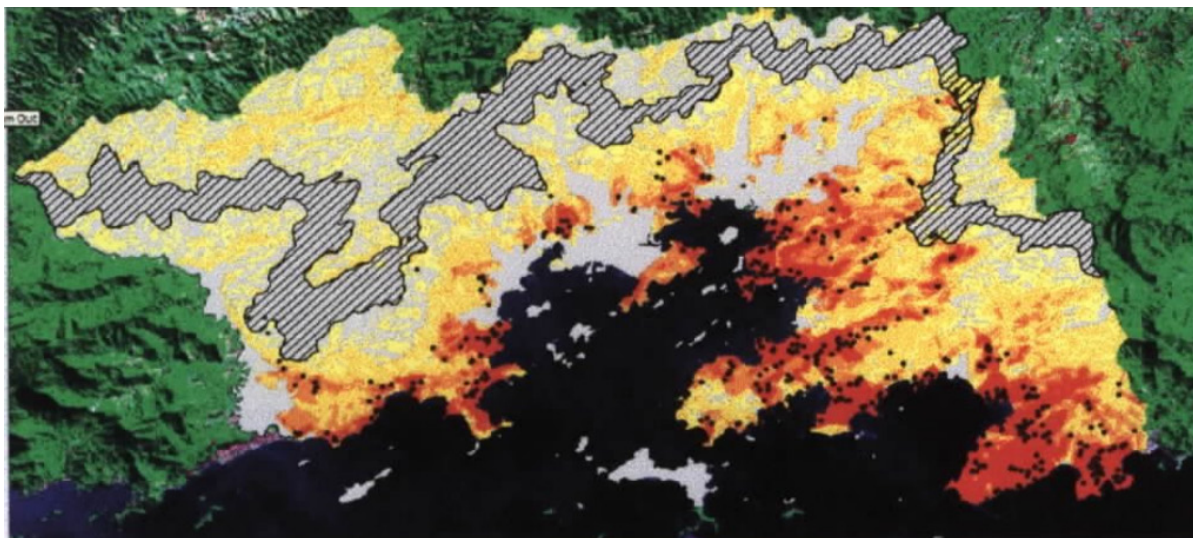
### Resultados

Dando prosseguimento as atividades dos 02 (dois) projetos aprovados pelas Partes, em agosto de 2006, um (01) técnico da CPRM viajou à Coreia do Sul, e em conjunto com técnicos do KIGAM, processaram, usando o método *Likelihood Ration*, as informações disponíveis e elaboraram o Mapa Provisional para Ouro no Tapajós em GIS, na escala de 1:250.000, com margem de acerto de 89%. Com sua aplicação foi possível mapear áreas de diferentes classes de previsão para ocorrência de depósitos de ouro, no caso em estudo, para a Província Tapajós. O resultado foi publicado em revista do KIGAM. Posteriormente, em 2008 esse produto foi inserido no livro *Província Mineral do Tapajós: Geologia, Metalogenia e Mapa Previsional para Ouro em SIG*, Capítulo XI, lançado no III Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral (SIMEXMIN), em Ouro Preto, Minas Gerais, e no 44º Congresso Brasileiro de Geologia, em Curitiba (PR), outubro de 2008.



**Figura 1** – (a) Vista da região de Angra dos Reis, RJ, área de estudo do Projeto Geological Hazards in Angra dos Reis Area, Rio de Janeiro, Brazil; (b) Área de contenção de barreiras, na mesma região, ao longo da BR-101.

Em continuidade, em julho de 2008 um (01) técnico da CPRM viajou para o KIGAM, Coreia do Sul, para processar os dados de suscetibilidade geológica da área de Angra dos Reis, RJ, objetivando a elaboração do mapa de movimentos de massa, classificando áreas de riscos em diferentes classes de vulnerabilidade do ponto de vista geotécnico na região. Concluída a modelagem foi elaborado o Mapa Previsional e de Suscetibilidade a Movimentos de Massa do Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, escala 1:250.000. O trabalho permitiu mapear áreas de riscos em diferentes classes de vulnerabilidade, na região em estudo. E, em 2010, em cumprimento ao Acordo Bilateral, foi concluído o relatório final do projeto e encerradas as atividades.



**Figura 2** – Mapa de suscetibilidade a movimentos de massa, na região de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.

## COOPERAÇÃO CPRM E GUYANA GEOLOGICAL AND MINES COMMISSION (GGMC) / GUIANA

### Nome do Projeto

*Projeto Mapeamento Geológico e da Geodiversidade na Área de Fronteira Brasil-Guiana.*

### Introdução

A cooperação CPRM e a *Guyana Geological and Mines Commission* (GGMC), Serviço Geológico da Guiana, fundamenta-se no Acordo Complementar ao Acordo Básico de Cooperação Técnica e Científica, entre a República Federativa do Brasil e a República Corporativa da Guiana, e está inserida no Programa Mapeamento Geológico e de Recursos Minerais em Áreas de Fronteira, coordenado pela Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do Ministério das Relações Exteriores (MRE), desenvolvida com recursos financeiros oriundos do PNUD.

O programa tem como foco a cooperação intergovernamental entre instituições brasileiras e sul-americanas com países de fronteiras, mediante o estudo conjunto de interesse comum, e prever reforçar a cooperação intergovernamental entre as instituições brasileiras e países da região amazônica, mediante a realização de estudos conjuntos.

### Objetivo

Seus objetivos são:

- Contribuir para o desenvolvimento e harmonização do conhecimento geológico, geofísico, metalogenético e da geodiversidade;
- Reconhecer área de ocorrências minerais na fronteira do Brasil-Guiana;
- Contribuir para o desenvolvimento do Mapa Geológico ao Milionésimo da América do Sul em elaboração pela *Commission for the Geological Map of the World* (CGMW), cuja coordenação cabe ao Brasil, através da CPRM.

Nesse contexto, em 2010 foi aprovada a proposta de Projeto *Mapeamento Geológico e da Geodiversidade na Área de Fronteira Brasil-Guiana*, com execução sob a responsabilidade conjunta da CPRM e da GGMC. O projeto está em fase de conclusão, prevista para 2018.

### Resultados

Com base no acordado pelos partícipes, estão em fase de elaboração os mapas geológicos e da geodiversidade da área de fronteira Brasil-Guiana.



**Figura 1** – Reunião da comissão mista Brasil/Guiana, promovida pela Agência Brasileira de Cooperação (MRE), com a participação da ministra de recursos naturais da República Corporativa da Guiana (no centro), com equipes da CPRM e ABC.

## COOPERAÇÃO CPRM E *GEOLOGICAL AND MINING SERVICE OF SURINAME (GMD)*

### Nome do Projeto

*Projeto Mapeamento Geológico e da Geodiversidade na Área de Fronteira Brasil-Suriname.*

### Introdução

Firmada com base no Acordo Complementar ao Acordo Básico de Cooperação Técnica e Científica, entre a República Federativa do Brasil e a República do Suriname, sob a coordenação da Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do Ministério das Relações Exteriores (MRE), inserida no Programa Mapeamento Geológico e de Recursos Minerais em Áreas de Fronteiras, desenvolvida com recursos financeiros oriundos do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em 2010 foi implantada a cooperação CPRM e a contraparte *Geological and Mining Service of Suriname (GMD)*, Serviço Geológico do Suriname. As ações em desenvolvimento reforçar a cooperação intergovernamental entre as instituições brasileiras e países da região amazônica, mediante a realização de estudos conjuntos.

### Objetivos

Seus objetivos são:

- Contribuir para o desenvolvimento e harmonização do conhecimento geológico e geofísico e da geodiversidade;
- Reconhecer área de ocorrências minerais na fronteira do Brasil e e Suriname;
- Contribuir para o desenvolvimento do Mapa Geológico ao Milionésimo da América do Sul em elaboração pela *Commission for the Geological Map of the World (CGMW)*, cuja coordenação cabe ao Brasil, através da CPRM.

### Resultados

No exercício de 2017 foram concluídas as ações que envolveram a reavaliação dos produtos preliminares, em função de novos dados e informações geológicas, o que ocasionou a atualização e reinterpretação dos mapas geológica preliminares e, conseqüentemente o da geodiversidade. Processou-se a atualização do SIG (Sistema de Informações Geográficas), concluiu-se o Relatório Final consistindo da Nota Explicativa bilíngue, bem como seus anexos, em formatos impresso e digital compreendendo os Mapas Geológico e da Geodiversidade. A seguir, a CPRM procedeu a entrega de 2 conjuntos originais do projeto a ABC/MRE, sendo um para remessa ao governo do Suriname, por intermédio da GMD.

Não obstante o insuficiente nível de conhecimento geológico, a inexistência de cobertura aerogeofísica, associando-se a ausência de infraestrutura adequada, implicando numa complexa logística para acesso a área em estudo, os trabalhos executados permitiram um avanço na cartografia geológica da faixa de fronteira Brasil-Suriname. No que se refere ao tema geodiversidade, a área em estudo compreende uma das regiões mais remotas do Planeta, bem como representa uma das zonas mais complexas e protegidas da Floresta Amazônica em seu estágio clímax, constituindo-se um hot-spot da biodiversidade no contexto global em termos de floresta tropical.



Figura 1 – Produto da Cooperação.

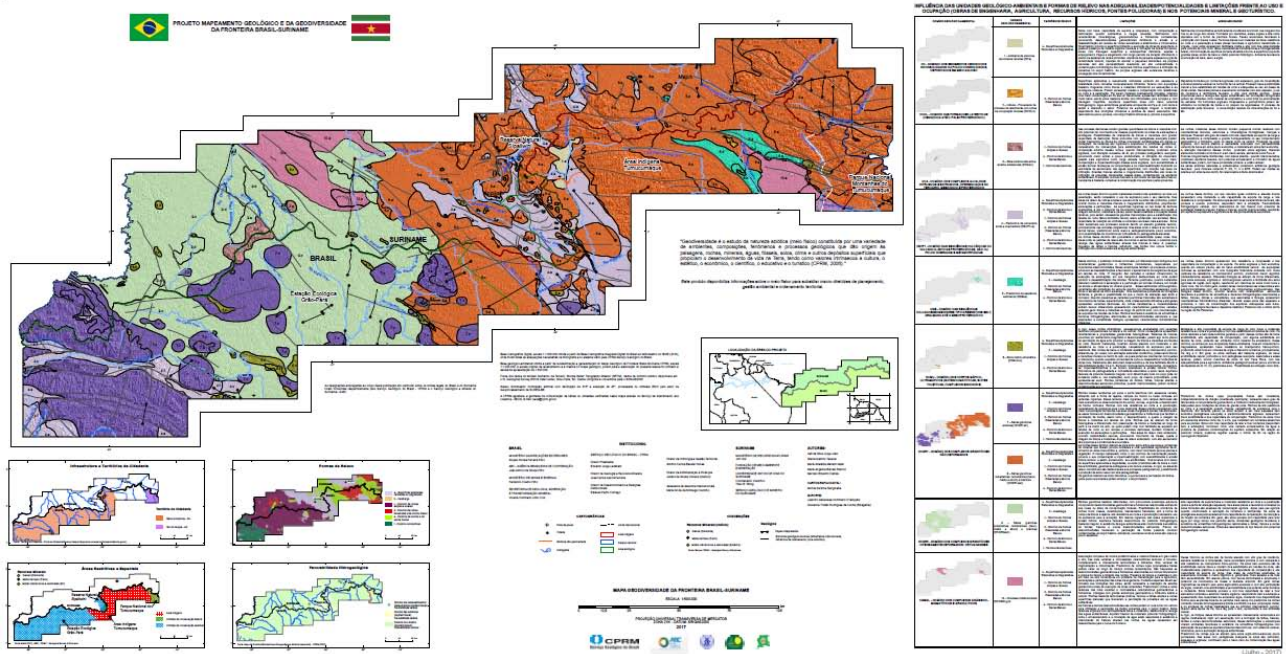


Figura 2 – Mapa da Geodiversidade, escala 1:1.000.000, da área de fronteira Brasil/Suriname (versão final 2017).

## COOPERAÇÃO CPRM E CONSELHO DE DEFESA SUL-AMERICANO (CDS) DA UNIÃO DE NAÇÕES SUL-AMERICANAS (UNASUL)

### Nome do Projeto

*Projeto Atlas Sul-americano de Mapas de Riscos de Desastres,*

### Introdução

No âmbito da União de Nações Sul-americanas (UNASUL), bloco que reúne os 12 (doze) países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela), com ação transversal do governo brasileiro, através do Ministério da Defesa, a CPRM tem participado das ações promovidas pelo Conselho de Defesa Sul-americano (CDS) da UNASUL, relacionadas ao Projeto CDS-UNASUL.

Entre outras ações, está em desenvolvimento pelo CDS/UNASUL o *Projeto Atlas Sul-americano de Mapas de Riscos de Desastres*, ocasionados por fenômenos naturais, visando apoiar e implementar ações conjuntas que assegurem o levantamento e compartilhamento de dados geológicos nacionais, pelos países membros da UNASUL.

O envolvimento da CPRM nessa ação, em processo de formalização, teve início em 2013 e prossegue até os dias atuais. Nesse período excetuando-se o ano de 2015, a CPRM tem participando efetivamente de todas as reuniões do Grupo de Trabalho (GT), promovidas pelo CDS-UNASUL, tendo o primeiro encontro ocorrido em Santiago, Chile e os demais sempre em Lima, Peru. A CPRM tem sido reconhecida nas reuniões anuais dos GT's do CDS/UNASUL pela contribuição efetiva tanto pelos trabalhos realizados no mapeamento de riscos, com referência ao Projeto GIDES, executado pela Cooperação com a JICA, como pela consolidação do sistema SID, base de dados de riscos geológicos de sua propriedade, disponibilizando dados em ambiente *web*, possibilitando a interoperabilidade de sistemas.

### Objetivo

O objetivo do projeto é implementar ações conjuntas que assegurem o levantamento e compartilhamento de dados geológicos nacionais, pelos países membros da UNASUL, de forma a contribuir para a elaboração do Atlas Sul-americano de Mapas de Riscos de Desastres, ocasionados por fenômenos naturais.

### Resultados

Em prosseguimento, em novembro de 2017, a CPRM participou em Lima, Peru, da VII Reunião do Grupo de Trabalho do Projeto CDS-UNASUL. Na ocasião, após a apresentação do representante da CPRM sobre os avanços alcançados com aplicação da metodologia de mapeamento de perigo e riscos, desenvolvida pelo Projeto GIDES - este inserido na cooperação Brasil-Japão e desenvolvido com suporte da JICA- a CPRM recebeu a atribuição de juntamente com a equipe da Colômbia elaborar o manual de mapeamento de áreas de perigo e riscos para o Projeto CDS/UNASUL, bem como ministrar treinamento para os técnicos envolvidos nesse projeto.

Em função dos contatos CPRM – CDS/UNASUL estabelecidos desde 2013, e que no momento estão em processo de formalização, a coordenação do CDS reconheceu que o Sistema Integrado de Dados de Desastres Naturais (SID), base de dados e visualizador via *web*, de propriedade da CPRM, é passível de interoperabilidade com o Sistema Gerenciador de Dados (SIGRID) do Centro Nacional de Estimativa, Prevenção e Redução de Riscos de Desastres (CENEPRED) do Peru – sistema oficial do Projeto CDS/UNASUL, no qual os dados de cada país provedor podem ser visualizados. Reconhecida a interoperabilidade entre os 2 (dois) sistemas, a CPRM passou a disponibilizar para o SIGRID os dados de setorização do risco geológico em serviço WMS, e dinamicamente o

SIGRID acessa todas as atualizações disponibilizadas pela equipe do Departamento de Gestão Territorial. Ambos os sistemas usam a plataforma ESRI, não apresentando, portanto, incompatibilidade tecnológica.

Objetivando fortalecer o comprometimento no desenvolvimento de tecnologias que salvam vidas, e contribuir para o aporte de adicionar novos dados de suscetibilidade e outros que ainda estão em fase de homologação, estabeleceu-se um intercâmbio técnico SID – SIGRID para , além da troca de informações na fase de instalar novos servidores para as crescentes demandas, permitir a migração de dados para Linux com utilização do VMWARE para virtualização, objetivando adotar soluções mais robustas para grande volume de dados.



**Figura 1** – Participação de técnicos e autoridades na reunião para elaboração do Atlas Sul Americano de Mapas de Riscos de Desastres Ocasionados por Fenômenos Naturais, outubro 2016, Lima- Peru.



## COOPERAÇÃO CPRM E OFICINA NACIONAL DE RECURSOS MINERALES (ONRM) DE CUBA

### Nomes dos Projetos

Nas reuniões anuais do Grupo de Trabalho Brasil-Cuba, organizado pela ABC/MRE entre 2004 e 2006 no tema meio gestão do meio ambiente, foram aprovadas 2 (duas) propostas de projetos no âmbito da gestão do meio ambiente, respectivamente:

- *Projeto Evaluación y Diagnostico sobre la Degradación Ambiental de la Mina “El Cobre” en Santiago de Cuba;*
- *Projeto Estudio de la Degradación Ambiental de la Minería en la Región de Santa Lucia en el Occidente de Cuba.*

### Introdução

Em março de 1987, o Governo da República Federativa do Brasil e o Governo da República de Cuba assinaram Acordo de Cooperação Científica, Técnica e Tecnológica relacionado, abrangendo, entre outras áreas: a geologia, mineração, e meio ambiente, objetivando o desenvolvimento de estudos conjuntos, tendo sido designada como instituições executoras, pelo lado brasileiro, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, e a *Union de Empresas Geológica y Mineras – Union GeoMineira*, representando o governo cubano.

Em 1995, com base no Ajuste Complementar ao acordo em questão as atividades de cooperação bilateral foram implementadas, ocasião quando a *Oficina Nacional de Recursos Minerales – ONRM*, órgão oficial do Governo de Cuba, o *Instituto de Geología y Paleontología – IGPE*, e o *Centro de Investigaciones para la Industria Minero-Metalurgia*, foram selecionadas como contrapartes do lado cubano para colaborarem com as ações em desenvolvimento.

Entretanto, somente a partir de 1999 quando foram assegurados recursos para viabilizar o acordado entre os governos brasileiro e cubano, através da Agência Brasileira de Cooperação (ABC), do Ministério de Relações Exteriores (MRE) e o *Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica de Cuba (MINVEC)*, as atividades técnicas conjuntas ampliaram suas ações e diversas propostas de projetos foram aprovadas para execução.

Entre 1998 a 2011 o Grupo de Trabalho Brasil-Cuba, através da Comissão Mista Brasil-Cuba, organizado pela ABC/MRE, passou a se reunir anualmente, alternadamente em Brasília e Havana, objetivando avaliar as ações em desenvolvimento, bem como a aprovação de novas propostas de projetos no âmbito da cooperação. Na área de *“geología y minería”*, em diferentes áreas de estudo, doze (12) projetos foram executados e concluídos 12 nesse período, sendo: 3 em econômica e política mineral; 4 em meio ambiente e mineração; e 4 em tecnologia da informação.

### Objetivo

Ambos projetos *Projeto Evaluación y Diagnostico sobre la Degradación Ambiental de la Mina “El Cobre” en Cuba;* e *Projeto Estudio de la Degradación Ambiental de la Minería en la Región de Santa Lucia en el Occidente de Cuba* tiveram como objetivo a recuperação dos passivos ambientais mineiros e fechamento de minas, resultantes das atividades de mineração, mediante a elaboração dos planos de manejo e gestão ambiental das regiões das minas de “El Cobre”, em Santiago de Cuba, e da mina de Santa Lucia, parte ocidental de Cuba.



**Figura 1** – Reuniões da Cooperação Brasil-Cuba e aprovação de propostas de projetos promovidas pela ABC/MRE em Cidade de Havana, Cuba em 2004 e 2008.

## Resultados

Tendo em vista contribuir para o desenvolvimento sustentável de Cuba, durante a execução dos 2 (dois) projetos em questão um intenso programa de capacitação foi aplicado para os técnicos da ONRM de Cuba sobre a recuperação e reabilitação de áreas degradadas por passivos ambientais mineiros, no qual a preservação dos recursos hídricos foi tema prioritário. O treinamento incluiu também visita dos técnicos de Cuba as áreas em recuperação pela CPRM dos ativos mineiro decorrentes da mineração de carvão no distrito mineiro de Criciúma, SC.

Entre os resultados obtidos por esses projetos, conforme consta em relatório final, merecem destaques os seguintes tópicos:

- elaboração do plano de manejo e gestão ambiental de minas;
- fechamento sustentável de minas;
- recuperação de passivos ambientais mineiros; e
- educação ambiental da comunidade local e a salvaguarda do patrimônio cultural e tradições geológico-mineiras com é o caso da região da mina “El Cobre”.

Segundo a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do Ministério das Relações Exteriores – MRE, na área de “*geología y minería*”, Hoje, após mais de 10 anos de atuação efetiva, com abrangência multidisciplinar, em diferentes áreas do conhecimento, e com resultados significativamente positivos, a cooperação técnica Brasil-Cuba desenvolvido pela ABC encontra-se num estágio de consolidação que permiti ser caracterizado como um modelo a ser estendido e aplicado pelo Governo Brasileiro nos países do cone sul-sul, em prosseguimento as metas e diretrizes da sua política externa.



**Figura 2** – Vistas das minas de níeusi laterítico em “El Cuna”, Santiago de Cuba (a,b,c) e Santa Lúcia en el Occidente de Cuba (d)

## COOPERAÇÃO CPRM E CHINA GEOLOGICAL SURVEY (CGS)

### Nome do Projeto

Projeto *Geochemical Mapping Low Density in Brazil*.

### Introdução

Em setembro de 2007 teve início os primeiros contatos entre a CPRM e o *China Geological Survey* (GSC), quando a CPRM recebeu a visita da delegação chinesa, constituída por 6 (seis) membros, sob a liderança do então diretor-geral do GSC. Na ocasião, foi assinado o Memorando de Entendimento (MOU) entre as duas instituições e foram selecionadas áreas de interesse mútuo, visando ao desenvolvimento de propostas de projetos nos seguintes temas:

- Transferência de tecnologia em técnicas de mapeamento e metodologia de processamento de dados GIS abrangendo captura de dados, modelagem e análises de integração espacial 2D e 3D;
- Desenvolvimento e aplicação de tecnologias em exploração mineral em áreas de densa cobertura vegetal;
- Investigações, estudos conjuntos e troca de experiências laboratoriais em Geocronologia (SHRIMP) e execução de análises químicas de material de rocha; e Geologia Marinha e Geofísica. Em 2008 novo contato o GCS apresentou para a CPRM técnicas digitais e aplicações de sistemas digitais em pesquisa geológica.

Em 2010 visando a estreitar laços entre os dois países, a convite do Governo da China uma missão da CPRM, integrando a delegação brasileira, participou da Feira Internacional EXPO-Xangai 2010, que teve como tema “*Better City, Better Life*”, e no ano seguinte Técnicos da CPRM estiveram no evento “*Symposium on Urban Geology*”, promovido pelo *International Union of Geological Survey* (IUGS) e o CGS, realizado também em Xangai, China.

A realização de um seminário Brasil-China no Escritório da CPRM, no Rio de Janeiro, no final de dezembro de 2010, contou com a presença da delegação do CGS, ocasião quando foram discutidas e selecionadas ações pelas Partes para serem executadas por CPRM e CGS, através do desenvolvimento de atividades de cooperação, com base em novo instrumento legal (*agreement*). Na ocasião renovou-se o Memorando de Entendimento (MOU), previamente assinado em 25 de setembro de 2007. Nessa oportunidade foram submetidas propostas de projetos e o CGS concordou em treinar 2 (dois) geólogos da CPRM na tecnologia SHRIMP e no acesso remoto ao equipamento SHRIMP, a partir do Rio de Janeiro.

Após longo período de negociação em 2014 os participantes firmaram o Acordo (*Agreement*) para a execução conjunta do primeiro *Projeto Caracterização Geológica e Metalogenética Regional das Formações Banded Iron Formations no Cráton do São Francisco, Brasil*, em desenvolvimento.

Em agosto de 2017 uma missão do *China Geological Survey* (CGS), de *Nanjing Research Centre*, constituída por 7 (sete) profissionais, visitou a CPRM para avaliar os resultados do Projeto Craton São Francisco em desenvolvimento, e discutir novas propostas de cooperação CPRM-CGS. Na oportunidade os representantes do CGS demonstraram interesse em conhecer o parecer da CPRM sobre a proposta de Projeto *Geochemical Mapping Low Density in Brazil* submetida a CPRM em 2016, visando a sua consolidação sob a forma de futuro projeto conjunto. Tendo em vista que a CPRM está trabalhando nesse tema, já tendo levantado cerca de 40% do território nacional, teve prosseguimento ampla discussão técnica bilateral, notadamente referente às metodologias de trabalho adotadas por ambas as instituições. Como resultado foi acordado que as divergências nas metodologias de pesquisa aplicadas pela CPRM e CGS são passíveis de ajustes sem prejuízo nos resultados finais.

Após ampla discussão, objetivando o entendimento das divergências entre os métodos aplicados pela CPRM e pelo CGS no mapeamento geoquímico de baixa densidade, visando adequar as metodologias, concluiu-se que não obstante o CGS incluir a coleta de amostras de solo superficial, além das amostras serem analisadas para 76 (setenta e seis) elementos químicos, em vez de 53 como usado na CPRM, as duas metodologias podem ser ajustadas e executadas concomitantemente. O CGS acordou em proceder e complementar as análises para os 76 (setenta e seis) elementos nas amostras coletadas pela CPRM. E, o estado do Rio Grande do Norte foi selecionado para ser trabalhado em 2018 adotando-se as duas metodologias, a brasileira a chinesa, concomitantemente para estudos comparativos.

O CGS na condição de um dos coordenadores da UNESCO do Projeto do Mapa Geoquímico Mundial em desenvolvimento por diversos países, tem adotado a metodologia aplicada por esse projeto como rotina nas suas pesquisas relativas ao mapeamento geoquímico de baixa densidade, por recomendação da UNESCO.

### Objetivo

Em continuidade aos trabalhos em execução pela CPRM dar prosseguimento e elaborar do Mapa Geoquímico de Baixa Densidade do Brasil, com metodologia consistente com a adotada pelo Projeto do Mapa Geoquímico Mundial, da UNESCO.



**Figura 1** – (a) Em agosto de 2017 a CPRM recebeu a missão (6 técnicos) do Nanjing Researcher Centre, China Geological Survey, unidade responsável pelas ações da de cooperação CPRM-CGS (à esquerda); (b) Equipes técnicas CPRM – CGS discutem e ajustam metodologias para o Projeto Mapeamento Geoquímico de Baixa Densidade no Brasil, a ser implementado em 2018.

## COOPERAÇÃO CPRM E INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO MINERO METALÚRGICO (INIGEMM) /EQUADOR

### Introdução

Em julho de 2012 a CPRM e o *Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgico* (INIGEMM) do Equador firmaram o Memorando de Entendimento (MOU) com o objetivo de desenvolver atividades técnicas relacionadas às geociências, com ações de médio e longo prazo, a serem realizadas por meio de propostas técnicas, fundamentadas em Acordo de Trabalho, instrumento legal assinado por ambas as partes.

Dentre as ações de curto prazo acordadas e incluídas no MOU foram executadas, em 2013, as seguintes atividades:

- *Curso de Capacitação no Tratamento e Interferometria com base em imagens SAR para Identificação de Afundamentos e Movimentação de Terreno*, realizado no Escritório do Rio de Janeiro (ERJ) da CPRM, em março de 2013, com a participação de dois (2) técnicos do INIGEMM;
- *Curso Avançado de Geoprocessamento*, com ferramentas ARCGIS ministrado por dois técnicos da CPRM, durante 10 dias, para 12 técnicos da área de Geomática do INIGEMM, em maio de 2013;
- *Riscos Geológicos* – participação de técnicos do INIGEMM nos trabalhos de elaboração dos mapas de suscetibilidade a movimentos de massa e eventos hídricos destrutivos, a ser realizado no Brasil em novembro de 2012.

Estava previsto o desenvolvimento de ações no âmbito da hidrologia, mas por motivos de força maior o INIGEMM postergou a iniciativa.



**Figura 1** – Reunião com representantes da CPRM e INIGEMM, julho 2012, Rio de Janeiro.

## CPRM E BIRTISH GEOLOGICAL SURVEY (BGS)/UNITED KINDOM

### Nome do Projeto

Projeto *Leavreing Big Data and Crowdsorce Upport Disaster Risk Management and Improve Urban Resilience*.

### Introdução

Com base no Memorando de Entendimento firmado em 2014 entre CPRM e o British Geological Survey (BGS), com o objetivo de treinamento e transferência de tecnologia na área de riscos geológicos, em 2016 técnicos da CPRM participaram do workshop na *Warwick University, England, U.K.* para discutir e consolidar a proposta de projeto.

### Objetivo

Desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis com GPS para o cadastro em tempo real de dados e informações relacionados a riscos geológicos, originados de mídias sociais e da população em geral, e armazenamento em banco de dados (GeoSGB) para, após homologação dos dados serem disponibilizados ao público.

### Resultados

Durante o exercício de 2017, sob a coordenação da *Warwick University*, a CPRM no Escritório do Rio de Janeiro reuniu-se com o coordenador do projeto para colaborar com o processo de formatação e consolidação da proposta na investigação conjunta sobre o uso de dados de múltiplas fontes para apoiar a resiliência urbana.

A seguir, a proposta foi submetida à chamada do *Engineering and Physical Sciences Research Council, UK*, no âmbito do *Global Challenges Research Fund* para análise, aprovação, e obtenção de fundos, tendo a proposta sido aprovada na primeira análise. Aguarda-se a decisão final, entretanto a expectativa é a implementação do projetos no primeiro semestre de 2018.



**Figura 1** – (a) participação da CPRM em seminário realizado na Warwick University, UK  
(b) reunião CPRM- representantes da Warwick University, UK.

# NOSSOS ENDEREÇOS



## SEDE BRASÍLIA/DF

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial- DHT  
Setor Bancário Norte- SBN  
Quadra 02, Asa Norte  
BLoço H- Edifício Central Brasília  
Brasília- DF – Brasil  
CEP: 70040-904  
Tel.: (61) 2108-8400

## ESCRITÓRIO DO RIO DE JANEIRO - ERJ

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial- DHT  
Departamento de Hidrologia – DEHID  
Departamento de Gestão Territorial – DEGET  
Assessoria de Assuntos Internacionais- ASSUNI  
Avenida Pasteur, 404 – Urca  
Rio de Janeiro- RJ – Brasil  
CEP: 22290-255  
Tel.: (21) 2295-0032

## SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS GERÊNCIAS DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

### Belém – SUREG/BE

Avenida Dr. Freitas, 3645- Bairro do Marco  
Belém- PA – Brasil  
CEP: 66095-110  
Tel.: (91) 3182-1300  
Fax: (91) 3182-1349

### Belo Horizonte – SUREG/BH

Avenida Brasil, 1731  
Funcionários – Belo Horizonte- MG – Brasil  
CEP: 30140-002  
Tel.: (31) 3878-0307  
Fax: (31) 3878-0383

### Goiânia – SUREG/GO

Rua 148, 485- Setor Marista  
Goiânia- GO – Brasil  
CEP: 74170-110  
Tel.: (62) 3240-1400  
Fax: (62) 3240-1417

### Manaus – SUREG/MA

Avenida André Araújo, 2010 – Petrópolis  
Manaus- AM – Brasil  
CEP: 69067-375  
Tel.: (92) 2126-0301  
Fax: (92) 2126-0319

### Porto Alegre – SUREG/PA

Rua Banco da Província, 105- Santa Teresa  
Porto Alegre- RS – Brasil  
CEP: 90840-030  
Tel.: (51) 3406-7300  
Fax: (51) 3233-7772

### Recife – SUREG/RE

Avenida Sul, 2291  
Afogados- Recife- PE – Brasil  
CEP: 50770-011  
Tel.: (81) 3316-1400  
Fax: (81) 3316-1403

### Salvador – SUREG/SA

Avenida Ulysses Guimarães, 2862  
Sussuarana- Centro Administrativo da Bahia  
Salvador- BA – Brasil  
CEP: 41213-000  
Tel.: (71) 2101-7300  
Fax: (71) 2101-7383

### São Paulo – SUREG/SP

Rua Costa, 55- Cerqueira César  
São Paulo- SP – Brasil  
CEP: 01304-010  
Tel.: (11) 3775-5101  
Fax: (11) 3775-5165 ou (11) 3256-8430

## RESIDÊNCIAS

### Fortaleza – REFO

Avenida Antônio Sales, 1418  
Joaquim Távora  
Fortaleza- CE- Brasil  
CEP: 60135-101  
Tel.: (85) 3878-0200  
Fax: (85) 3878-0240

### Porto Velho – REPO

Avenida Lauro Sodré, 2561  
São Sebastião  
Porto Velho- RO- Brasil  
CEP: 76801-581  
Tel.: (69) 3901-3700/3901-3701  
Fax: (69) 3901-3702

### Teresina – RETE

Rua Goiás, 312- Sul  
Teresina- PI- Brasil  
CEP: 64001-620  
Tel.: (86) 3222-4153  
Fax: (86) 3222-6651

### Núcleo de Apoio de Criciúma - NUMA (SUREG/PA)

End.: Rua Joaquim Nabuco, 805- sala 404  
Bairro: Michel, Criciúma/SC  
CEP: 88802-200  
Tel.: (048) 3413-6123





