MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

FOLHA SE.24 RIO DOCE

PROJETO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO BRASIL
CARTA HIDROGEOLÓGICA - ESCALA 1:1.000.000

NOTA TÉCNICA

APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O **"PROJETO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO BRASIL"** tem por objetivo desenvolver um sistema de informações geográficas na temática de recursos hídricos, a partir do conhecimento geológico e hidrológico existentes, em conformidade com a Missão Institucional da CPRM/SGB, de "***gerar e difundir o conhecimento geológico e hidrológico básico para o desenvolvimento sustentável do Brasil".***

No tocante às águas subterrâneas, vem sendo implementado um projeto de cartografia hidrogeológica sistemática, concebido para uniformizar e padronizar todos os produtos lançados pela instituição, que se iniciou com o Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, em 2006, sucedido, posteriormente pelo Mapa Hidrogeológico do Brasil, em 2014.

Na fase atual, a partir deste Mapa Hidrogeológico, está sendo elaborado o Atlas Hidrogeológico do Brasil, em escala 1:1.000.000, totalmente estruturado, dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), composto pelo conjunto das 46 folhas que compõem a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo – CIM, cobrindo todo o Brasil.

METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DAS FOLHAS

Visando a padronização e uniformização de todas as folhas, conforme meta perseguida pelo SGB adotam-se procedimentos metodológicos internacionalmente aceitos, sistematizando os trabalhos a partir das propostas apresentadas na publicação *"Hydrogeological Maps, A Guide and a Standard Legend"*, de Wilhelm Struckmeier e Jean Margat (1995) e o documento da UNESCO, intitulado *"UNESCO, International Legend for Hydrogeological Maps"*, versão revisada, em 1983.

Considerando-se a premissa básica de uniformidade e padronização dos produtos e as dimensões continentais envolvidas, as folhas são constituídas por cinco bases temáticas principais: planimetria, geologia, poços, piezometria e hidrologia.

Cada uma dessas bases passou por processos de ajustes e simplificações para se adaptarem à metodologia aplicada e a escala dos trabalhos. Na base geológica, por exemplo, algumas unidades inexpressivas do ponto de vista hidrogeológico, como coberturas recentes eminentemente pelíticas e/ou de pequenas expressões areais foram eliminadas, visando ressaltar aquíferos mais importantes que se encontravam ocultos sob essas unidades. Esta base, oriunda do GIS BRASIL (CPRM, 2003), contém originalmente 2.333 unidades litológicas mapeadas, impossíveis de serem representadas em um mapa que pretende ressaltar aspectos hidrogeológicos, ao invés de feições meramente estratigráficas ou litológicas. Desta forma, a mesma precisou ser simplificada, pela conversão das unidades geológicas em outros entes que ressaltassem suas características de transmissão e armazenamento de águas subterrâneas, da seguinte forma (Struckmeir & Margat, op.cit):

Individualizando corpos contínuos ou descontínuos, conforme suas características geométricas e formas de ocorrência das águas subterrâneas;

Classificando os diferentes tipos litológicos de acordo com as características de fluxo dominantes;

Assim, foram definidas quatro classes taxonômicas, para agrupamento das unidades, classificadas hierarquicamente da mais ampla (a mais abrangente) à menor (a fundamental): ***Unidades Hidrolitológicas*** (porosas, cársticas, fraturadas e não aquíferas), onde se considera apenas a forma de acúmulo e condução de águas subterrâneas, os ***Sistemas Aquíferos*** (união de dois ou mais aquíferos para criar um novo domínio), ***Aquíferos*** (correspondentes a unidades geológicas, sofrendo variações espaciais em suas características hidrogeológicas) e **Unidades Hidroestratigráficas**, agregando formações geológicas ou parte delas que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante e com produtividades da mesma ordem de grandeza. Estas Unidades Hidroestratigráficas constituem os elementos básicos de mapeamento.

Para a hierarquização dessas unidades em termos de produtividades hídricas, foi elaborada uma tabela (Diniz et al, 2012) de "Caracterização Hidráulica das Classes dos Aquíferos", baseada no trabalho de Struckmeir e Margat (1995, Op. cit.). Na sua elaboração, os tempos de bombeamento foram estipulados em 12 horas contínuas e os rebaixamentos fixados em 25 metros, para a comparação das produtividades de cada poço analisado.

HIDROGEOLOGIA

Unidades Granulares

Depósitos Litorâneos – Ql

Localização – Possui distribuição paralela à linha de costa, abrangendo uma área contínua de 3.094 km^2, com maior expressão na foz dos rios Doce, São Mateus e Peruípe.
Características Litológicas – Correspondem a sedimentos recentes, constituídos por areias, siltes, argilas e cascalho de origem continental e marinha, inconsolidados. Os depósitos marinhos são geralmente terraços arenosos, pântanos e mangues, enquanto os depósitos continentais são flúviolagunares e aluvionar.
Características Hidrogeológicas – Trata-se de um aquífero poroso, livre e descontínuo hidraulicamente, com extensão limitada. Dados de poços disponíveis indicam espessura média de 20 metros.
Produtividade - De acordo com a classificação adotada apresenta a produtividade *Geralmente Muito Baixa, porém Localmente Baixa (Classe 5)*.
Qualidade – Mesmo com um número restrito de dados disponível, os registros evidenciam uma boa qualidade da água para consumo, com média em 188µS/cm de condutividade elétrica. Na Foz do rio Peruípe do Norte as análises de metais indicam anomalias em ferro e manganês, com valores bem acima do limite fixado pelo Ministério da Saúde para consumo humano.

Barreiras – ENb

Localização - Ocorre ao longo da faixa litorânea, totalizando 25.242 km^2. Trata-se do aquífero aflorante e granular de maior expressão nesta folha.
Características Litológicas – Constituído por sedimentos argilo-siltosos, conglomerados polimíticos de matriz psamítica e arenitos imaturos intercalados a lamitos de colorações variegadas.
Características Hidrogeológicas – Constituí um aquífero poroso, livre e descontínuo hidraulicamente. Tem produtividade bastante heterogênea atingindo picos de 60 e $80m^3/h$, com médias de vazão em $15m^3/h$ e capacidade específica em $1,85m^3/h/m$.
Produtividade – De acordo com a classificação adotada varia de *Geralmente Baixa, porém Localmente Moderada (Classe 4)*, a *Geralmente Muito Baixa, porém Localmente Baixa (Classe 5)* em pequenos corpos remanescentes e no sul da folha.
Qualidade – Ligeiramente ácidas, com pH variando de 3,85 a 4,61 e condutividade entre 56 a 119µs/cm. Podem apresentar, de forma restrita, altos índices de cloreto, possivelmente associado a cunhas salinas.

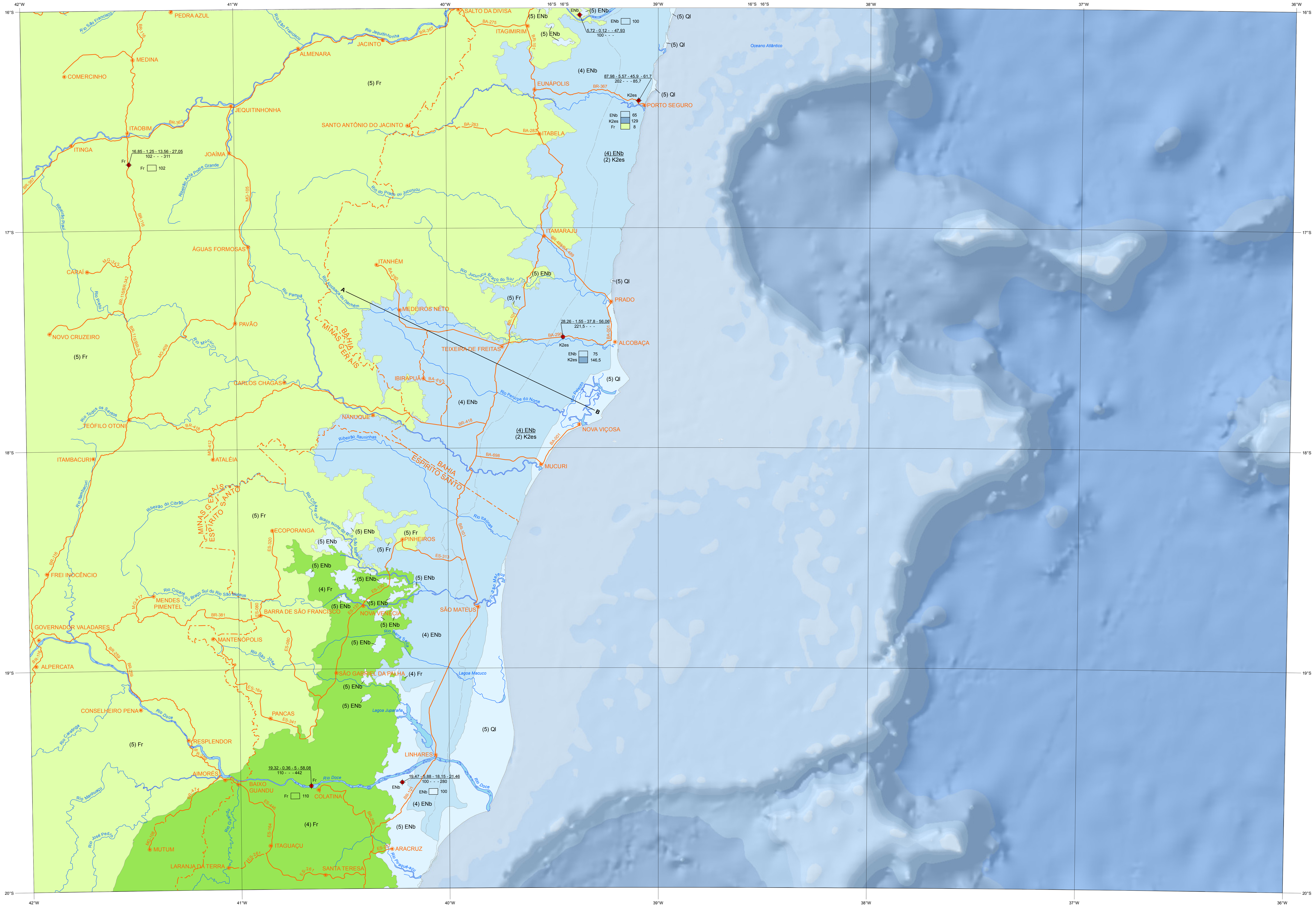
Espírito Santo – K2es

Localização – Esta unidade ocorre somente de forma subjacente a parte da Formação Barreiras, totalizando 7.850 km^2.
Características Litológicas – Os sedimentos do Grupo Espírito Santo possuem espessuras em torno de 2.800m (ANP), e são representados no topo da sequencia estratigráfica pela formação Rio Doce, composta por arenitos grossos, localmente conglomeráticos, com intercalações de folhelhos e calcários.
Características Hidrogeológicas – Constitui um aquífero poroso, confinado e contínuo de alta potencialidade, atingindo vazões da ordem de $80m^3/h$.
Produtividade – De acordo com a classificação adotada possui uma produtividade *Alta (Classe 2)*.
Qualidade – Mesmo com dados insuficientes as águas do Grupo Espirito Santo (Formação Rio Doce) são referidas na literatura como de boa qualidade e baixa concentração de sais.

Unidades Fraturadas

Embasamento Fraturado Indiferenciado - Fr

Localização – Unidade hidroestratigráfica, predominante na folha, compreendendo uma área de 91.224 km^2.
Características Litológicas – Engloba grande variedade litológica como granitoide, vulcânica, meta-vulcânica, metassedimento, gnaisse, migmatito, granulito, xisto e quartzito, entre outras.
Características Hidrogeológicas – Com ampla extensão nesta folha e grande heterogeneidade, apresenta vazões limitadas a existência, conectividade e abertura das fraturas, mostrando baixas potencialidades com valor médio de $17m^3/h$ e capacidade específica média de $0,93m^3/h/m$. Ressalta-se a constatação da tendência de poços posicionados junto aos fraturamentos de direção NS e NW apresentarem maiores vazões.
Produtividade – Apresenta seguimentos com produtividade *Geralmente Muito Baixa, porém Localmente Baixa (Classe 5)*, assim como áreas de maior produtividade, classificadas como *Geralmente Baixa, porém Localmente Moderada (Classe 4)*.
Qualidade – A qualidade da água de aqüíferos fraturados na região sudeste, apesar da falta de dados de análise química é conceitualmente de baixa mineralização, ou seja, de agradável paladar, no entanto apresenta os maiores valores de condutividade elétrica da folha, com média de 426 µS/cm.



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Ministro de Estado: Fernando Coelho Filho

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Secretário: Vicente Humberto Lôbo Cruz

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
Diretor-Presidente: Eduardo Jorge Ledsham
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial: Stênio Petrovich Pereira
Diretor de Geologia e Recursos Minerais: José Leonardo Silva Andriotti
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento: Antônio Carlos Bacelar Nunes
Diretor de Administração e Finanças: Nelson Victor Le Cocq D'Oliveira
Chefe do Departamento de Hidrologia: Frederico Cláudio Peixinho
Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração: José Carlos da Silva
Chefe do Departamento de Relações Institucionais e Divulgação: José Márcio Henriques Soares
Chefe da Divisão de Marketing e Divulgação: José Márcio Henriques Soares
Chefe da Divisão de Cartografia: Marilia Santos Salinas Rosario

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL - CARTOGRAFIA HIDROGEOLÓGICA
Coordenação: João Alberto Oliveira Diniz

CARTA HIDROGEOLÓGICA DO BRASIL AO MILIONÉSIMO
Coordenação Geral: João Alberto Oliveira Diniz
Coordenação de Geoprocessamento: Robson de Carlo da Silva
Coordenação de Hidrogeologia e SIG: Adson Brito Monteiro
Thiago Luiz Feijó de Paula

Execução Técnica:
Daniele Tokunaga Genaro - ERJ

Cartografia Digital
Robson de Carlo da Silva - SUREG-RE

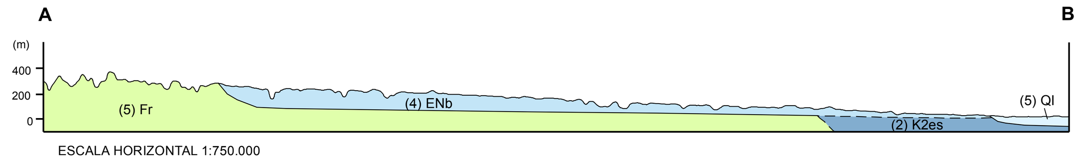
Estagiária
Rayssa Costa Pedrosa

Fonte da Base Geológica Utilizada: CPRM, 2004. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Projeto GIS BRASIL: FOLHA SE.24 - RIO DOCE

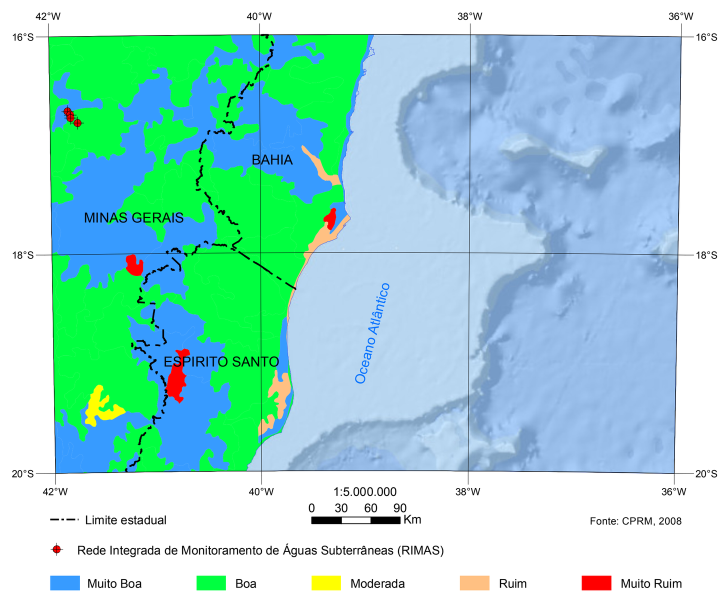
Crédito da Base Cartográfica: IBGE/DGC. Base Cartográfica Contínua, ao milionésimo – BCIM: versão 3.0. Rio de Janeiro, 2010. Simplificada pela equipe de Geoprocessamento da SUREG-RE\GERIDE, para adequação à carta temática impressa.

Crédito da Imagem de Satélite: Esri, DeLorme, GEBCO, NOAA NGDC, e outros colaboradores.

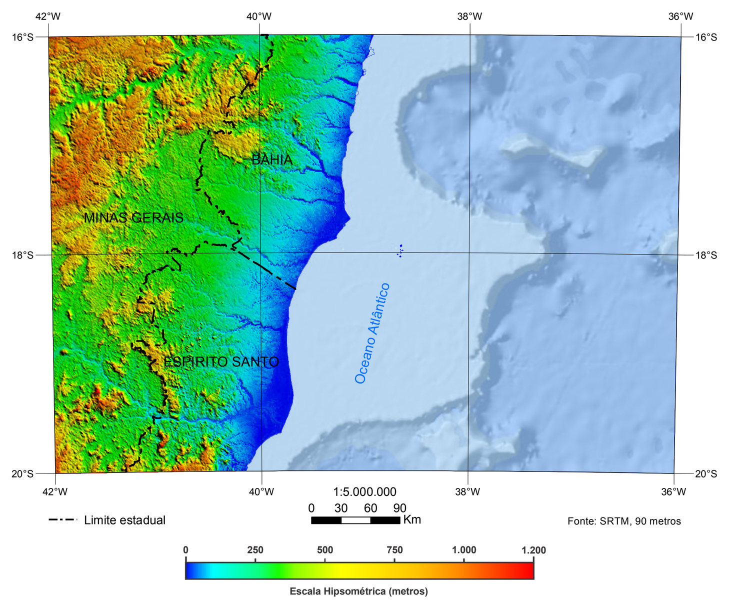
SEÇÃO HIDROGEOLÓGICA SIMPLIFICADA NW-SE



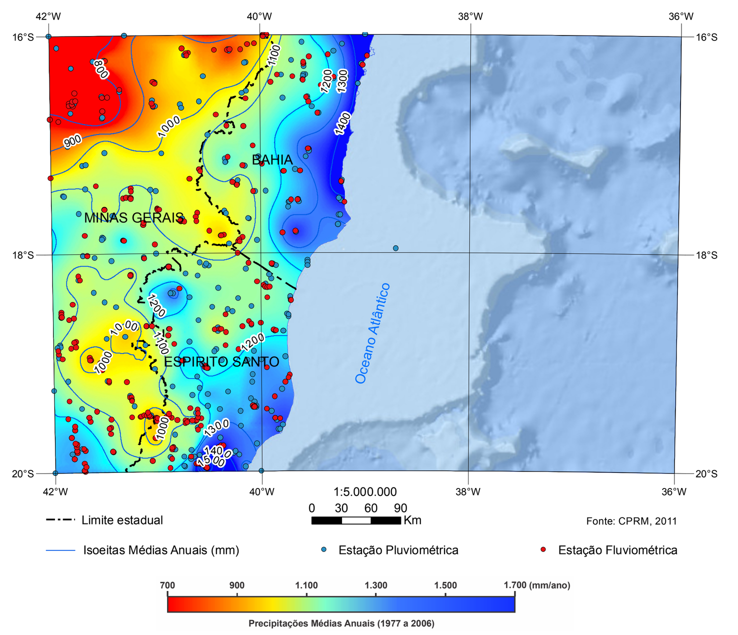
CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO E ESTAÇÕES DA RIMAS



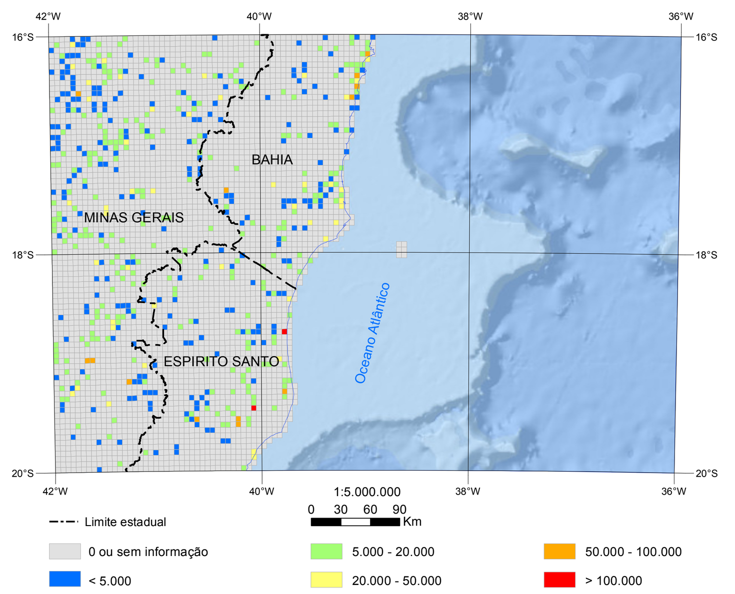
HIPSOMETRIA



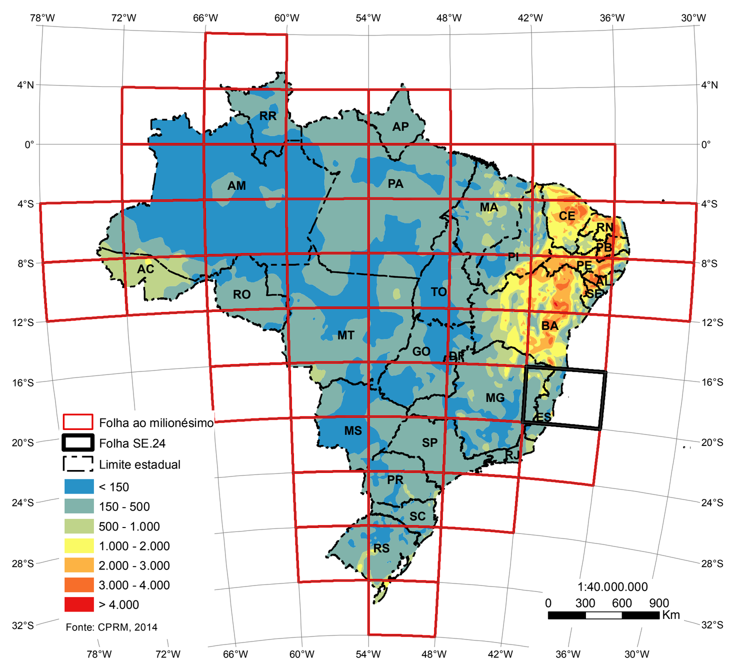
PLUVIOMETRIA, ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS E FLUVIOMÉTRICAS



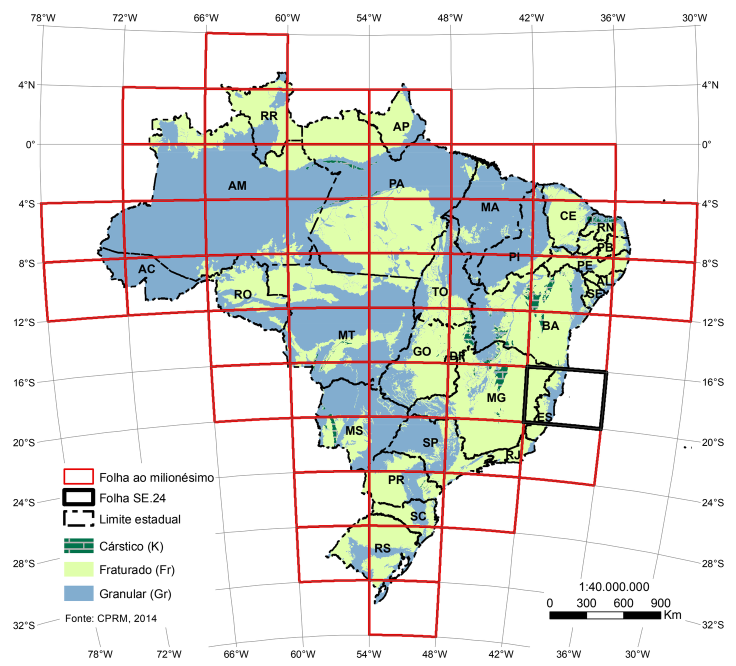
VOLUMES ANUAIS EXPLOTADOS



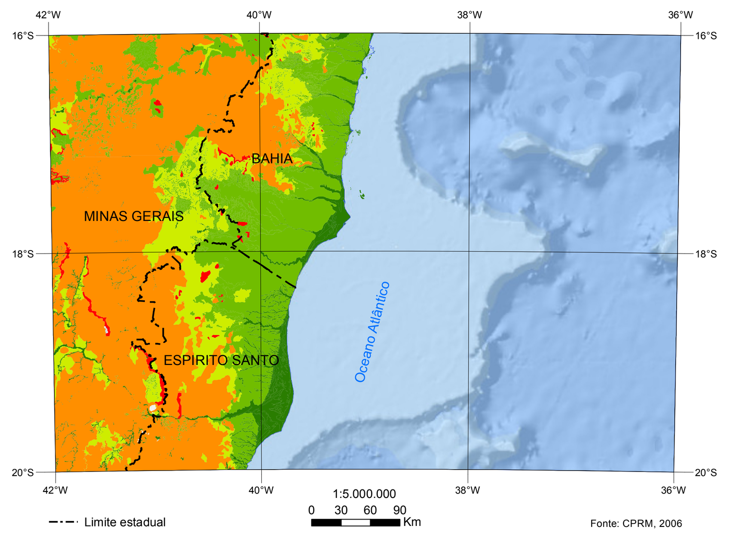
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (µS/cm)



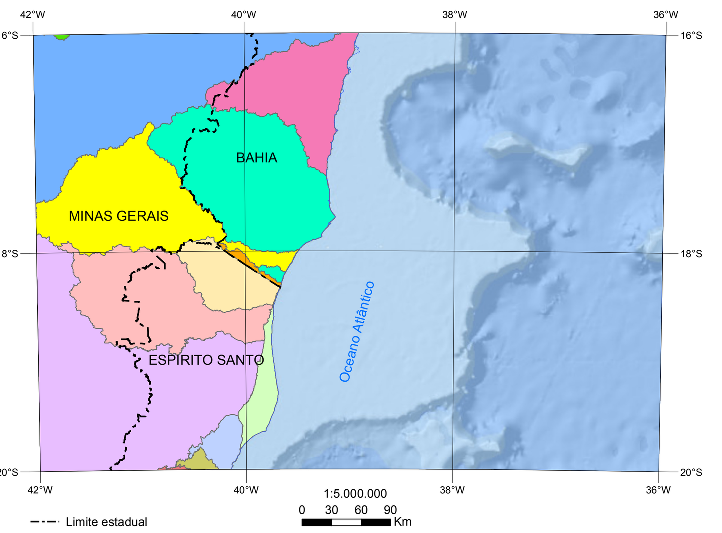
DOMÍNIOS HIDROLITOLÓGICOS



CLASSES DE RELEVO



SUBBACIAS HIDROGRÁFICAS E DENSIDADE DE POÇOS



Regiões Hidrográficas	Subbacias Hidrográficas	Área (km^2)	Nº de Poços/250 km^2
Atlântico Sudeste	Quaternário	2.390	2
	Riacho	1.667	2
	Rio Doce	29.558	2
	Rio Reis Magos	479	0
	Rio Santa Maria da Vitória	85	0
Atlântico Leste	Riacho Doce	373	4
	Rios dos Frades, Buranhém e Santo Antônio	9.923	4
	Rio Itaúnas	4.516	3
	Rio Jequitinhonha	23.354	3
	Rio Mucuri	15.499	2
	Rio Pardo	60	17
	Rio Peruíbe, Itanhém e Jucuruçu	18.426	2
	Rio São Mateus	13.315	3

Fonte: AGERH - Agência Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Espirito Santo
ANA - Agência Nacional de Águas
IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INEMA - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Bahia

Poços
1
2 - 3 - 4 - 5
6 - 7 - 8 - 9

1 - Aquífero captado
2 - Vazão de teste para 12:00 hs (m³/h)
3 - Capacidade específica para 12:00 hs (m³/h/m)
4 - Nível estático (m)
5 - Nível Dinâmico (m)
6 - Profundidade (m)
7 - Transmissividade (m²/s)
8 - Condutividade hidráulica (m/s)
9 - Condutividade elétrica (µS/cm)

Perfil Esquemático do Poço
Sigla da Unidade — Espessura Captada da Unidade (m)

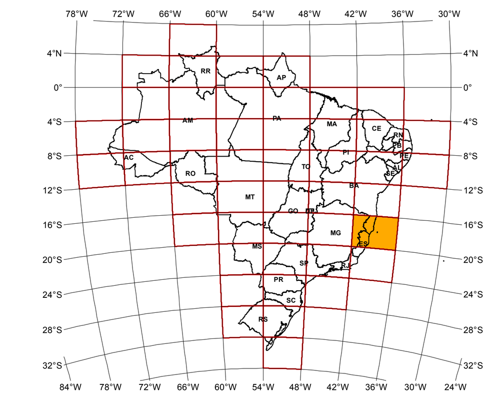
Representação em Mapa das Classes dos Aquíferos

(3) N3i / (1) K2ac = (Classe) Unidade hidrogeológica aflorante / (Classe) Principal aquífero subjacente

Obs.: 1) A classe do aquífero + a unidade estratigráfica, seja aflorante ou subjacente, define a unidade hidroestratigráfica.
2) a unidade hidroestratigráfica subjacente, representa o aquífero mais produtivo, com boa qualidade de água e

Cidade
Limite estadual
Estrada pavimentada
Estrada não pavimentada
Curso de água perene
Açude, lagoa e barragem
Rio de margem dupla
Traçado da seção hidrogeológica
Contato de unidade hidroestratigráfica aflorante
Limite inferido de unidade hidroestratigráfica subjacente

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



BIBLIOTECA DE UNIDADES

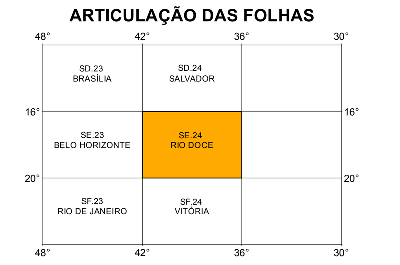
Domínio Hidrolitológico	Sigla da Unidade Estratigráfica	Nome da Unidade Estratigráfica	Litologia da Unidade Estratigráfica
Granular (Gr)	Ql	Depósito Litorâneo	areia, argila, silte e cascalho
	ENb	Formação Barreiras	arenito, conglomerado e argila
	K2es	Grupo Espírito Santo	arenito e folhelho
Fraturado (Fr)	Fr	Embasamento Fraturado Indiferenciado	granitóide, vulcânica, meta-vulcânica, meta-sedimento, gnaisse, migmatito, granulito, xisto e quartzito

CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DAS CLASSES DE AQUÍFEROS

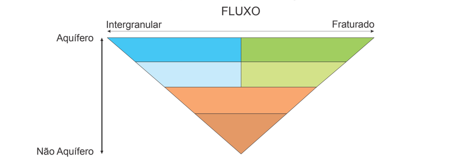
Classe	Granulares	Fraturadas	Cársticos	Q/s ($m^3/h/m$)*	T (m^2/s)	K (m/s)	Vazão(m^3/h)	Produtividade **
(1)				≥ 4,0	$\geq 10^{-2}$	$\geq 10^{-4}$	≥ 100	Muito Alta: Fornecimentos de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações). Aquíferos que se destaquem em âmbito nacional.
(2)				2,0 ≤ Q/s < 4,0	$10^{-3} \leq T < 10^{-2}$	$10^{-5} \leq K < 10^{-4}$	50 ≤ Q < 100	Alta: Características semelhantes à classe anterior, contudo situando-se dentro da média nacional de bons aquíferos.
(3)				1,0 ≤ Q/s < 2,0	$10^{-4} \leq T < 10^{-3}$	$10^{-6} \leq K < 10^{-5}$	25 ≤ Q < 50	Moderada: Fornecimento de água para abastecimentos locais em pequenas comunidades, irrigação em áreas restritas.
(4)				0,4 ≤ Q/s < 1,0	$10^{-5} \leq T < 10^{-4}$	$10^{-7} \leq K < 10^{-6}$	10 ≤ Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada: Fornecimentos de água para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.
(5)				0,04 ≤ Q/s < 0,4	$10^{-6} \leq T < 10^{-5}$	$10^{-8} \leq K < 10^{-7}$	1 ≤ Q < 10	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa: Fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.
(6)				< 0,04	$< 10^{-6}$	$< 10^{-8}$	< 1	Pouco Produtiva ou Não Aquífera: Fornecimentos insignificantes de água. Abastecimentos restritos ao uso de bombas manuais.

Modificada de Struckmeir & Margat, 1995
* Valores válidos para teste de bombeamento de 12 horas e rebaixamentos máximos de 25 metros
** Na definição de classe de produtividade para os aquíferos cársticos e fraturados, utilizou-se apenas dados de vazão

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



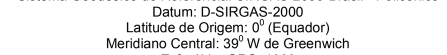
Determinação dos Sistemas Aquíferos



IAH - International Association of Hydrogeology

CARTA HIDROGEOLÓGICA

Escala 1:1.000.000



Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS-2000-Brasil - Policônico
Datum: D-SIRGAS-2000
Latitude de Origem: 0^0 (Equador)
Meridiano Central: 39^0 W de Greenwich
Esferóide: GRS_1980

2016

CPRM Serviço Geológico do Brasil — SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL — MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA — BRASIL GOVERNO FEDERAL