

MAPA DAS ÁREAS AFLORANTES DOS AQUÍFEROS E SISTEMAS AQUÍFEROS DO BRASIL

Cardoso, F.B.F.¹; Almeida, L.¹; Gonçalves, M.V.C.¹; Oliveira, F.R.¹; Nascimento, F.S.N.¹; Ferreira, A.N.P.¹; Gaspar, M.T.P.¹

Resumo

A Agenda de Águas Subterrâneas da Agência Nacional de Águas, em consonância com o Programa Nacional de Águas Subterrâneas (PNAS) do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), propõe um conjunto de ações para fortalecer a implementação da gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos no território brasileiro. Entre as ações específicas estão o apoio à gestão das águas subterrâneas nos estados e a ampliação do conhecimento hidrogeológico no país. Nesse sentido, a Agência Nacional de Águas (ANA) vem desenvolvendo estudos em aquíferos e sistemas aquíferos transfronteiriços, interestaduais ou situados em regiões metropolitanas. Apesar dos avanços no conhecimento hidrogeológico nacional nos últimos anos, o Brasil ainda carece de um mapa em escala nacional das áreas aflorantes dos seus aquíferos e sistemas aquíferos para subsidiar o gerenciamento de recursos hídricos. Neste trabalho, a ANA propõe uma nova ferramenta para a gestão das águas subterrâneas em território nacional, denominada Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil, onde são destacadas as características gerais dos nossos aquíferos e sistemas aquíferos, de forma acessível aos gestores envolvidos e aos usuários que se utilizam da água subterrânea.

Palavras chave: mapa, sistemas aquíferos brasileiros, gestão de recursos hídricos

Abstract

Groundwater Agenda of National Water Agency, in line with the National Groundwater Program (PNAS) of the National Water Resources Plan (PNRH), proposes a set of actions to strengthen the implementation of the integrated management of surface and groundwater in Brazil. Among the specific actions are supporting the groundwater management in the states and the hydrogeological knowledge expansion in the country. In this sense, the National Water Agency (ANA) has been conducting studies on transboundary and interstate aquifers or aquifer systems, as well as on those located in metropolitan areas. Despite the advances in national hydrogeological knowledge in recent years, Brazil still lacks a national scale map of outcropping areas of aquifers and aquifer systems to support the management of water resources. In this article, ANA proposes a new tool for the management of groundwater in the country, called Aquifers and Aquifer Systems Outcrop Areas Map of Brazil, in which are highlighted the general features of our aquifers and aquifer systems, in an accessible way to managers involved and to users that exploit groundwater.

Keywords: map, aquifer systems in Brazil, water resources management

¹ Especialistas em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas. Setor Policial, Área 05, Quadra 03, Bloco B, sala 205, CEP 70610-200. Telefones (61) 21095465/5537/5352/5300/5387, FAX (61) 21095296, fabricao@ana.gov.br; leonardo.almeida.gov.br; marco.goncalves@ana.gov.br; fernando@ana.gov.br; flavio.nascimento@ana.gov.br; adriana.ferreira@ana.gov.br; marcia.gaspar@ana.gov.br

* As opiniões expressas neste texto são de responsabilidade exclusiva dos autores.

1. INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Águas (ANA), instituída por intermédio da Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000, é a entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e tem como missão implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos em todo território nacional.

O Programa Nacional de Águas Subterrâneas (PNAS) é o Programa VIII do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e foi dividido em três subprogramas específicos: **Ampliação do Conhecimento Hidrogeológico Básico; Desenvolvimento dos Aspectos Institucionais e Legais;** e **Capacitação, Comunicação e Mobilização Social**. O PNAS elencou a ampliação do conhecimento hidrogeológico como uma das etapas para subsidiar a implantação de um sistema de gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Com o objetivo específico de implantar esta gestão foi elaborada a Agenda de Ações da Agência Nacional de Águas no Tema Águas Subterrâneas. Essa Agenda propõe um conjunto de ações que visa o fortalecimento da gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas no território brasileiro. Entre as ações específicas estão o apoio a gestão das águas subterrâneas nos estados e a ampliação do conhecimento hidrogeológico nacional. A agenda está estruturada em cinco ações denominadas de: **Ação A:** Apoio aos Estados na Gestão das Águas Subterrâneas; **Ação B:** Capacitação; **Ação C:** Elaborar/Fomentar a Realização de Estudos Hidrogeológicos; **Ação D:** Aplicação dos Instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos nas Águas Subterrâneas; e **Ação E:** Apoio aos Estados para Gestão Compartilhada em Aquíferos Interestaduais e Transfronteiriços.

A ANA vem desenvolvendo estudos direcionados para a gestão dos sistemas aquíferos transfronteiriços, interestaduais e também naqueles situados em regiões metropolitanas. No intuito de se buscar a gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos no Brasil, todas estas informações, além de muitas outras, serão incorporadas ao Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH), que entre seus objetivos está reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil.

Neste sentido, a ANA está elaborando o Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil, que será parte integrante das informações vetoriais e alfanuméricas do SNIRH e ferramenta fundamental para a gestão integrada das águas.

2. METODOLOGIA

Na execução do Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil, escala 1:1.000.000, a metodologia aplicada se desenvolveu por meio de três etapas:

A primeira etapa consistiu no levantamento de informações sobre a geologia e a hidrogeologia do país, executando-se uma análise de consistência e adequação das informações existentes.

A segunda etapa foi constituída da identificação preliminar dos aquíferos e sistemas aquíferos brasileiros. Os aquíferos e sistemas aquíferos foram classificados em três categorias: Sistemas Fraturados (aqueles em que a água subterrânea encontra-se basicamente nos planos de fraturas, microfraturas, diáclases, juntas, zonas de cisalhamento e falhas em meios rochosos), Sistemas Porosos (aqueles onde a água circula especialmente entre os poros das rochas) e Sistemas Cársticos (aqueles em que o armazenamento e a circulação das águas são condicionados principalmente à dissolução aleatória e ao fraturamento ou descontinuidades das rochas carbonáticas).

A última etapa consistiu na elaboração do Mapa. Para tanto, a base dos aquíferos e sistemas aquíferos identificados no Brasil obteve seus limites por meio da reclassificação de polígonos de unidades geológicas e seus agrupamentos nos denominados “Aquíferos e Sistemas Aquíferos Aflorantes”. Estes polígonos foram extraídos das seguintes bases cartográficas:

- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2006).
- Mapas Geológicos Estaduais, escalas entre 1:500.000 e 1:1.000.000, produzidos pela CPRM.
- Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, corte 1:1.000.000 e informação 1:2.500.000 (CPRM, 2007).

Por meio desta metodologia, estas unidades foram agrupadas, preliminarmente, em 182 aquíferos e sistemas aquíferos aflorantes, separados de acordo com suas características hidrogeológicas. A Tabela 1 e a Figura 1 mostram os aquíferos e sistemas aquíferos identificados.

Conforme descrito anteriormente, o Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil apresenta, em sua primeira versão, os principais aquíferos e sistemas aquíferos fraturados, porosos e cársticos do território nacional.

Os Sistemas Fraturados foram agrupados e classificados em 04 grandes blocos denominados de Sistema Aquífero Fraturado Semi-Árido, Sistema Aquífero Fraturado Norte, Sistema Aquífero Fraturado Centro-Sul e, por fim, o Aquífero Serra Geral. Os três primeiros sistemas aquíferos foram agrupados de acordo com as características regionais relativas à precipitação pluviométrica e a condições associadas à recarga natural dos aquíferos, da seguinte forma:

- *Fraturado Semi-Árido*: Região de rochas cristalinas/fraturadas definida em função da delimitação do Semi-Árido Nordeste, instituída pela Portaria do Ministério da Integração Nacional nº 89, de 16 de março de 2005. Os critérios técnicos adotados para a delimitação foram: (i) precipitação pluviométrica média anual inferior (\leq) a 800 milímetros; (ii) Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e (iii) risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

- *Fraturado Norte*: Região de rochas cristalinas/metamórficas em que a precipitação pluviométrica média total anual, com base na série histórica que compreende o período entre 1961 e 1990 (normais pluviométricas), é superior (>) a 1.800 milímetros.
- *Fraturado Centro-Sul*: Toda a região do Fraturado excluindo-se as regiões do Semi-Árido e do Norte.

O Aquífero Serra Geral foi individualmente discriminado devido: (i) a sua grande extensão territorial; (ii) ao conhecimento hidrogeológico mais amplo, e; (iii) a sua grande importância para o abastecimento da população local.

O Sistema Poroso foi dividido preliminarmente em 152 aquíferos/sistemas aquíferos, enquanto que o Sistema Cárstico foi classificado em 26 aquíferos/sistemas aquíferos. Estes aquíferos são representados pelas unidades hidrogeológicas aflorantes, porosas e cársticas, que apresentam características físicas, litoestratigráficas e hidrogeológicas similares. É importante salientar que existem litotipos de origem metamórfica, como, por exemplo, a Formação Cauê, que foram definidos como pertencentes ao Sistema Poroso, em virtude da dupla porosidade (intersticial e fraturas), sendo a primeira predominante. Outro fato a se ressaltar é que há vários aquíferos e sistemas aquíferos brasileiros importantes que não são apresentados neste mapa, como o Aquífero Pirabas, nos estados do Pará e Maranhão, uma vez que as suas áreas aflorantes não são passíveis de serem representadas na escala deste trabalho, ou ainda, o Aquífero Emborê, no Estado do Rio de Janeiro, que não é aflorante.

3. CONCLUSÕES

O Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil será uma poderosa ferramenta e referência para gestão das águas subterrâneas em todo território brasileiro. Este mapa será extremamente útil no auxílio aos gestores estaduais, subsidiando a tomada de decisões que objetivem o uso sustentável deste estratégico recurso natural, especialmente quando tiver acoplado ao sistema de apoio à decisão em águas subterrâneas em desenvolvimento pela ANA.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. 2007. Agenda de Ações da Agência Nacional de Águas no Tema Águas Subterrâneas. Brasília. 30 pp.

CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2006. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Escala: 1.000.000. Brasília.

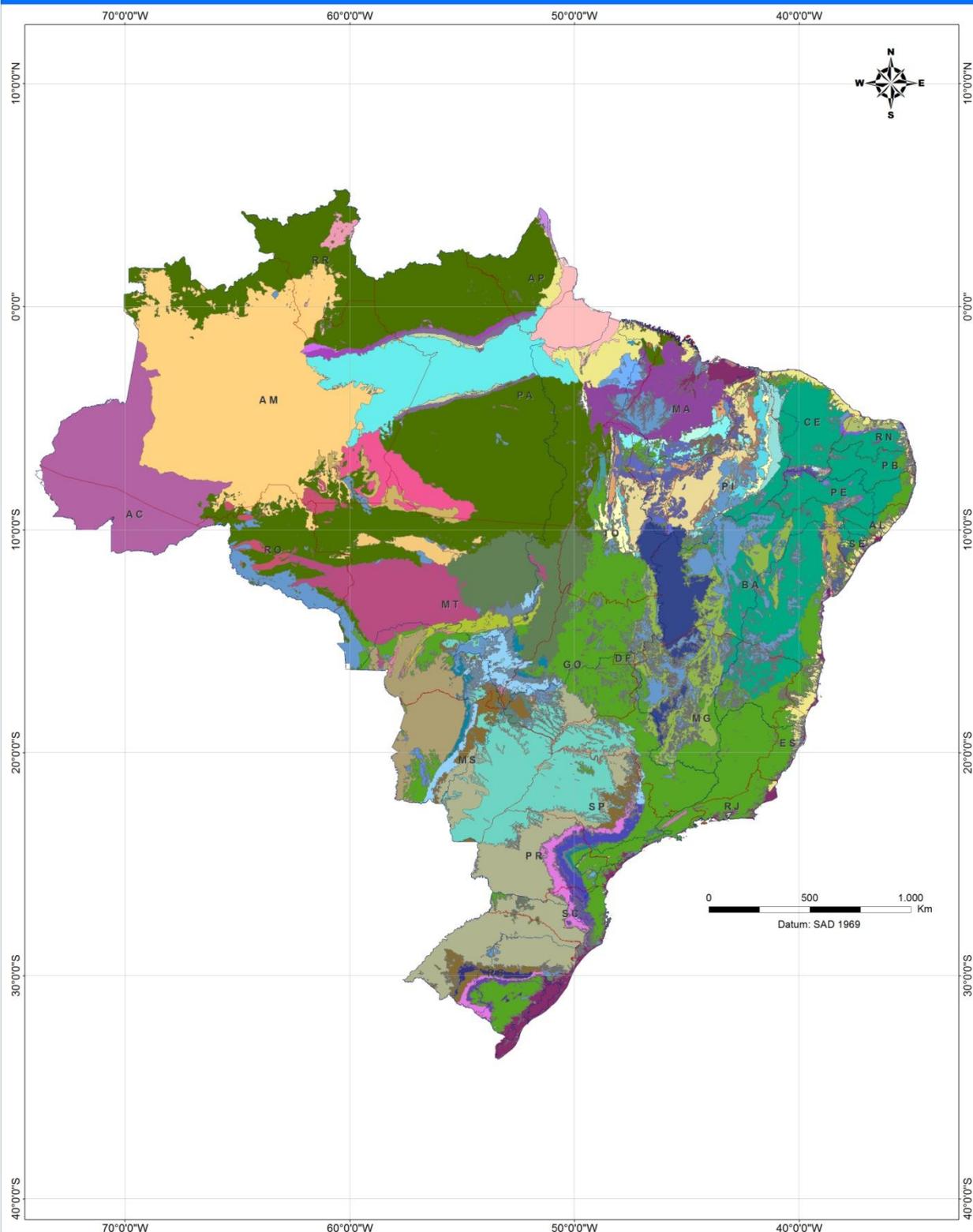
CPRM, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2007. Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil. Escala: 2.500.000. Brasília.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2009. Plano Nacional de Recursos Hídricos - Programa Nacional de Águas Subterrâneas. Brasília, 37 pp.

Tabela 1: Aquíferos e Sistemas Aquíferos Aflorantes Brasileiros.

SISTEMA POROSO		
Aquífero Açú	Aquífero Gorotire	Aquífero Poço Verde
Aquífero Água Bonita	Aquífero Grajaú	Aquífero Ponta Grossa
Sistema Aquífero Alexandra-Guaraqueçaba	Aquífero Guabirota	Aquífero Ponta Verde
Aquífero Algodoais	Aquífero Guaporé	Sistema Aquífero Poti-Piauí
Aquífero Alter do Chão	Sistema Aquífero Guarani	Aquífero Prosperança
Sistema Aquífero Alto Paraguai	Aquífero Içá	Aquífero Resende
Sistema Aquífero Alto Tapajós	Sistema Aquífero Icó	Aquífero Rio Bonito
Aquífero Angico	Aquífero Igarapé de Areia	Aquífero Rio Claro
Aquífero Aquidauana	Aquífero Igreja Nova	Aquífero Rio das Barreiras
Sistema Aquífero Araguaia-Bananal	Sistema Aquífero Iguatu	Sistema Aquífero Rio do Peixe
Aquífero Bananeiras	Aquífero Ilhas	Aquífero Rio Ivaí
Aquífero Barra de Itiúba	Sistema Aquífero Inferior da Bacia do Araripe	Aquífero Rio Madeira
Sistema Aquífero Barreiras	Sistema Aquífero Itajaí	Aquífero Rio Naja
Sistema Aquífero Bateias-Campo Alegre	Aquífero Itapecuru	Aquífero Rio Pitanga
Sistema Aquífero Bauru-Caiuá	Aquífero Itaqueri	Aquífero Ronuro
Aquífero Beberibe	Aquífero Itararé	Sistema Aquífero Roraima
Aquífero Beneficente	Aquífero Jaciparaná	Aquífero Sabiá
Sistema Aquífero Betânia	Aquífero Juá	Aquífero Sambaíba
Aquífero Boa Viagem	Aquífero Juatuba	Aquífero Sanga do Cabral
Sistema Aquífero Boa Vista-Areias Brancas	Sistema Aquífero Lavras da Mangabeira	Sistema Aquífero Santa Brígida-Curitiba
Aquífero Brejo Santo	Sistema Aquífero Lima Campos	Aquífero Santa Fé
Aquífero Cabeças	Sistema Aquífero Litorâneo Nordeste	Aquífero Santa Tecla
Aquífero Cabo	Sistema Aquífero Litorâneo Norte	Aquífero Santo Amaro
Aquífero Cachoeirinha	Sistema Aquífero Litorâneo Sul-Sudeste	Sistema Aquífero São José do Belmonte
Aquífero Cachoeirinha Gemaque	Aquífero Longá	Sistema Aquífero São Paulo
Aquífero Calumbi	Aquífero Macacu	Aquífero São Sebastião
Sistema Aquífero Camamu-Almada	Aquífero Maceió	Sistema Aquífero Sergi-aliança
Aquífero Camaquã	Aquífero Maecuru	Sistema Aquífero Serra do Divisor
Aquífero Campos Novos	Sistema Aquífero Malhada Vermelha	Aquífero Serra do Tucano
Aquífero Cananéia	Sistema Aquífero Marajó	Sistema Aquífero Serra dos Martins
Sistema Aquífero Carnaubeira da Penha	Aquífero Marizal	Aquífero Serra Grande
Aquífero Castro	Sistema Aquífero Marrecas	Aquífero Serraria
Aquífero Cauê	Sistema Aquífero Médio da Bacia do Araripe	Aquífero Sete Barras
Sistema Aquífero Cedro	Sistema Aquífero Mirandiba	Aquífero Solimões
Aquífero Cercadinho	Aquífero Monte Alegre	Sistema Aquífero Superior da Bacia do Araripe
Aquífero Codó	Aquífero Motuca	Aquífero Surucucus
Aquífero Coimbra	Aquífero Muribeca	Aquífero Tacaratu-Inajá
Aquífero Coqueiro Seco	Aquífero Palermo	Aquífero Taubaté
Aquífero Corda	Aquífero Palmeiral	Aquífero Tepequém
Sistema Aquífero Coronel João Pessoa	Sistema Aquífero Pantanal	Aquífero Tocandera
Aquífero Corupá	Sistema Aquífero Parecís	Aquífero Triunfo
Aquífero Cubencranquém	Aquífero Pariquera-Açu	Aquífero Trombetas
Aquífero Curuá	Sistema Aquífero Passa Dois	Aquífero Tupanciretã
Aquífero Dardanelos	Aquífero Pastos Bons	Aquífero Uafaranda
Aquífero Dois Irmãos	Sistema Aquífero Pau dos Ferros	Sistema Aquífero Urucuia-Areado
Aquífero Ererê	Aquífero Pedra de Fogo	Aquífero Urucutuca
Aquífero Ervalzinho	Aquífero Penedo	Aquífero Urupi
Sistema Aquífero Fátima	Aquífero Pimenteiras	Aquífero Urutanim
Aquífero Fazenda São Roque	Aquífero Piranhas	Aquífero Viséu
Aquífero Fonseca	Aquífero Piriá	Aquífero Volta Redonda
Aquífero Furnas	Aquífero Poção	
SISTEMA CÁRSTICO		
Aquífero Acauã	Sistema Aquífero Corumbá	Aquífero Paranoá Cárstico
Aquífero Anicuns-Itaberáí Cárstico	Aquífero Estiva	Sistema Aquífero Salitre
Sistema Aquífero Araras	Aquífero Frecheirinha	Aquífero Santana
Aquífero Araxá Cárstico	Aquífero Gandarela	Aquífero Sapucari
Sistema Aquífero Bambuí Cárstico	Sistema Aquífero Gramame-Maria Farinha	Aquífero Serra da Mesa Cárstico
Aquífero Barroso	Aquífero Itaituba	Aquífero Serra do Paraíso
Aquífero Boqueirão	Aquífero Jandaira	Sistema Aquífero Taquari-Maruim
Aquífero Canastra Cárstico	Aquífero Nova Olinda	Aquífero Vazante Cárstico
Sistema Aquífero Carste da Bacia do Paraná	Sistema Aquífero Olhos D'Água	
SISTEMA FRATURADO		
Sistema Aquífero Fraturado Centro Sul	Sistema Aquífero Fraturado Norte	Sistema Aquífero Fraturado Semi-Árido
Aquífero Serra Geral		

MAPA DAS ÁREAS AFLORANTES DOS AQUÍFEROS E SISTEMAS AQUÍFEROS DO BRASIL



 **ANA**
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

ANA - Agência Nacional de Águas (2012)

Base: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2006).

Figura 1: Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil (1ª VERSÃO).