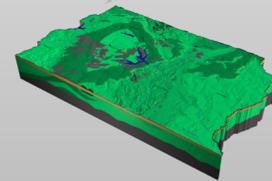
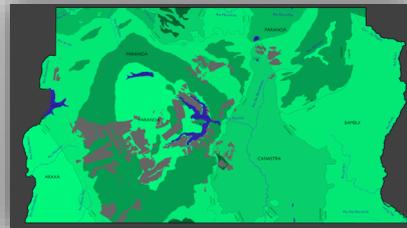
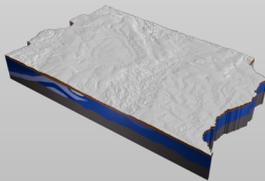
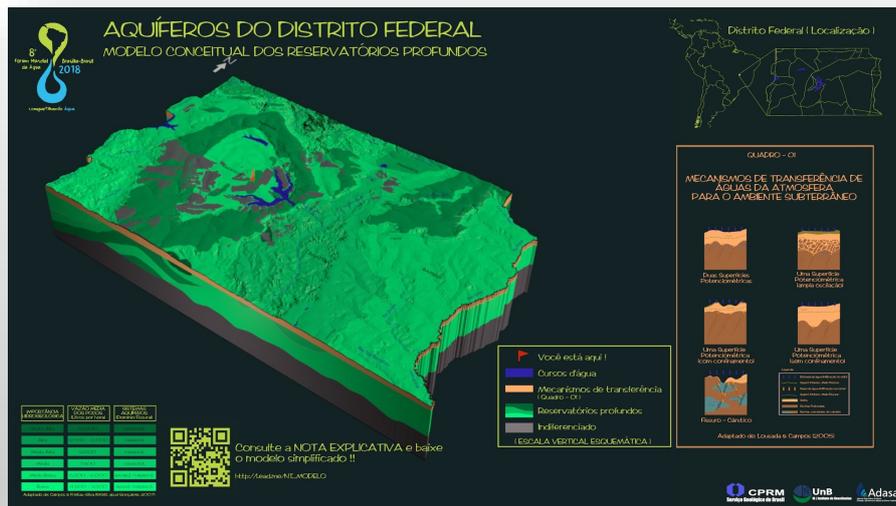


AQUÍFEROS DO DISTRITO FEDERAL

Modelo Conceitual dos Reservatórios



NOTA EXPLICATIVA

CRÉDITOS TÉCNICOS

IDEALIZAÇÃO:

Thales Queiroz Sampaio

Assessoria do Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT/CPRM)

Paulo Afonso Romano

Assessoria do Diretor Presidente da CPRM

Frederico Peixinho

Chefe do Departamento de Hidrologia (DEHD/CPRM)

Dario Dias Peixoto

Pesquisador em Geociências (CPRM/SEDE)

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Thales Queiroz Sampaio

Assessoria do Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT/CPRM)

EXECUÇÃO TÉCNICA / MEDIAÇÃO CIENTÍFICA/ DESIGN GRÁFICO E ANIMAÇÃO:

Dario Dias Peixoto

Pesquisador em Geociências (CPRM/SEDE)

FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA E REVISÃO CONCEITUAL:

José Elói Guimarães Campos

Professor Dr. do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IG/UnB)

Alice Silva de Castilho

Pesquisadora em Geociências (CPRM-SUREQ/BH)

Marta Vasconcelos Ottoni

Pesquisadora em Geociências (CPRM-SUREQ/RJ)

João Alberto Oliveira Diniz

Pesquisador em Geociências (CPRM-SUREQ/RE)

AGRADECIMENTOS

Ao Diretor da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - ADASA, Jorge Enoch F. Werneck Lima e sua equipe técnica, pela predisposição em receber o Serviço Geológico e em fornecer acesso aos dados atualizados sobre os recursos hídricos do DF;

Ao professor Doutor do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília - IG/UNB, José Elói Guimarães Campos, pelas informações especializadas, debates conceituais e fornecimento dos perfis hidrogeológicos que levaram ao amadurecimento gráfico do modelo conceitual apresentado;

A todos os colegas, analistas e pesquisadores deste Serviço Geológico do Brasil, que estiveram direta e indiretamente envolvidos na execução técnica deste produto, e cuja cooperação foi imprescindível ao atingimento deste resultado.

Senhores(as) visitantes do 8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA - 2018,

É com satisfação que a CPRM/Serviço Geológico do Brasil, trabalhando em parceria com o IQ/UNB (Instituto de Geociências da Universidade de Brasília) e ADASA (Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal), apresenta o produto denominado "AQUÍFEROS DO DISTRITO FEDERAL - Modelo Conceitual dos Reservatórios".

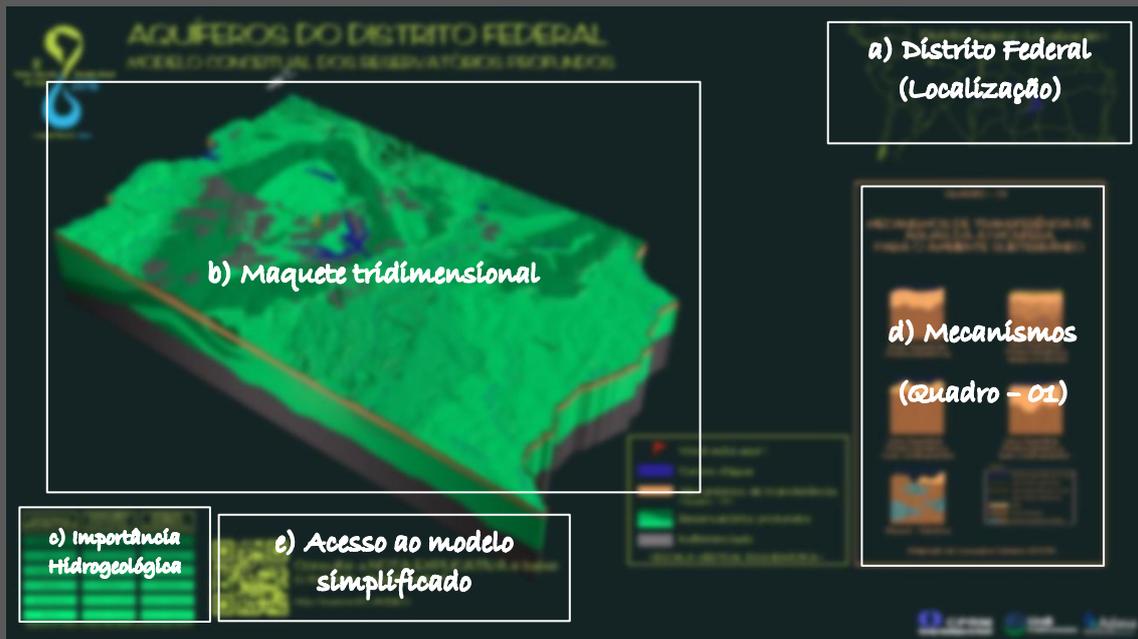
Este modelo conceitual representa um trabalho de decodificação de informações científicas e de sua conversão para a linguagem visual, trazendo uma parcela do conhecimento disponível sobre os recursos hídricos subterrâneos do DF ao público visitante. Não se representa no modelo explicações detalhadas, mas apenas criar pontes de acesso entre o público e o saber científico.

Busca-se também instigar o público a refletir sobre o trabalho das instituições públicas tanto na geração da informação científica, onde estão as universidades desenvolvendo estudos específicos e aprimorando conhecimentos regionais e locais; como no uso dessa mesma informação em setores de governo responsáveis por questões como formulação/amadurecimento de políticas públicas, fiscalização e regulação de mercado.

O banco de dados que embasa este modelo conceitual conta com arquivos digitais georreferenciados, relatórios de consultoria técnicas em hidrogeologia do Distrito Federal e artigos científicos gentilmente cedidos pelas três instituições envolvidas. Este banco foi analisado e cruzado de diversas formas, gerando múltiplos subprodutos que também foram reanalisados até que fosse possível gerar uma representação gráfica que atendesse tanto à necessidade de embasamento científico como à necessidade de comunicar com imagens.

Esta nota explicativa a qual os senhores acessam é a forma de complementar algumas das informações que não puderam ser inseridas no campo visual do modelo, mas que são importantes para a melhor compreensão do material que subsidia sua existência. As informações complementares serão apresentadas abaixo de forma sucinta, porém são listados hyperlinks ao longo do texto para que os interessados possam realizar estudos mais avançados.

1. VISÃO GERAL



O que você está sendo observado no Fórum pode ser segmentado em cinco partes essenciais:

- Distrito Federal (Localização) – diagrama simplificado com a posição do DF na América do Sul e Brasil, com destaque projetando seus limites, algumas rodovias e lagos;
- Maquete tridimensional – Modelagem que mostra a geometria dos reservatórios no Distrito Federal. Foi construído a partir de planos de informação georreferenciados (Esri) retrabalhados em ambiente de modelagem, animação e renderização gráfica. Suas cores foram definidas com base na convenção internacional para mapas hidrogeológicos;
- Importância Hidrogeológica – parâmetro selecionado tanto para organizar a disposição das informações como para facilitar a interpretação inicial da maquete tridimensional;
- Mecanismos (quadro-01) – informação científica associada à camada marrom-claro que circunda toda a maquete tridimensional próximo da superfície (vide legenda no vídeo);
- Acesso ao modelo simplificado – endereço virtual onde o interessado pode baixar tanto a nota explicativa quanto um modelo tridimensional mais simples, com as mesmas informações da maquete, mas que pode ser movimentado (rotação e zoom).

Cada parte está destaca no texto abaixo, com algumas informações adicionais. Para informações científicas e mais aprofundadas, sugere-se a consulta à bibliografia.

A) DISTRITO FEDERAL

O Distrito Federal (DF), capital federal do Brasil, está localizado na Região Centro-Oeste do País. Sua área é de 5.779,999 km², equivale a 0,06% da superfície do território nacional. É a menor unidade federativa brasileira e a única a não ter municípios. Está dividida em 31 regiões administrativas, abaixo listadas:

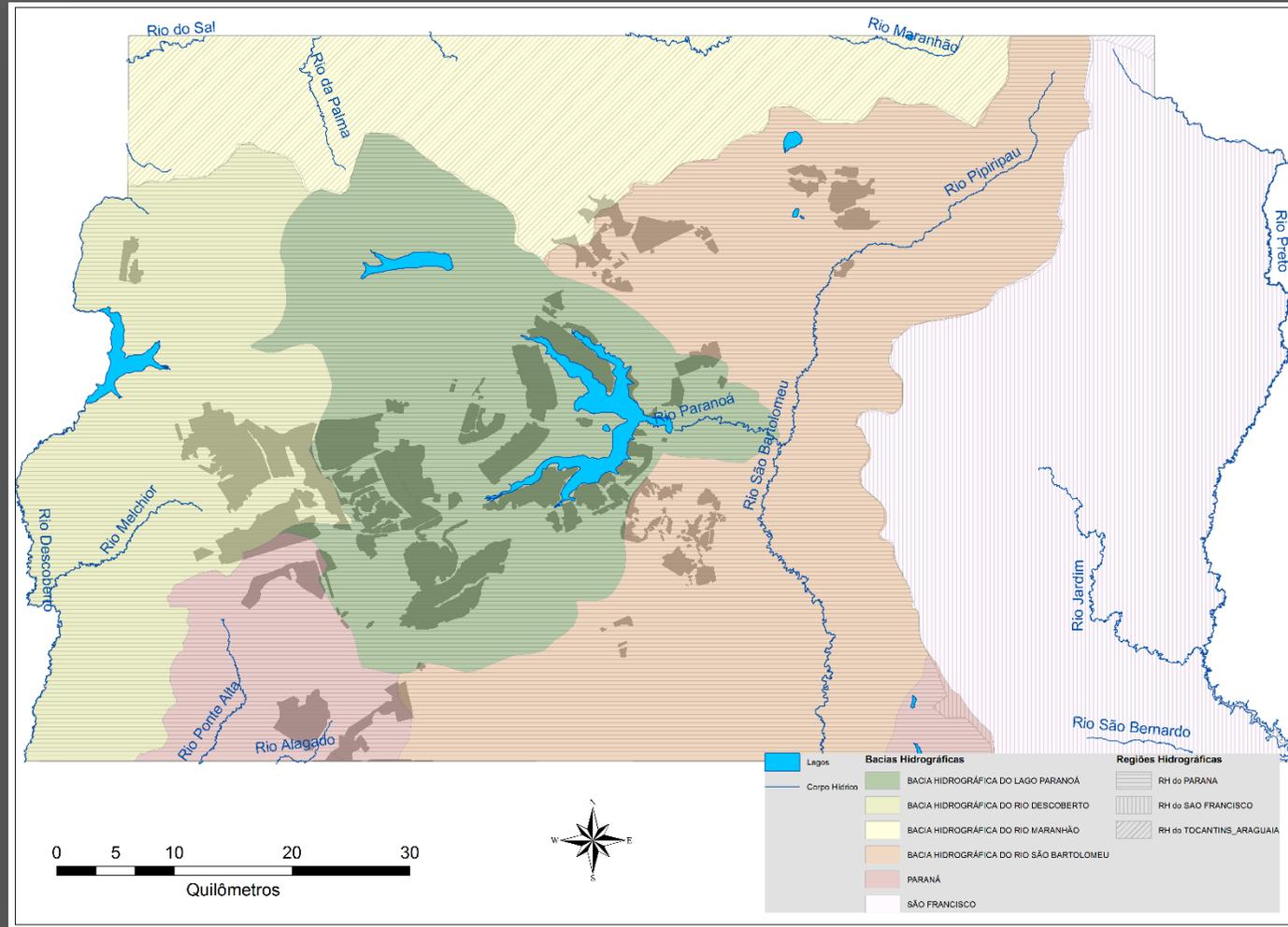


NÚMERO	REGIÃO ADMINISTRATIVA	NÚMERO	REGIÃO ADMINISTRATIVA
RA-I	Brasília	RA-XVI	Lago Sul
RA-II	Gama	RA-XVII	Riacho Fundo
RA-III	Taguatinga	RA-XVIII	Lago Norte
RA-IV	Brazlândia	RA-XIX	Candangolândia
RA-V	Sobradinho	RA-XX	Águas Claras
RA-VI	Planaltina	RA-XXI	Riacho Fundo II
RA-VII	Paranoá	RA-XXII	Sudoeste/Octogonal
RA-VIII	Núcleo Bandeirante	RA-XXIII	Varjão
RA-IX	Ceilândia	RA-XXIV	Park Way
RA-X	Guará	RA-XXV	SCIA
RA-XI	Conceição	RA-XXVI	Sobradinho II
RA-XII	Samambaia	RA-XXVII	Jardim Botânico
RA-XIII	Sobradinha	RA-XXVIII	Itapoá
RA-XIV	São Sebastião	RA-XXIX	SIA ⁽²⁾
RA-XV	Ferrel das Emas	RA-XXX	Vicente Pires
		RA-XXXI	Fercal

O clima do DF considerado como tropical, concentrando-se no verão as precipitações. O período mais chuvoso corresponde aos meses de novembro a janeiro, e o período seco ocorre no inverno, especialmente nos meses de junho a agosto. Estes períodos secos e chuvosos são muito marcantes nesta região, e influenciam diretamente nos processos de erosão e acumulação de sedimentos que moldam o relevo continuamente.

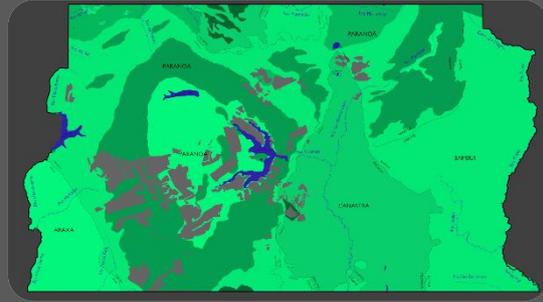
Dentre as compartimentações de relevo aplicáveis ao DF está a delimitação em três macro unidades (1) Região de Chapada, caracterizada pelo relevo plano a ondulado em altitudes superiores à 1000 metros; (2) Região de Dissecção Intermediária, com relevos fracamente dissecados ocupando cerca de 31% do DF; e (3) Região Dissecada de Vale, associada às depressões ocupadas pelas drenagens que atravessam o território.

No modelo apresentado no Fórum estão localizados os seguintes Rios: Sal, Palma, Salinas, Maranhão, Jardim, São Bernardo, Preto, Paranoá, Pipiripau, São Bartolomeu, Ponte Alta e Alagado. Estes são alguns dos importantes cursos d'água que atravessam o Distrito Federal, e sua relação com as respectivas bacias e regiões hidrográficas estão mostradas conforme o mapa abaixo:



B) RESERVATÓRIOS DO DISTRITO FEDERAL

São reconhecidos no Distrito Federal dois grandes conjuntos de reservatórios, segmentados em função de sua porosidade (pequenos espaços livres no subsolo, ocupados por ar ou água). O primeiro conjunto é denominado "Domínio Poroso", constituído por solos, mantos de alteração das rochas e materiais acumulados nos sistemas de drenagens (aluviões). O segundo recebe o nome de "Domínio Fissural" ou "Fraturado", constituído de rochas fraturadas.



O domínio poroso estende-se por toda a área do DF e possui profundidades que variam partindo da superfície até 50 metros de profundidade. Este domínio recebe a água das chuvas e dos cursos d'água (ríos e córregos), água esta que penetra pelos solos pela ação da gravidade e flui pelos seus espaços livres (porosidade) que existem em maior quantidade quando comparados com o segundo conjunto. A forma como as águas infiltram no subsolo foram diferenciadas em diferentes mecanismos, conforme apresentados no quadro 01 do modelo.

O domínio fraturado está posicionado logo abaixo do primeiro, destacando-se pela capacidade de armazenar a água que atravessa pelo primeiro domínio. Inicia-se gradualmente, na mesma medida em que os solos (domínio poroso) dão lugar às rochas em profundidade. Os espaços livres (porosidade) neste domínio apresentam-se de forma diferente: as rochas possuem elementos como fendas, fissuras, fraturas e falhas dentro das quais a água subterrânea se movimenta mais lentamente, ou estaciona caso não haja mais ligação entre os elementos. A profundidade deste domínio é variada e depende dos tipos de rocha presentes no DF.

Estes dois domínios são estão em permanente contato, de forma que a água subterrânea trafega entre poros e fraturas formando um complexo sistema que se modifica tanto em função de cada localidade do DF como também ao longo do ano, dependendo da quantidade e distribuição das chuvas.



O material apresentado na exposição evidencia o domínio fraturado em tons de verde, enquanto o domínio poroso está indicado de forma aproximada pela estreita camada marrom-claro que circunda todo o modelo, e que ao mesmo tempo corresponde aos mecanismos de transferência (quadro 01), sobre o qual há mais informações adiante.

C) IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA

O domínio fissural, destacado no modelo conceitual em tonalidades de verde, está dividido em compartimentos mais específicos, fruto dos estudos científicos realizados ao longo dos anos. A partir das diferentes propriedades das rochas presentes no Distrito Federal foram classificados quatro sistemas aquíferos: Paraná, Canastra, Araxá e Bambuí.

Importante frisar que estes sistemas não estão restritos ao território do DF, ultrapassando seus limites na medida em que acompanham o mesmo tipo de rocha característico de cada aquífero. Estes sistemas também possuem outras classificações e subdivisões que podem ser consultados na bibliografia anexa.

O parâmetro escolhido para a representação deste produto é a "Importância Hidrogeológica", pelo significado natural que o termo carrega, mas que também está definido em função de propriedades das formações aquíferas: condições e ocorrência (extensão, espessura e estrutura), porosidade, permeabilidade e explotabilidade (fácil, regular ou difícil).

A tabela do modelo faz uma correlação entre a Importância Hidrogeológica e a vazão média dos poços profundos licenciados pelo governo, permitindo ao visitante associar o intervalo de "importâncias" com valores de grandeza numérica, e associando também às formações aquíferas.

O cruzamento dos valores numéricos entre os diversos parâmetros das formações aquíferas gera outras informações muito úteis para responder questões como cálculos de reservas hídricas subterrâneas, planejamentos de exploração de longo prazo e preservação de áreas de recarga.

IMPORTÂNCIA HIDROGEOLÓGICA	VAZÃO MÉDIA DOS POÇOS (Litros por hora)	SISTEMAS AQUÍFEROS (Domínio Fissural)
Muito Alta	22.000	CANASTRA
Alta	12.500 - 12.000	PARANÁ
Média Alta	9.000	PARANÁ
Média	7.500	CANASTRA
Média Baixa	6.500 - 6.000	BAMBUÍ / PARANÁ
Baixa	4.500 - 3.500	ARAXÁ / PARANÁ

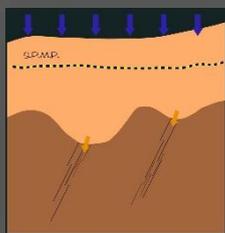
Adaptado de: Campos & Freitas-Silva (1998), apud Gonçalves (2007)

D) MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA (Quadro-01)

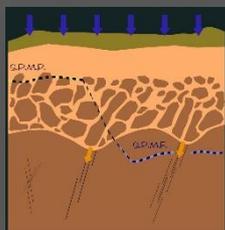
A camada marrom-claro que circunda o modelo, representa a localização aproximada (e em escala vertical exagerada) dos mecanismos de transferência das águas atmosféricas para o ambiente subterrâneo.

Em linhas gerais, os mecanismos representam uma visão teórica sobre como as águas das chuvas infiltram no subsolo e interagem tanto com domínio poroso quanto com o domínio fissural.

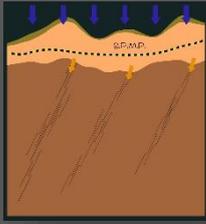
Estes mecanismos são resultado somado de avaliações hidrológicas, ensaios técnicos e estudos sobre comportamento da água subterrânea em poços tubulares profundos ao longo dos anos, e foram apresentados à comunidade científica como cinco modelos hidrogeológicos conceituais aplicados aos aquíferos da região do Distrito Federal:



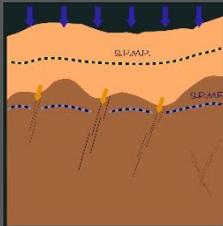
Uma Superfície Potenciométrica sem confinamento - considera a existência de aquíferos anisotrópicos de natureza fissural recobertos por solos espessos. Todo o conjunto de porosidade intergranular e secundárias planar permanece saturado na faixa compreendida entre a base do aquífero e o nível freático. Observado em áreas de relevo suave ondulado com cotas intermediárias.



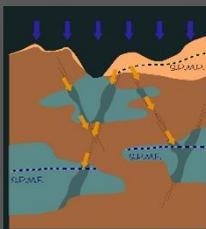
Uma Superfície Potenciométrica (ampla oscilação) - mesma configuração do modelo sem confinamento, porém ocorre nas áreas próximas das quebras de relevo, onde solos arenosos cobrem quartzitos intensamente fraturados. A superfície potenciométrica oscila entre o solo e a rocha.



Uma Superfície Potenciométrica com confinamento – considera a existência de dois meios com comportamentos distintos: aquíferos porosos recobrindo sistemas fissural, onde o meio poroso age como uma camada confinante (aquítarda) e o meio fissural tem comportamento de fluxo laminar. Há comportamento artesiânico. Aplicável em locais com relevo forte ondulado, com rochas pelíticas recobertas por solos pouco desenvolvidos (cambissolos e neossolos litólicos).



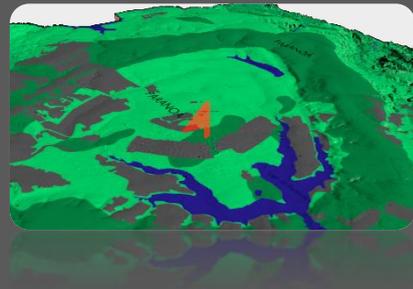
Duas Superfícies Potenciométricas – considera que existe uma zona não saturada entre a base do domínio poroso saturado e o topo da zona representada pelas fraturas saturadas. A recarga do meio fraturado ocorre após uma elevação da carga hidráulica no meio poroso. Aplicável em áreas no interior das chapadas elevadas, com presença de solos bem desenvolvidos e elevado grau de interconexão entre das fraturas.



Fissuro Cárstico – considera a influência da interligação entre rochas carbonáticas e rochas de baixa permeabilidade. Inclui aquíferos com dois tipos de porosidades: secundária planar e secundária por dissolução. Podem apresentar condições bastante favoráveis no que tange ao potencial aquífero. Aplicável principalmente ao norte do Distrito Federal, onde ocorrem lentes de rochas carbonáticas.

2. VOCÊ ESTÁ AQUI!

O modelo conceitual destaca uma bandeira vermelha que representa o local onde está ocorrendo 8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA - 2018. E, já que você está aqui, é interessante saber o que o modelo possui de informação científica sobre este ponto:



Você está sobre a região central do Plano Piloto, em uma altitude entre 950 e 1.100 m, e padrão de relevo suave ondulado com baixa declividade. O lago Paranoá fica aproximadamente a 5 quilômetros na direção leste, e você está, portanto, sobre a bacia hidrográfica do Paranoá e sobre a região hidrográfica também chamada Paranoá.

Em relação ao domínio poroso, mais superficial, você pisa sobre o subsistema denominado "P2", cujos tipos de aquífero são classificados como "intergranulares, contínuos, livres e de grande distribuição lateral", respectivamente desenvolvidos sobre latossolos vermelho amarelos (argilosos) com espessuras médias superiores que 20 metros. A condutividade hidráulica dos poços deste subsistema é considerada média, no intervalo de 10^{-5} a 10^{-6} m/s, e com vazão dos poços inferiores a 800 litros por segundo.

Quanto ao domínio fissural, mais profundo, você está sobre o Sistema Paranoá e subsistema S/A, que conta com rochas do tipo metassiltitos maciços brancos com bancos de quartzitos e lentes de carbonato. Os aquíferos desta unidade são descritos como "livres ou confinados, descontínuos, de meios anisotrópicos fissurais". A condutividade hidráulica varia entre $2,5 \times 10^{-6}$ a $1,7 \times 10^{-7}$ m/s, a vazão média dos poços dos poços é de 12.500 litros por segundo. Esta unidade (S/A) é considerada de Alta Importância Hidrogeológica.

3. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

CAMPOS, JEG; GASPAR, M. T. P.; GONÇALVES, T. D. Gestão de recursos hídricos subterrâneos no distrito federal: diretrizes, legislação, critérios técnicos, sistema de informação geográfica e operacionalização. Brasília: ADASA, 2007.

DO BRASIL, CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. /[coordenado por] Fernando AC Feitosa [et al.]. 3ª ed. rev. e ampl. - Rio de Janeiro: CPRM: LABHD, 2008.

CAMPOS, J. E. G. Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal. Volume II: Meio Físico, 2010.

DISTRITO FEDERAL (2016). Anuário Estatístico do Distrito Federal. Secretaria do Governo, 2016. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br>

GONÇALVES, Tatiana Diniz. Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal. 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.unb.br/handle/10482/3289>

_____. Recursos hídricos no Distrito Federal: modelagem hidrológica para subsidiar a gestão sustentável na bacia do Ribeirão Pípiripau. 2013. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/12196>

LOUSADA, Enéas Oliveira; CAMPOS, José Elói Guimarães. Proposta de modelos hidrogeológicos conceituais aplicados aos aquíferos da região do Distrito Federal. Revista Brasileira de Geociências, v. 35, n. 3, p. 407-414, 2005. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/viewFile/9469/9671>

_____. Estudos isotópicos em águas subterrâneas do Distrito Federal: subsídios ao modelo conceitual de fluxo. Revista Brasileira de Geociências, v. 41, n. 2, p. 355-365, 2011.

SOUZA, Maurício Teixeira; CAMPOS, José Elói Guimarães. O papel dos regolitos nos processos de recarga de aquíferos do Distrito Federal. Rem: Revista Escola de Minas, v. 54, n. 3, p. 191-198, 2001. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672001000300005&script=sci_arttext