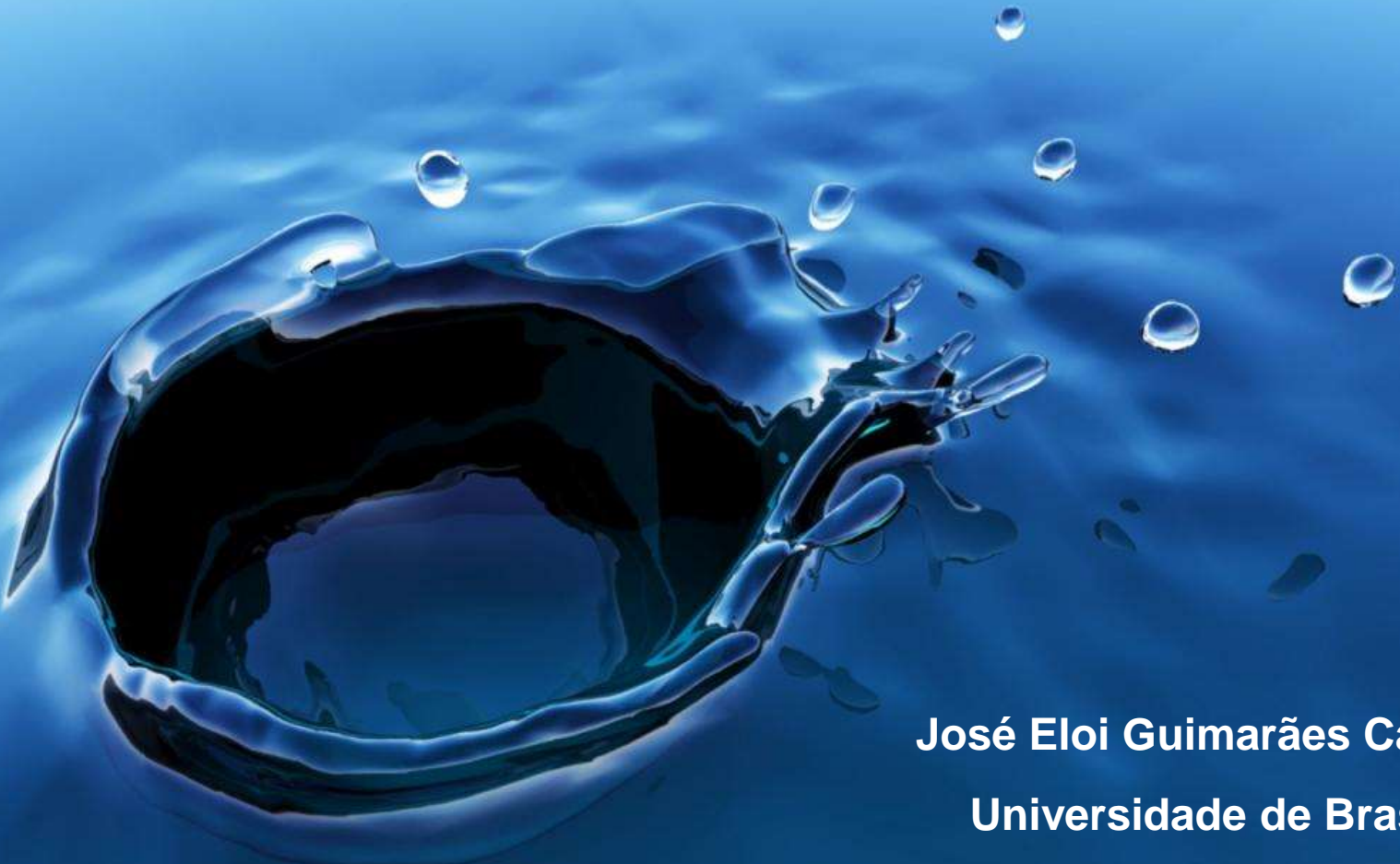


***CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DE  
VAZÕES OUTORGÁVEIS EM  
MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS:  
Aplicações no Distrito Federal***



**José Eloi Guimarães Campos**  
**Universidade de Brasília**

# JUSTIFICATIVA


- Critérios técnicos objetivos ainda não são aplicados de forma sistemática para a determinação de vazões outorgáveis para operação de poços tubulares
- Na maioria dos estados brasileiros é apenas considerada a vazão do ensaio de bombeamento.
- Critérios são definidos e bastante discutidos para os recursos hídricos superficiais, mas pouco discutidos para os aquíferos, inclusive na literatura internacional.

- Para outorga em mananciais superficiais são aplicadas os seguintes critérios:
  - Percentual da  $Q_{7,10}$ .
  - Percentual da  $Q_{90}$ .
  - Outra vazão mínima de longo tempo de permanência.

# OBJETIVOS

- **Discutir critérios técnicos para a determinação de vazões para outorga de direito de uso da água subterrânea.**
- **Aplicação no Distrito Federal.**

# **Avaliação de Critérios Técnicos**

- **Percentual da Vazão Média dos poços do Aquífero**
  - **Percentual da Vazão do Poço**
  - **Percentual do Fluxo de Base da Rede de Drenagem Superficial**
  - **Rebaixamento Disponível**
  - **Vazão de Segurança**
  - **Análise Qualitativa dos Dados de Ensaio de Bombeamento e Recuperação**
  - **Análise da Favorabilidade à Exploração das Águas Subterrâneas**
- 

# Percentual da Vazão Média dos Poços do Aquífero

- Para a composição da média deve-se ter uma população representativa de dados;
- Para aquíferos fraturados pode-se utilizar a moda.

**Alternativamente pode-se utilizar a capacidade específica**

$$Q_{esp} = \frac{Q}{s}$$

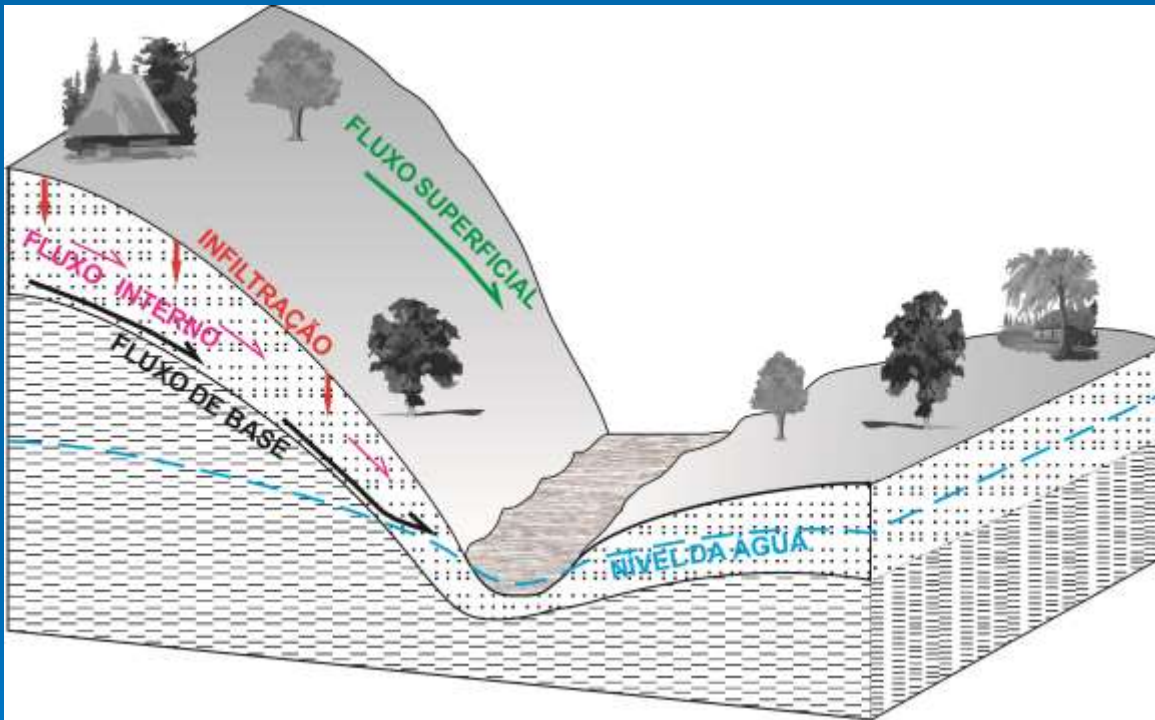
# Percentual da Vazão do Poço

- Função das condições de recarga.
  - Função da favorabilidade a exploração.
  - Deve considerar condições conservadoras para o meio aquífero.





# Percentual do Fluxo de Base da Rede de Drenagem Superficial



- Limitações em função das mudanças no Fluviograma;
- Não aplicável para regiões semiáridas.



# Vazão de Segurança

## Reservas Reguladoras

$$R_{ri} = A \times \eta_e \times \Delta h \text{ Sistemas Intergranulares}$$

$$R_{rf} = \text{precipitação} \times \text{área} \times \text{taxa de infiltração} \times (1 - \text{coeficiente de impermeabilização}) \text{ Sistemas Fraturados}$$

## Reservas Permanentes

$$R_{pi} = A \times b \times \eta_e$$

$$R_{pf} = A \times b \times I_{fi}$$

$$R_{exp} < R_r$$

$$R_{exp} = R_r$$

$$R_{exp} = R_r + \%R_p$$

# Análise Qualitativa dos Dados de Ensaio de Bombeamento

$$S_w = BQ + CQ^n$$

Equação característica do poço

Verificação do Rebaixamento

Condições de Recuperação

Rebaixamento Disponível



# Análise da Favorabilidade à Exploração das Águas Subterrâneas

Composição de SIGs por  
sobreposição de mapas de:

Solo +  
Geologia +  
Declividade +  
Isoietas +  
Uso e Cobertura Vegetal



# Tela SIG

SIG\_HIDRO\_DF.mxd - ArcMap - ArcInfo

File Edit View Insert Selection Tools Window Help

1:77.180 Spatial Analyst Layer

Editor Task: Create New Feature

- ☒ SIG\_HIDRO\_DF
  - ☐ Limite do DF
  - ☐ cidades
  - ☐ hidrografia
  - ☐ Lagos e Rios de margem dupla
  - ☐ rodovias
  - ☐ arruamento
  - ☐ unidades de conservação
  - ☐ Potencial de Recarga
  - ☐ Disponibilidade Hídrica
  - ☐ Solos
  - ☐ Geologia\_vetor
  - ☐ Saturação do solo
  - ☐ Imagem SPOT 3R2G1B
  - ☐ Apoio à outorga
  - ☐ Favorabilidade
  - ☐ classes de solo
  - ☐ uso e cobertura da Terra
  - ☐ declividade
  - ☐ Pluviometria
  - ☐ hidrogeologia
  - ☐ geologia
  - ☐ grupo hidrológico de solos
  - ☒ apoio\_outorga

Display Source Selection

Drawing Arial 10 B I U A

**Identify**

Identify from: apoio\_outorga

apoio\_outorga 340994

Location: 192.732,200 8.251.438,459 Meters

Field	Value
DECLIVIDADE	6
ISOIETAS	1422
FAVORABILIDADE	Não Favorável
VAZAO_DE_OUTORGA	50% da vazão nominal
CRITERIO_OUTORGA	b - outorga condicionada à visita de campo
SOLO	LV - Latossolo Vermelho
USO_E_COBERTURA	Áreas Impermeáveis
HIDROGEOLOGIA	Subsistema A (vazão média 4,5 m³/h)
GEOLOGIA	MNPPa - Unidade Ardósia
GRUPO_HIDRO_SOLO	Grupo A - (LV + LVA + RQ) alta taxa de infiltração

Identified 1 feature

193671,54 8250825,85 Meters

# Tempo Máximo de Bombeamento Diário

Condições de Recuperação do nível ao final do ensaio de bombeamento:

- Tempo de retorno ao NE e
- Comportamento da curva de recuperação.



# **AQUÍFEROS INTERGRANULARES**

**Percentual da vazão média dos poços do aquífero ou alternativamente**

**Capacidade específica média**

**+**

**Análise qualitativa de dados dos ensaios de bombeamento**

**+**

**Vazão explotável espacializada (vazão de segurança).**

# **AQUÍFEROS FRATURADOS**

**% Vazões dos poços**

**+**

**Análise qualitativa de dados ensaios de bombeamento**

**+**

**Determinação de tempo máximo de bombeamento diário.**

**+**

**Estimativas de reservas hídricas explotáveis**



# **AQUÍFEROS CÁRSTICOS**

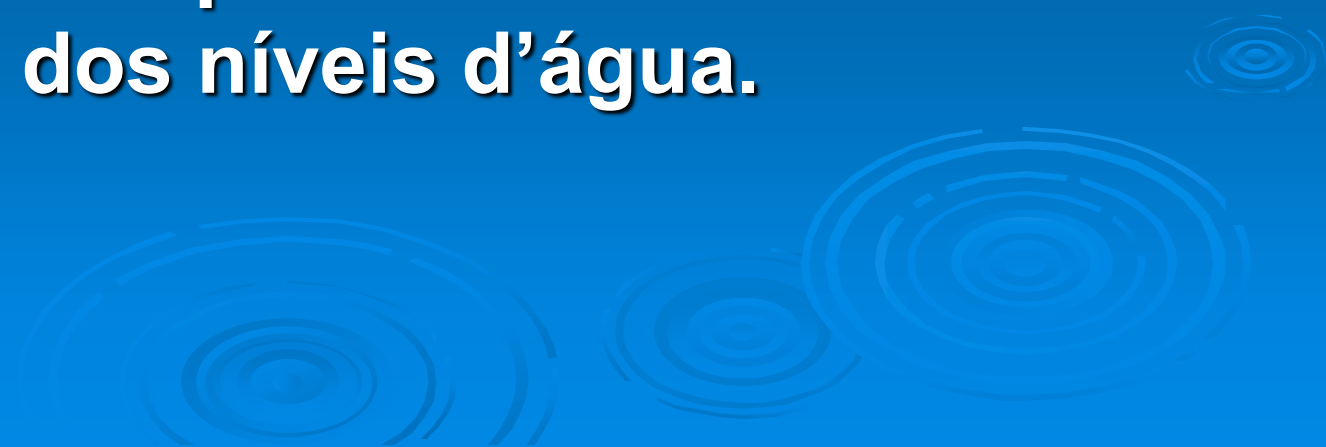
**Análise qualitativa de dados de ensaios  
de bombeamento**

**+**

**Rebaixamento disponível**

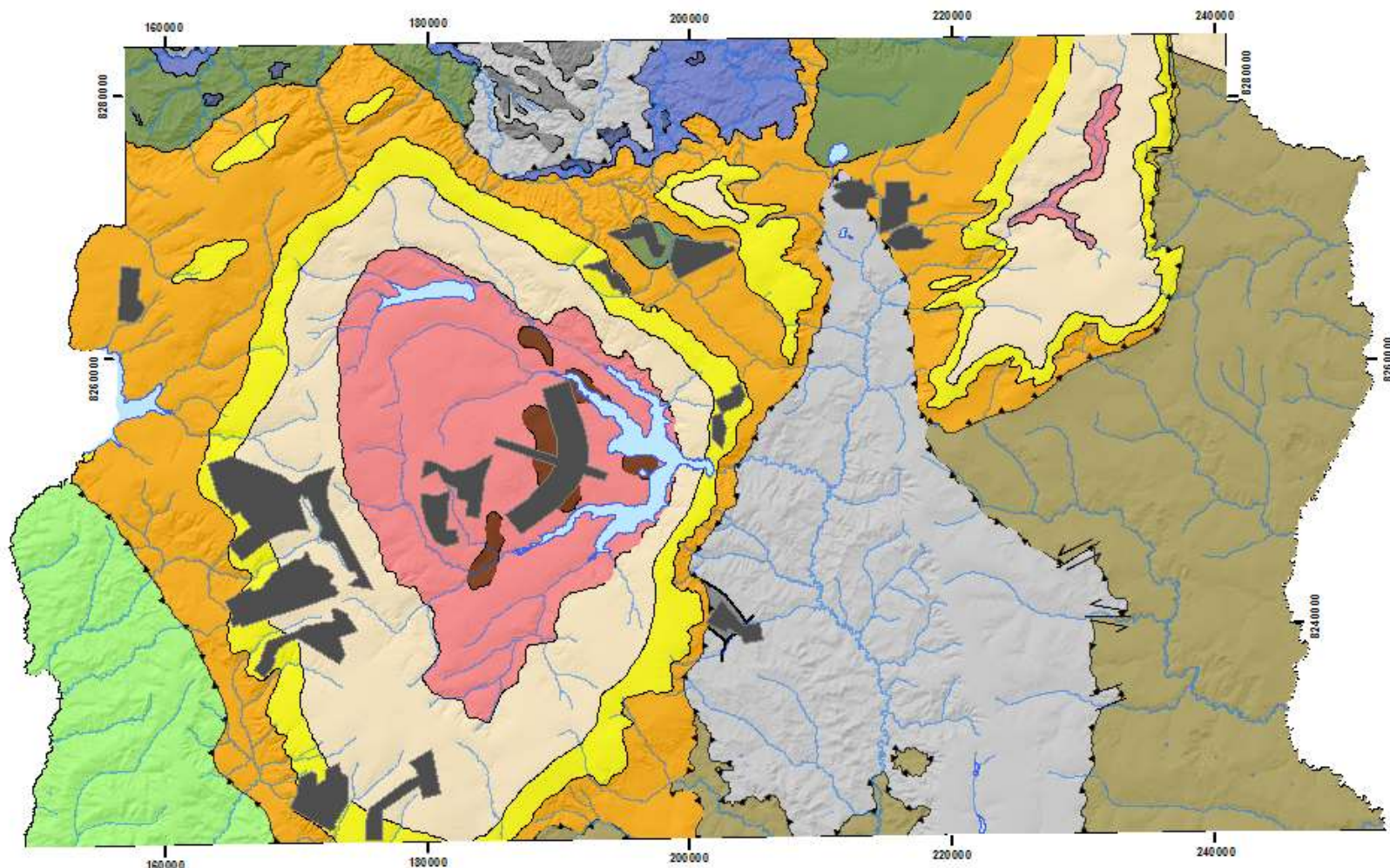
**+**

**Análise em tempo real da variabilidade  
dos níveis d'água.**



# **APLICAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL**





### NEOPROTEROZÓICO

- NPa - Grupo Araxá: Xistos
- NPbt - Grupo Bambuí - Topo
- NPbb - Grupo Bambuí - Base

### MESO/NEOPROTEROZÓICO

#### Grupo Canastra

- MNPcmo - Filitos
- MNPcsi - Calcifilitos

#### Grupo Paranoá

- MNPpppc - Psamo-pelito carbonatada
- MNPPr4 - Metarritmito argiloso
- MNPPq3 - Quartzitos médios
- MNPPr3 - Metarritmito Arenoso
- MNPPa - Ardósias
- MNPPs - Metassiltitos
- MNPPq2 - Quartzitos grossos

### Convenções

- Área Urbana
- Lagos
- Cursos D'água

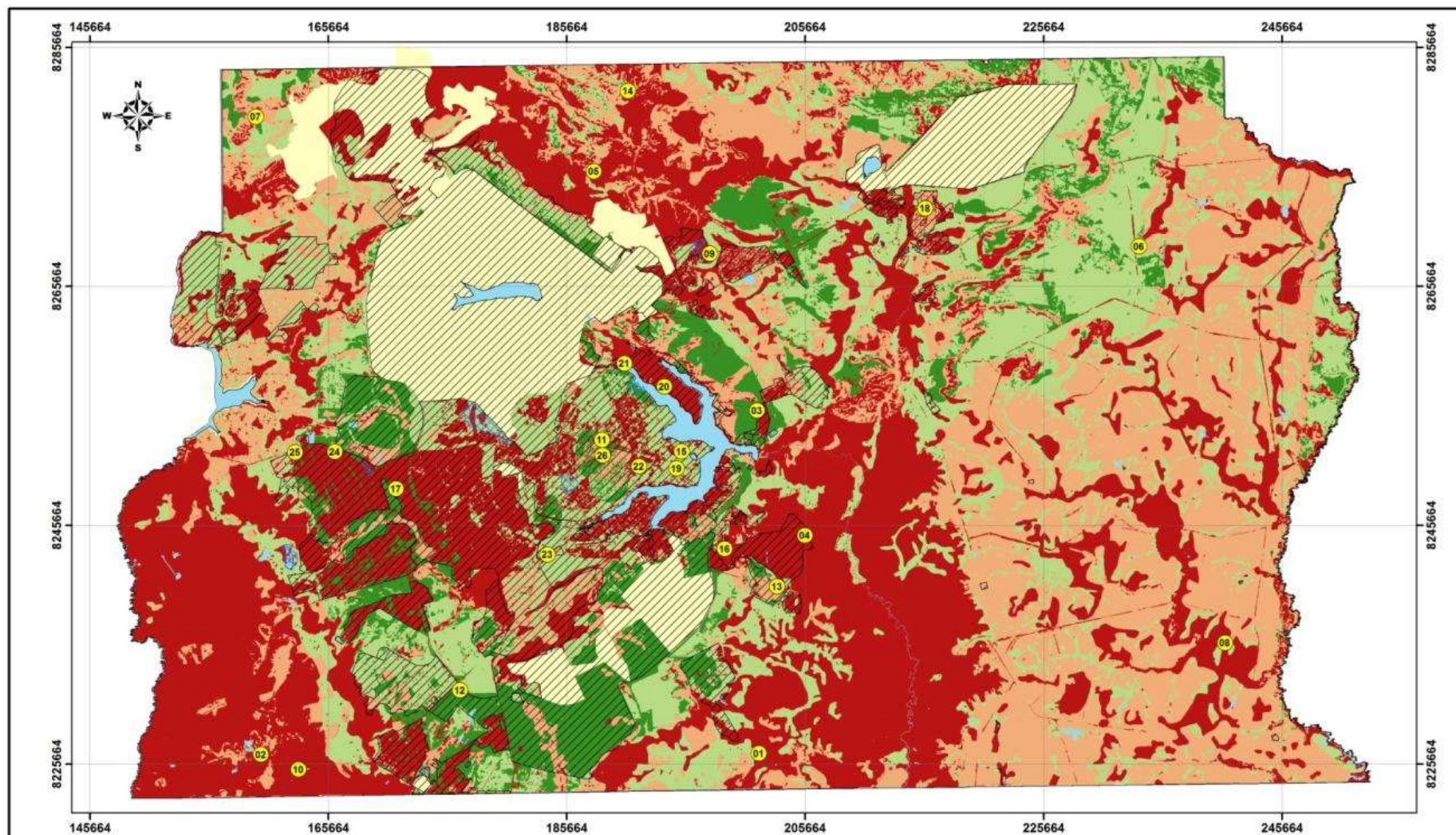


Datum Horizontal SAD-69  
Projeção Universal Transversa de Mercator



This is a detailed geological map of the Kizilirmak delta area. The map displays various geological units color-coded as follows: yellow for the Kizilirmak delta, orange for the surrounding plains, green for the Taurus mountains, purple for the Taurus mountains, and pink for the Kizilirmak delta. The map also shows topographic features such as the Kizilirmak river, the Kizilirmak delta, and the surrounding terrain. The map is overlaid with a grid of latitude and longitude lines.





# LEGENDA

- Poços Estudados
- Lagos, Lagoas e Represas

## CLASSES DE FAVORABILIDADE

- |   |   |
|---|---|
| <span style="color: darkgreen;">■</span> Classe I - Muito Favorável | <span style="color: red;">■</span> Classe IV - Não Favorável                        |
| <span style="color: lightgreen;">■</span> Classe II - Favorável     | <span style="color: yellow;">■</span> Classe V - Classe Especial (Áreas Protegidas) |
| <span style="color: orange;">■</span> Classe III - Pouco Favorável  |   |

- |   |
|---|
| <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> Subclasse a - Outorga direta, sem vistoria de campo  |
| <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></span> Subclasse b - Outorga mediante vistoria de campo |
| <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></span> Subclasse c - Outorga diretamente negada        |

# CRITÉRIOS PARA O DISTRITO FEDERAL

Percentual da vazão dos poços, em associação com a análise dos dados dos ensaios de bombeamento e recuperação

Percentuais das vazões em função da Favorabilidade de exploração

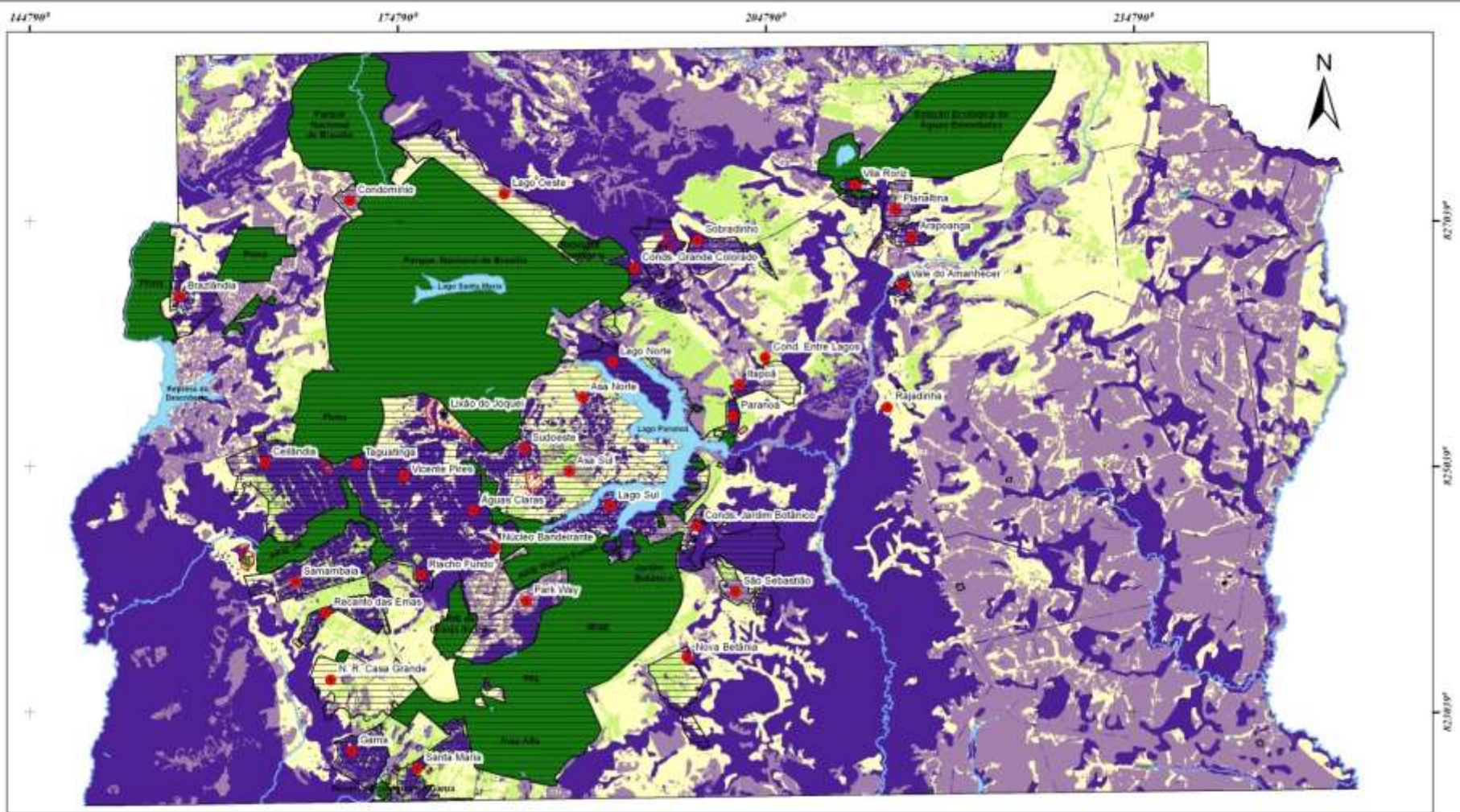
- 90% para casos Muito Favoráveis;
- 80% para casos de Moderada Favorabilidade;
- 60% para os casos de Baixa Favorabilidade;
- 50% para os casos Não Favoráveis.

# CLASSES E SUBCLASSES DE OUTORGA

- Classe I - 90% da vazão dos poços;
- Classe II - 80% da vazão dos poços;
- Classe III - 60% da vazão dos poços;
- Classe IV - 50% da vazão dos poços;
- Classe V - Casos Especiais.

Subclasses - a, b e c.





### Legenda

 Drenagem

Corpos de Água

### ● Principais Núcleos Urbanos

★ Lixão do Jôquei

### Classes de Outorga

Classe I - 90% da vazão nominal

Classe II - 80% da vazão nominal


Classe III - 60% da vazão nominal

Classe IV - 50% da vazão non

Classe V - Não dimensionada

### Subclasses de Outorga

☐ a - outorga direta

 b - outorga condicionada  
à visita de campo

 c - não outorgável

Escala 1:300.000

**Projeção UTM**

Datum Planimétrico SAD 69



Bank-Netherlands  
Water Partnership Program



**Adasa**  
Agência Reguladora de Água e Saneamento do Distrito Federal

The World Bank  
  
 International Bank for  
 Reconstruction and Development

# VAZÃO FINAL DE OUTORGA

- A vazão final outorgada pode ser reduzida de 10% quando o rebaixamento for muito elevado ou a capacidade específica for muito baixa.
- A vazão final outorgada pode ser ampliada em 10% quando o rebaixamento é menor que 15 metros e a capacidade específica for maior que  $0,7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ .

# **TEMPO MÁXIMO DE BOMBEAMENTO DIÁRIO**

**Máximo 20 horas diárias;**

**Determinação do tempo máximo diário a partir dos dados de ensaio de bombeamento (principalmente condições de recuperação do Nível Estático);**

**Ampla maioria dos poços do DF entre 16 e 20 horas.**

# UNIDADES DE GERENCIAMENTO

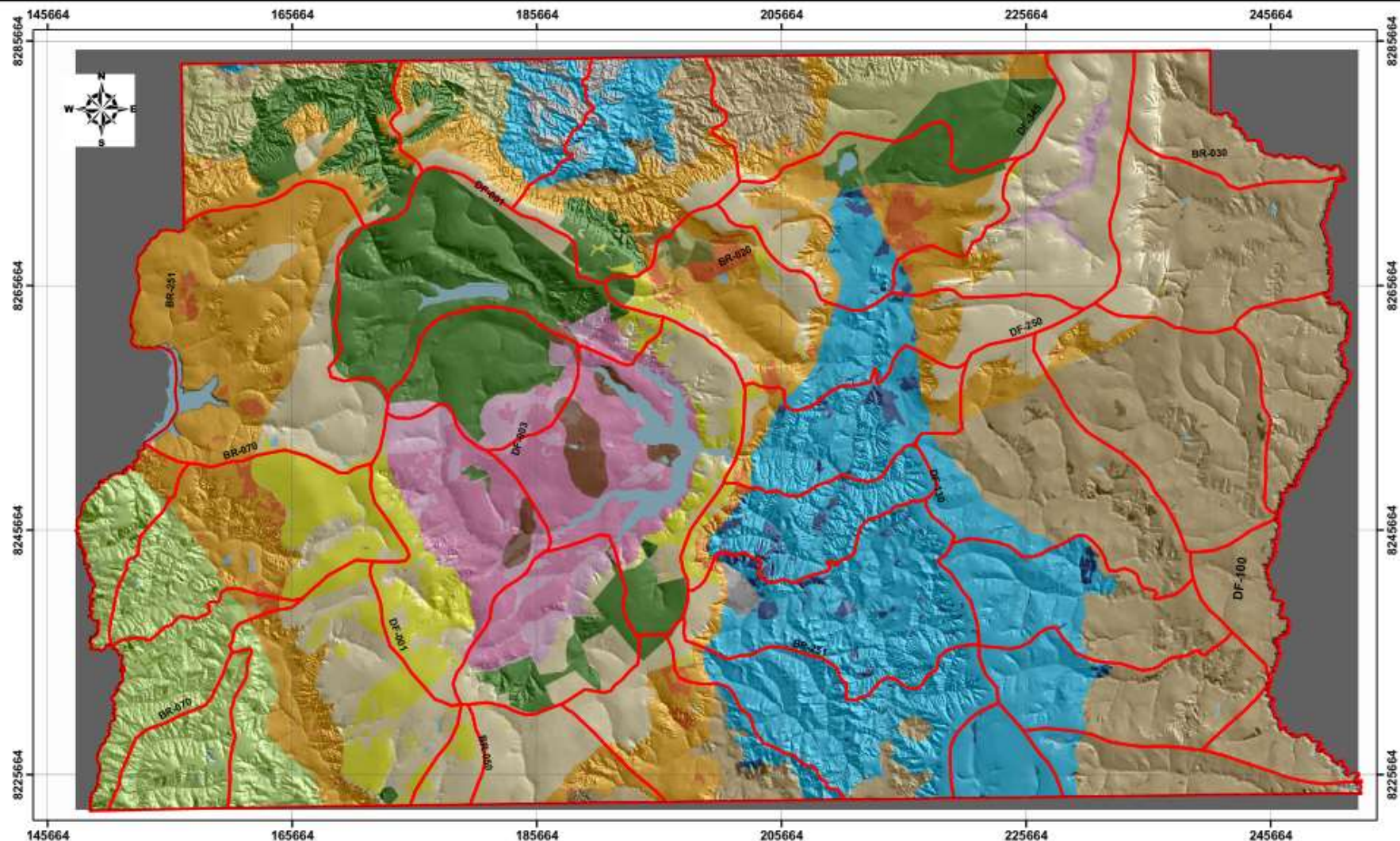
**Características Hidrogeológicas  
Homogêneas - Sistemas/ Subsistemas.**

**Usos Homogêneos - rural, urbano de alta  
densidade, em processo de urbanização, e  
outros.**





# MACRO UNIDADES DE GERENCIAMENTO



## LEGENDA

- Hidrografia
- Vias de Acesso Federais
- Vias de Acesso Distritais (Principais)
- Lagos, Lagoas e Represas
- Limite do Distrito Federal

## UNIDADES DE GERENCIAMENTO

### Áreas de Proteção Integral

### SISTEMA PARANÓIA

- Urbano - S/A
- Rural - S/A
- Urbano - A
- Rural - A

- Urbano - Q3/R3
- Urbano - R3/Q3
- Urbano - R4
- Rural - R4
- Urbano - PPC
- Rural - PPC

### SISTEMA CANASTRA

- Urbano - F
- Rural - F
- Urbano - F/Q/M
- Rural - F/Q/M

### SISTEMA BAMBUÍ

- Urbano - Bambuí
- Rural - Bambuí

### SISTEMA ARAXÁ

- Urbano - Araxá
- Rural - Araxá

Título do mapa

UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE OUTORGA  
DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO DF

Data

MARÇO/2011

Folha

01/01

Escala Gráfica

1:300.000

Elaboração

Poliana Marcelino Corrêa

Fonte

Sistema Universal Transverso Mercator

Base cartográfica: SGCAD 1:10.000

Zonamento Ecológico-Econômico do DF - 2010

Hidrologia do DF - Campos & Freitas-Silva (1998)

# DETERMINAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES

**As reservas devem ser calculadas para cada subunidade de gerenciamento;**

**Para cada outorga emitida deve-se subtrair a vazão outorgável da reserva explorável;**

**Quando Reserva explorável for igual a Vazões outorgadas - As outorgas são interrompidas.**

# INTEGRAÇÃO PARA OUTORGA DE RHs SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

As disponibilidades devem ser somadas, considerando as bacias hidrográficas e hidrogeológicas;

Para cada outorga emitida na bacia e no aquífero deve-se subtrair da disponibilidade;

Quando a disponibilidade se igualar às vazões outorgadas - As outorgas são interrompidas;

Deve-se construir modelos espacializados.