

**Proteção do Aquífero Guarani: mapa de áreas de intervenção**

**José Luiz Albuquerque Filho**

*Palestra apresentada no Curso Sorocaba Médio Tietê, 2021-2021  
21slides*

*A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO, APENAS CONSULTA***

# ***Proteção do Aquífero Guarani : Mapa de Áreas de Intervenção***



**PALESTRA**

**Dia 29 de outubro de 2021**

**10:30h as 11:00h**



**JOSÉ LUIZ ALBUQUERQUE FILHO**  
([albuzelu@ipt.br](mailto:albuzelu@ipt.br))

*Hidrogeólogo, Pesquisador da Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas (SPRSF) da Área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente (CIMA) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).*

*Doutorado pela UNESP (Campus Rio Claro), Agente Técnico pelo IPT do FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos) e representante do Instituto em Câmaras Técnicas de Águas Subterrâneas (CT-AS) em Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), tendo já desenvolveu cerca de 25 Diagnósticos da Situação e Planos Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, além de vários estudos e pesquisas em águas subterrâneas.*

# INFORMES GERAIS DO PROJETO

## Execução

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT**

## Colaboração na Execução

**CPRM - Serviço Geológico do Brasil**

**IG – Instituto Geológico (SMA/SP)**

## Financiamento

**Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO (SP)**

## Tomador dos Recursos Financeiros

**Secretaria de Estado Meio Ambiente – SMA (SP)**

**Coordenadoria de Planejamento Ambiental - CPLA**

## Acompanhamento:

**Grupo de Acompanhamento Técnico – GAT  
(SMA/CPLA, CRHi/SMA, IG, CETESB, DAEE)**

**Agente Técnico FEHIDRO - CETESB**

## PRESSUPOSTOS AQUÍFERO GUARANI

- 1) Área afloramento/recarga vulnerável
- 2) Maior manancial do Estado
- 3) Crescente uso no abastecimento público

+

## LEI ESTADUAL 9.866/97

Proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado



## Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental do SAG PDPA-SAG

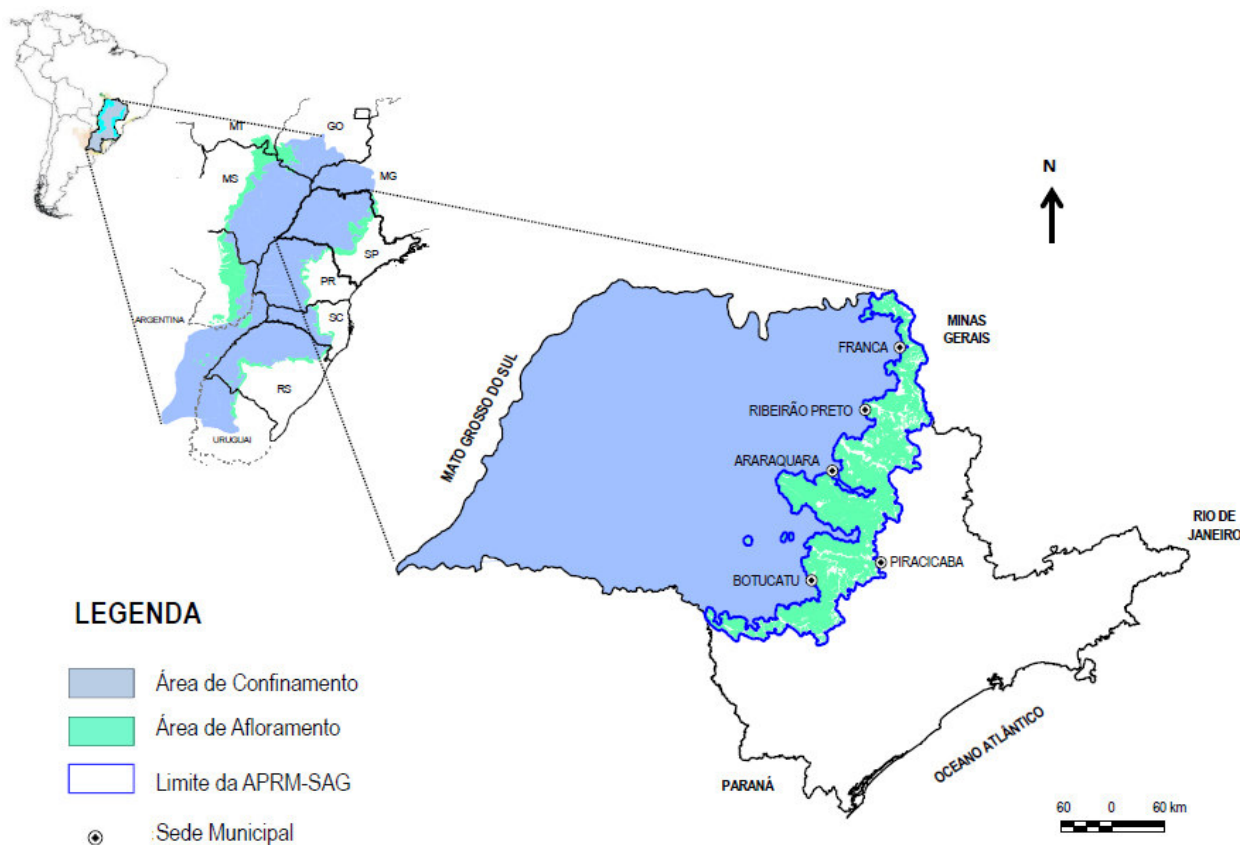
### Título do Projeto

Diagnóstico ambiental para subsídio ao plano de desenvolvimento e proteção ambiental da área de afloramento do sistema aquífero guarani no estado de São Paulo – PDPA-SAG

### Objetivos do Projeto

1. Preservar, conservar e recuperar o SAG
2. Promover a gestão participativa
3. Ações de preservação e proteção com o uso e ocupação do solo
4. Ações de preservação e proteção com o desenvolvimento socioeconômico
4. Descentralizar o planejamento e a gestão do SAG
5. Integrar os programas e políticas habitacionais à preservação do meio ambiente

# ÁREA DE ESTUDO

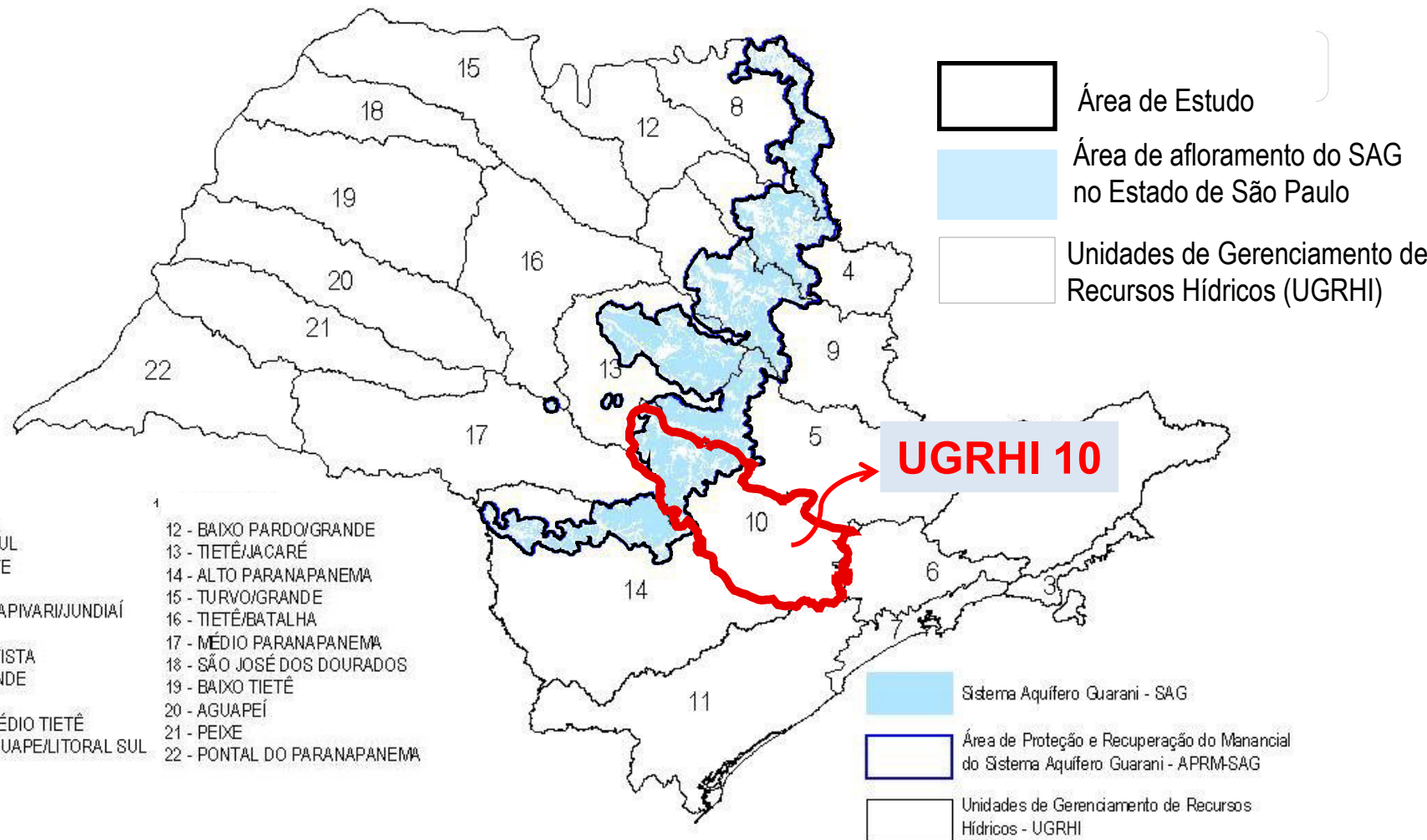


Breve “Ficha Técnica” do SAG (>> importância):

- ✓ Um dos maiores do mundo (4 países; 1.087.879 km<sup>2</sup>)
- ✓ No Brasil: oito estados (839.800 km<sup>2</sup>)
- ✓ É o maior do Estado de São Paulo (143.000 km<sup>2</sup>)
- ✓ Em SP maior porção é confinada e 15.000 km<sup>2</sup> é livre
- ✓ Crescente utilização para usos urbanos e agrícolas
- ✓ Mais de 100 mun. usam água (Rib.Preto, S.J.R.Preto,etc)
- ✓ Mais de 100 municípios paulistas utilizam SAG, entre outros: Ribeirão Preto (100%); Araraquara (50%); São Carlos (50%); e São José do Rio Preto (40%)
- ✓ Área de Estudo (Proposta de APRM): 26.100 km<sup>2</sup>
- ✓ Inclui área de 105 municípios (total ou parcial de cada)
- ✓ 7 UGRHIs (unidades de gestão paulistas - rec. hídricos)

Área de estudo: *buffer* de 2,0 km no entorno da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no Estado de São Paulo

# ABRANGÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO NAS UGRHIS DO SISTEMA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PAULISTA

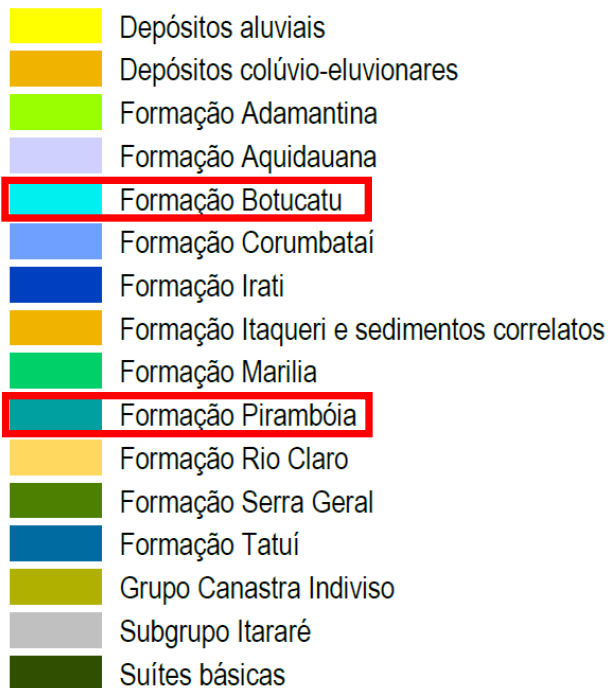


Área de estudo: *buffer* de 2,0 km no entorno da área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG) no Estado de São Paulo.



# A ÁREA COM ENTORNO CONSIDERADO

## UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS (UNESP - 1:250 000)



- **Mapa Geológico**
- **Escala 1:250.000**
- **Fonte: Modificado de DAAE/Unesp (1980) (convenio)**



**UGRHI 10**

**TERRITÓRIO**

**ÁREA DE ESTUDO**



**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO**

<b>MEIO FÍSICO</b>	<b>MEIO SOCIOECONÔMICO</b>	<b>ÁREAS PROTEGIDAS</b>
--------------------	----------------------------	-------------------------



**BANCO DE POÇOS TUBULARES**

<b>CONSULTA</b>	<b>CADASTRO EM CAMPO</b>	<b>ACCESS / SIG</b>
-----------------	--------------------------	---------------------



**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE E QUALIDADE**

<b>DISPONIBILIDADE</b>	<b>QUALIDADE</b>
------------------------	------------------



**AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTA MINAÇÃO DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI**

<b>ZONEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO</b>	<b>AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO</b>
---	--



**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS FRÁGEIS E VULNERÁVEIS**

<b>DIRETRIZES GERAIS PARA A PROTEÇÃO DA ÁREA</b>	<b>PROGRAMAS INTEGRADOS</b>
--	-----------------------------

**ANÁLISE**

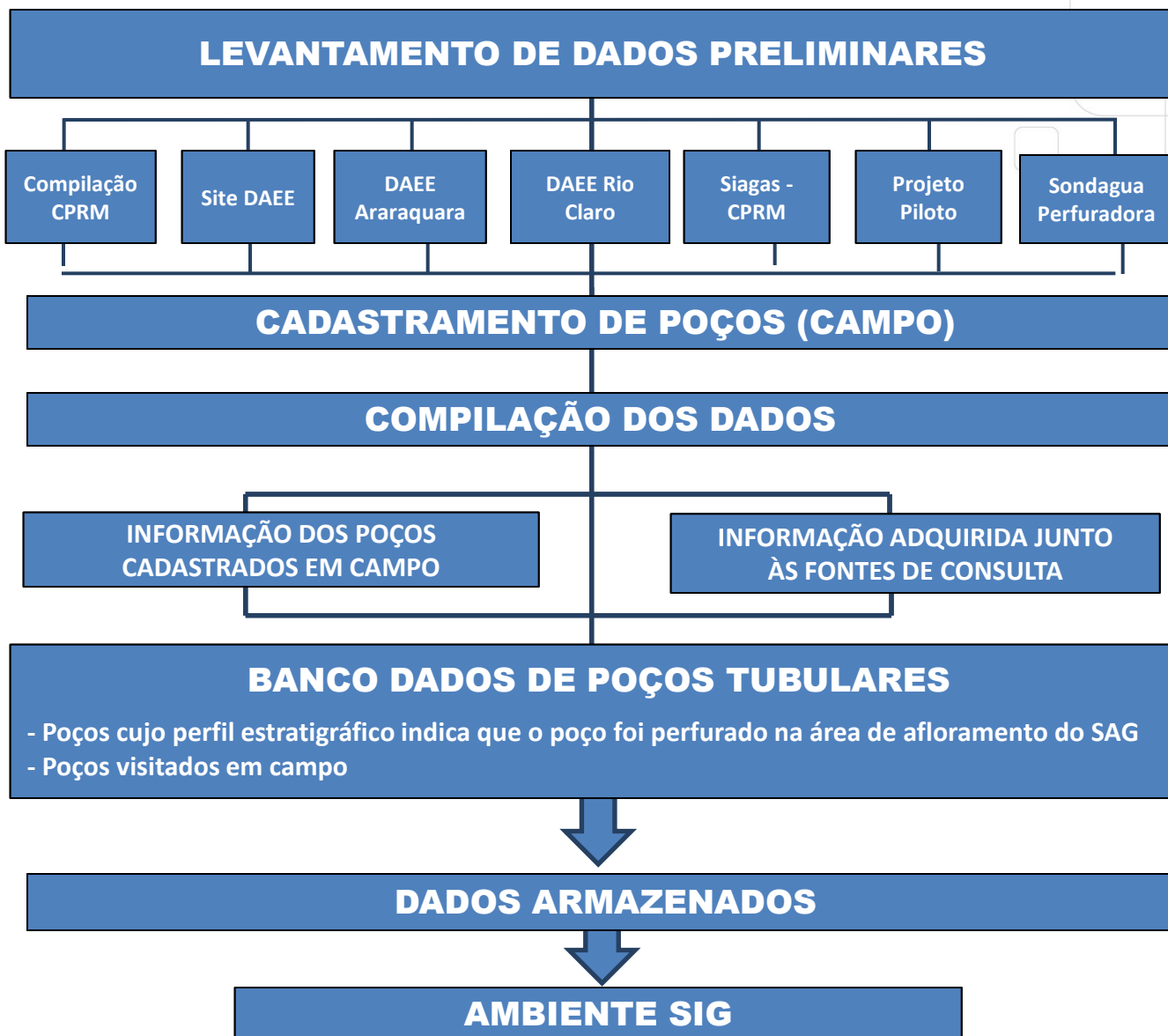
**RESULTADOS**

**P  
D  
P  
A  
S  
A  
G**





# BANCO DE DADOS DE POÇOS TUBULARES

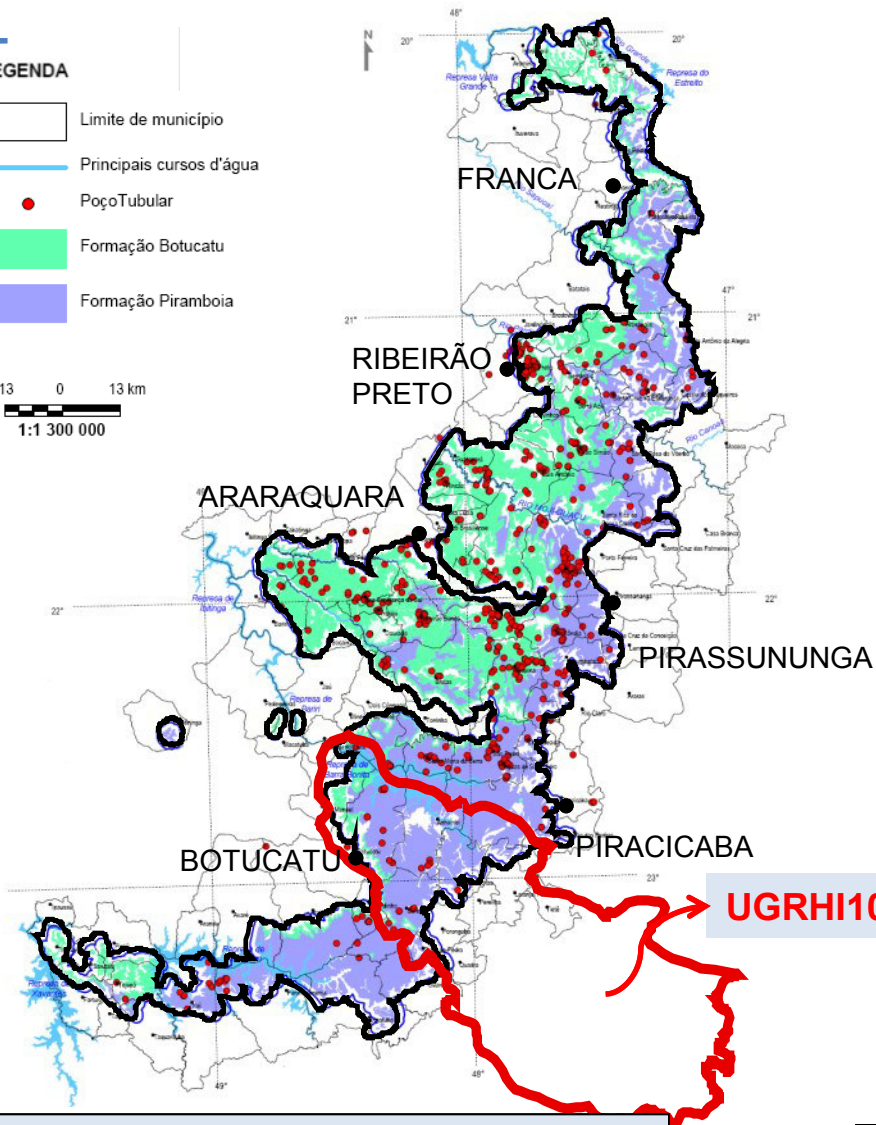


# POÇOS TUBULARES

## LEGENDA

- Limite de município
- Principais cursos d'água
- Poço Tubular
- Formação Botucatu
- Formação Piramboia

13 0 13 km  
1:1 300 000



**610 poços tubulares**

**344 poços visitados**

Regiões sem registro de poços

Poços antigos, sem informações completas

## LEGENDA

- FORMAÇÃO BOTUCATU
- FORMAÇÃO PIRAMBOIA
- POÇO AMOSTRADO



**49 poços amostrados**

Situação geral: atende aos padrões de potabilidade

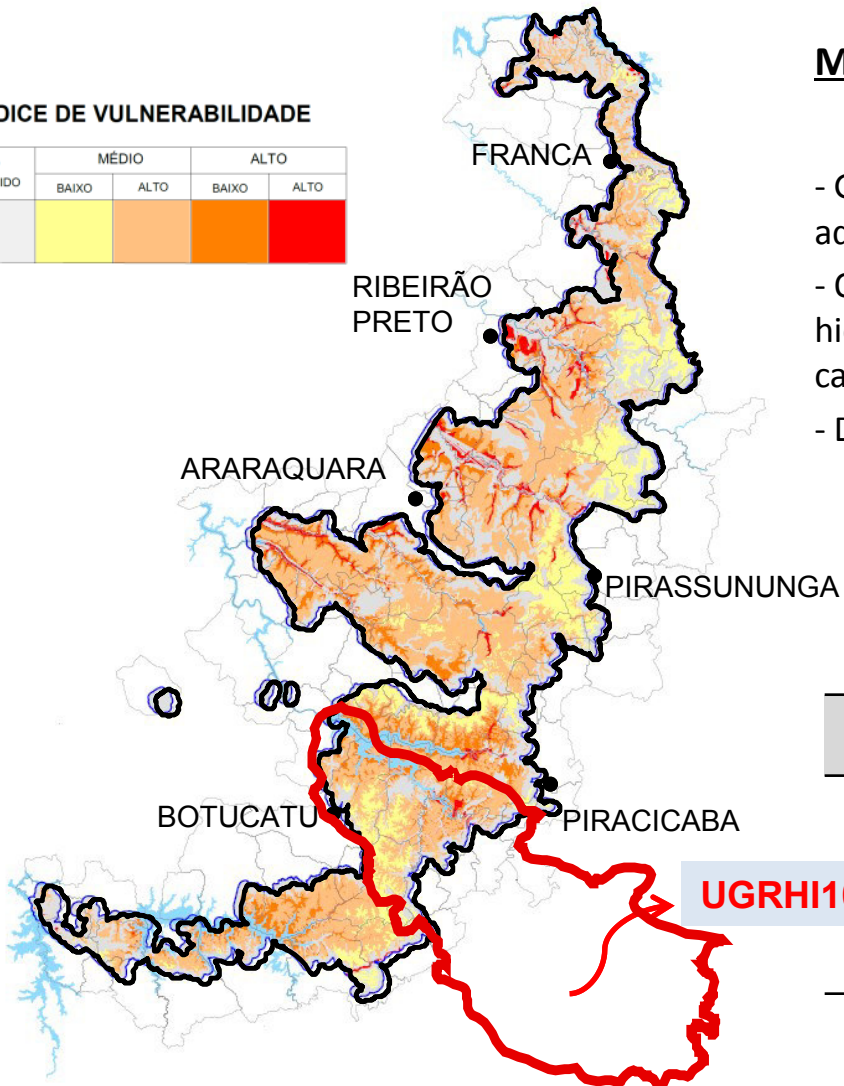
Alguns parâmetros anômalos: coliformes, ferro

Nova campanha de amostragem de nitrato

# ZONEAMENTO DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DO SAG

## ÍNDICE DE VULNERABILIDADE

NÃO DEFINIDO	MÉDIO		ALTO	
	BAIXO	ALTO	BAIXO	ALTO



## Método GOD:

- Grau de confinamento hidráulico da água subterrânea no aquífero em estudo (**G**);
- Ocorrência de estratos de cobertura, em termos da característica hidrogeológica e do grau de consolidação que determinam sua capacidade de atenuação do contaminante (**O**);
- Distância até o nível freático ou teto do aquífero confinado (**D**).

Tabela 1 – Classificação da vulnerabilidade na área mapeada.

Área Mapeada	Classificação	% da área mapeada
SAG + Depósito Aluvionares	Alto-alto	7
	Alto-baixo	18
	Médio-alto	56
	Médio-baixo	19
	<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

25%

# UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO

## AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO SAG

Probabilidade de que a água subterrânea atinja níveis inaceitáveis de contaminação.

MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL

+

CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO

=

MAPEAMENTO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO SAG

### **OBSERVAÇÃO:**

O termo “perigo de contaminação da água subterrânea” tem o mesmo significado que “risco de contaminação da água subterrânea” comumente utilizado por vários outros autores. Foi proposta por Foster *et. al.* (2006) a mudança de terminologia para adequar-se àquela utilizada por outras áreas de avaliação de riscos a ecossistemas e à saúde humana e animal, onde “risco” é definido como o produto de “perigo vezes escala do impacto”

# CLASSIFICAÇÃO DE FONTES PONTUAIS

Cada atividade é associada a tipos específicos de contaminantes, representando, portanto, uma maior ou menor ameaça às águas subterrâneas.

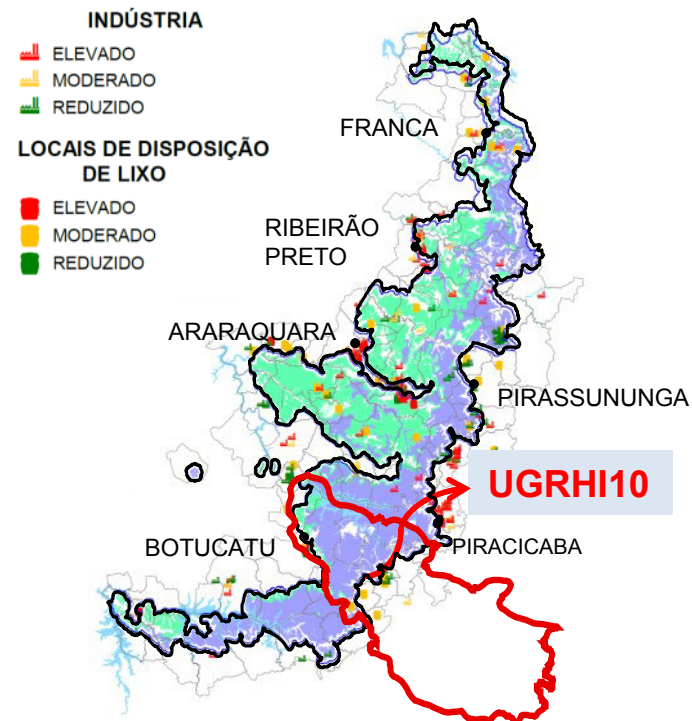
Potencial de carga contaminante	Fonte Pontual de Contaminação		
	Deposição de resíduos sólidos*	Outras (urbanas)	Áreas Industriais**
Elevado	Lixões, aterros controlados e locais de disposição de resíduos sólidos de origem desconhecida	-	Processamento de metais; engenharia mecânica; refinarias de gás e petróleo; produtos plásticos; produtos químicos orgânicos e inorgânicos; farmacêuticos; curtume; pesticidas e elétricos e eletrônicos.
Moderado	Aterro Sanitário e aterros em vala	Postos de gasolina	Ferro e aço; metais não-ferrosos; artefatos de borracha; papel e celulose; sabão e detergente; têxteis; fertilizantes; açúcar e álcool e usina termoeletrica.
Reduzido	Aterro de resíduos inertes	-	Minerais não metálicos; madeira e alimentos e bebidas.

\* Critérios definidos pelo IPT e pelo GAT

\*\* Método POSH (Fonte: FOSTER *et al.*, 2006)

Método para a classificação das fontes pontuais de contaminação na APRM-SAG.

## FONTES POTENCIAIS PONTUAIS DE CONTAMINAÇÃO





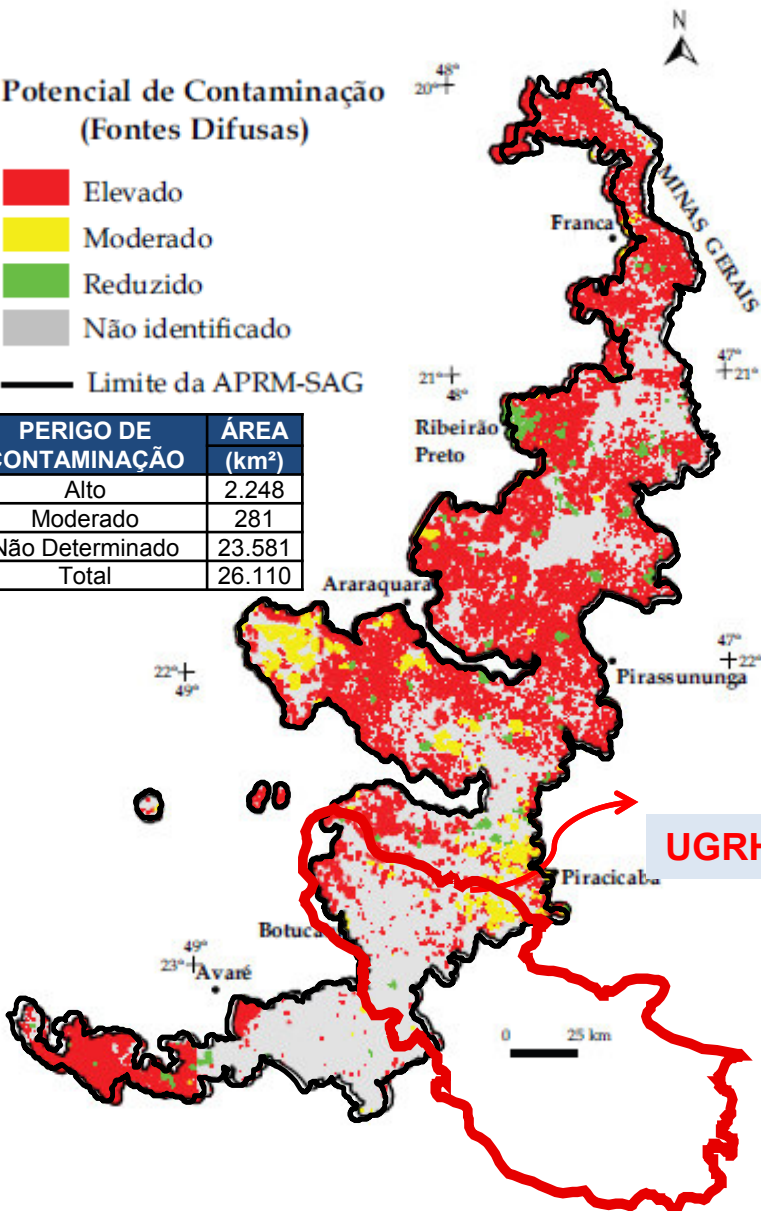
# PERIGO DE CONTAMINAÇÃO POR FONTES DIFUSAS

Potencial de Contaminação  
(Fontes Difusas)

- Elevado
- Moderado
- Reduzido
- Não identificado

— Limite da APRM-SAG

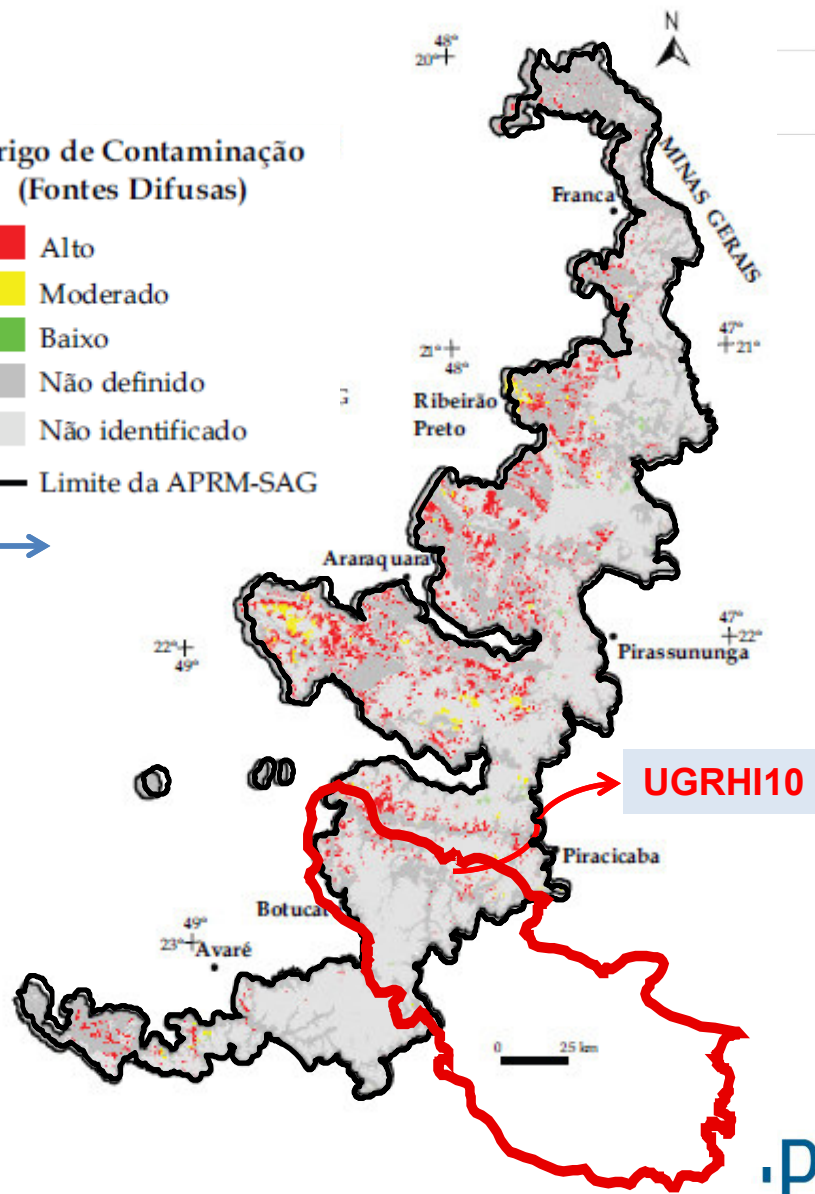
PERIGO DE CONTAMINAÇÃO	ÁREA (km <sup>2</sup> )
Alto	2.248
Moderado	281
Não Determinado	23.581
Total	26.110



Perigo de Contaminação  
(Fontes Difusas)

- Alto
- Moderado
- Baixo
- Não definido
- Não identificado

— Limite da APRM-SAG








# CARTA DE ÁREAS DE INTERVENÇÃO

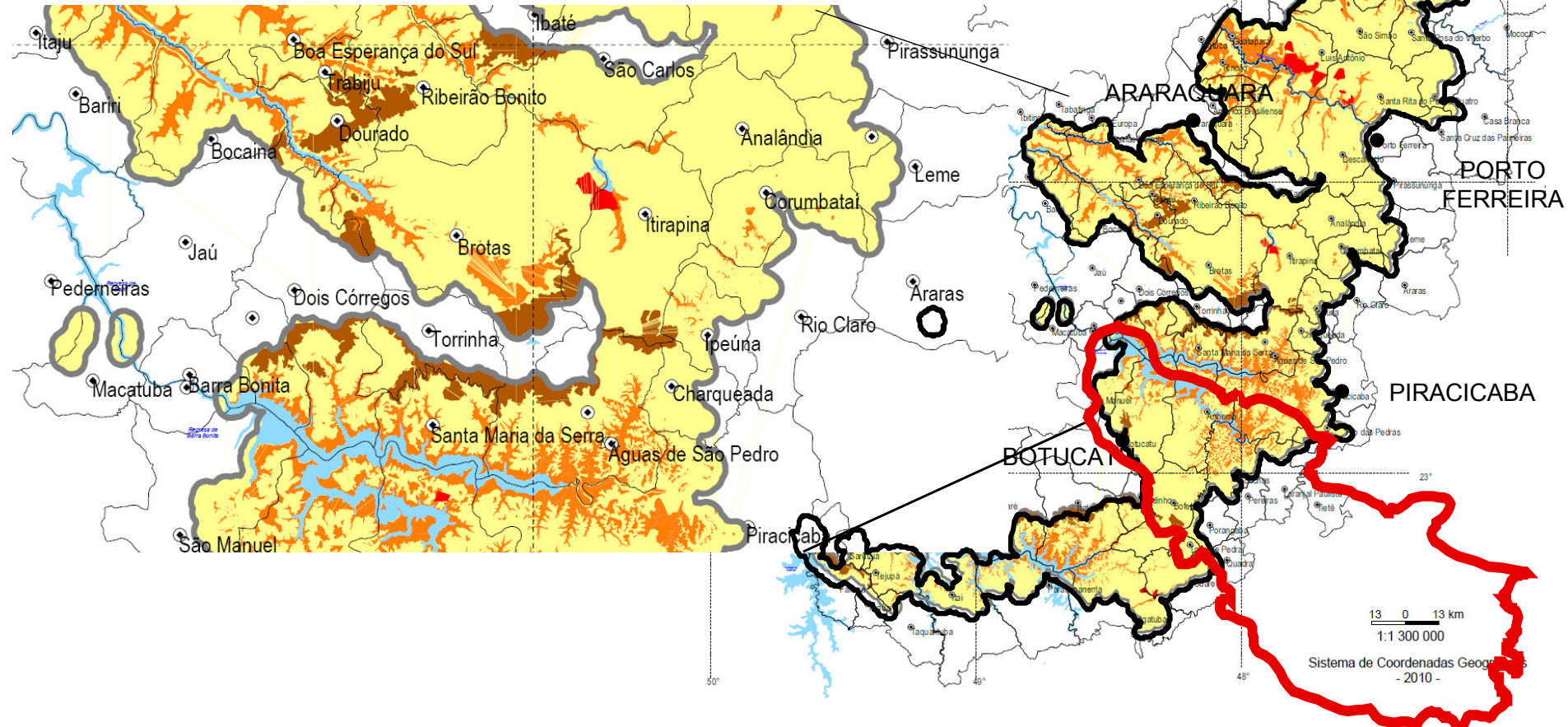
 ÁREA DE RESTRIÇÃO À OCUPAÇÃO - ARO

ÁREA DE OCUPAÇÃO DIRIGIDA - AOD

 Subárea de cuestras

 Subárea de proteção especial

 Subárea de ocupação controlada



# DIRETRIZES DO PDPA-SAG

## DIRETRIZES PARA A PROTEÇÃO DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI

### Proteção das Águas Subterrâneas / Garantia da disponibilidade hídrica

Saneamento ambiental nas áreas urbanas e rurais

Manutenção e preservação dos remanescentes de vegetação

Garantia da disponibilidade hídrica

Prevenção dos processos de dinâmica superficial

Disciplinamento das atividades com potencial de contaminação

Orientação para boas práticas agrícolas

# ÁREAS DE INTERVENÇÃO

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	DEFINIÇÃO	SUBÁREAS
<b>ÁREA DE RESTRIÇÃO À OCUPAÇÃO (ARO)</b>	São aquelas consideradas como de essencial interesse para a proteção dos recursos hídricos destinados ao abastecimento público e à preservação, conservação, recuperação dos recursos naturais, e valorização das características cênico-paisagísticas	Não foram definidas
<b>ÁREA DE OCUPAÇÃO DIRIGIDA (AOD)</b>	São aquelas de interesse para a consolidação ou implantação de usos urbanos ou rurais, condicionados a critérios que os compatibilizem com a necessária proteção das áreas vulneráveis e com a manutenção da recarga natural direta do Sistema Aquífero Guarani	Subárea de <i>cuestras</i>
		Subárea de proteção especial
		Subárea de ocupação controlada
<b>ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL (ARA) *</b>	São aquelas cujos usos e ocupações sejam incompatíveis com a proteção da área de afloramento do SAG e comprometam a quantidade ou a qualidade hídrica, exigindo intervenções de caráter corretivo	Não foram definidas


\* áreas não representadas na escala do mapeamento realizado.

# DIRETRIZES PARA AS ÁREAS DE INTERVENÇÃO

## Diretrizes para as Áreas de Intervenção




<b>ARO</b>	São admitidos nas AROs somente: <ul style="list-style-type: none"><li>- atividades de recreação e lazer, educação ambiental e pesquisa científica</li><li>- saneamento ambiental</li><li>- intervenções de interesse social</li><li>- manejo sustentável da vegetação</li></ul>	
<b>AOD</b>	<b>SUBÁREA DE CUESTAS</b>	I - impedir a ocupação ou continuidade de práticas que resultem na supressão da vegetação, notadamente nos locais de relevo acentuado II - Impedir ocupações que promovam processos de movimentação de massa
	<b>SUBÁREA DE PROTEÇÃO ESPECIAL</b>	I - proibir a implantação de indústrias de alto risco ambiental e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou de extrema periculosidade II - proibir as atividades agrícolas que utilizem produtos tóxicos de grande mobilidade e que possam colocar em risco as águas subterrâneas III - adotar medidas restritivas para garantir a qualidade das águas do SAG
	<b>SUBÁREA DE OCUPAÇÃO CONTROLADA</b>	- Atender as diretrizes gerais e, quando for o caso, atender as diretrizes mais restritivas
<b>ARA</b>	Deve ser realizada a recuperação urbana e ambiental das áreas com uso incompatível ao estabelecido no PDPA	

# CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO DEFINIDAS PARA A APRM-SAG

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	SUBÁREAS	COMPREENDE	
<b>ÁREA DE RESTRIÇÃO À OCUPAÇÃO (ARO)</b>	Não foram definidas	<ul style="list-style-type: none"><li>- áreas de preservação permanente e de reserva legal nos termos disciplinados pela legislação pertinente *</li><li>- Unidades de Conservação conforme categorias de proteção integral definidas pela do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC</li><li>- outras áreas declaradas pelo Poder Público como de especial interesse para a preservação ambiental e dos recursos hídricos</li></ul>	




# CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO DEFINIDAS PARA A APRM-SAG

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	SUBÁREAS	COMPREENDE	
<p><b>ÁREA DE OCUPAÇÃO DIRIGIDA (AOD)</b></p>	<p>Subárea de <i>cuestras</i></p>	<p>faixa de escarpas das <i>cuestras</i> basálticas</p>	
	<p>Subárea de proteção especial</p>	<p>áreas consideradas altamente vulneráveis à contaminação e destinadas à proteção e conservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos</p>	
	<p>Subárea de ocupação controlada</p>	<p>demais áreas da categoria AOD</p>	



# CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO DEFINIDAS PARA A APRM-SAG

ÁREAS DE INTERVENÇÃO	SUBÁREAS	COMPREENDE	
<b>ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL (ARA) *</b>	Não foram definidas	<ul style="list-style-type: none"><li>- áreas-fonte de sedimento;</li><li>- aglomerações suburbanas (favelas);</li><li>- lixões;</li><li>- áreas degradadas por processos do meio físico (erosão, escorregamento, assoreamento, inundação), entre outras</li></ul>	

\* áreas não representadas na escala do mapeamento realizado.



***GRATO PELA ATENÇÃO!!!***