



Universidade Federal da Bahia
Instituto de Geociências



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

UTILIZAÇÃO DE ANÁLISES HIDROQUÍMICAS E DA METODOLOGIA COP PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO AQUÍFERO CÁRSTICO SALITRE NA REGIÃO DE IRECÊ-BA.

Tereza Cristina Bittencourt Nossa

Luiz Rogério Bastos Leal
Maria do Rosário Zucchi



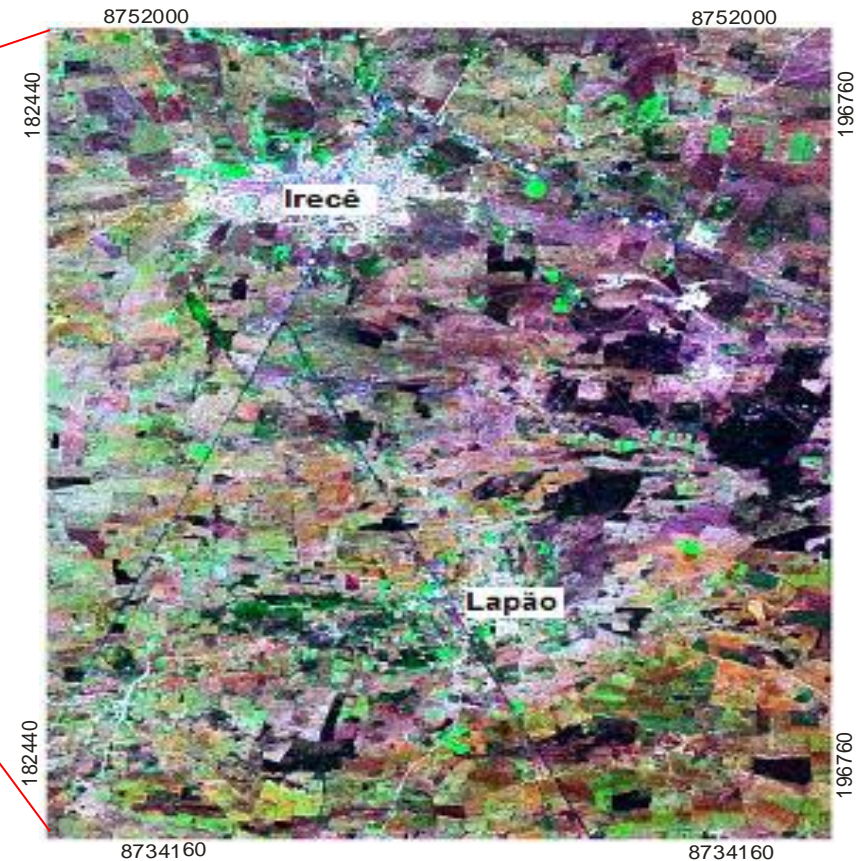
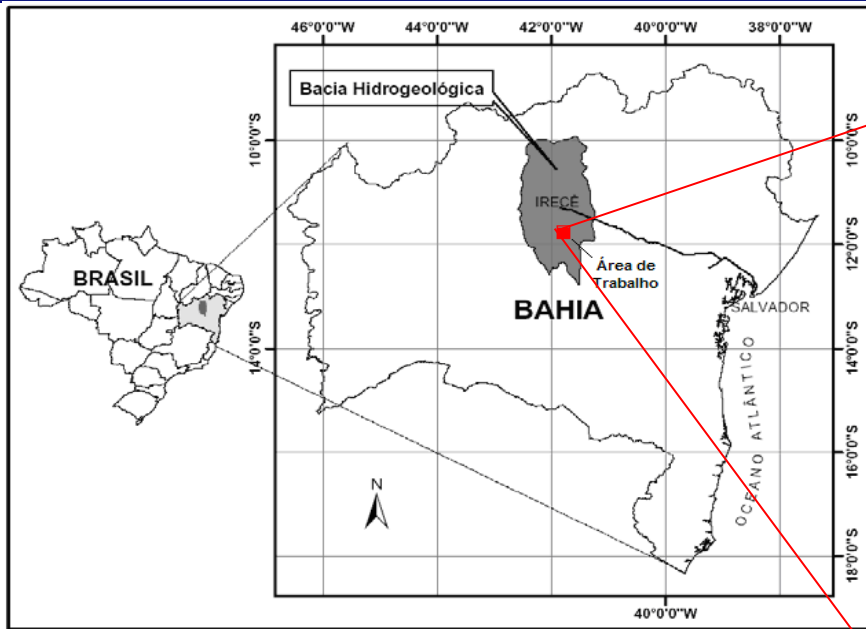


Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

LOCALIZAÇÃO



A litologia da área é formada essencialmente por rochas calcárias, que compreendem o aquífero cárstico Salitre, de idade Neoproterozóica, sendo um aquífero livre e anisotrópico, do tipo cárstico-fissural.



RESULTADOS

Análises Físico-Químicas

Foram analisados 40 parâmetros físico-químicos

Para as análises dos ânions foi utilizado o método de Cromatografia Iônica e para as análises dos cátions foi utilizado o método ICP-OES.

		VMP				VMP	
Parâmetro	LQP (mg L ⁻¹)	CONAMA 396/2008 (mg L ⁻¹)	PORTARIA 518/2004 (mg L ⁻¹)	Parâmetro	LQP (mg L ⁻¹)	CONAMA 396/2008 (mg L ⁻¹)	PORTARIA 518/2004 (mg L ⁻¹)
CÁTIONS				ÂNIONS			
Alumínio	0,003	0,2	0,2	Brometo	0,01	---	---
Antimônio	0,005	0,005	0,005	Cloreto	0,01	250	250
Arsênio	0,008	0,01	0,01	Fluoreto	0,01	1,5	1,5
Bário	0,003	0,7	0,7	Fosfato	0,10	---	---
Berílio	0,001	0,004	---	Nitrato	0,01	10	10
Boro	0,007	5	---	Nitrito	0,005	1	1
Cádmio	0,002	0,005	0,005	Sulfato	0,01	250	250
Cobalto	0,003	---	---				
Cobre	0,002	2	2				
Cromo	0,003	0,05	0,05				
Estanho	0,010	---	---				
Estrôncio	0,001	---	---	Observações:			
Ferro	0,002	0,3	0,3	VMP-->Valor Máximo Permitido			
Lítio	0,001	---	---	LQP --> Limite de Quantificação Praticável.			
Magnésio	0,010	---	---				
Manganês	0,007	0,1	0,1				
Mercurio	0,0003	0,001	0,001	Métodos internos utilizados:			
Molibdênio	0,007	0,07	---	ICP-OES (IT-03-06-01, Ref SMEWW 3120)			
Níquel	0,007	0,02	---	IC (IT-03-07-01, Ref EPA 300.0)			
Potássio	0,005	---	---	Kit colorimétrico			
Selênio	0,010	0,01	0,01				
Silício	0,002	---	---				
Sódio	0,010	200	200				
Titânio	0,005	---	---				
Vanádio	0,030	0,05	---				
Zinco	0,020	5	5				



MATERIAIS E MÉTODOS

Análise de compostos orgânicos semi-voláteis (agrotóxicos)

Foram analisados 32 compostos semi-voláteis.

O preparo das amostras foi feito utilizando-se a técnica de Extração em Fase Sólida (SPE).

A análise cromatográfica foi realizada pelo método de Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massas (GC-MS).

COMPOSTO	LDP (ppb)	LQM (ppb)	FAIXAS DE TRABALHO (ppb)		VMP CONAMA 396/2008 (µg/L)	VMP PORTARIA 518/2004 (µg/L)
			BAIXA	ALTA		
HEXACHLOROBENZENE	0,03	0,08	0,1	1,6	1	1
LINDANE	0,02	0,05	0,1	1,6	2	2
HEPTACHLOR	0,013	0,041	0,1	1,6	0,03	0,03
HEPTACHLOR EPOXIDE	0,003	0,009	0,1	1,6	0,03	0,03
ALDRIN	0,001	0,003	0,1	1,6	0,03	0,03
DIELDRIN	0,01	0,04	0,1	1,6	0,03	0,03
GAMMA-CHLORDANE	0,003	0,008	0,1	1,6	0,2	0,2
ALPHA-CHLORDANE	0,003	0,008	0,1	1,6	0,2	0,2
p,p'-DDE	0,003	0,008	0,1	1,6	2	2
4,4'-DDT	0,001	0,004	0,1	1,6	2	2
ENDRIN	0,01	0,04	0,1	1,6	0,6	0,6
METHOXYCHLOR	0,04	0,13	0,1	1,6	20	20
MOLINATE	0,01	0,04	2	10	6	6,0
TRIFLURALIN	0,21	0,64	2	10	20	20,0
SIMAZINE	0,45	1,36	2	10	2	2
PROPANIL	0,37	1,13	2	10	20	20
MALATHION	0,43	1,30	2	10	190	---
CHLORPYRIFOS	0,20	0,61	2	10	30	---
PENDIMETALINA	0,46	1,38	2	10	20	20
ATRAZINE	0,29	0,87	2	10	2	2
CHLOROTHALONIL	0,04	0,13	2	10	30	---
ALACHLOR	0,09	0,27	2	10	20	20
METOLACHLOR	0,26	0,79	2	10	10	10
ENDOSULFAN I	0,38	1,14	2	10	20	20
ENDOSULFAN II	0,22	0,66	2	10	20	20
ENDOSULFAN SULFATE	0,14	0,43	2	10	20	20
PERMETHRIN	0,49	1,50	2	10	20	20
2,4,6-TRICHLOROPHENOL	0,14	0,42	---	2,5	---	0,2
2,4-D	0,01	0,05	---	2,5	30	30
PENTACHLOROPHENOL	0,18	0,54	---	2,5	9	9
BENTAZONE	0,19	0,59	---	2,5	300	300

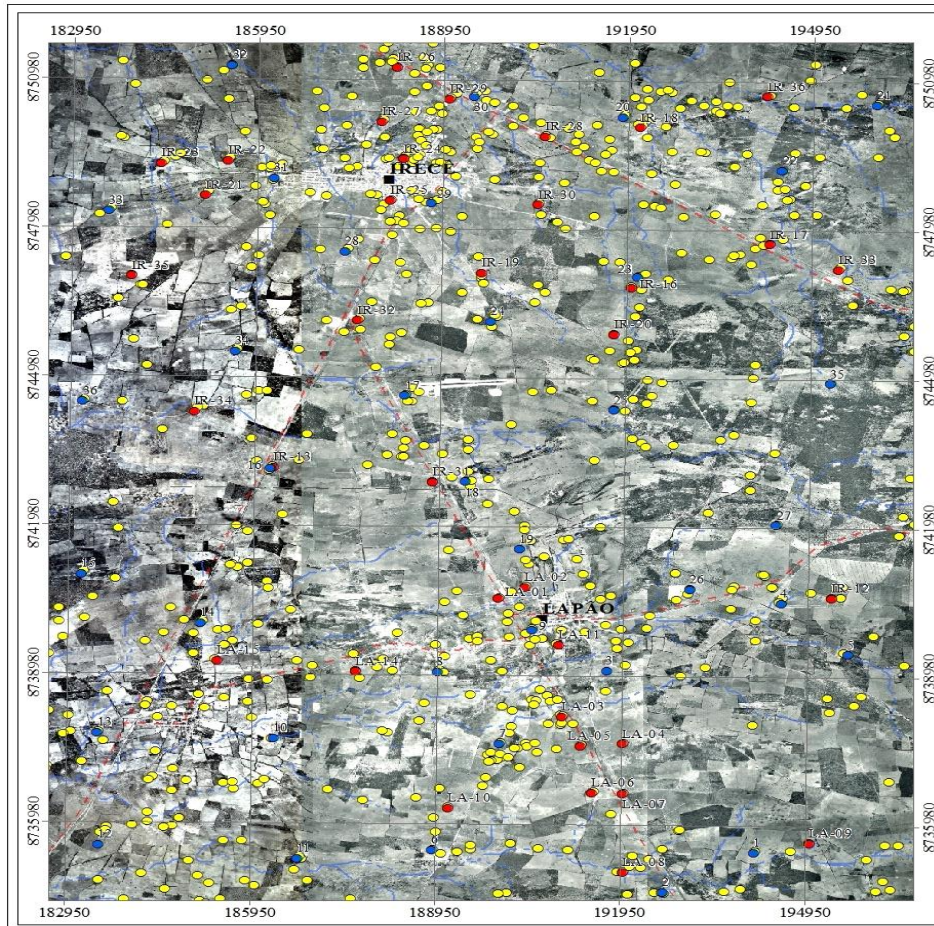


Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

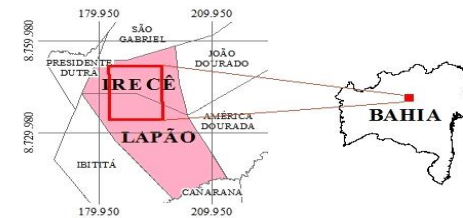
MAPAS TEMÁTICOS



FOTOMOSAICO GEOREFERENCIADO

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Pontos de medida de nível estático
- Malha de amostragem de água para análise química e isotópica
- Poços INEMA-UFBA
- Localidades
- ~ Drenagens
- Rodovia Estadual
- Limite intermunicipal



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL : WGS84
FUSO 24 SUL

Fotomosaico Georeferenciado

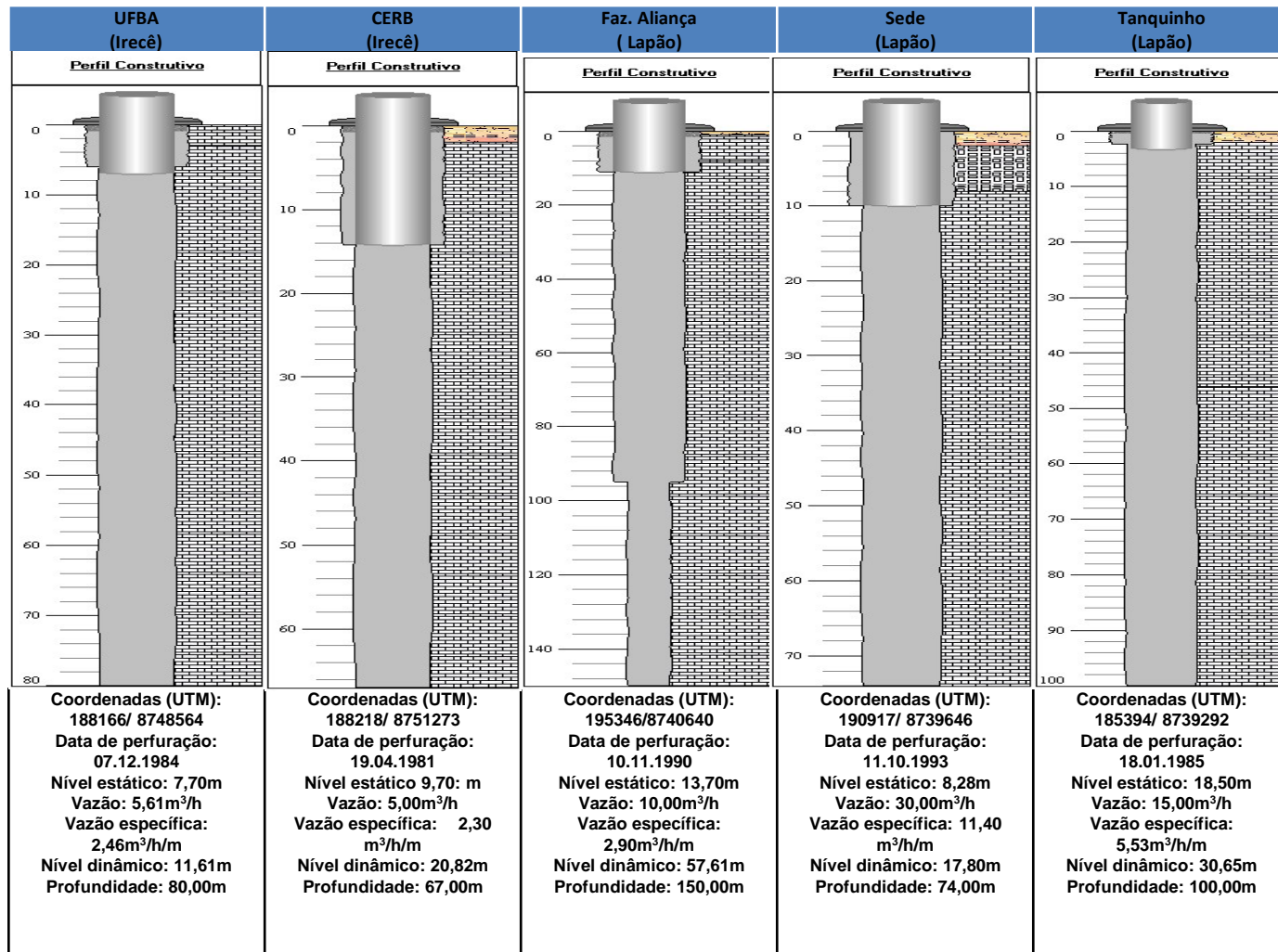


Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

MATERIAIS E MÉTODOS



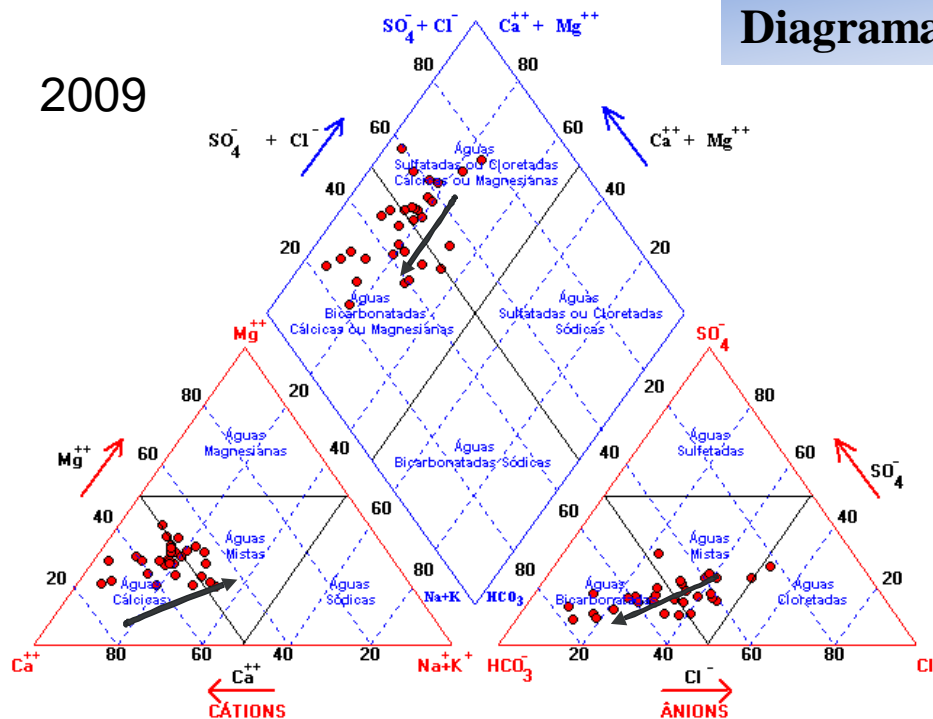


RESULTADOS

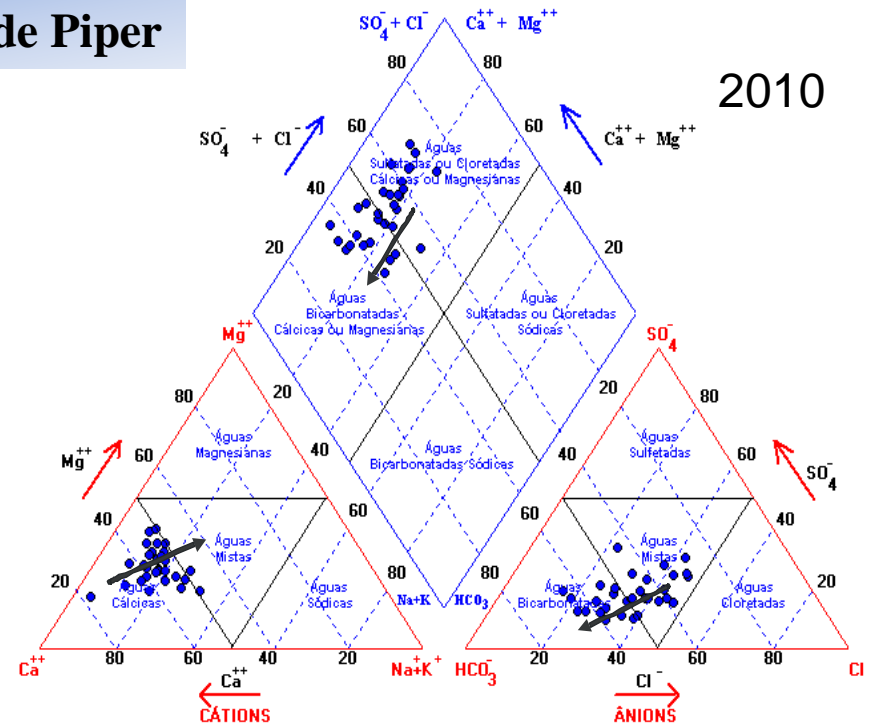
Diagramas Hidroquímicos

Diagramas de Piper

2009



2010



☐ 51,62% são caracterizadas como águas Bicarbonatadas Cálcicas e Mistas;

☐ 48,38% apresentam características de águas Cloretadas Cálcicas e Mistas.



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

RESULTADOS

Foi constatada a **não detecção** dos compostos semi-voláteis (agrotóxicos) nas análises efetuadas

❖ Causas prováveis:

- ❑ Podem não ocorrer na área ou estarem presentes em quantidades muito reduzidas e, portanto, não detectáveis no momento da coleta, uma vez que o sistema de fraturamentos, juntamente com os condutos formados por processos de dissolução de CaCO_3 na área, propiciam uma circulação rápida do fluxo nesses sistemas;
- ❑ As propriedades na área são caracterizadas essencialmente por minifúndios com a prática da agricultura de subsistência, o que implica em uma utilização minimizada de agrotóxicos.



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

CONCLUSÕES

O percentual de análises acima dos valores máximos permitidos (VMP) de acordo com as legislações aplicáveis, para os seguintes elementos:

Podem ter origem:

Nitrato (83,4%)



- Natural oriundos do excesso de matéria orgânica no ambiente;
- Antropogênica, devido à contaminação ocasionada por saneamento básico inadequado; ou ainda em função do uso intensivo de fertilizantes nitrogenados.

Cloreto (16,68%)



- Deficiência na circulação hídrica subterrânea ou a focos esparsos de contaminação.

Arsênio (8,33%)



- Presente de forma pontual nas águas subterrâneas, pode estar relacionado à utilização inadequada de defensivos agrícolas nas culturas da área.

❖ As águas subterrâneas analisadas se enquadram, portanto, como águas:

De “**Classe 3**” de acordo com a Resolução CONAMA 396/2008



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

CONCLUSÕES

O percentual de análises acima dos valores máximos permitidos (VMP), para os seguintes elementos:

Cálcio (100,00%);

Dureza Total (75,06%);

Magnésio (69,00%);

Sólidos Totais Dissolvidos (22,24%);

Sulfato (5,56%);

Fluoreto (5,56%).



Retratam as condições naturais do aquífero cárstico Salitre com ocorrência em toda a área.



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

MÉTODO COP

O método COP desenvolvido por VÍAS *et al.* (2002; 2006) na Espanha, baseia-se nas premissas da Ação Européia COST 620 (ZWHALEN, 2004)

É o método mais utilizado para determinação da vulnerabilidade de aquíferos cársticos na União Européia, em função da sua baixa subjetividade.

Esse método considera três fatores para avaliar a vulnerabilidade intrínseca de aquíferos cársticos à contaminação:

Concentração de Fluxo (C)

Cobertura da Zona Saturada (O)

Precipitação (P)



MÉTODO COP

• FATOR CONCENTRAÇÃO DO FLUXO (C)

O Fator (C) representa a vulnerabilidade do aquífero à contaminação, em função da infiltração da água através da zona não saturada.

A avaliação do fator (C), considera quatro variáveis:

- Distância das áreas de recarga para as áreas de sumidouros (dh) e dolinas (ds)
- Declividade (s)
- Vegetação (v)



$$\text{Fator (C)} = sv.ds \text{ ou } sv.dh$$



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

MÉTODO COP

• FATOR COBERTURA DA ZONA SATURADA (O)

O Fator (O) considera a proteção fornecida para o aquífero em função de propriedades físicas, como:

- Textura e Espessura do solo (**Os**)
 - Litologia e Fraturamento (**ly**)
 - Espessura da Litologia (**m**)
 - Condições de Confinamento do Aquífero (**cn**)
- } → (**OL**)

O somatório do produto dos subfatores, origina um índice que é associado com a proteção do aquífero: $\Sigma [ly \cdot m]$

$$\text{Fator } O = [O_S] + [O_L]$$

$$O_L = \Sigma [ly \cdot m] \cdot cn$$



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

MÉTODO COP

• FATOR PRECIPITAÇÃO (P)

Esse fator inclui tanto a quantidade de precipitação da área, como também fatores que influenciam na taxa de infiltração, como:

- Frequência
- Distribuição Temporal
- Intensidade de Eventos de Chuvas

O Fator (P) é avaliado por dois subfatores:

- Quantidade de precipitação [P_Q] → Descreve o efeito da quantidade de chuvas e a recarga anual para a vulnerabilidade do aquífero, o que corresponde à média anual de chuvas das séries históricas dos anos úmidos
- Distribuição temporal da precipitação [P_I]

$$P = P_Q + P_I$$



CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

Fator	Subfator	Variável	Valor				
C	Cenário A: Áreas de recarga – cavidades cársticas	Distância dos sumidouros (dh)	≤ 500 m	0			
			500 – 1000 m	0.1			
			1000 – 1500 m	0.2			
			1500 – 2000 m	0.3			
			2000 – 2500 m	0.4			
			2500 – 3000 m	0.5			
			3000 – 3500 m	0.6			
			3500 – 4000 m	0.7			
			4000 – 4500 m	0.8			
			4500 – 5000 m	0.9			
> 5000 m	1.0						
C	Cenário A: Áreas de recarga – cavidades cársticas	Distância das Dolinas (ds)	< 10 m	0			
			10 – 100 m	0.5			
			> 100 m ou com estas feições ausentes	1			
C	Cenário A: Áreas de recarga – cavidades cársticas	Declividade e Cobertura Vegetal (sv)	≤ 8 %	1			
			8 – 31 %, elevada	0.95			
			8 – 31 %, pouca ou ausente	0.90			
			31 – 76 %, elevada	0.85			
			31 – 76 %, pouca ou ausente	0.80			
> 76 %	0.75						
C	Cenário B: Demais áreas do aquífero	Feições Cársticas e Camadas Superficiais (sf)	Carste muito desenvolvido, ausente	0.25			
			Carste muito desenvolvido, permeável	0,5			
			Carste muito desenvolvido, impermeável	0,75			
			Carste pouco desenvolvido, ausente	0,50			
			Carste pouco desenvolvido, permeável	0,75			
			Carste pouco desenvolvido, impermeável	1,0			
			Carste fissurado, ausente	0,75			
			Carste fissurado, permeável	0,75			
			Carste fissurado, impermeável	1,0			
			Ausência de feições cársticas, ausente	1,0			
			Ausência de feições cársticas, permeável	1,0			
			Ausência de feições cársticas, impermeável	1,0			
			C	Cenário B: Demais áreas do aquífero	Declividade e Cobertura Vegetal (sv)	≤ 8 %	0,75
						8 – 31 %, elevada	0,8
						8 – 31 %, pouca ou ausente	0,85
31 – 76 %, elevada	0,90						
31 – 76 %, pouca ou ausente	0,95						
> 76 %	1,0						



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia

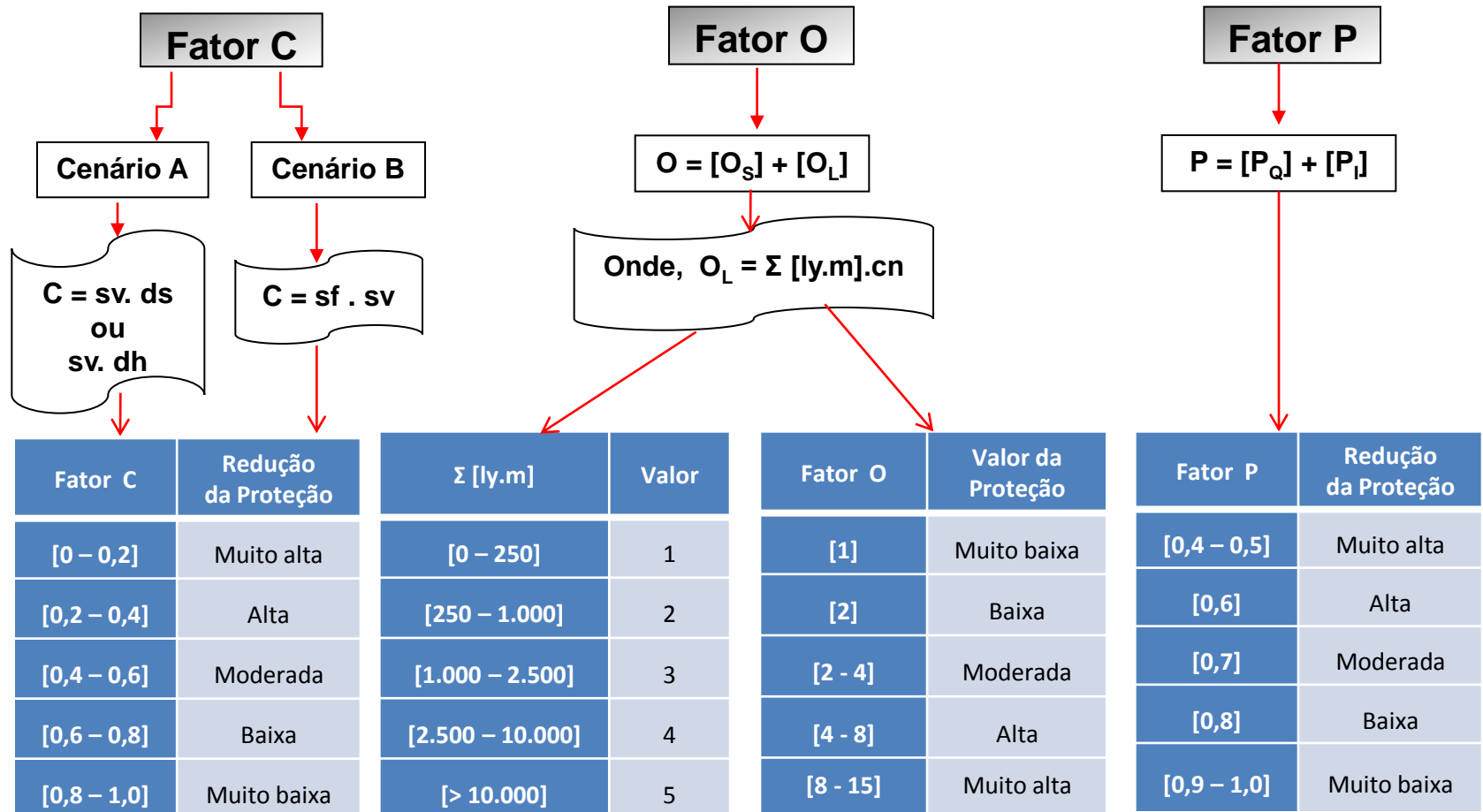


Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

O	Solo [O _s]	Textura e Espessura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Argiloso, > 1 m ▪ Argiloso, 0,5 - 1 m ▪ Argiloso, < 0,5 m ▪ Siltyoso, > 1 m ▪ Siltyoso, 0,5 - 1 m ▪ Siltyoso, < 0,5 m ▪ Argilo-arenoso, > 1 m ▪ Argilo-arenoso, 0,5 - 1,0 m ▪ Argilo-arenoso, < 0,5 m ▪ Arenoso, > 1 m ▪ Arenoso, 0,5 - 1 m ▪ Arenoso, < 0,5 m (ausência de solo) 	<ul style="list-style-type: none"> 5,0 4,0 3,0 4,0 3,0 2,0 3,0 2,0 1,0 2,0 1,0 0
	Litologia [O _l]	Litologia e Fraturamento (ly)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Argila ▪ Silte ▪ Metapelitos e rochas ígneas não fraturadas ▪ Calcários com margas ▪ Metapelitos e rochas ígneas fraturados ▪ Conglomerados e brechas cimentados ou não fraturados ▪ Arenitos ▪ Conglomerados e brechas pouco fraturados ou cimentados ▪ Areia e cascalho ▪ Basaltos fraturados ▪ Rochas cársticas fraturadas ▪ Rochas cársticas não fraturadas 	<ul style="list-style-type: none"> 1500 1200 1000 500 400 100 60 40 10 5 3 1
			Condições de Confinamento (cn)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Confinado ▪ Semi-confinado ▪ Não confinado
		Espessura da litologia considerada (m)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ < 250 m ▪ 250 - 1.000 m ▪ > 1.000 - 2.500 m ▪ > 2.500 - 10.000 m ▪ > 10.000 m 	<ul style="list-style-type: none"> 1 2 3 4 5
P	Quantidade [P _q]	Média anual das precipitações no período chuvoso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ > 1600 mm/ ano ▪ > 1200 e ≤ 1600 mm/ ano ▪ > 800 e ≤ 1200 mm/ ano ▪ > 400 e ≤ 800 mm/ ano ▪ < 400 mm/ ano 	<ul style="list-style-type: none"> 0,4 0,3 0,2 0,3 0,4
	Intensidade [P _i]	Distribuição temporal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ < 10 mm/ dia ▪ ≥ 10 e ≤ 20 mm/ dia ▪ > 20 mm/dia 	<ul style="list-style-type: none"> 0,6 0,4 0,2



MÉTODO COP





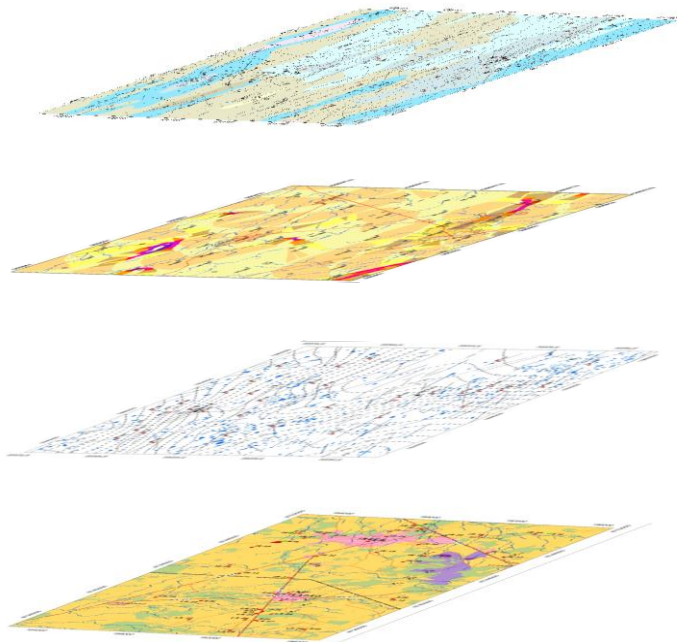
Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

MÉTODO COP

$$\text{Índice COP} = \text{Fator C} \times \text{Fator O} \times \text{Fator P}$$



Mapa
Hidrogeológico

Mapa de
Declividade

Mapa de Dolinas e
Fraturas

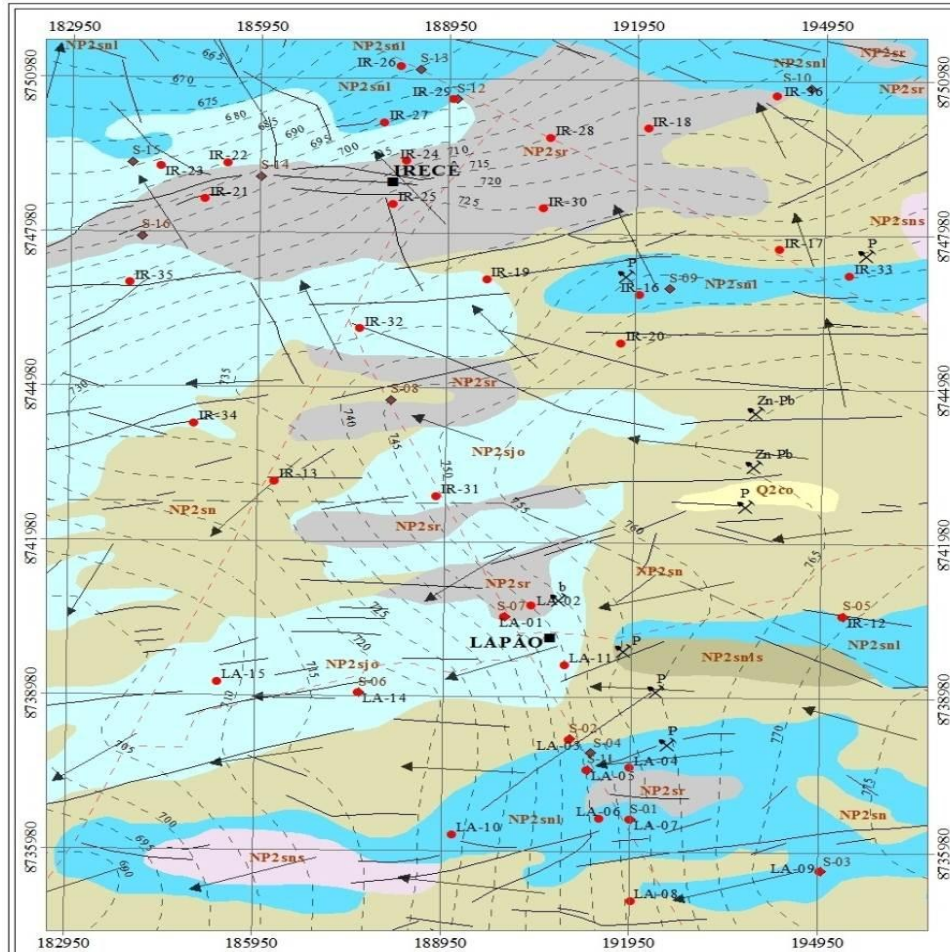
Mapa de Uso e
Ocupação dos Solos

Índice COP	Classes de Vulnerabilidade
[0 - 0,5]	Muito alta
[0,5 - 1,0]	Alta
[1,0 - 2,0]	Moderada
[2,0 - 4,0]	Baixa
[4,0 - 15]	Muito baixa

Mapa de
Vulnerabilidade
Intrínseca
à Contaminação
Metodologia COP



CONCLUSÕES



MAPA HIDROGEOLÓGICO DO AQUÍFERO SALITRE

CONVENÇÕES LITOLÓGICAS

Quaternário - Terciário

Q2co Depósitos coluvionares

Neoproterozóico

NP2sr Unidade Irecê (calcilitos laminados intercalados com margas, com arenitos e argilitos subordinados)

NP2sjo Unidade Jussara Superior (calcarenitos pretos oncolíticos com granulometria grossa)

NP2snls Unidade Nova América Superior (siléxitos, calcarenitos oolíticos silicificados)

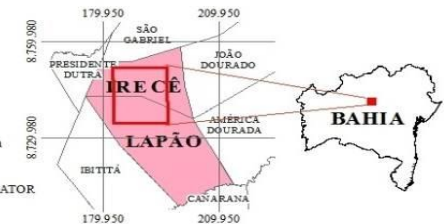
NP2sn Unidade Nova América Superior (laminitos algais)

NP2snl Unidade Nova América Inferior (dolomitos)

NP2sns Unidade Nova América Inferior (calcarenitos peloidais, intercalados com calcilitos e calcissilitos)

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

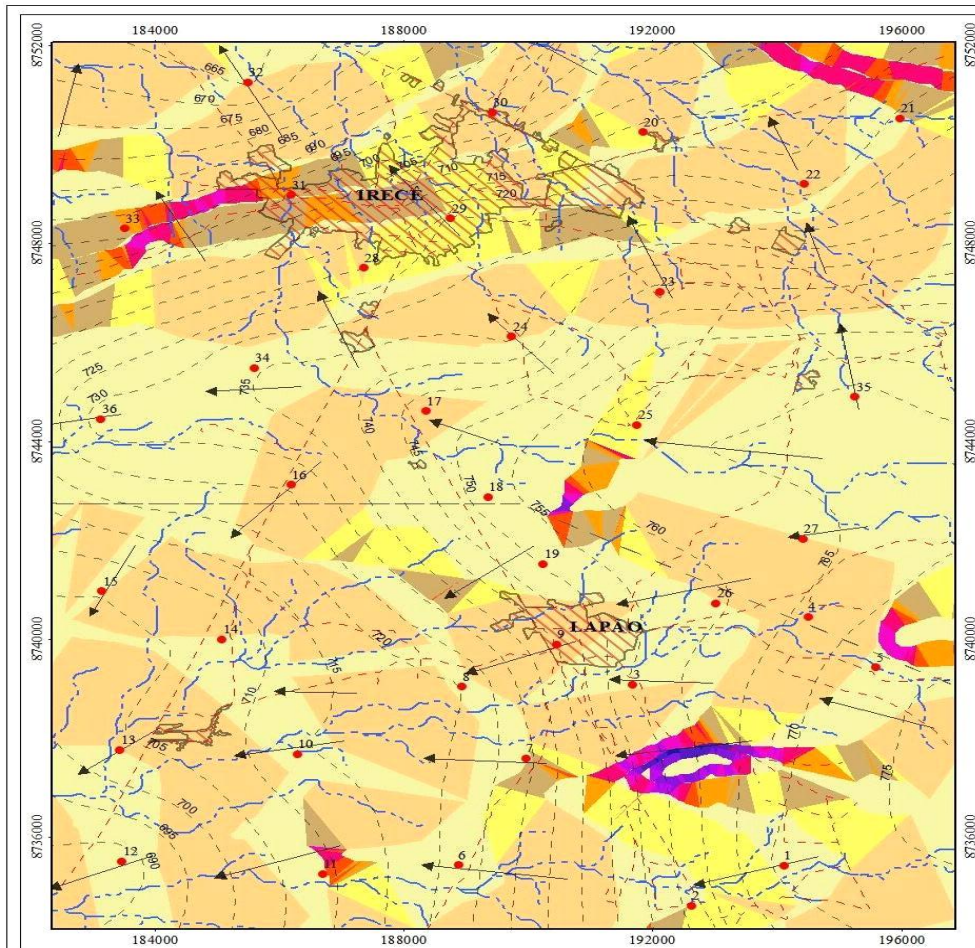
- ✕ Áreas de interesse mineral
- Malha de amostragem de água para análise química e isotópica
- ◆ Malha de amostragem de solo para análise granulométrica e de metais
- Localidades
- ↔ Fraturamento
- Fluxo Subsuperficial
- Piezometria
- - - Rodovia Estadual
- - - Limite intermunicipal



Mapa Hidrogeológico



CONCLUSÕES



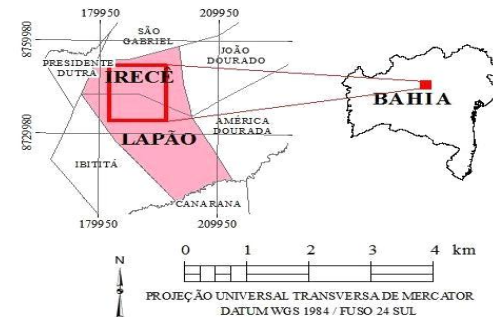
MAPA DE DECLIVIDADE

CLASSES DE DECLIVIDADE (%)

< 2	41,0
2 - 4	35,8
4 - 6	12,3
6 - 8	5,0
8 - 10	2,2
10 - 12	1,2
12 - 16	2,0
16 - 20	< 1
20 - 24	< 1
24 - 36	< 1
36 - 48	< 1
> 48	< 1

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Pontos de medida do nível estático
- Piezometria
- Fluxo subsuperficial
- Rodovias estaduais
- Drenagens
- Limite intermunicipal
- Área urbana



FONTES:

Base cartográfica:

- Elementos hidrográficos e planimétricos
- Cartas topográficas, escala 1:50.000, IBGE, DSG e Sudene, 1949 a 1985.
- Imagem AVNIR-2/ALOS, composição a cores das bandas 3, 2 e 1; IIRC/CBERS, pancromática, escala 1:25.000, 2008 e 2009.

Tema

Classes de declividade:

- Com base no Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir da imagem de radar interferométrico SRTM - Shuttle Radar Topography Mission;
- Pontos de monitoramento de nível estático, levantamento via GPS Geodésico, Trabalho de campo, 2009-2010

NOTA:

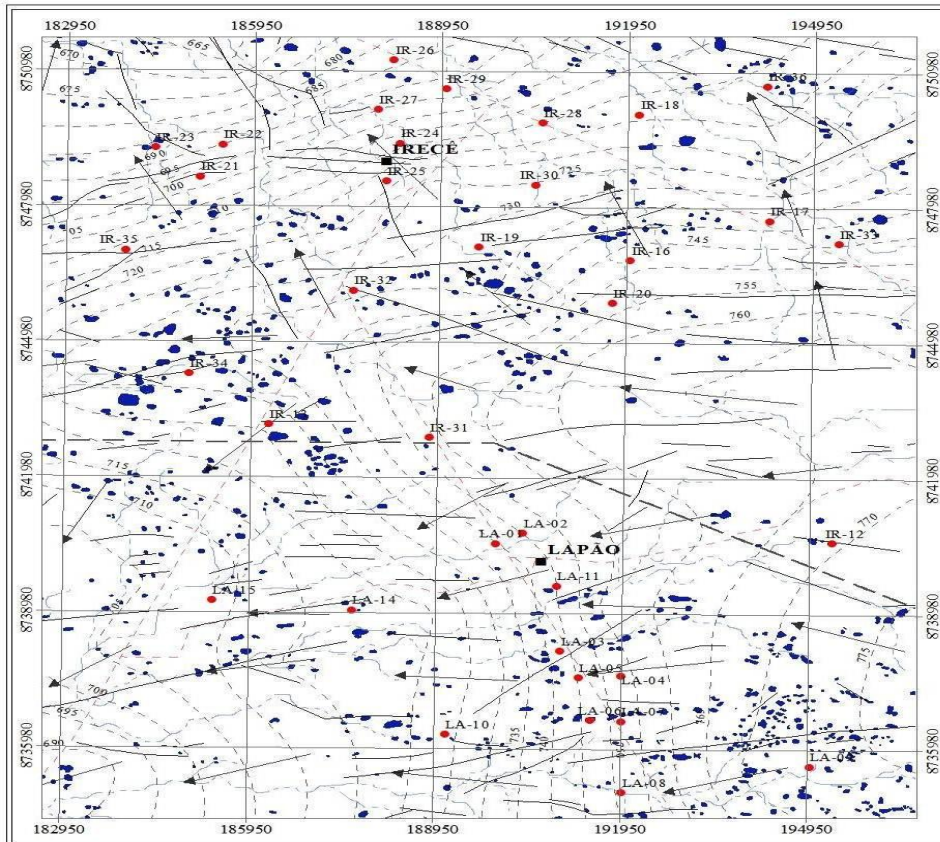
Editoração cartográfica executada no software ArcGis 9.3

Mapa de Declividade



CONCLUSÕES

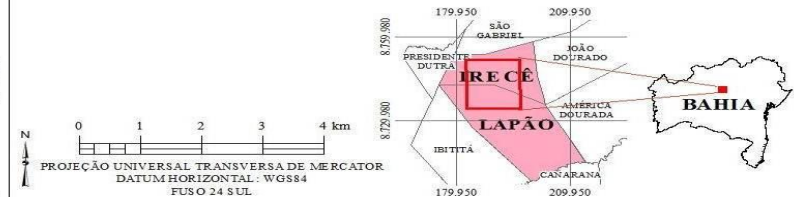
A ocorrência de feições cársticas, como dolinas e sumidouros, correspondem a 4,7% da superfície da área com 250km²



MAPA DE DOLINAS E FRATURAS

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Malha de amostragem de água para análise química e isotópica
- Localidades
- Fraturamento
- Fluxo Subsuperficial
- Piezometria
- Drenagens
- Rodovia Estadual
- Limite Intermunicipal
- Dolinas



FONTES:

Base cartográfica:

- Elementos hidrográficos e planimétricos
- Cartas topográficas, escala 1:50.000, IBGE, DSG e Sudene, 1949 a 1985.
- Imagem AVNIR-2/ALOS, composição a cores das bandas 3, 2 e 1, HRC/CBERS, pancromática, escala 1:25.000, 2008 e 2009.

Tema

Dolinas:

- Imagem AVNIR-2/ALOS, composição a cores das bandas 3, 2 e 1; HRC/CBERS, pancromática, escala 1:25.000, 2008 e 2009.

Fraturas:

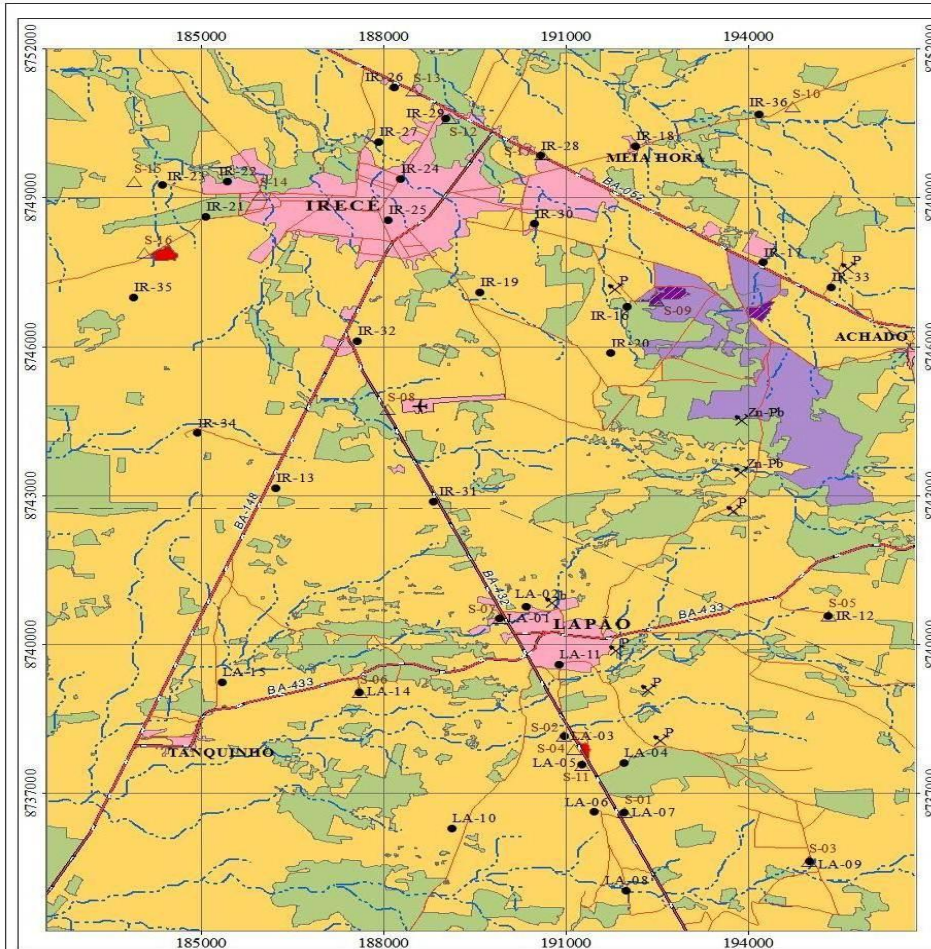
- Levantamento via GPS, Trabalho de campo (reambulção), 2010
- Imagem ALOS/AVNIR, 10m x 10m, 07 fev. 2007 utilizando-se filtros direcionais do SPRING (CÂMARA et al. 1996) Reambulção em campo.

NOTA

Editoração cartográfica executada no software ArcGIS 9.3



CONCLUSÕES



MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS

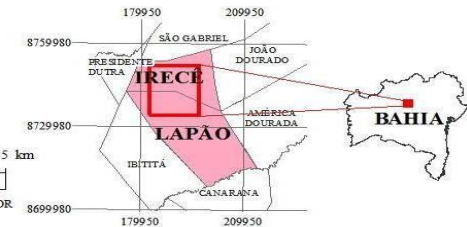
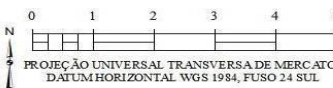
CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS

- Agropecuária - 193,608 km² (75,70%)
- Cobertura Vegetal - 44,338 km² (17,41%)
- Área Urbana - 11,167 km² (4,36%)
- Mineração de fosfato - Empresa Galvani S.A. - 6,057 km² (2,38%)
- Área de deposição de rejeitos da Galvani - 0,252 km² (0,1%)
- Lixões - 0,132 km² (0,05%)
- Áreas de interesse mineral
- Malha de amostragem de água para análise química e isotópica
- Malha de amostragem de solo para análise granulométrica e de metais
- Aeroporto

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Estradas

- Rodovias estaduais
- Estradas vicinais
- Drenagens
- Limite intermunicipal



FONTES:

- Base cartográfica:
 - Elementos hidrográficos e planimétricos
 - Cartas topográficas, escala 1:50.000, IBGE, DSG e Sudene, 1949 a 1985.
 - Imagem AVNIR-2/ALOS, composição a cores das bandas 3, 2 e 1;
 - HRC/CBERS, pancromática, escala 1:25.000, 2008 e 2009.
- Tema
 Uso e ocupação do solo:
 - Imagem AVNIR-2/ALOS, composição a cores das bandas 3, 2 e 1;
 - HRC/CBERS, pancromática, escala 1:25.000, 2008 e 2009.
 - Levantamento via GPS, Trabalho de campo (reambulação), 2010

NOTA

Editoração cartográfica executada no software ArcGis 9.3



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

CONCLUSÕES

A análise do Mapa de Vulnerabilidade Intrínseca à Contaminação permitiu a delimitação de 3 classes de vulnerabilidade na área

Moderada (53%)

Baixa (40%);

Muito Alta (7%).

Obtidas com base:

Análise dos atributos discriminados pela metodologia COP

Sendo corroborados:

Mapas temáticos gerados:

- Mapa Hidrogeológico;
- Mapa de Declividade;
- Mapa de Dolinas e Fraturas;
- Mapa de Uso e Ocupação dos Solos.

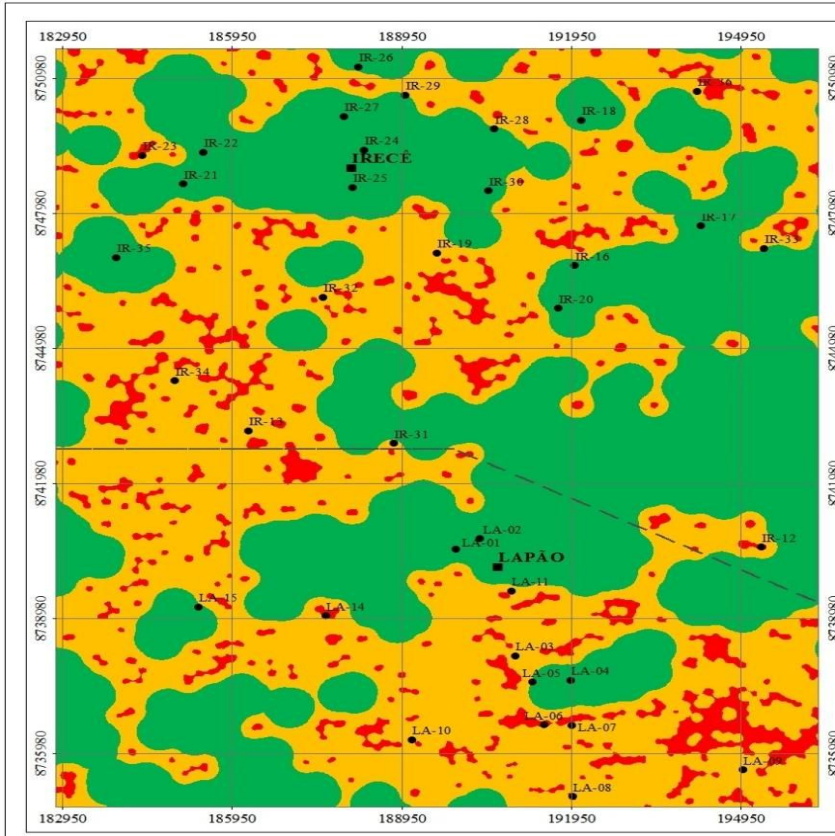


Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



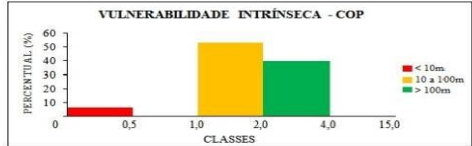
Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

CONCLUSÕES



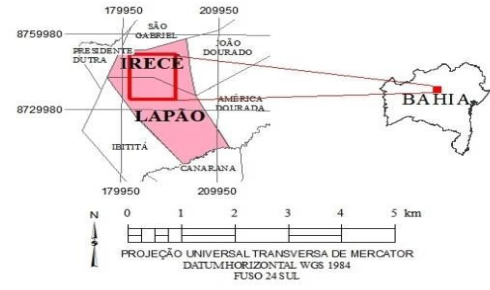
MAPA DE VULNERABILIDADE INTRÍNSECA À CONTAMINAÇÃO – METODOLOGIA COP

Índice COP	Classes de Vulnerabilidade
[0 - 0,5]	Muito alta
[0,5 - 1,0]	Alta
[1,0 - 2,0]	Moderada
[2,0 - 4,0]	Baixa
[4,0 - 15,0]	Muito Baixa



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Malha de amostragem de água para análise química e isotópica
- Localidades
- - Limite Intermunicipal



A utilização da cartografia de vulnerabilidade específica para cada contexto hidrogeológico é extremamente relevante, principalmente como um método de prevenção de potenciais fontes contaminantes e de proteção das águas subterrâneas frente a esses processos.



Instituto de Geociências
Universidade Federal da Bahia



Núcleo de Estudos em Hidrogeologia
e Meio Ambiente

MUITO OBRIGADA !

Tereza Cristina Bittencourt Nossa
tereza.nossa@cprm.gov.br