

Carvão mineral



MARCIO ZANUZ

Diretor Técnico SIECESC

marcio.zanuz@satc.edu.br

+55 48 9962-17367 | +55 48 3431-8350

Roteiro da apresentação

Composição físico-química do carvão

Formação e classificação energética do carvão

Onde encontramos no mundo

Terminologia de reservas - recursos brasileiras

Métodos de lavras em subsolo e céu aberto

Principais máquinas e equipamentos

Saúde e segurança

Processos de separação e beneficiamento

Destinação dos inertes

Projeto de recuperação ambiental



CARVÃO



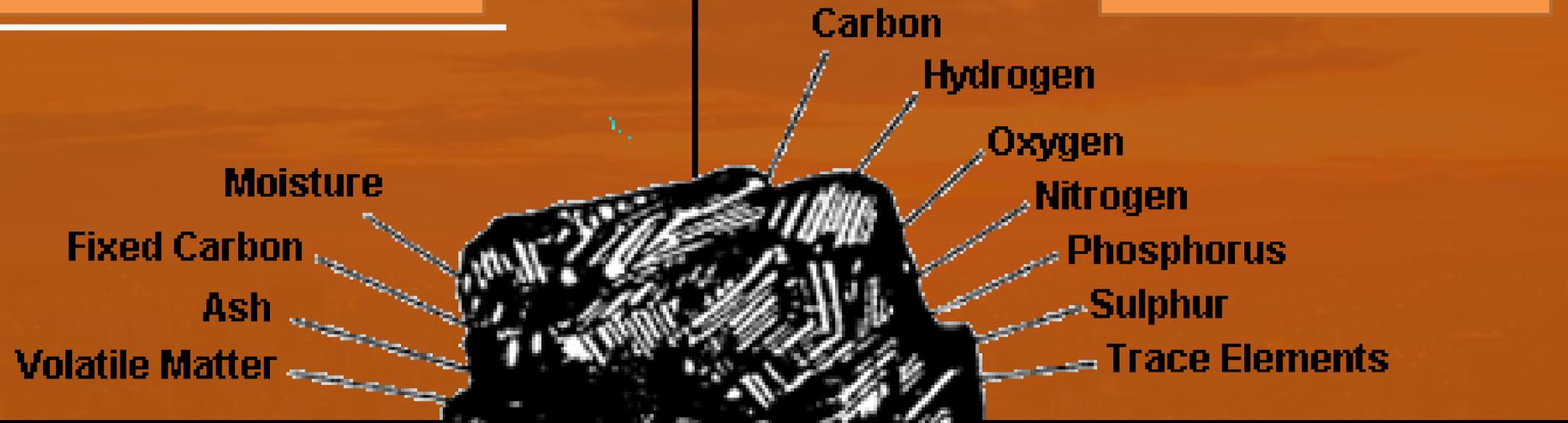
Composição do carvão

Major element in coal																Minor element in coal																Trace element in coal															
1 H Hydrogen																		2 He Helium																													
3 Li Lithium	4 Be Beryllium *																		5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen	9 F Fluorine	10 Ne Neon																							
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium																		13 Al Aluminum	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur	17 Cl Chlorine *	18 Ar Argon																							
19 K Potassium *	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium *	25 Mn Manganese *	26 Fe Iron	27 Co Cobalt *	28 Ni Nickel *	29 Cu Copper	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic *	34 Se Selenium *	35 Br Bromine	36 Kr Krypton																														
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Silver	48 Cd Cadmium *	49 In Indium	50 Sn Tin	51 Sb Antimony *	52 Te Tellurium	53 I Iodine	54 Xe Xenon																														
55 Cs Cesium	56 Ba Barium	57-71 Lanthanides	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platinum	79 Au Gold	80 Hg Mercury *	81 Tl Thallium	82 Pb Lead *	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon																														
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89-92 Natural Actinides																																													
Rare-earth elements			Lanthanides:																																												
			57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutetium																														
Rare-earth elements			Actinides:																																												
			89 Ac Actinium	90 Th Thorium *	91 Pa Protactinium	92 U Uranium *																																									

* HAPs

IMEDIATA

ELEMENTAR



PETROGRÁFICA

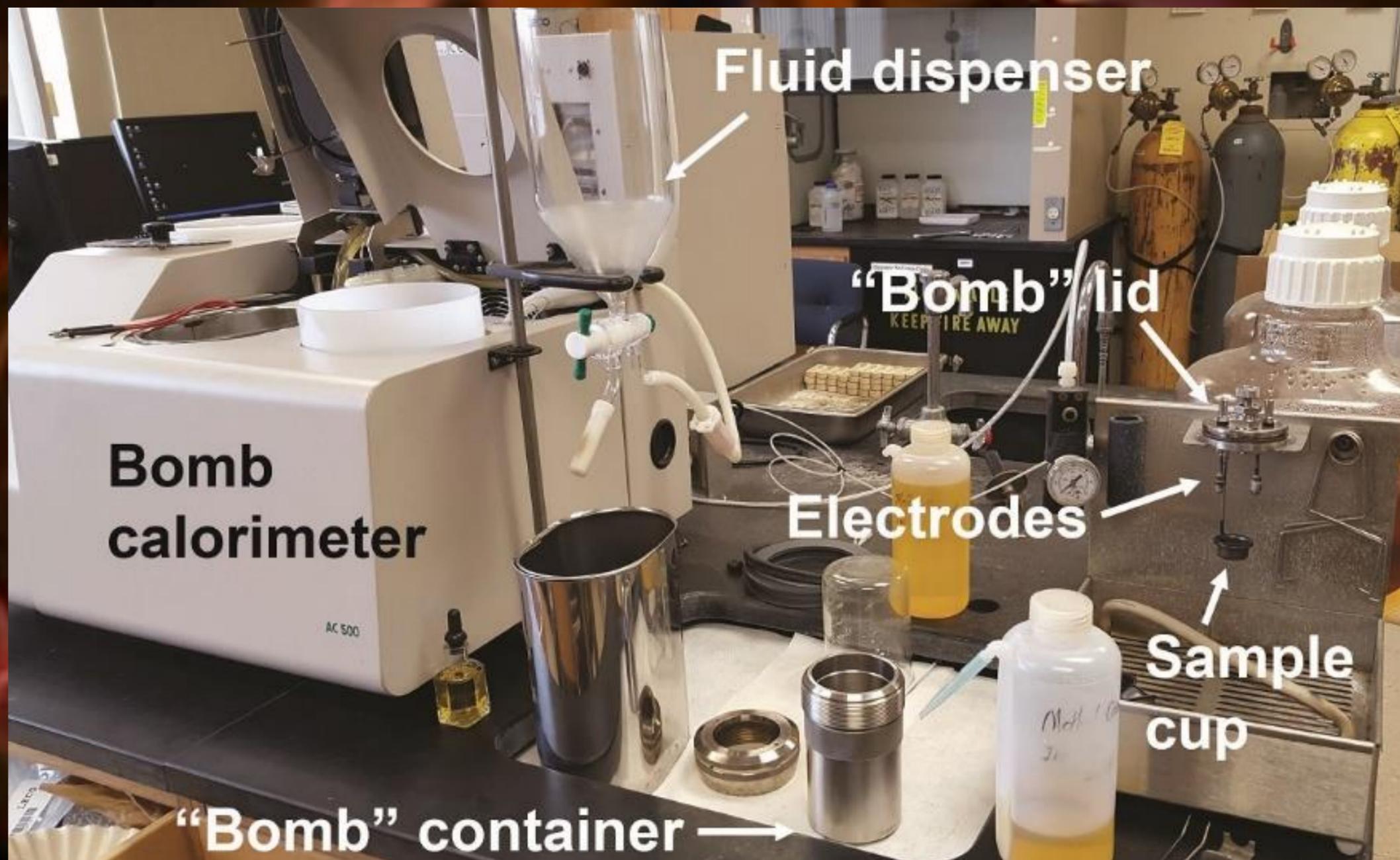
ESPECIAL

Poder Calorífico Superior (PCS)

$$\text{Poder Calorífico} = \frac{\text{ENERGIA}}{\text{MASSA}} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right]$$

O P.C.S. é dado pela soma da energia liberada na forma de calor e a energia gasta na vaporização da água que se forma numa reação de oxidação.

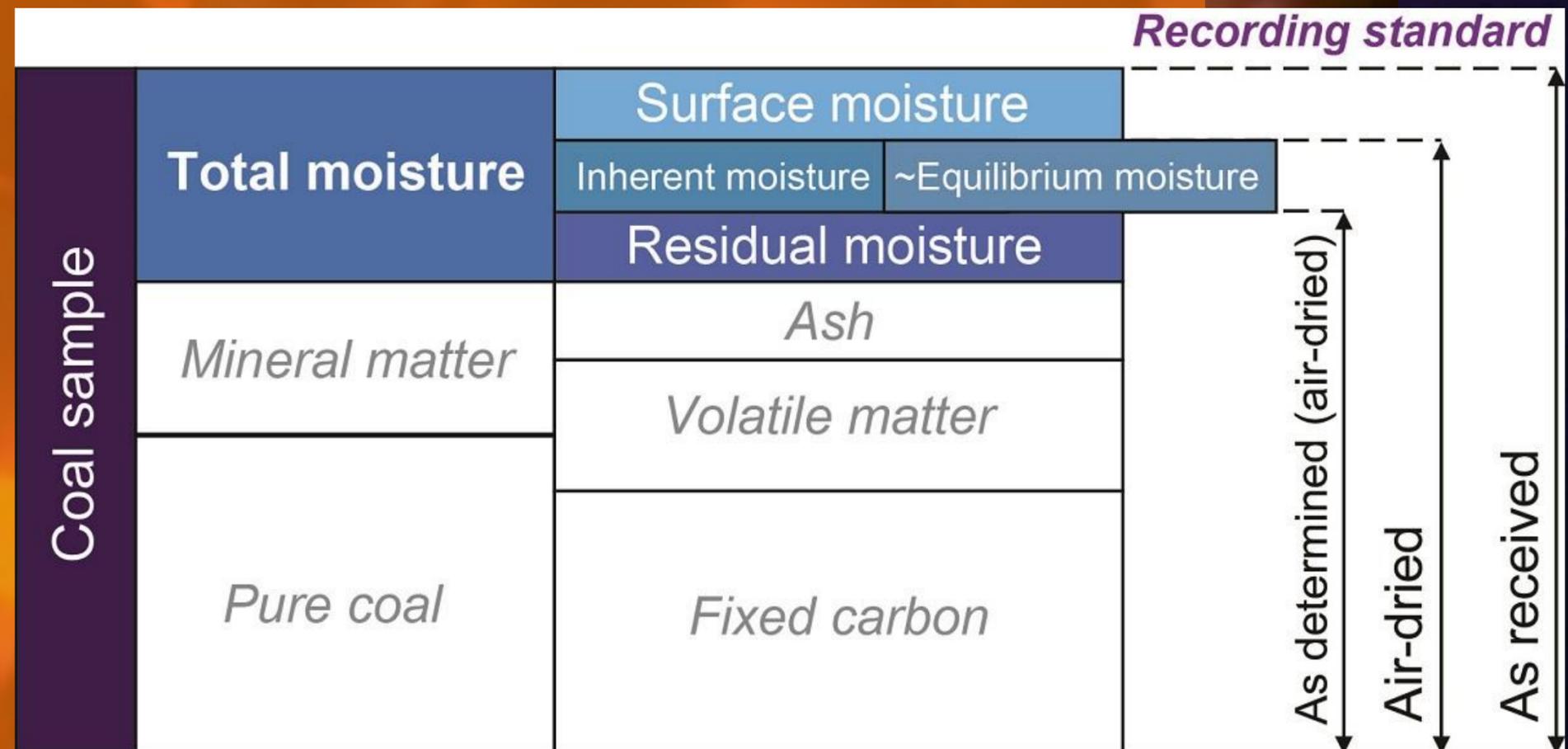
Podar Calorífico Superior (PCS)



Umidade

Quantidade de água, expressa em % , presente na massa do carvão

- Umidade recebida
- Umidade seca ao ar
- Umidade de equilíbrio
- Umidade inerente
- Umidade dos poros
- Umidade residual
- Umidade da superfície
- Umidade total



Cinza

$$\% Cz = \frac{\text{Massa de cinza após queima}}{\text{Massa da amostra}}$$



Cinza

Resíduos pós queima



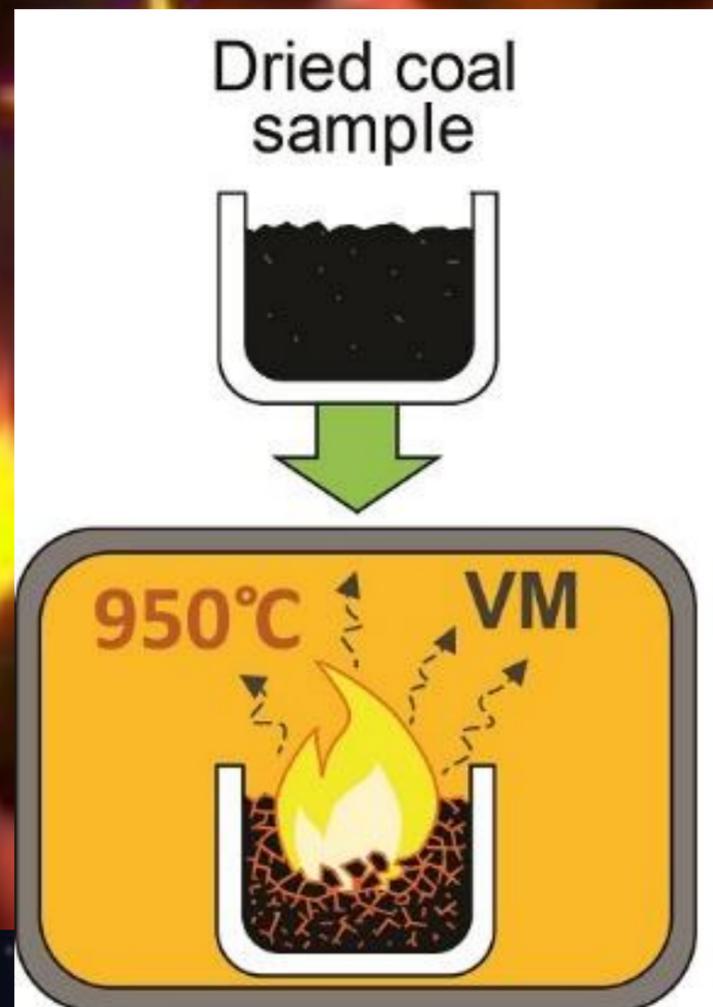
- 80%
- Cimento



- 20%
- Depósito

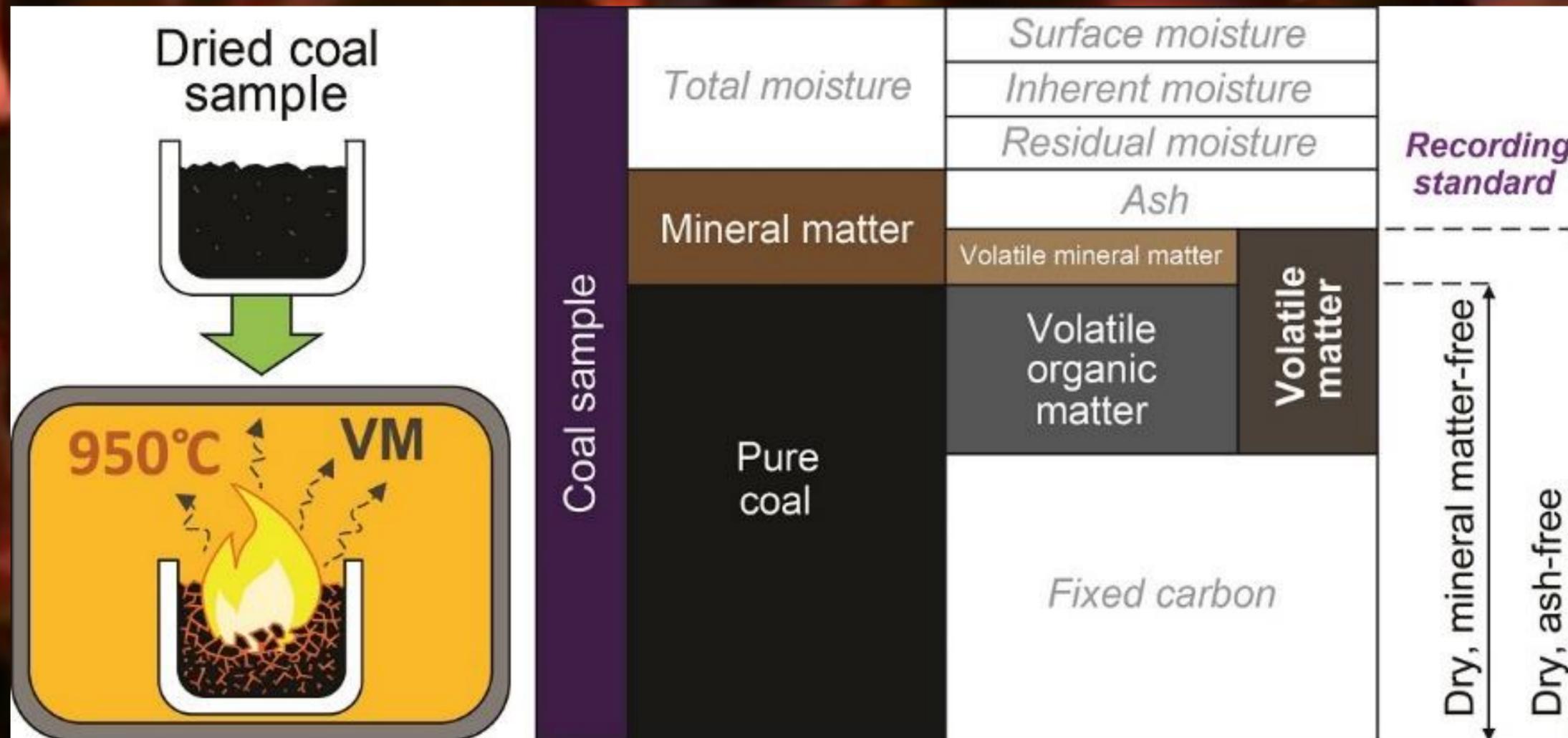
Matéria volátil

Medida de gases não provenientes da umidade formados durante o aquecimento a 950 °C de uma amostra de carvão, em um ambiente livre de oxigênio.



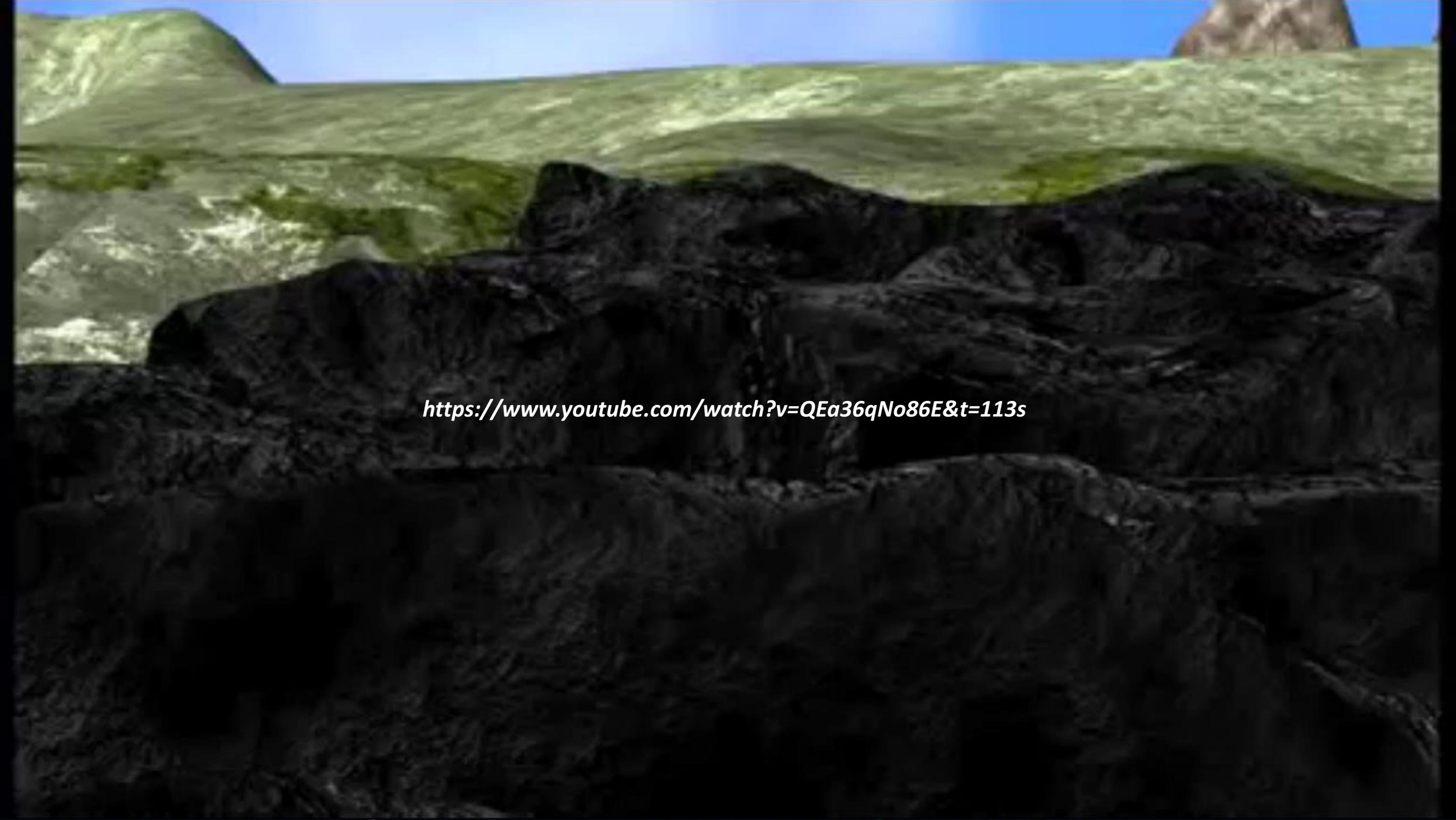
Matéria volátil

$$MV = \frac{(\text{Massa amostra pré - aquecida}) - (\text{Massa da amostra aquecida})}{(\text{Massa da amostra pré - combustão})}$$

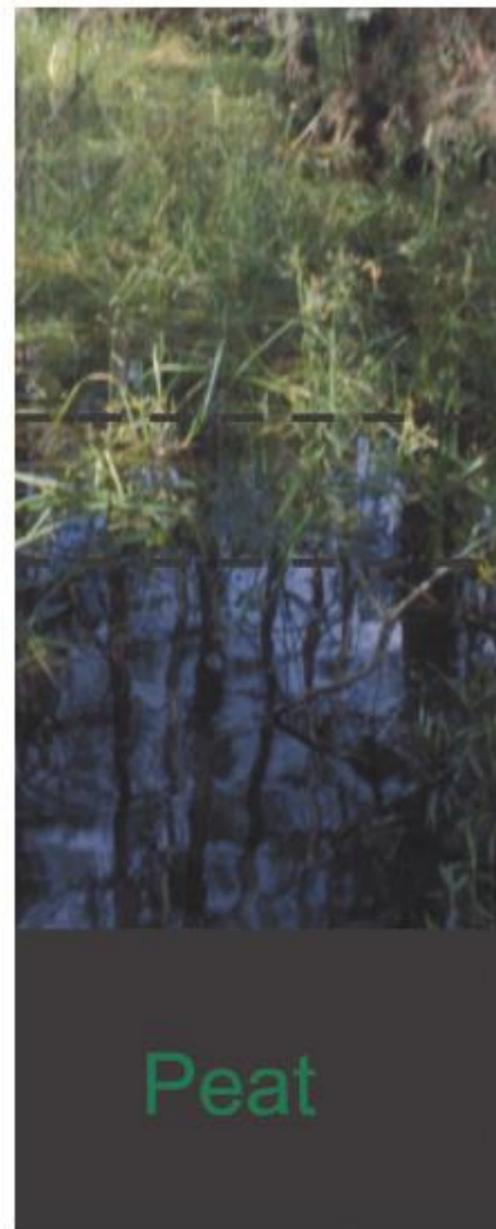




Formação e classificação energética do carvão

The image shows a landscape with a dark, textured foreground that appears to be a field of low-lying vegetation or a rocky terrain. In the background, there are rolling green hills under a clear blue sky. A large, rounded rock formation is visible on the right side of the horizon.

<https://www.youtube.com/watch?v=QEa36qNo86E&t=113s>



Oxygenated
(aerobic)

Water level

Plant litter

Oxygen poor
(dysaerobic)

No oxygen
(anaerobic)

Peat accumulation

(if accumulation > decomposition)

(if precipitation > evapotranspiration)

Reducing

Increasing acidity

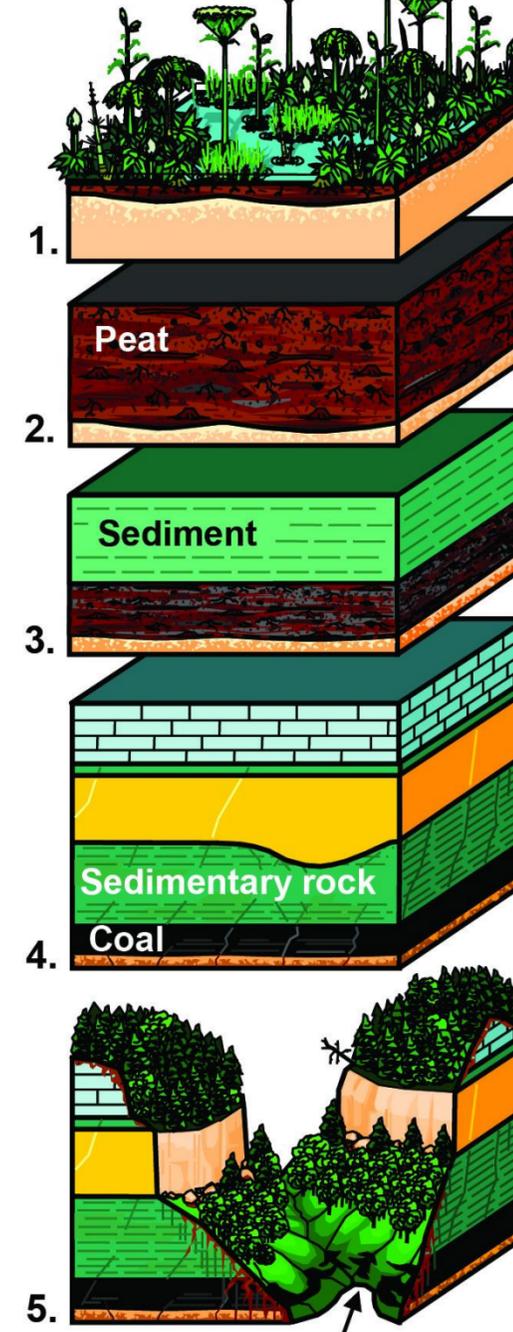
Increasing waterlogging

Decreasing decomposition

Oxidizing

Some of the processes that break down and preserve organic material in peat.

Peat Swamp
(Mire)



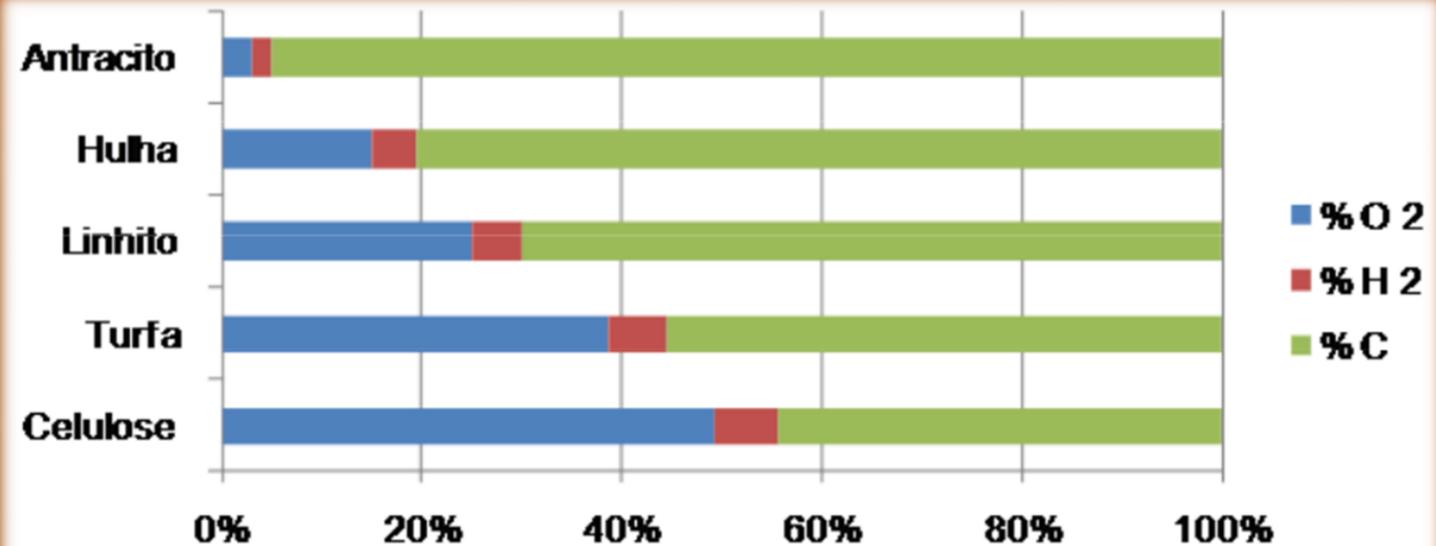
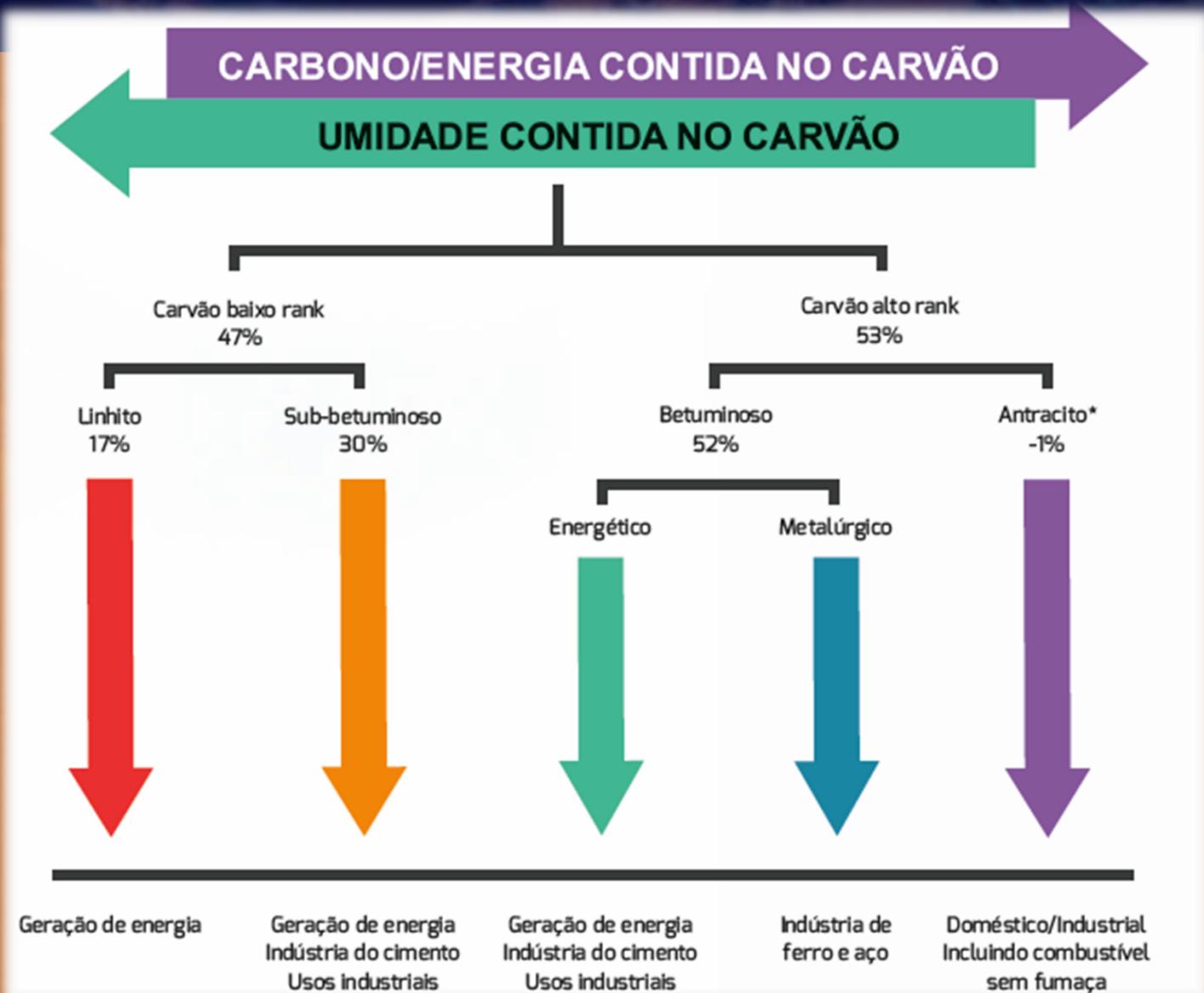
Time
Pressure
Heat
Burial
Uplift and erosion

Coal exposed



O que é o carvão mineral?

Rocha sedimentar combustível, resultante de matéria vegetal depositada em bacias pouco profundas sob lâmina de água posteriormente recoberta por sedimentos se compactando com a ação do tempo geológico. Deve conter mais de 50% em peso e mais de 70% em volume de matéria carbonosa, incluindo a umidade intrínseca.



The image is a composite. The top half shows a sunset over a cityscape with a sky of orange, pink, and blue. The bottom half is split: the left side is a solid orange rectangle with a faint cityscape pattern, and the right side shows a night view of a city with lights.

Onde encontramos no mundo

**Carvão
mineral**

no mundo

**o
PRINCIPAL
ENERGÉTICO**

**RESPONSÁVEL POR
SUPRIR**

38%

**DA DEMANDA DE
ENERGIA NO MUNDO**

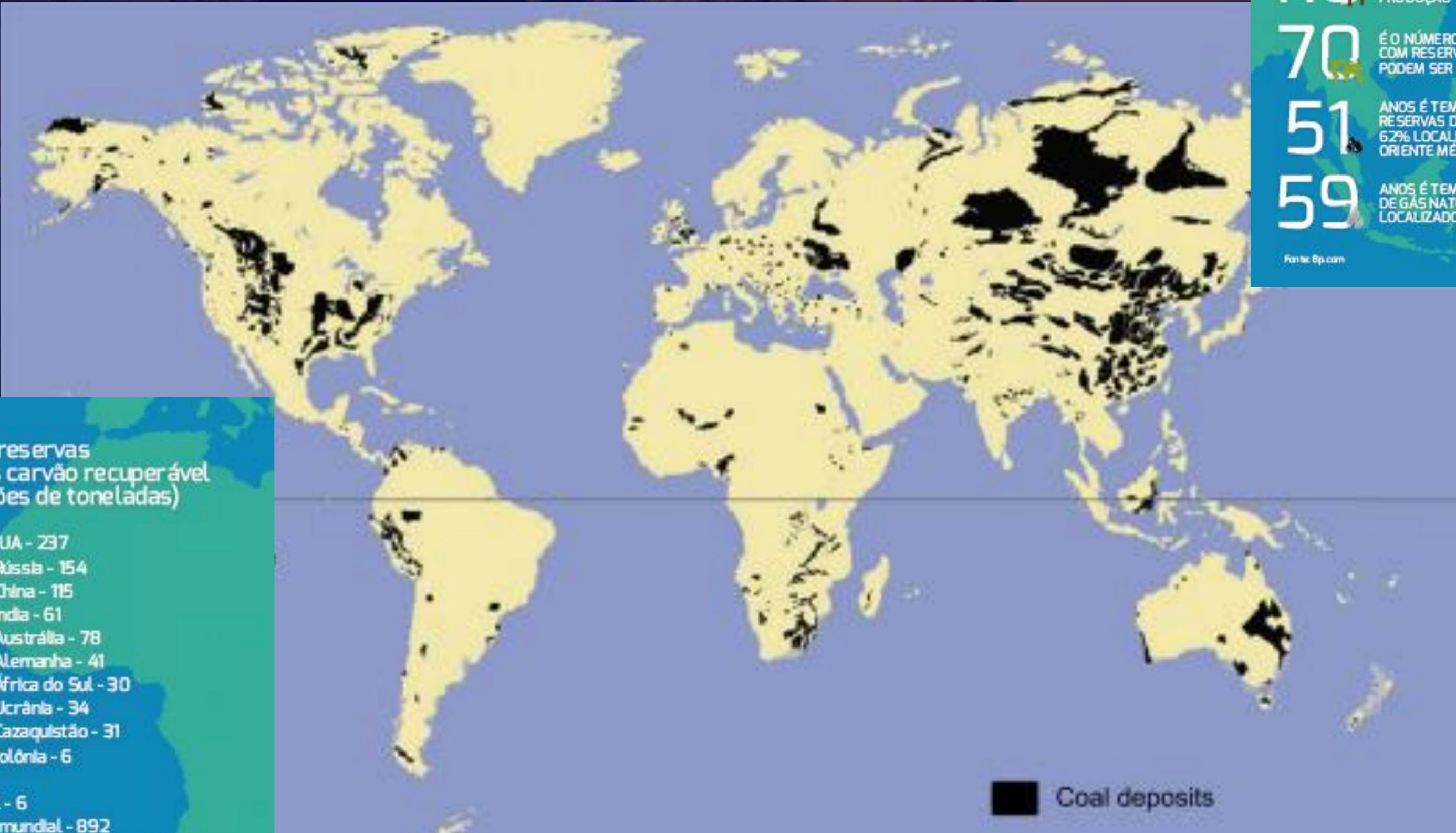
Carvão mineral no mundo

SÃO
1200

**PROJETOS DE INSTALAÇÃO
DE NOVAS USINAS
EM ANDAMENTO NO MUNDO**

COM MAIS DE
1.4 Mi

**MEGAWATTS
DE CAPACIDADE
TOTAL INSTALADA**



118 ANOS É O PERÍODO QUE TERÍAMOS DE RESERVAS NO NÍVEL ATUAL DE PRODUÇÃO

70 É O NÚMERO DE PAÍSES COM RESERVAS QUE PODEM SER MINERADAS

51 ANOS É TEMPO DE RESERVAS DE PETRÓLEO, 62% LOCALIZADOS NO ORIENTE MÉDIO

59 ANOS É TEMPO DE RESERVA DE GÁS NATURAL, 59% LOCALIZADOS NA RÚSSIA

Fonte: E-p.com

Maiores reservas mundiais carvão recuperável (em bilhões de toneladas)

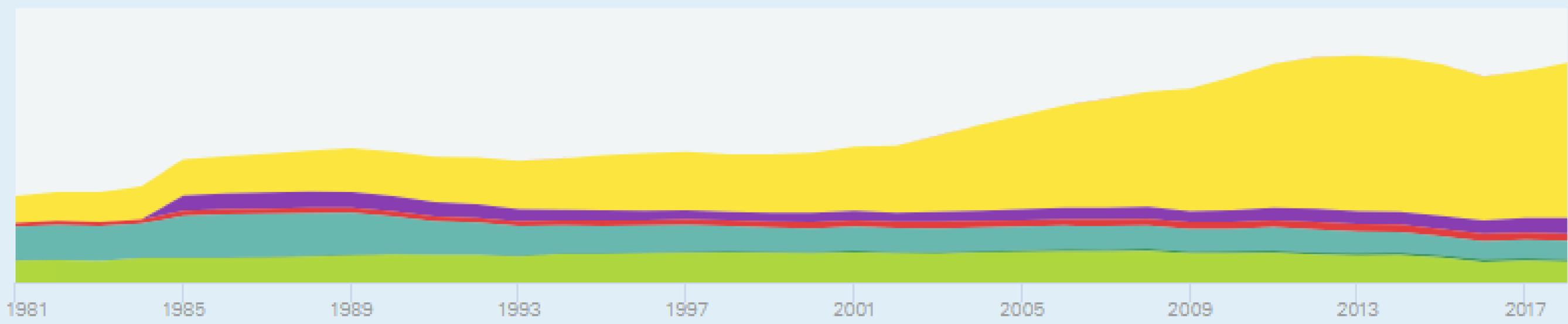
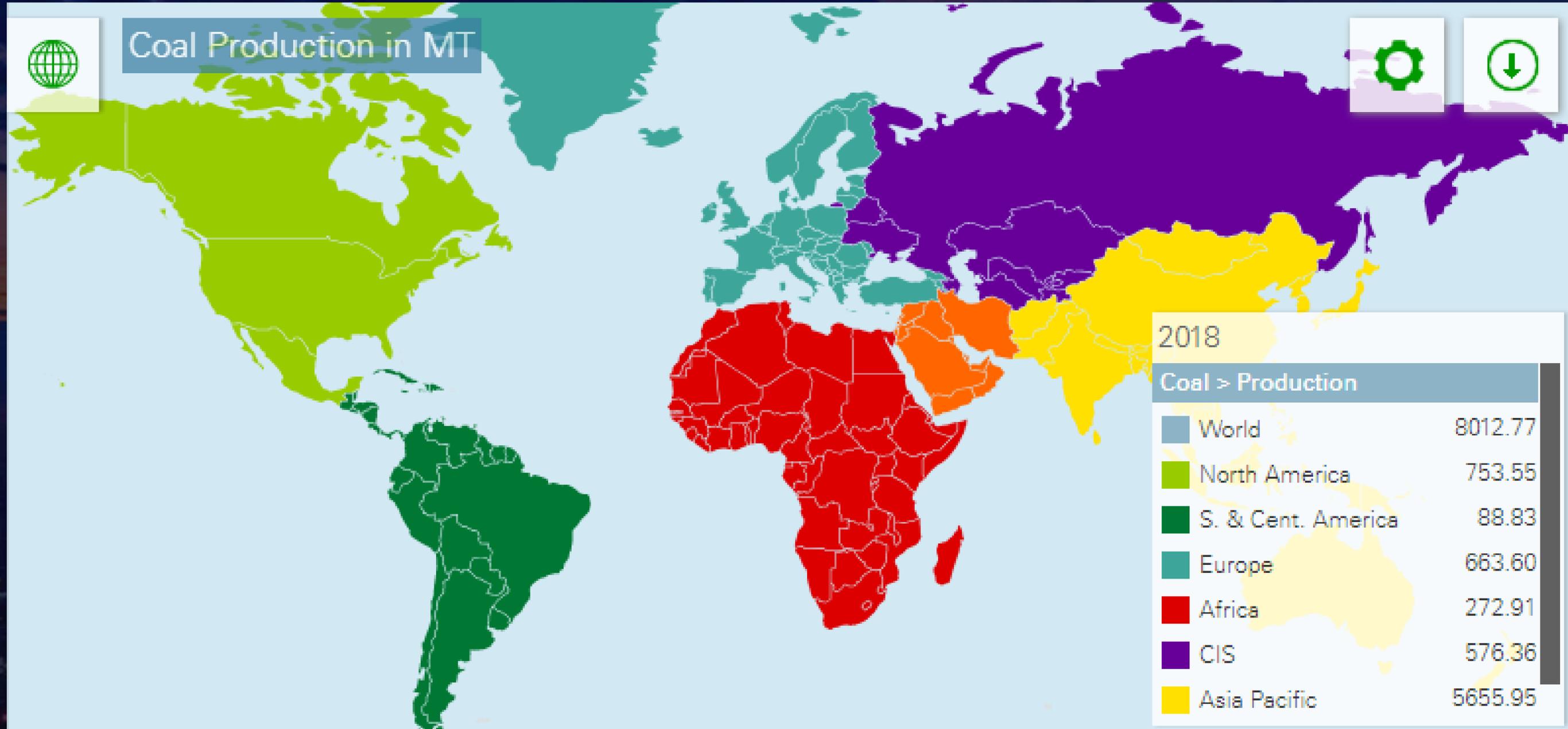
- 01 - EUA - 237
- 02 - Rússia - 154
- 03 - China - 115
- 04 - Índia - 61
- 05 - Austrália - 78
- 06 - Alemanha - 41
- 07 - África do Sul - 30
- 08 - Ucrânia - 34
- 09 - Cazaquistão - 31
- 10 - Polónia - 6

Brasil - 6
Total mundial - 892

Fonte: E-p.com - British Petroleum

 Coal deposits

2018





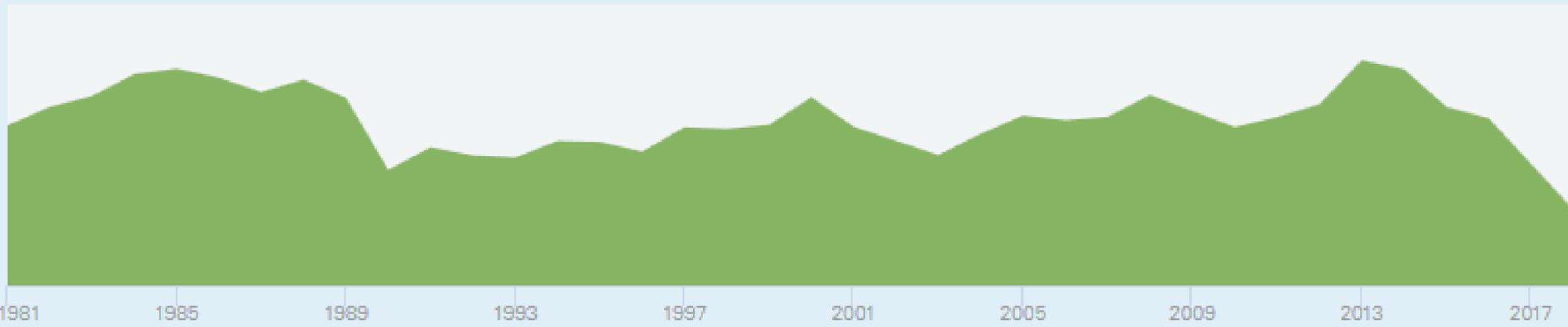
Coal Production in MT



2017

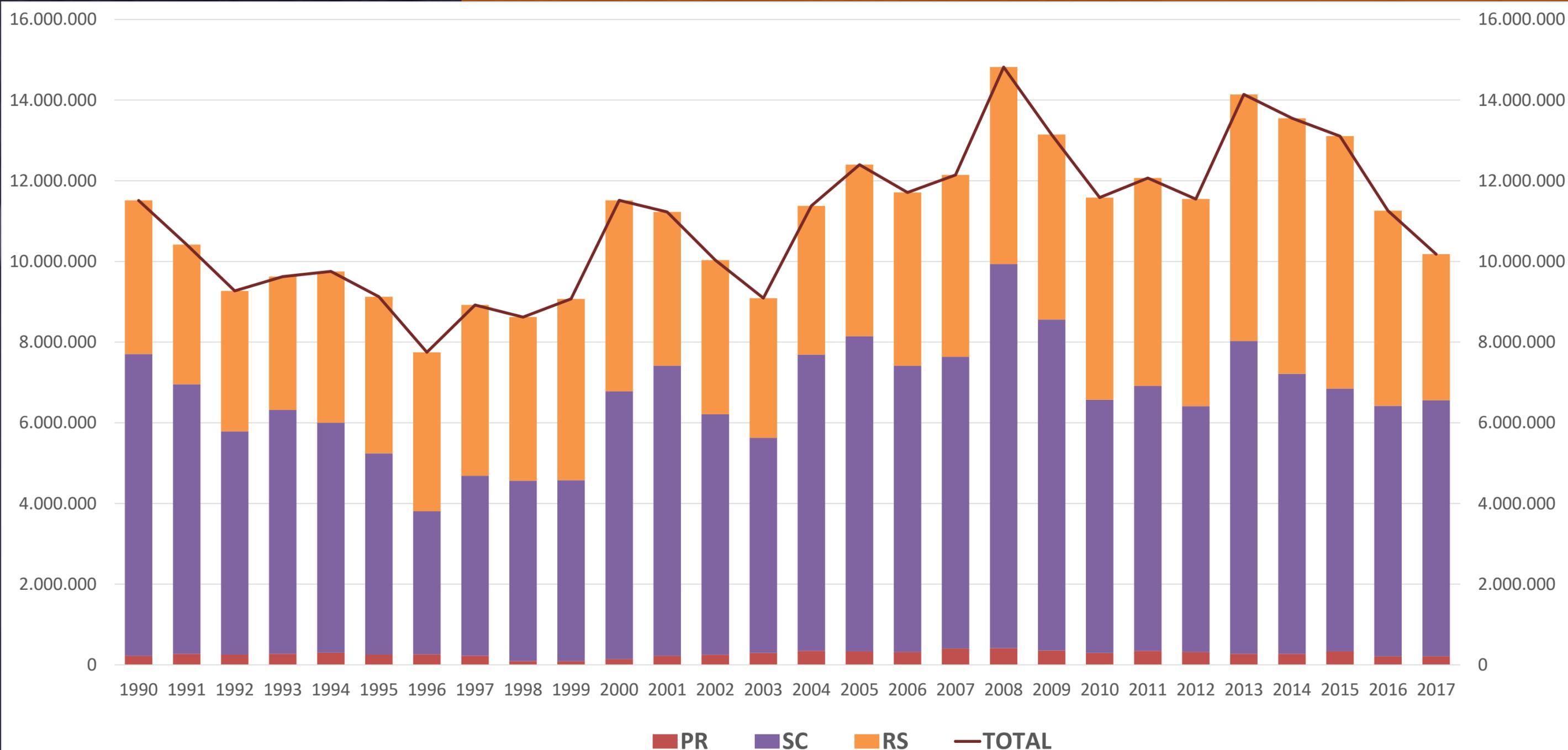
Coal > Production

World	7704.41
Brazil	4.33



PRODUÇÃO DE CARVÃO

NO BRASIL [t, ROM]





Terminologia de

reservas –

reservas brasileiras

Resultados de Exploração

Recursos Minerais

Reservas Minerais

Inferido

Indicado

Provável

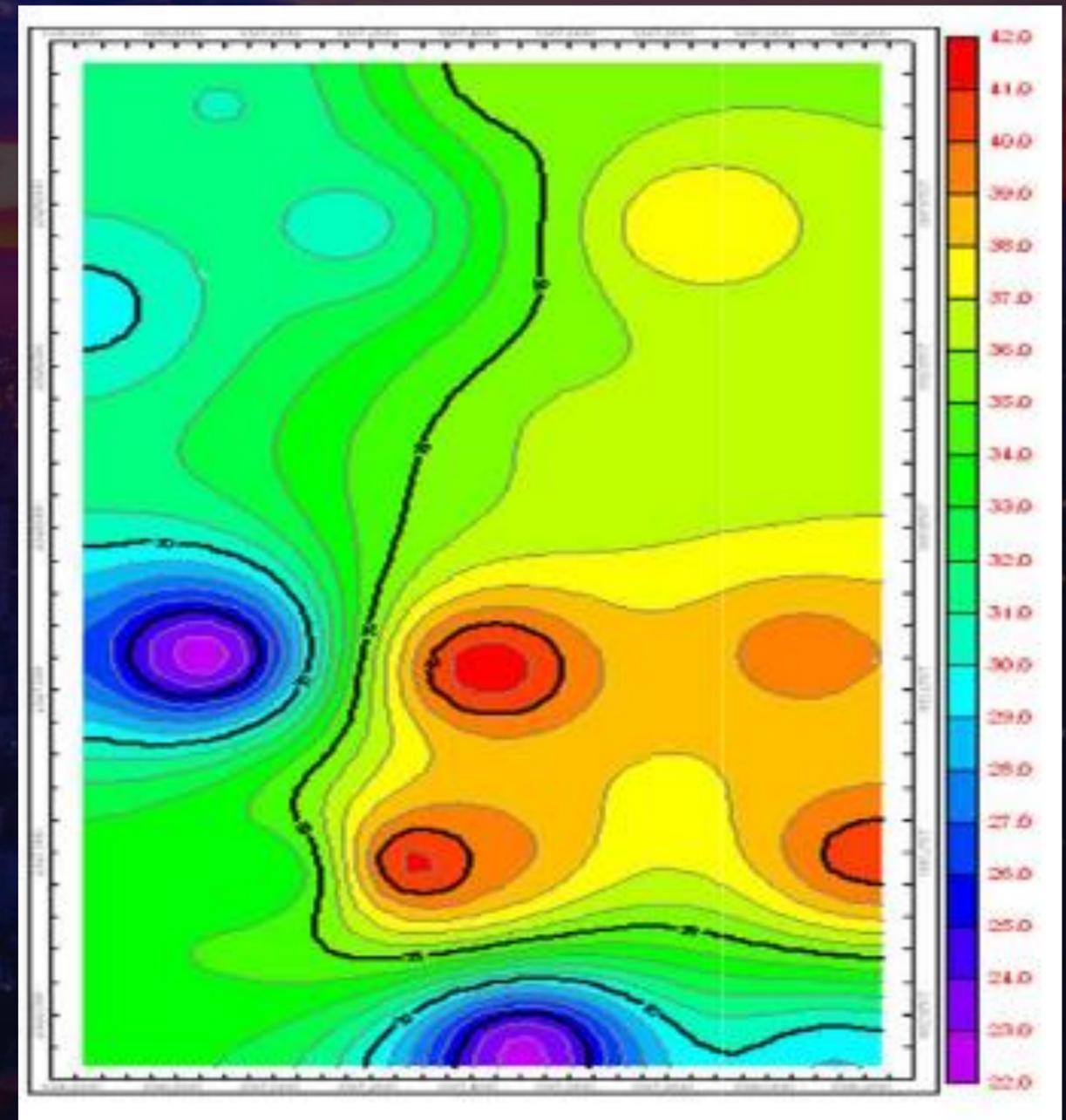
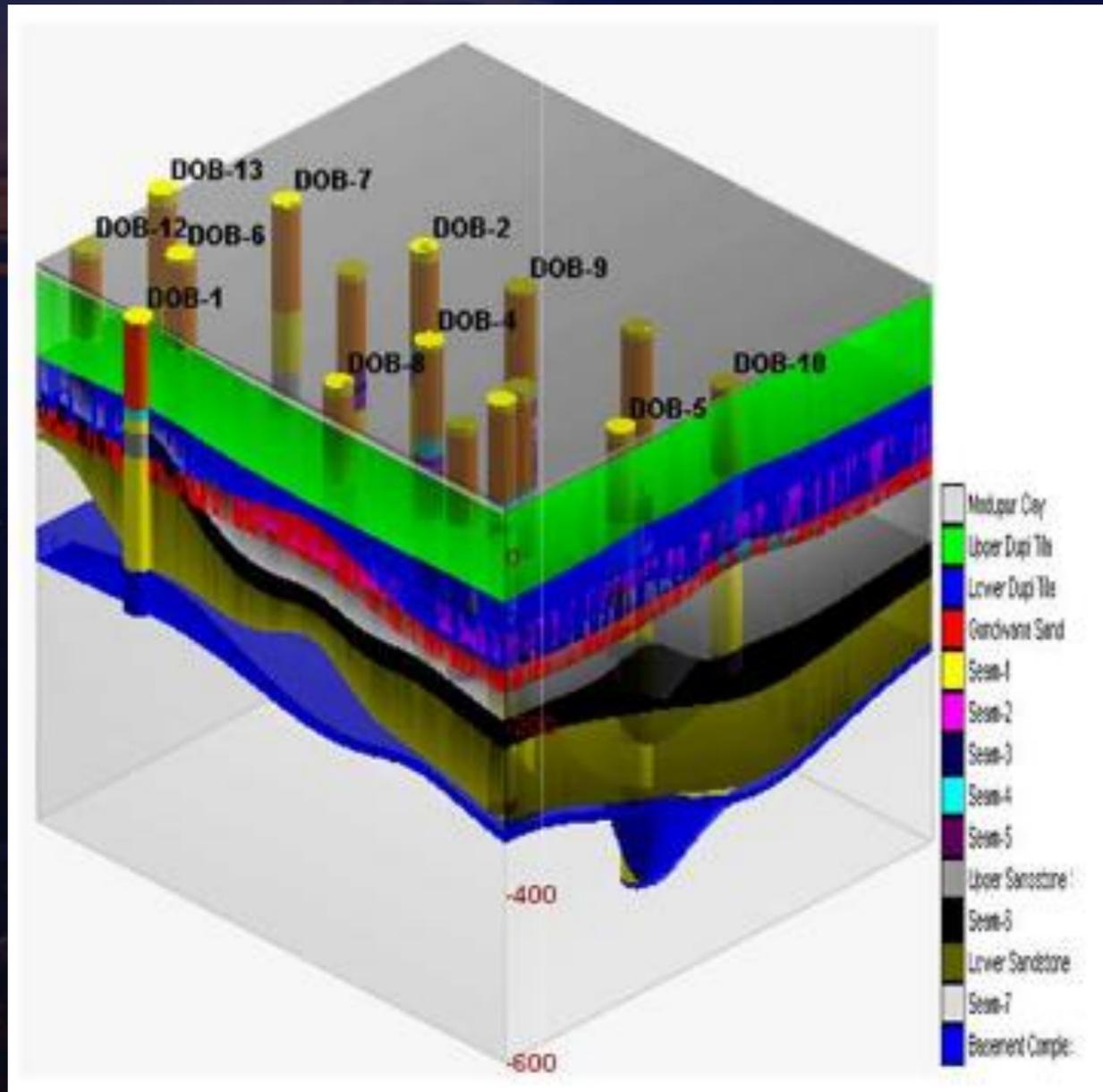
Medido

Provada

Aumento do nível de confiabilidade e conhecimento geológico

Considerações sobre lavra, processamento, metalurgia, infraestrutura, economicidade, mercado, aspectos legais, ambientais, sociais e governamentais.

“Fatores Modificadores”



Recurso Mineral é uma mineralização estimada por pesquisa

Determinação da tonelagem ou volume, o teor e/ou qualidades, conteúdo mineral, morfologia, continuidade e parâmetros físicos

Recurso Inferido: estimativa com base em amostragem limitada

- ✓ Baixo nível de confiabilidade
- ✓ Informações suficientes (geológicas ou geoquímicas ou geofísicas)
- ✓ Admissão de continuidade sem comprovação de mérito econômico potencial.
- ✓ Pesquisa não é detalhada
- ✓ Amostragem tem espaçamento amplo
- ✓ Pode incluir exposições naturais e artificiais: trincheiras, poços, galerias e furos de sonda

Recurso Mineral Indicado: estimativas com base em dados mais confiáveis

- ✓ Envolve pesquisa com amostragem direta em estações (afloramentos, trincheiras, poços, galerias e furos de sonda), adequadamente espaçadas.
- ✓ Médio nível de confiabilidade

Recurso Mineral Medido: resultados das pesquisas com base em estimativas suportadas por amostragem densa

- ✓ Maior nível de confiabilidade
- ✓ Variabilidade não superior a 20%

Uma Reserva Mineral é a parte economicamente lavrável de um Recurso Mineral Indicado e/ou Medido

Recurso Indicado

Recurso Medido

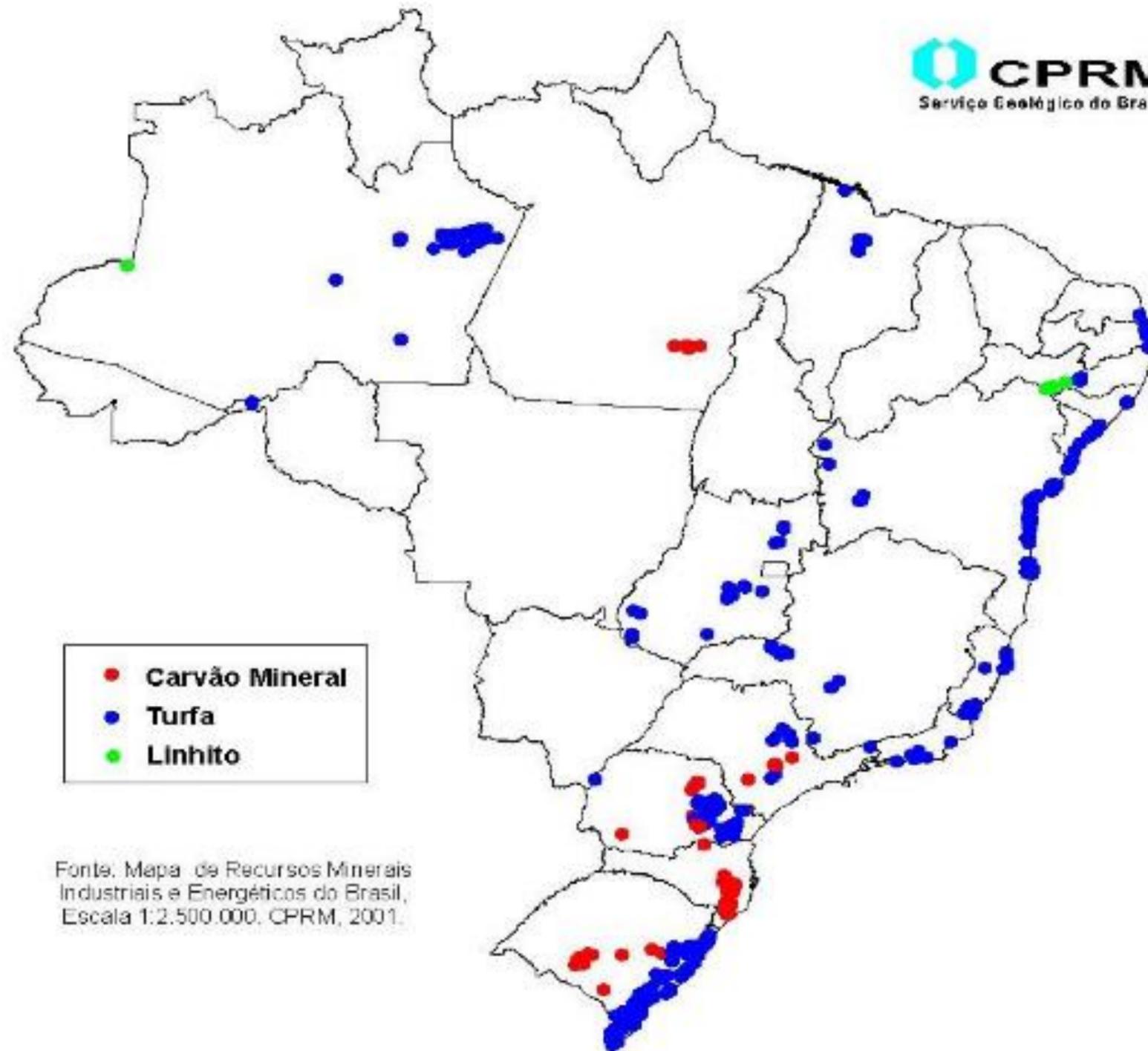
LAVRÁVEL

Reserva Indicada (ou provável)

Reserva Medida (ou provada)

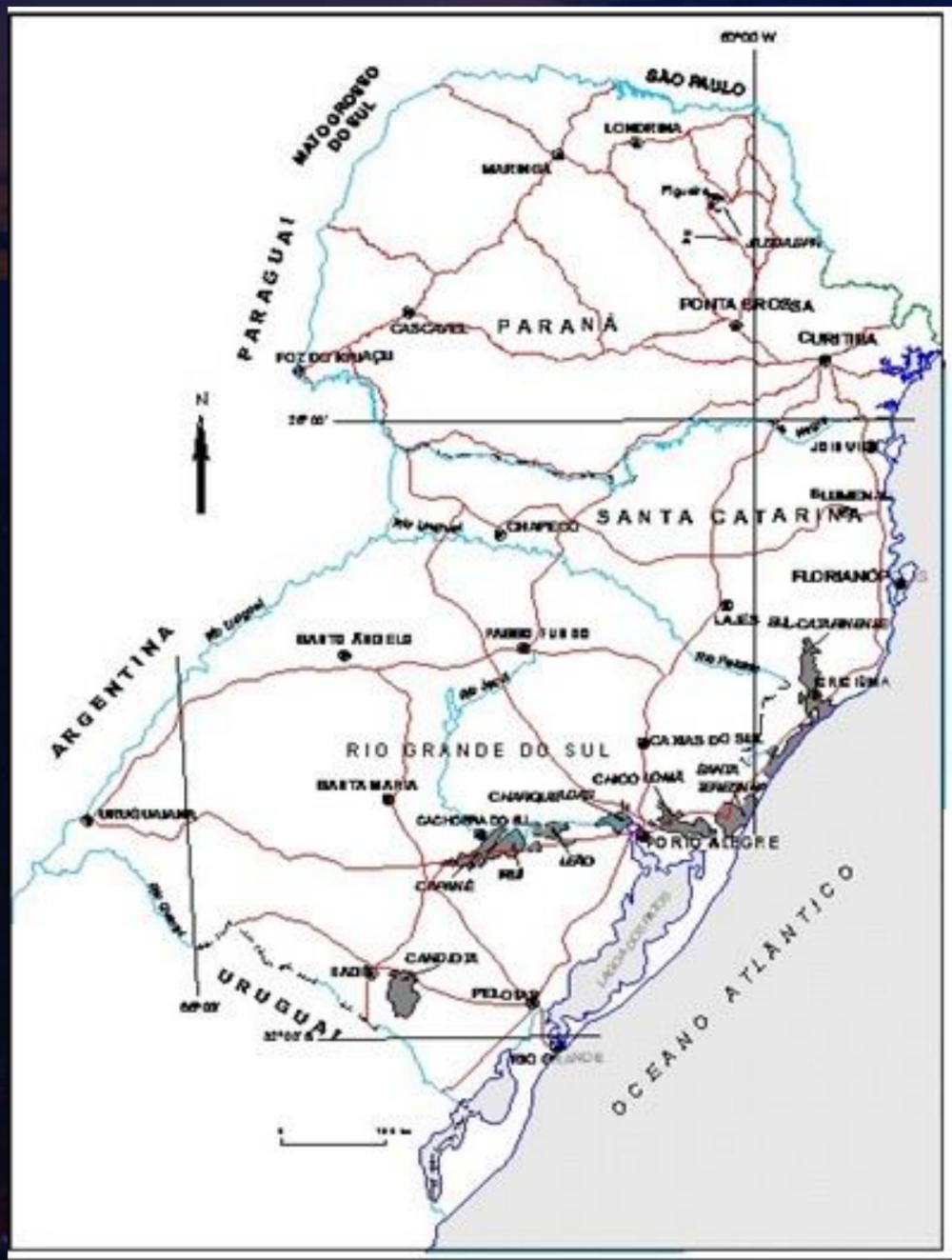
MAPA DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE CARVÃO MINERAL, LINHITO E TURFA DO BRASIL

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil



- Carvão Mineral
- Turfa
- Linhito

Fonte: Mapa de Recursos Minerais Industriais e Energéticos do Brasil, Escala 1:2.500.000, CPRM, 2001.



Estado	Jazida	Recursos [10 ⁶ t]	%
Paraná	Cambuí	44	0,3
	Sapopema	45	
		Total 89	
Santa Catarina	Barro Branco	1.045	9,6
	Bonito	1.601	
	Pré-Bonito	414	
		Total 3.060	
Rio Grande do Sul	Candiota	12.275	90,1
	Leão	2.439	
	Charqueadas	2.993	
	Iruí / Capané	2.688	
	Morongava	3.128	
	Santa Terezinha	5.068	
		Total 28.591	

Fonte : CPRM – Projeto Borda Leste, 1986

Estado	Jazida	PCS (kcal/kg)	Carbono (%)	Cinzas (%)	Enxofre (%)
Paraná	CAMBUÍ	4.850	30	45	6,0
	SAPOPEMA	4.900	30,5	43,5	7,8
Santa Catarina	BARRO BRANCO	2.800	35	62	6,0
	BONITO	2.800	28	63	4,3
Rio Grande do Sul	CANDIOTA	3.200	23,3	52,5	1,6
	SANTA TEREZINHA	3.800 - 4.300	28,0 - 30,0	41,0 - 49,5	0,5 - 1,9
	MORUNGAVA/ CHICO LOMÃ	3.700 - 4.500	27,5 - 30,5	40,0 - 49,0	0,6 - 2,0
	CHARQUEADAS	2.950	24,3	54,0	1,3
	LEÃO	2.950	24,1	55,6	1,3
	IRÍ	3.200	23,1	52,0	2,5
	CAPANÉ	3.100	29,5	52,0	0,8

MERCADOS	Normas de Recursos e Reservas
EUA - New York Stock Exchange.	SEC Industry Guide 7, The SME Guide For Reporting Exploration Results, Mineral Resources, and Mineral Reserves (The 2014 SME Guide) (*).
Canadá - Toronto Stock Exchange, Vancouver Stock Exchange.	NI 43-101, CIM Estimation of Mineral Resources & Mineral Reserves Best Practice Guidelines.
Austrália - Australian Stock Exchange.	JORC Code (2012). Mineral Resource and Ore Reserve Estimation – The AusIMM Guide to Good Practice (2014).
Inglaterra – London Stock Exchange, London Alternative Markets.	European Code For Reporting Of Mineral Exploration Results, Mineral Resources And Mineral Reserves.
Chile – Santiago Stock Exchange.	Chilean Code - Certification Code For Exploration Prospects, Mineral Resources And Ore Reserves. Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.
Brasil – BOVESPA	Regulamento do Código de Mineração.



Um Profissional Qualificado registrado junto à CBRR deve ter:

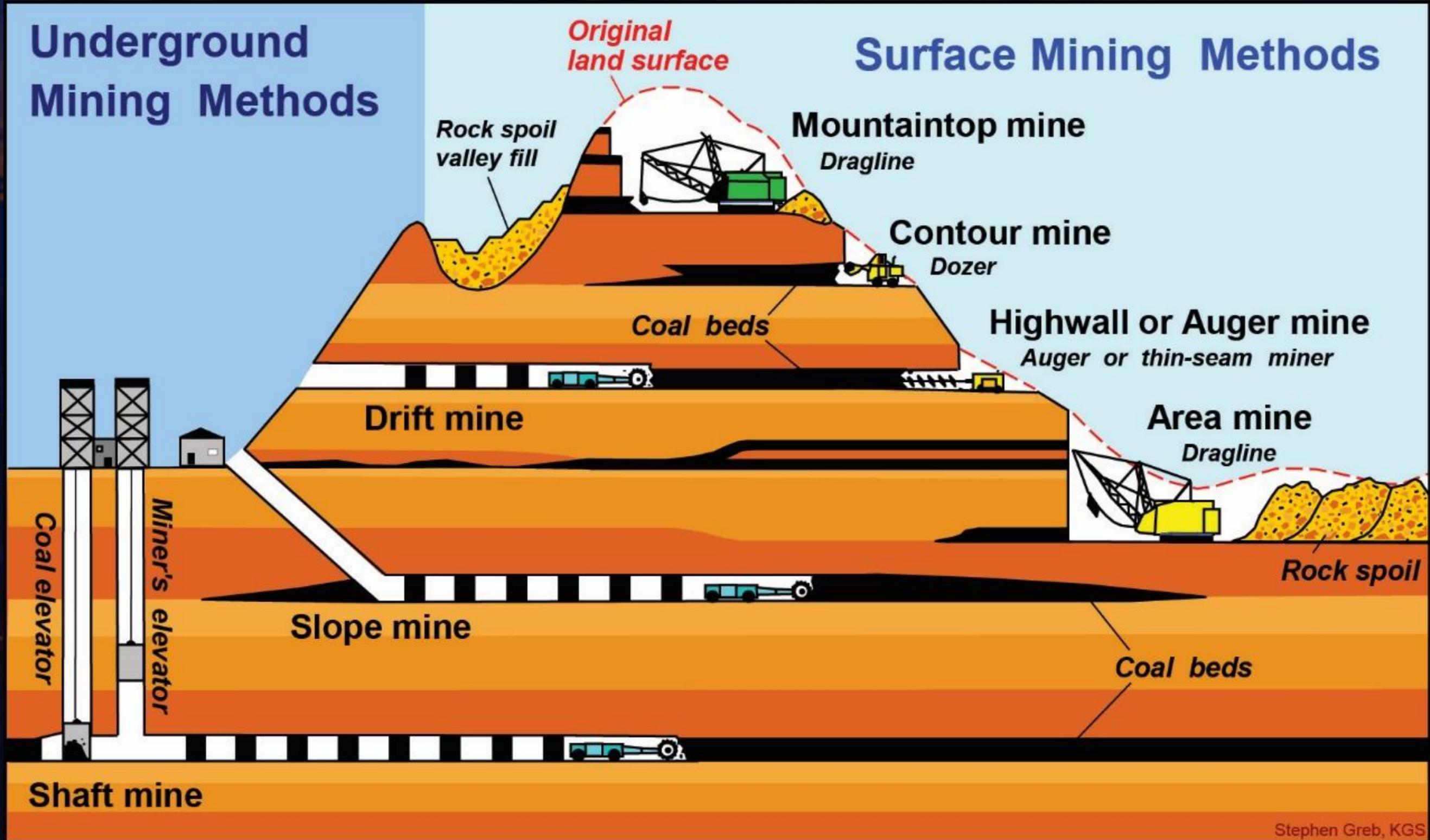
- no mínimo 10 (dez) anos de experiência profissional
- no mínimo 5 (cinco) anos de experiência relevante
- dos quais pelo menos 3 (três) anos em posição de responsabilidade.

An aerial photograph of a city at sunset and night. The sky is a mix of deep blue, purple, and orange. The city lights are visible, and a large orange semi-transparent rectangle is overlaid on the left side of the image.

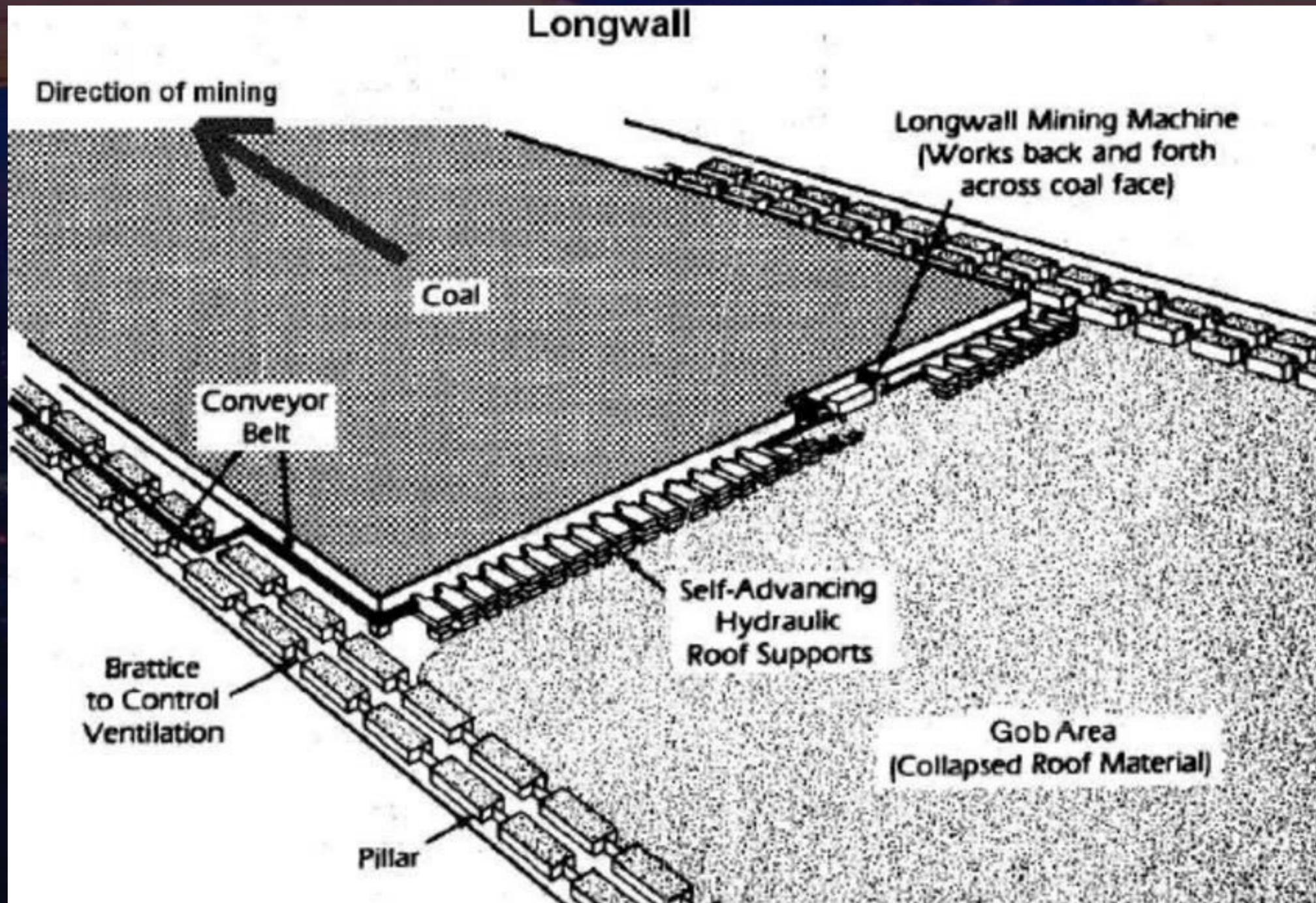
Métodos de lavra

Underground Mining Methods

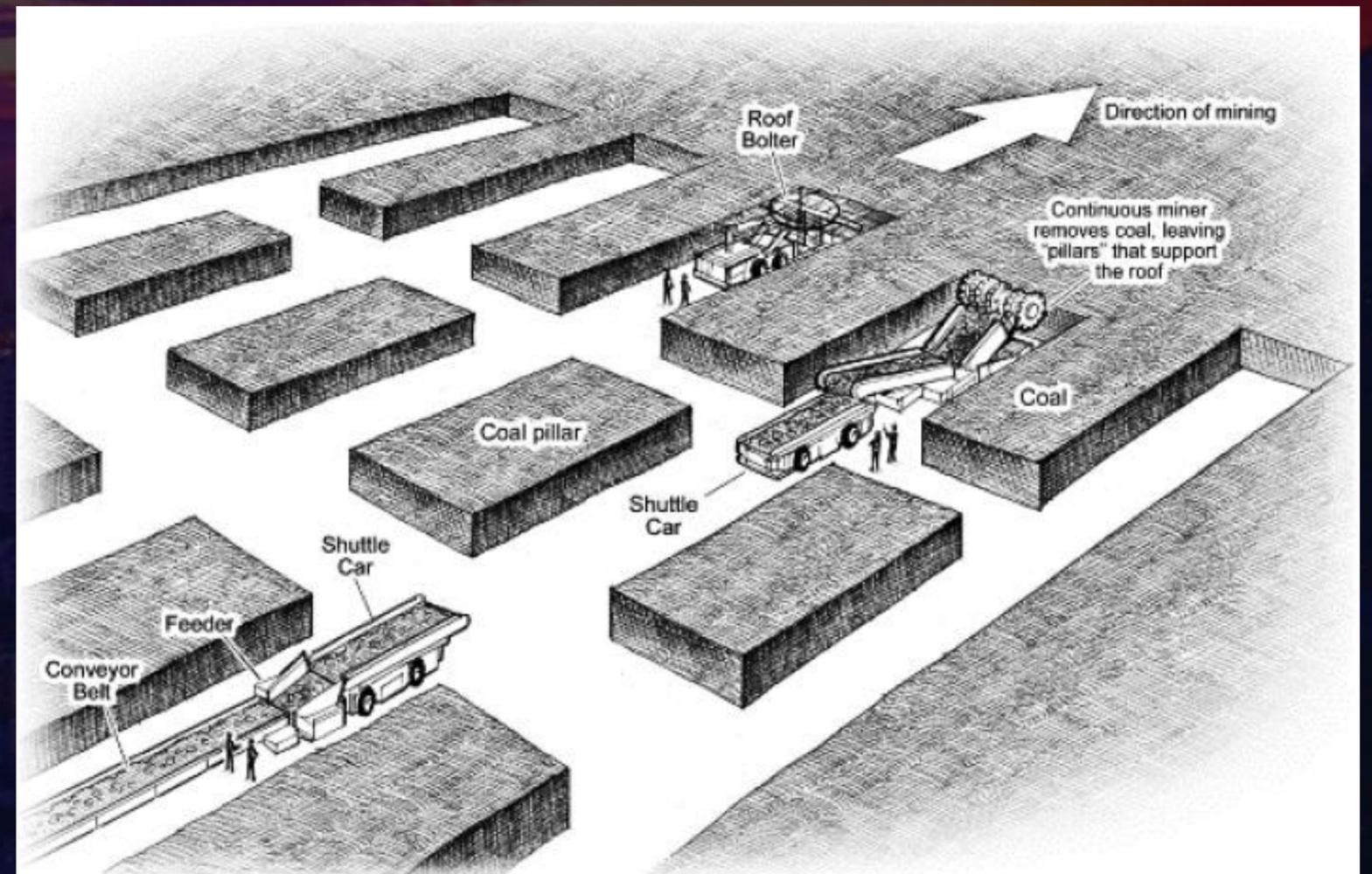
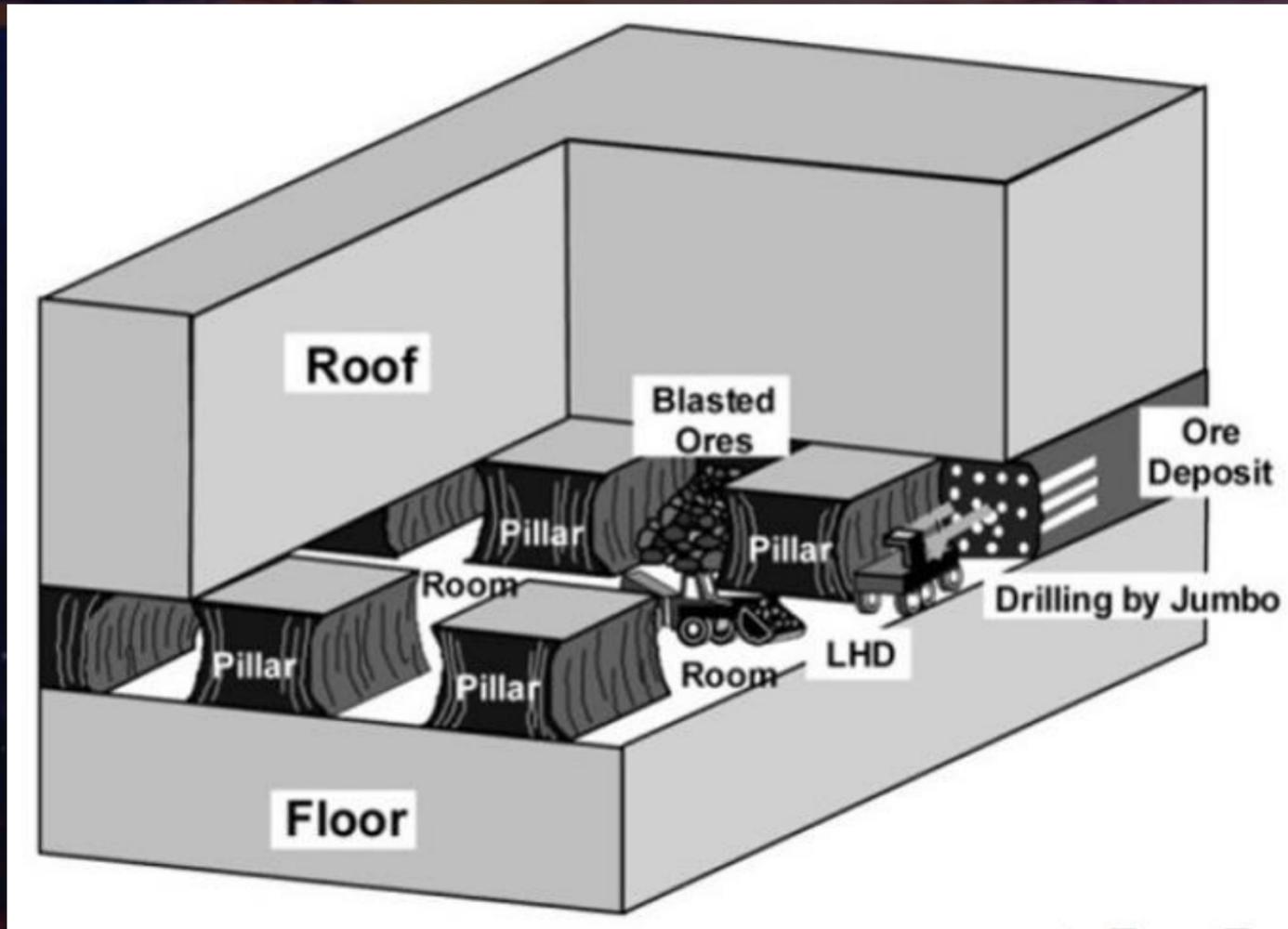
Surface Mining Methods



Lavra subterrânea



Lavra subterrânea



Preparação

Desmonte

Operações
unitárias

Transporte

Escoramento



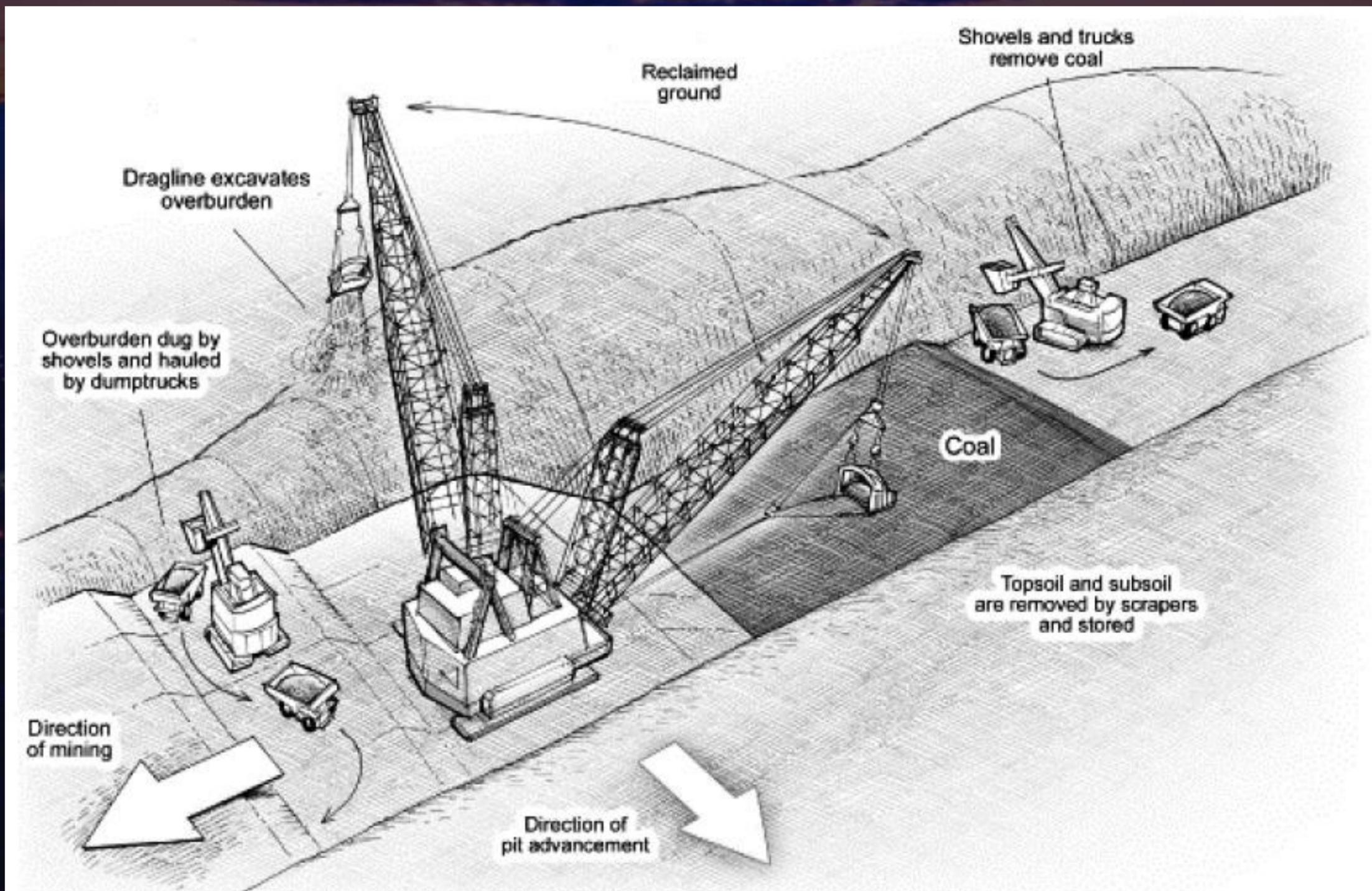






LONGWALL MINING

Lavra a céu aberto



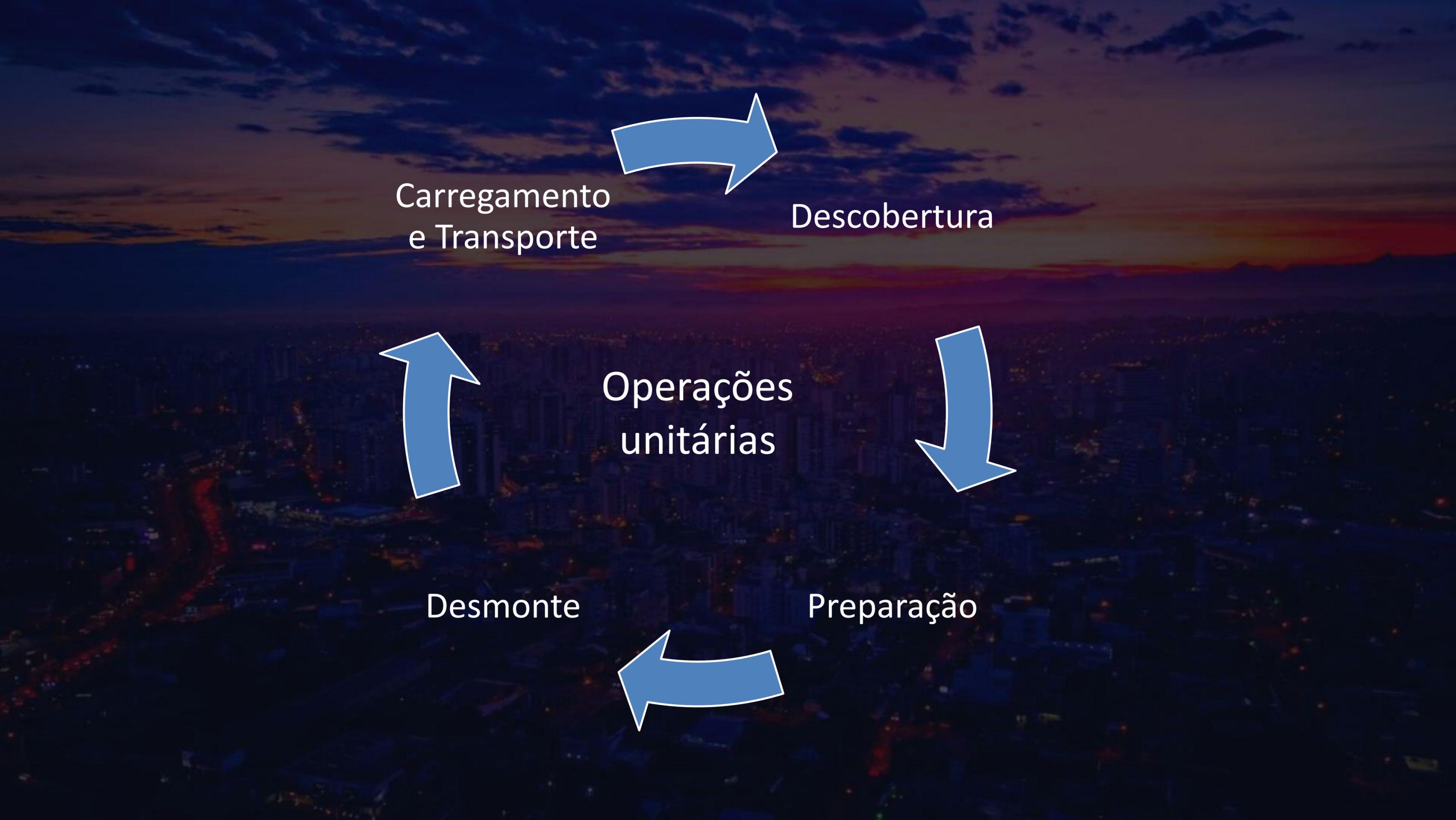
Carregamento
e Transporte

Descobertura

Operações
unitárias

Desmonte

Preparação



An aerial photograph of a city at sunset and night. The sky is a mix of orange, pink, and blue, with scattered clouds. The city lights are visible in the lower half of the image, with a prominent orange semi-transparent rectangle overlaid on the left side.

Principais máquinas e equipamentos

Minerador contínuo



LHD



Shuttle-car



Carregadeira



Perfuratriz



Shovel



Escavadeira



Dragline



Bucket wheel excavator



An aerial photograph of a city at sunset. The sky is filled with vibrant colors of orange, red, and purple, with scattered clouds. The city below is illuminated with lights, and the overall scene is viewed from a high vantage point. A semi-transparent orange rectangle is overlaid on the left side of the image, containing the text.

Saúde e segurança







An aerial photograph of a city at sunset. The sky is filled with vibrant colors of orange, red, and purple, with scattered clouds. The city below is illuminated with lights, and the overall scene is viewed from a high vantage point. A semi-transparent orange rectangle is overlaid on the left side of the image, containing the text.

Processos de separação e beneficiamento

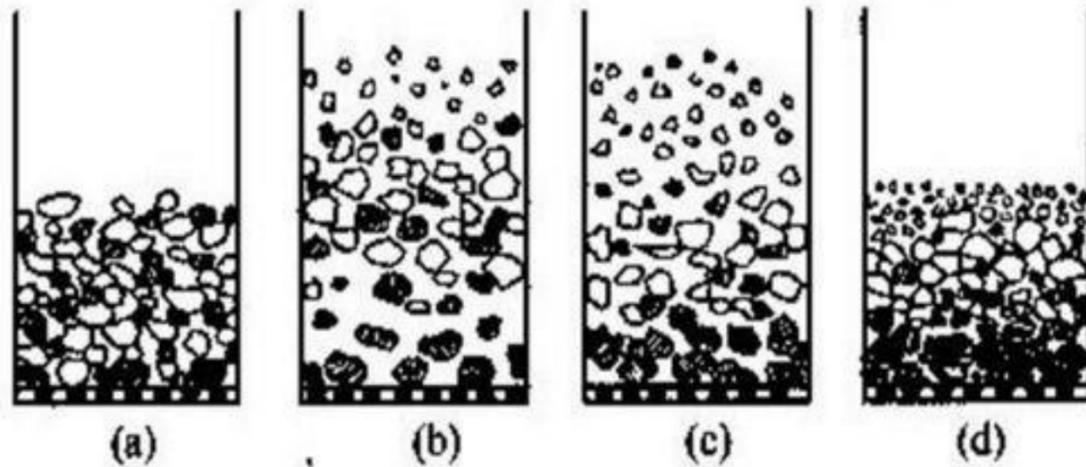




Working Principle

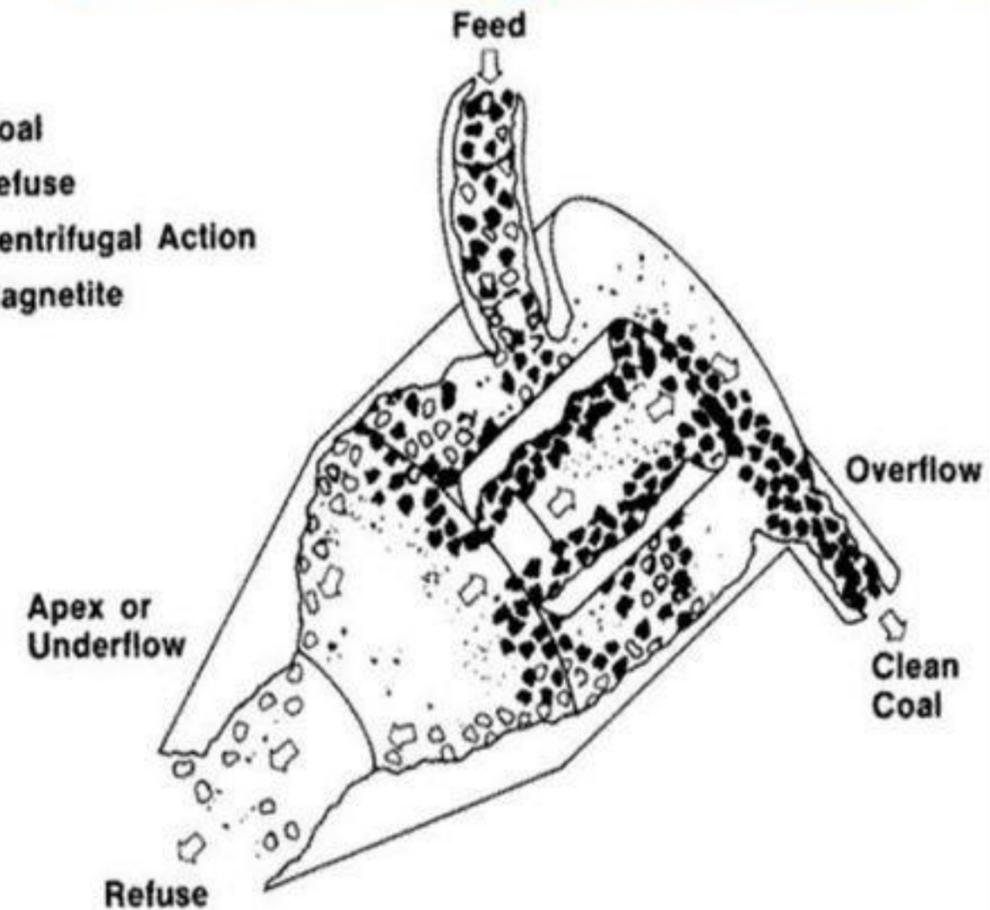
Under Pulsated Jig Heavy Media Cyclone

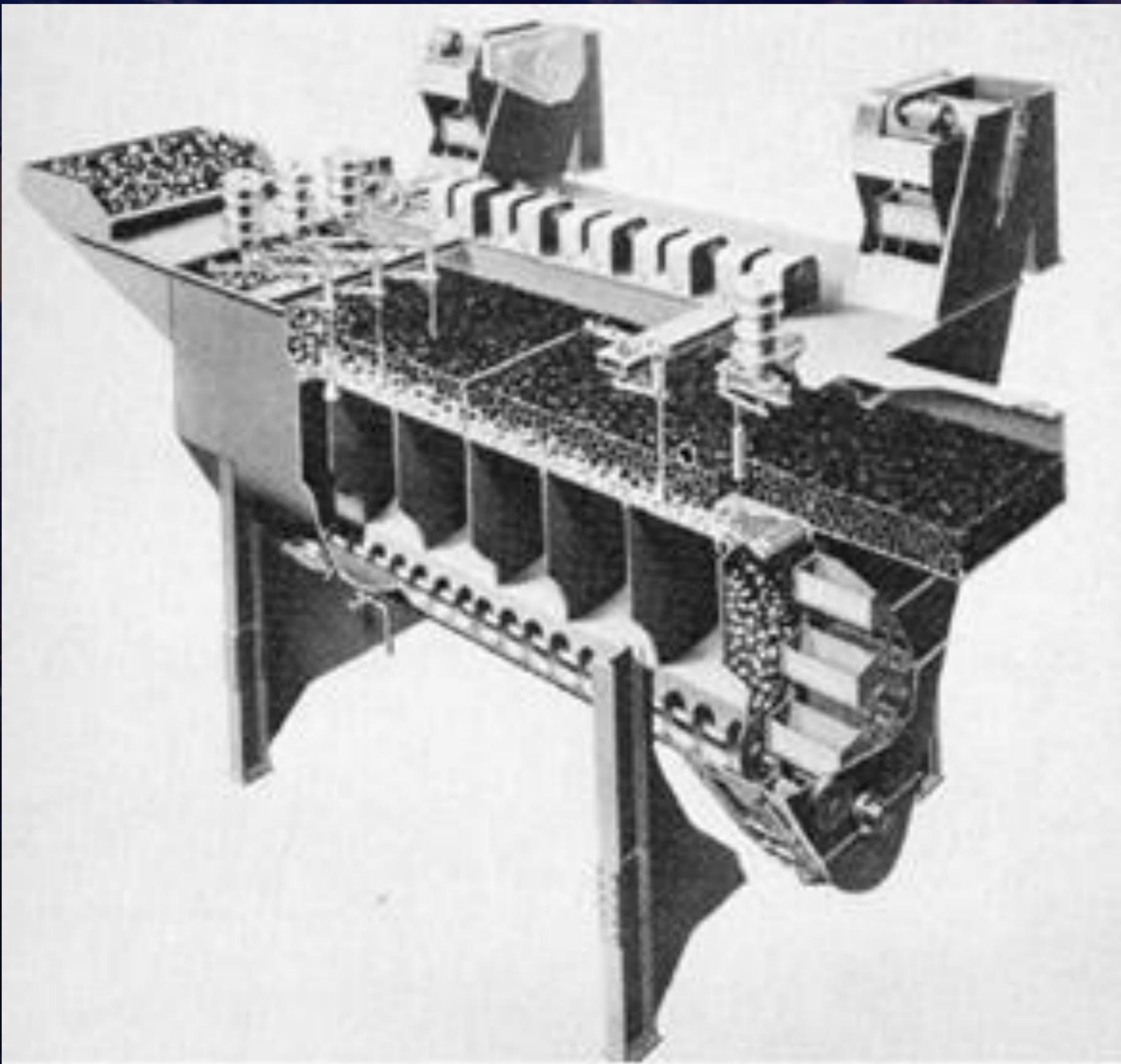
Mineral Layered Process in The Jigging Separation

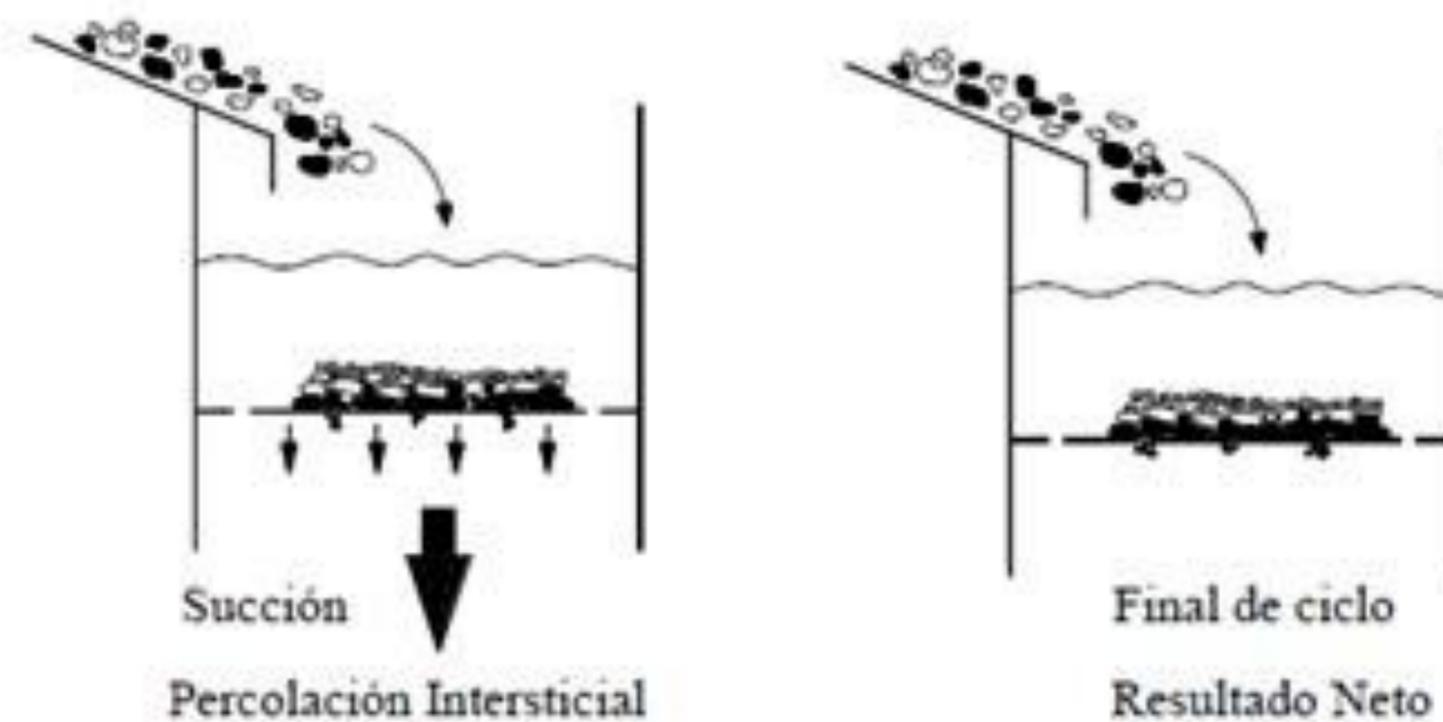
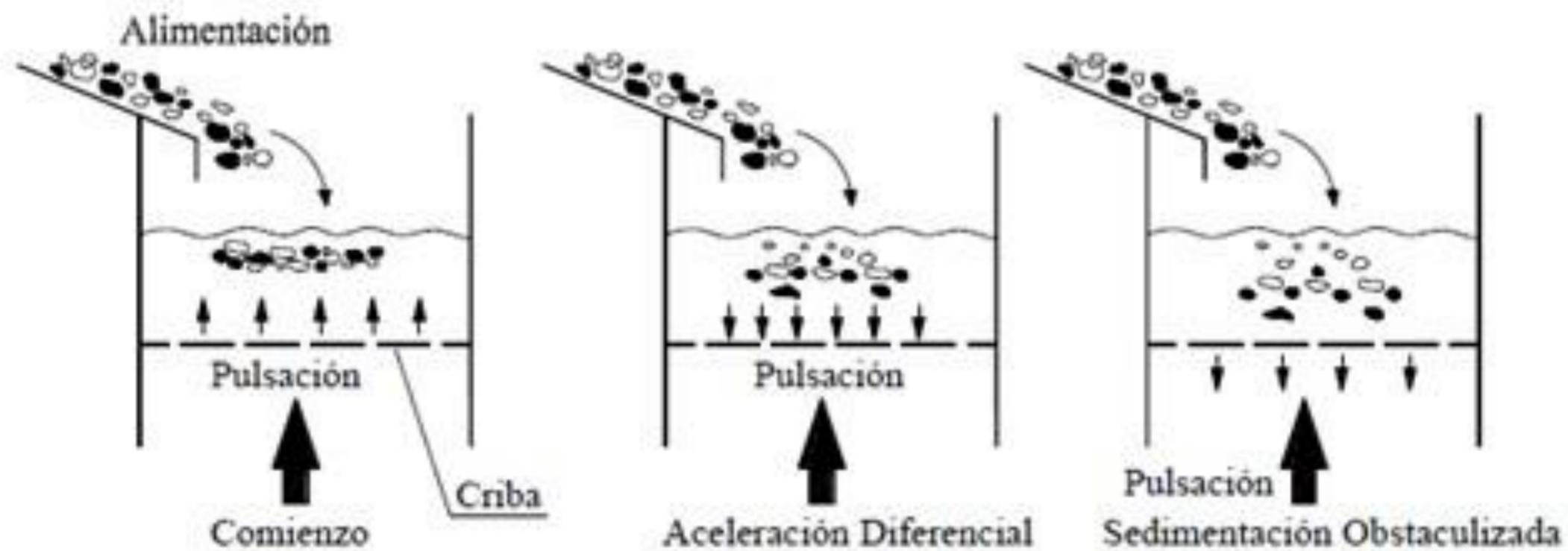


- (a) Particles mixed pile before laying;
- (b) Rising water lift the bed layer;
- (c) Particle sedimentation stratification in the water;
- (d) Water drops, bed layer is dense, heavy mineral into the bottom.

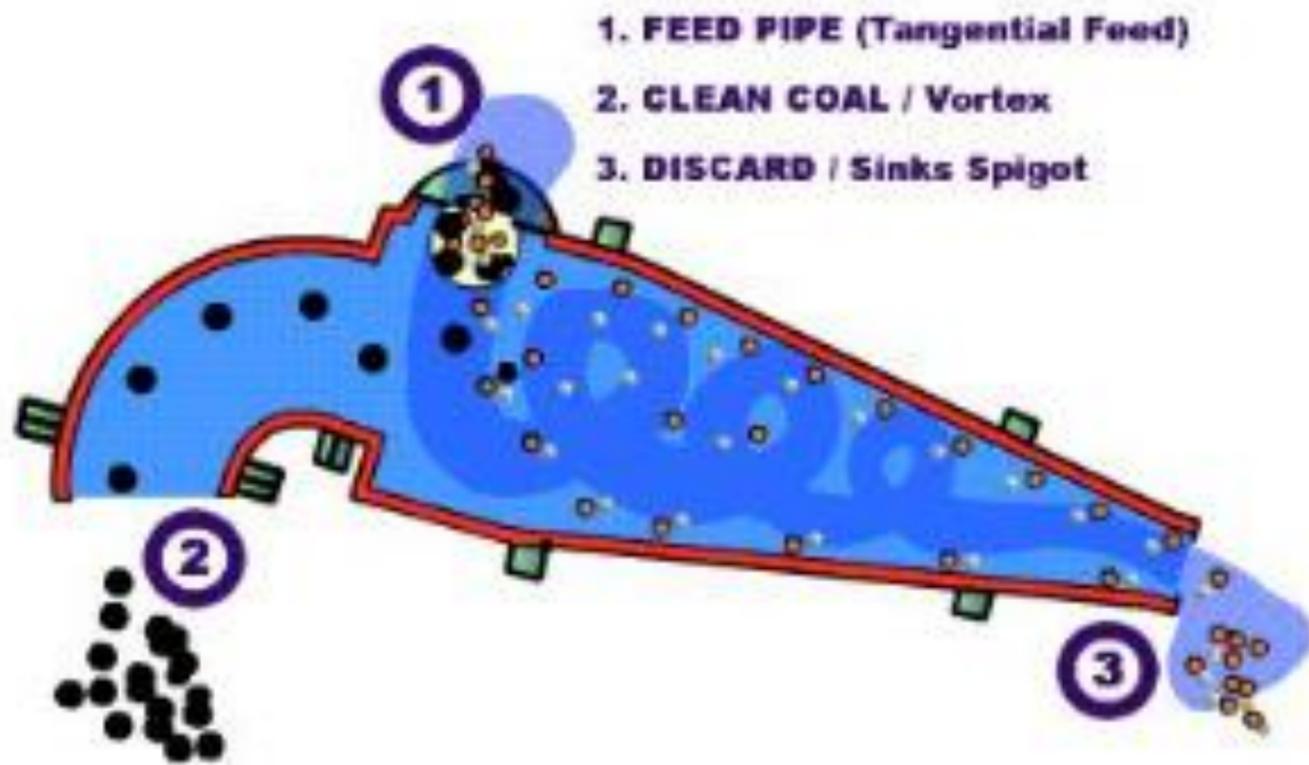
- Coal
- Refuse
- ⊞ Centrifugal Action
- ⊞ Magnetite

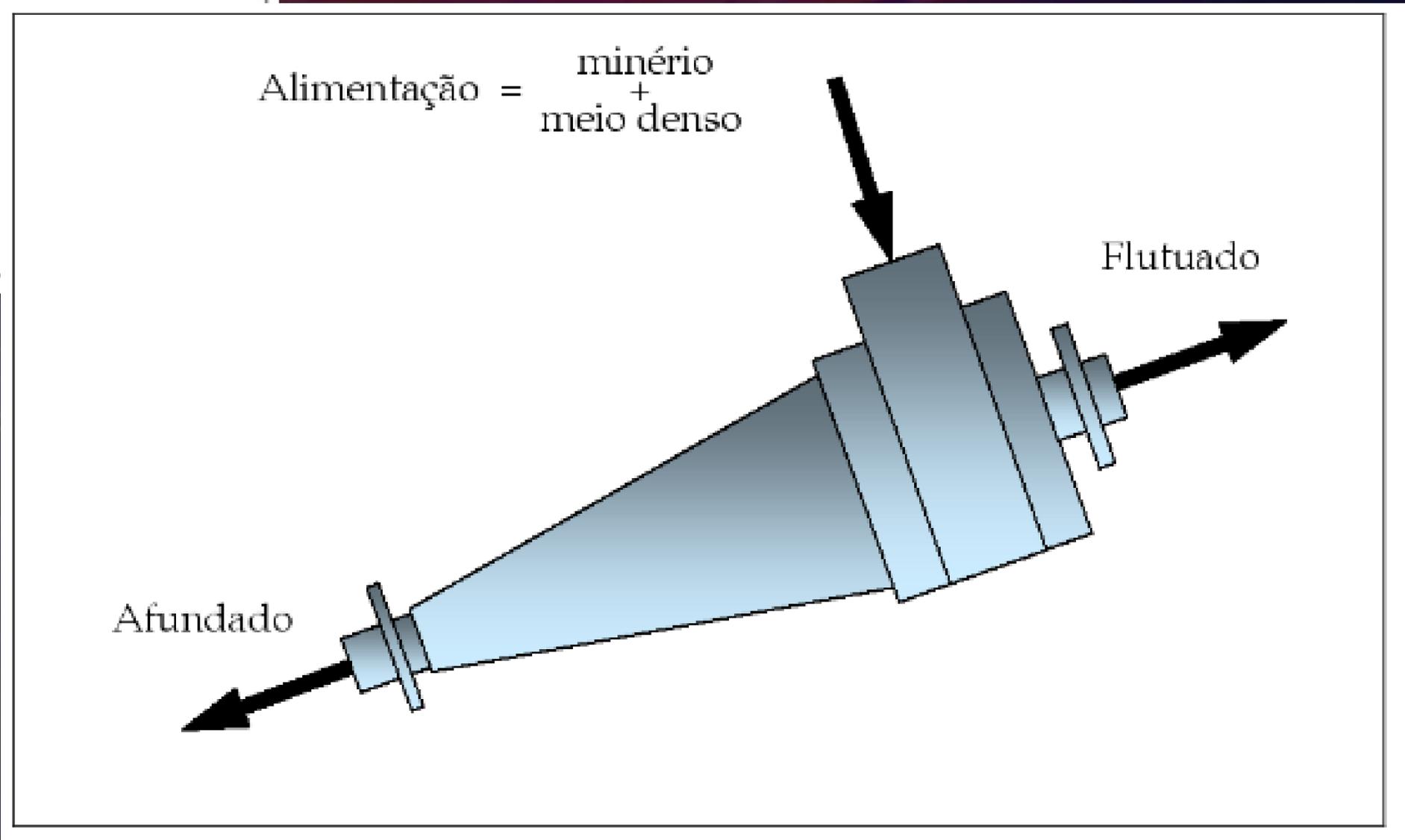
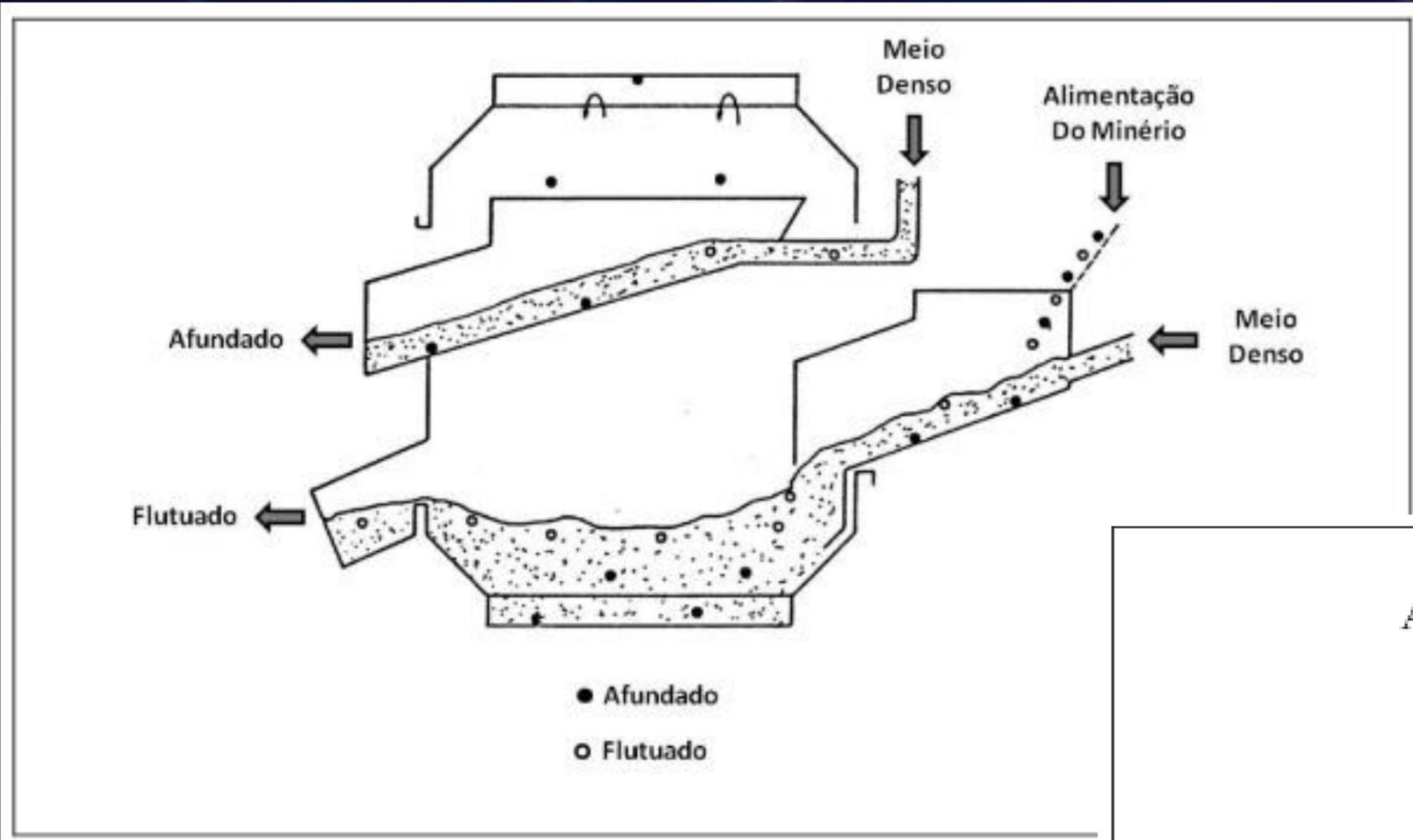






Partículas oscuras = partículas densas.
 Partículas blancas = partículas ligeras.



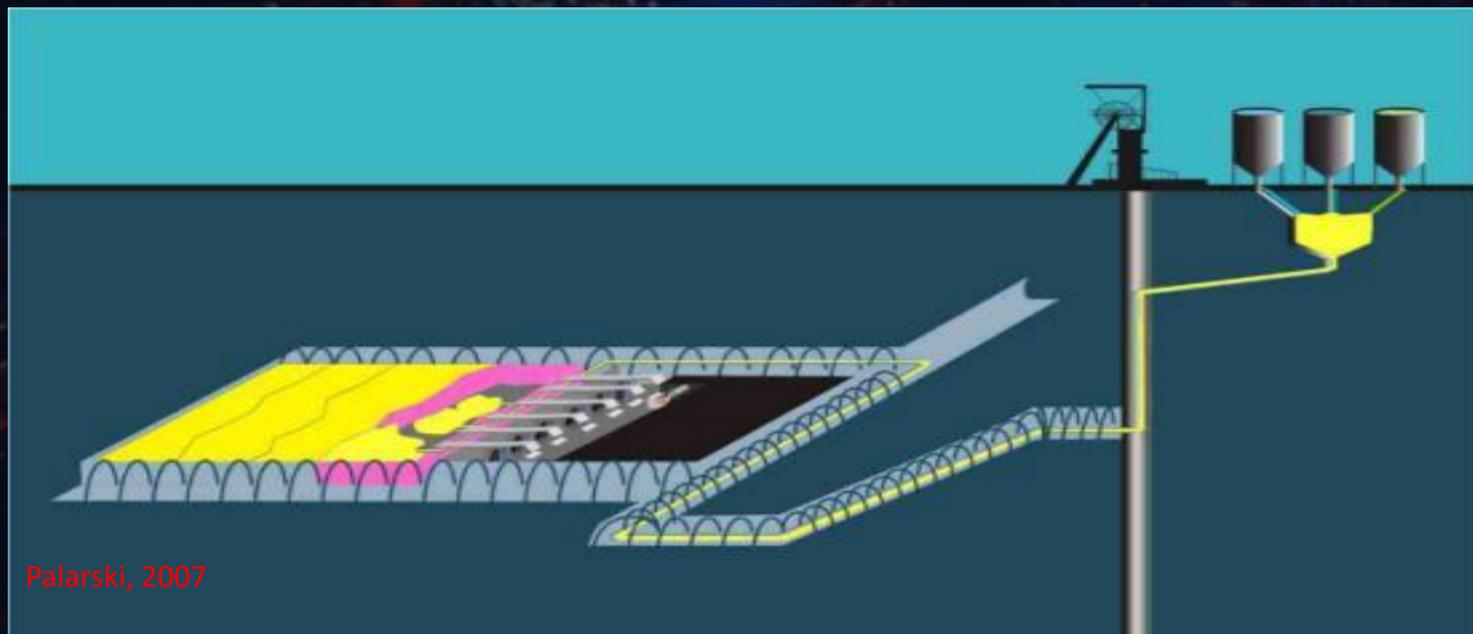
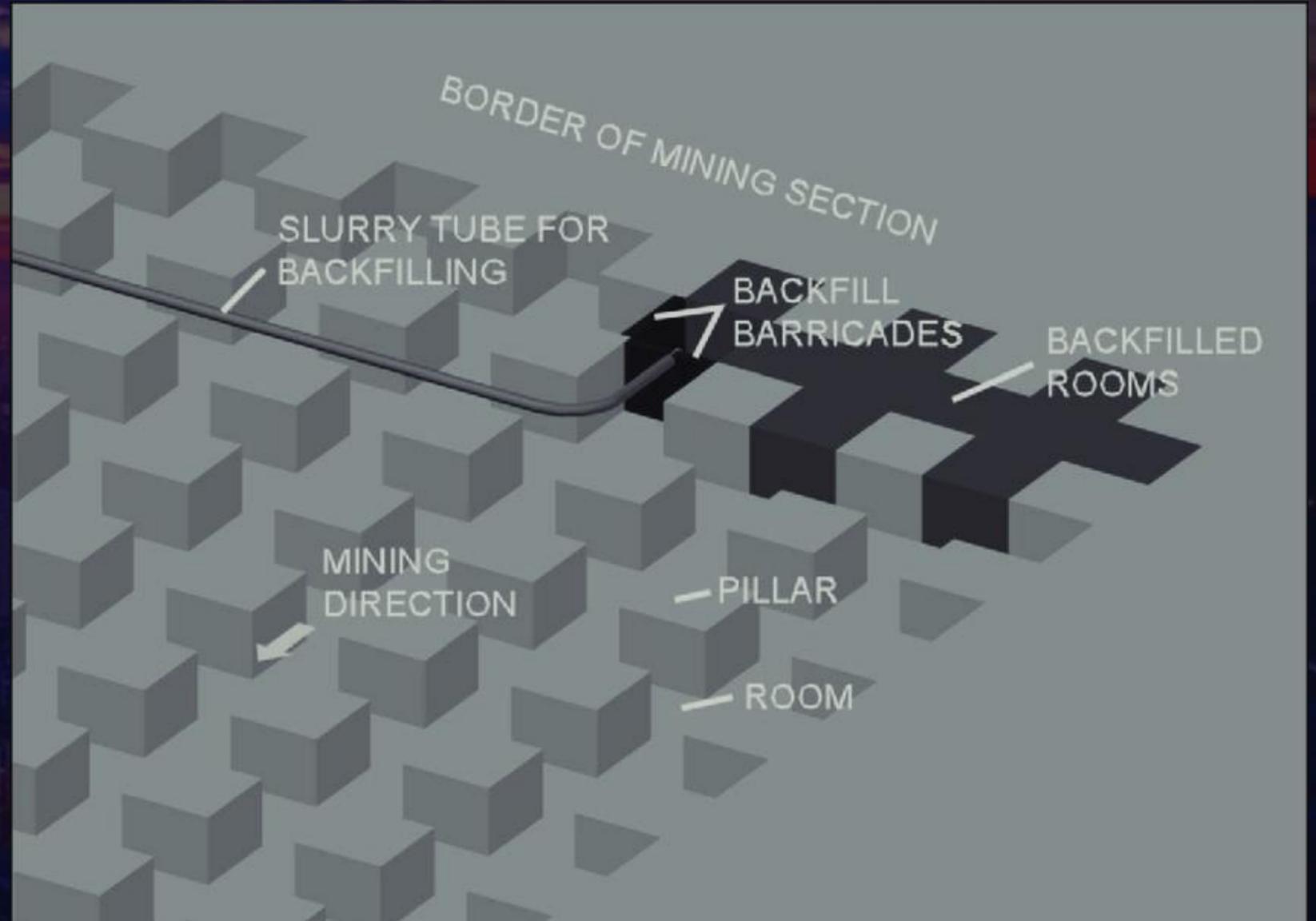






Destinação de inertes





Elementos terras raras

Legend:

- Light Rare Earth Elements
- Heavy Rare Earth Elements
- Critical Rare Earth Elements

* Gd: IUPAC Light REE; USGS Heavy REE
** Included with rare earth elements



1. [Lantânio \(La\)](#)

2. [Cério \(Ce\)](#)

3. [Praseodímio \(Pr\)](#)

4. [Neodímio \(Nd\)](#)

5. [Promécio \(Pm\)](#)

6. [Samário \(Sm\)](#)

7. [Európio \(Eu\)](#)

8. [Gadolínio \(Gd\)](#)

9. [Térbio \(Tb\)](#)

10. [Disprósio \(Dy\)](#)

11. [Hólmio \(Ho\)](#)

12. [Érbio \(Er\)](#)

13. [Túlio \(Tm\)](#)

14. [Itérbio \(Yb\)](#)

15. [Lutécio \(Lu\)](#)

16. [Escândio \(Sc\)](#)

17. [Ítrio \(Y\)](#)



Expanding the Coal Value Chain

Coal Beneficiation Program

- New processes to maximize coal's value as a feedstock
- New technologies for value-added products from coal

COAL MINE

COAL PREP PLANT

ADDITIONAL PROCESSING & MANUFACTURING

COKING PROCESS

SYNGAS PRODUCTION/LIQUEFACTION

COAL POWER PLANTS



CARBON FIBERS



CRITICAL MINERALS



COKING PROCESS BY-PRODUCTS



STRUCTURAL & BUILDING MATERIALS



CARBON NANOMATERIALS



PLASTIC COMPOSITES



ENERGY STORAGE MATERIALS



3D PRINTING MATERIALS

HIGH-VALUE PRODUCTS



STEEL

FUEL

CHEMICALS/
CONSUMER PRODUCTS

ELECTRICITY

REE Program – Project Portfolio

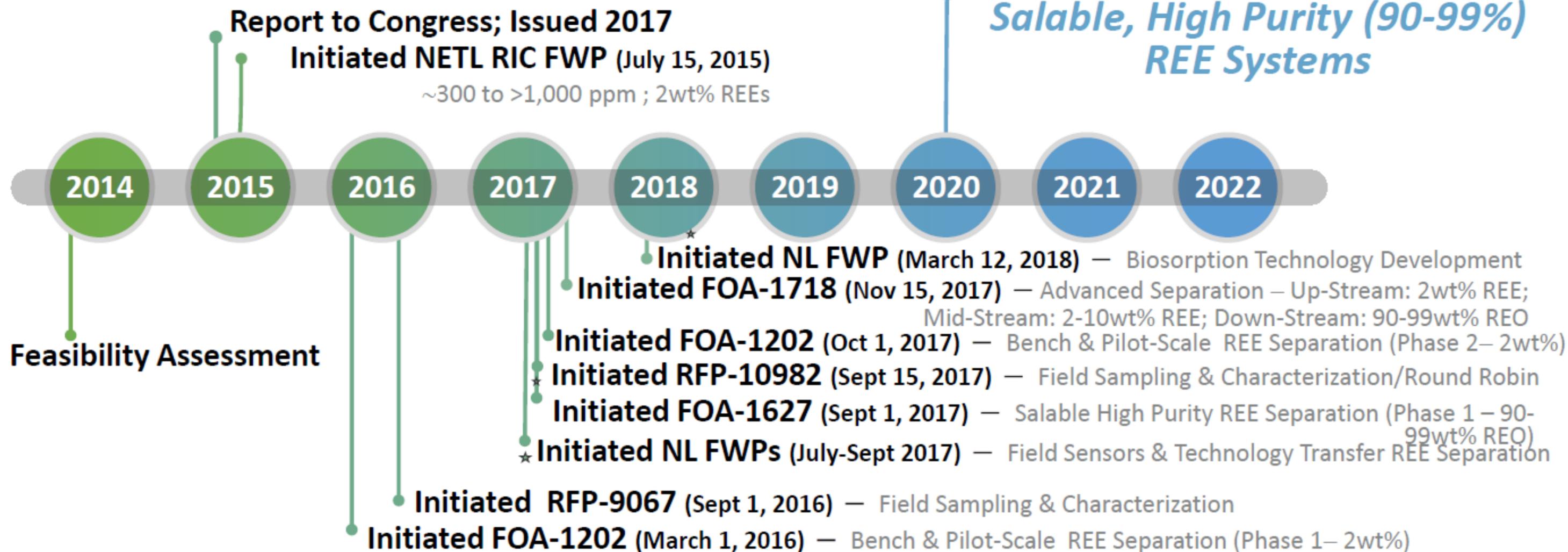


Key Drivers

- National Security & Economy
- Environmental Impact
- Economic Targets
- Build U.S. Domestic Infrastructure for On-Shore Production

FY17: 15 Active Projects
FY18: >25-30 Active Projects
Budget: \$15M/FY
\$18M/FY19

2020 GOAL
Validate Technical & Economic Feasibility of Prototype, Salable, High Purity (90-99%) REE Systems





Projeto de
Recuperação
Ambiental
da Bacia Carbonífera do Sul de Santa Catarina

Histórico da sentença



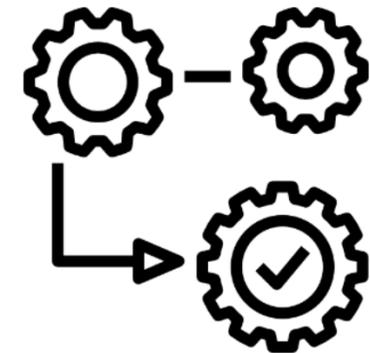
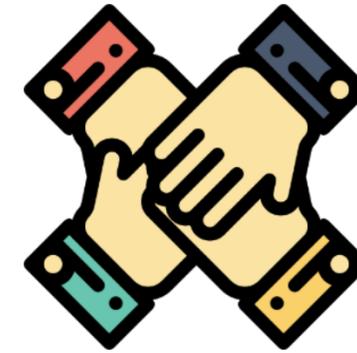
Grupo Técnico de Assessoramento (GTA)

- 1ª Reunião em março de 2007
- Ideia de que os debates técnicos sobre os rumos da sentença poderiam ser conduzidos pelos próprios envolvidos
- Apoio à decisão final (que sempre cabe ao juiz)
- Composto Ministério Público Federal, União, empresas carboníferas, SIECESC, CPRM, FATMA, DNPM e Comitês das Bacias (Araranguá, Urussanga e Tubarão).
- Representantes indicados (de um a três) devem ser técnicos com formação em uma das áreas abrangidas no processo da sentença
- A criação deste grupo foi resultado do modo transparente com o qual o trabalho foi conduzido pelo setor carbonífero para atendimento à sentença
- Oportunidade de argumentar sobre os rumos a serem seguidos na execução da sentença e ter confiado a si a elaboração do relatório de monitoramento deste processo, demonstra a credibilidade conquistada.



Elaboração

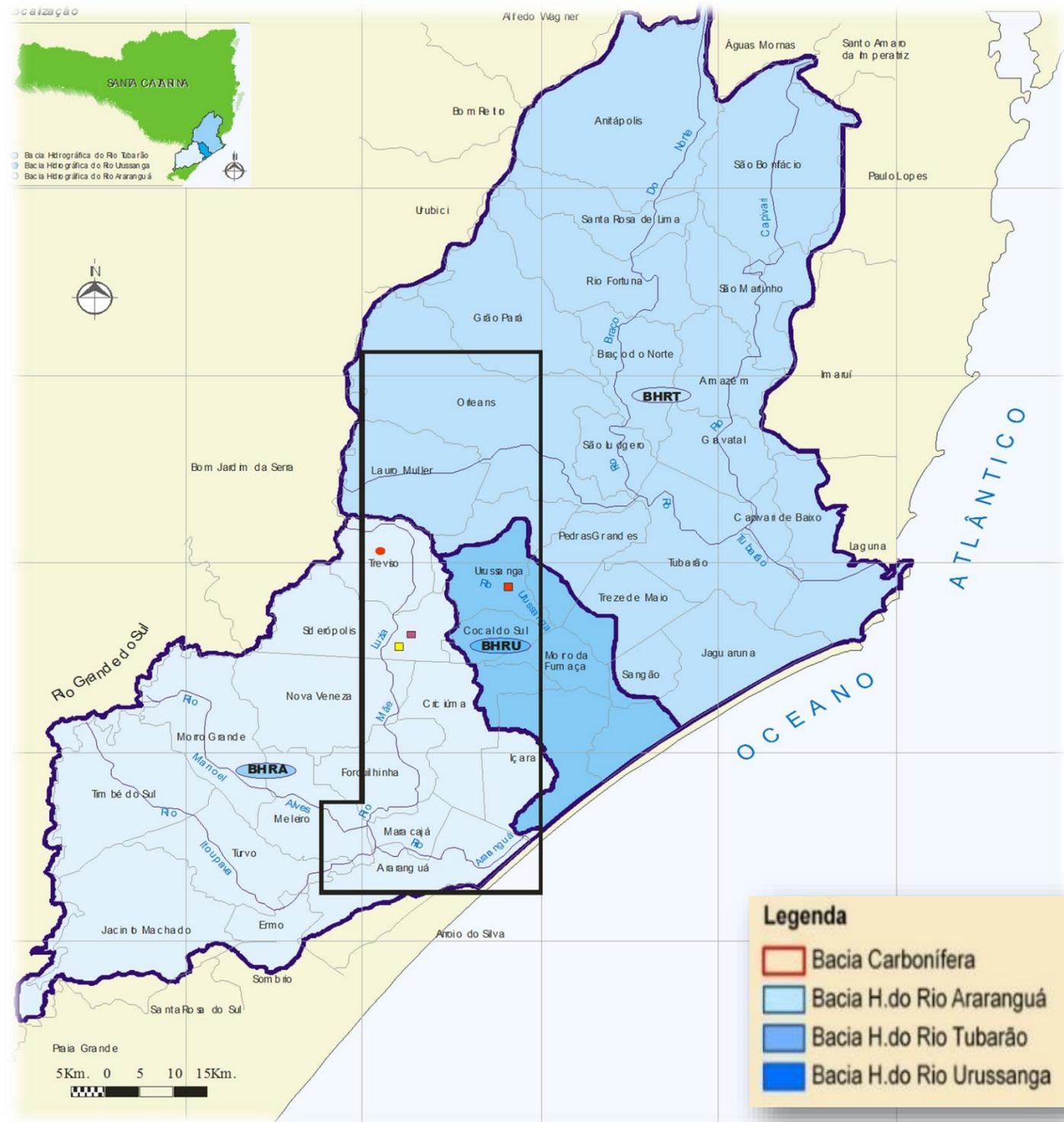
- Equipe executora SATC/CTCL/NMA (contrato SIECESC nº 132/2013):
 - Geól. Antônio Silvio Jornada Krebs • Engº Agrônomo Daniel Pazini Pezente • Téc. Min. Graziela Torres Rodrigues • Engº Agrim. Jefferson de Faria • Geóla. Luciane Garavaglia • Biól. Ricardo Vicente • Geól. Roberto Romano Neto • Engª Amb. Vanessa de Castro Barbosa • Geóg. William de Oliveira Sant'Ana • Estagiária Gabriela Roveda Corrêa
- Coordenação:
 - Engº minas Márcio Zanuz (SIECESC)
- Coleta de amostras, medidas de vazão, medidas de nível, análises físico-químicas:
 - CPRM – Sureg/Porto Alegre
- Representantes GTA:
 - MPF • DNPM • FATMA • IBAMA • CPRM • SIECESC • carboníferas • CSN • Comitês das Bacias



Anteriores

Relatório	Data	Audiência	Local
Primeiro	Ago 2007	-	-
Segundo	Jul 2008	Out 2008	Criciúma
Terceiro	Set 2009	Out 2009	Criciúma
Quarto	Out 2010	Nov 2010	Criciúma
Quinto	Out 2011	Dez 2011	Siderópolis
Sexto	Nov 2012	Dez 2012	Lauro Müller
Sétimo	Nov 2013	Dez 2013	Forquilha
Oitavo	Nov 2014	Dez 2014	Araranguá
Nono	Nov 2015	Mar 2016	Nova Veneza
Décimo	Nov 2016	Ago 2017	Criciúma
Décimo Primeiro	Fev 2018	Jul 2018	Urussanga

Abrangência



Sul do estado de Santa Catarina

- ✓ 195 mil ha
- ✓ 75 km N-S
- ✓ 25-30 km E-W

Municípios impactados

- ✓ AMESC
- ✓ 03 municípios
- ✓ AMREC
- ✓ 12 municípios
- ✓ AMUREL
- ✓ 07 municípios

✓ Total : 22 municípios

✓ População:

✓ 713.844 habitantes

(Fonte: IBGE Cidades, 2015)

Campanhas

- Convênios e acordos cooperativos
- ✓ 1ª a 10ª campanhas (2002 a 2003): DNPM, UNISUL e UNESCO;
- ✓ 11ª a 13ª campanhas (2004 a 2005): DNPM e SATC;
- ✓ 14ª a 20ª campanhas (2006 a mar/2009): SIECESC;
- ✓ 21ª a 29ª campanhas (out/2009 a out/2013): CTCL/SATC e CPRM;
- ✓ 30ª a 31ª campanhas (maio a out/ 2014): CPRM;
- ✓ 32ª a 33ª campanhas (maio a nov/2015): CPRM;
- ✓ 34ª a 35ª campanhas (maio a set/2016): CPRM.

Pontos de monitoramento

ÁGUA SUPERFICIAL – 35 campanhas

- BH Araranguá: 69 pontos
 - 17 no leito do rio Mãe Luzia (alto, médio e baixo curso até a sua foz)
- BH Urussanga: 37 pontos
- BH Tubarão: 37 pontos



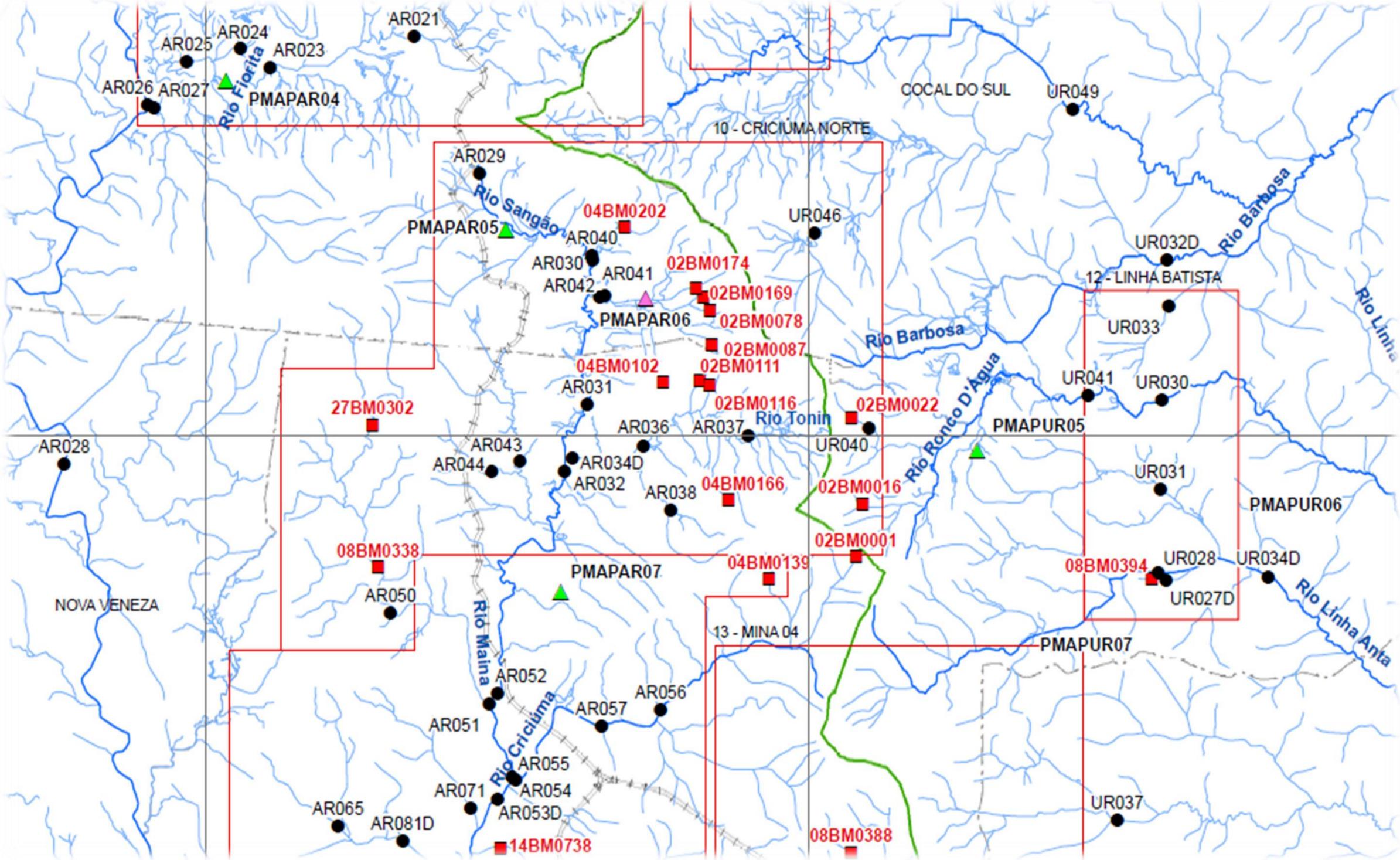
ÁGUA SUBTERRÂNEA – 14 campanhas

- Poços de monitoramento: 28 pontos
- Bocas de minas: 29 pontos (15 campanhas)
- **TOTAL: 200 pontos**

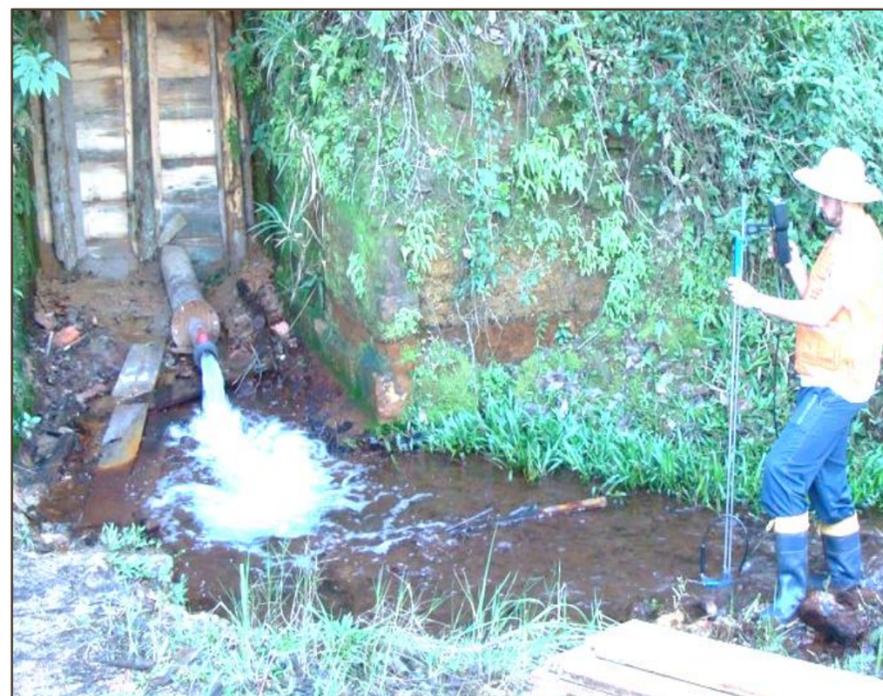


+ cobertura do solo + meio biótico + análise integrada

Rede de monitoramento



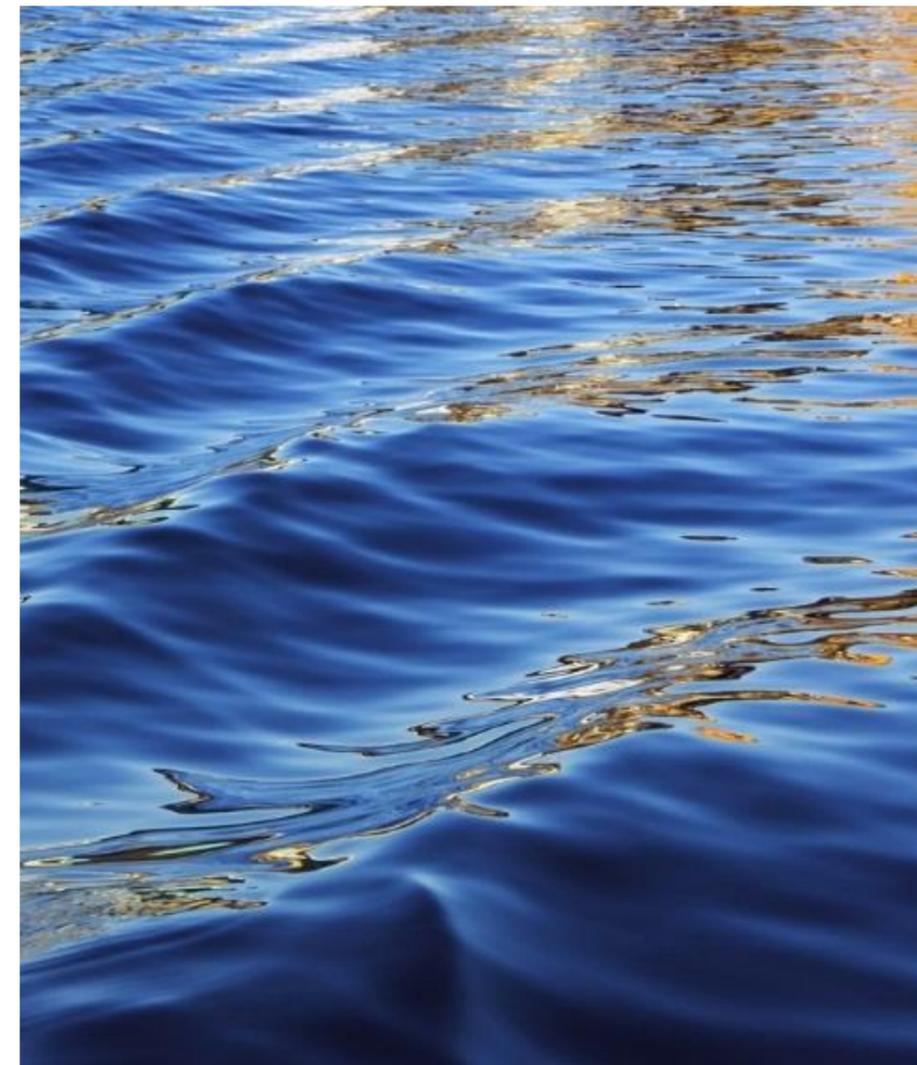
Fotos





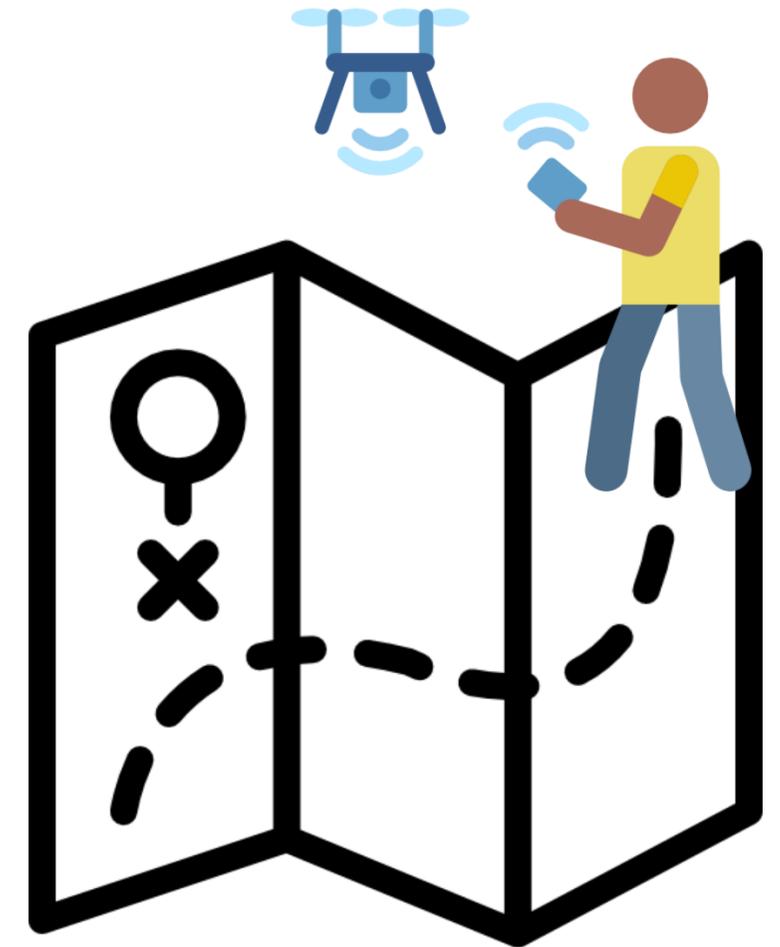
Cobertura do solo

Resultados



Monitoramento da cobertura do solo

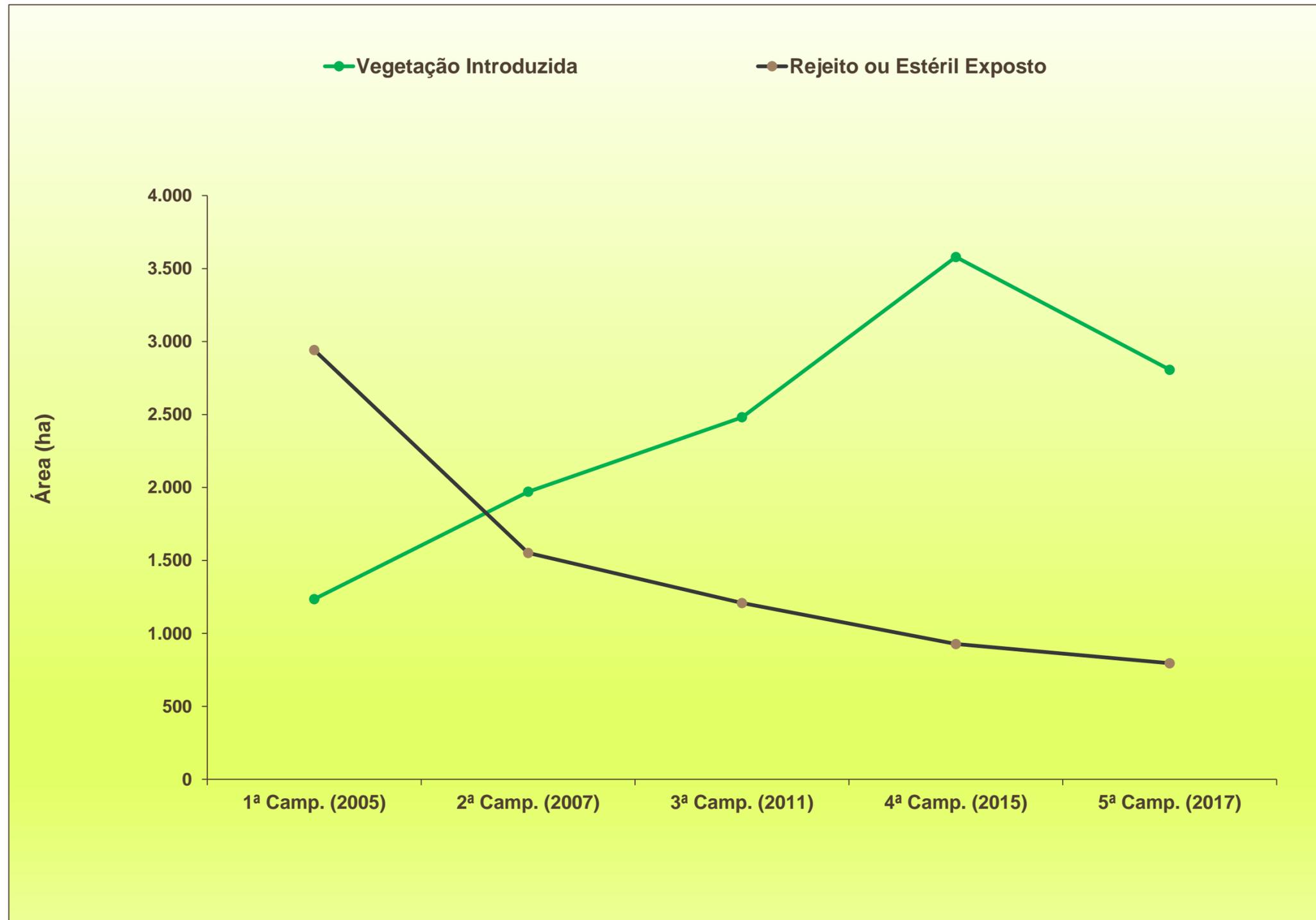
- Ortofotos e/ou imagens orbitais de alta resolução;
- Interpretação preliminar e a validação de campo;
- Reinterpretação da base;
- Definição das classes de cobertura do solo;
- Cruzamentos dos dados;
- Obtenção das informações qualitativas e quantitativas;
- Atendimento às metas do GTA.



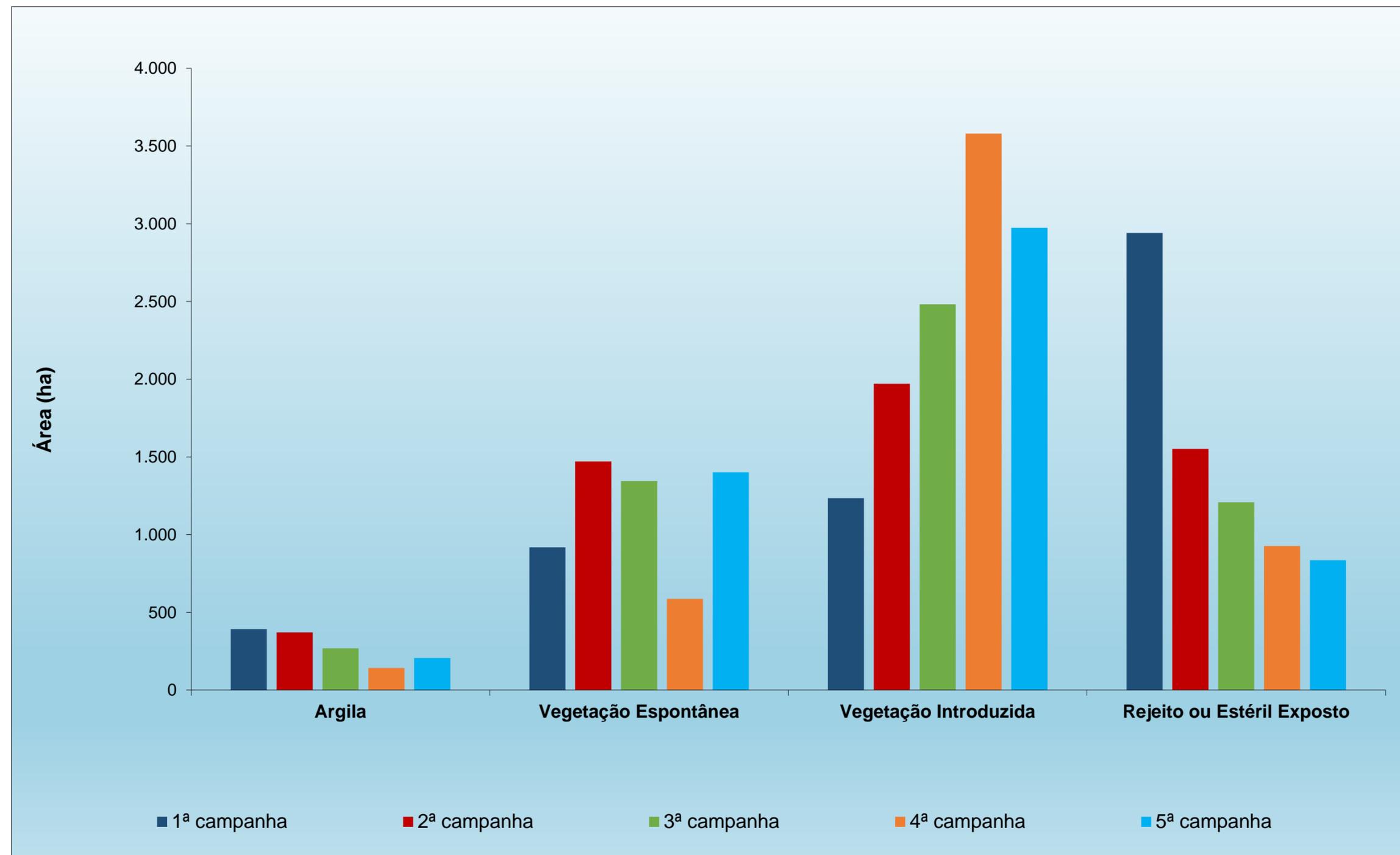
Cobertura do solo

Classe de cobertura do solo	1ª Camp. (2005)		2ª Camp. (2007)		3ª Camp. (2011)		4ª Camp. (2015)		5ª Camp. (2017)	
	(ha)	(%)								
Argila	391,38	6,02%	370,67	5,70%	268,88	4,13%	142,4	2,19%	215,71	3,32%
Urbanizada Industrial	175,78	2,70%	246,96	3,80%	287,25	4,42%	359,87	5,53%	351,30	5,40%
Urbanizada Residencial	529,6	8,14%	565,39	8,69%	601,01	9,24%	608,6	9,36%	515,38	7,92%
Vegetação Espontânea	918,33	14,12%	1.470,70	22,61%	1.344,35	20,67%	586,9	9,02%	1.604,66	24,67%
Vegetação Introduzida	1.234,87	18,99%	1.970,92	30,30%	2.481,47	38,15%	3.579,64	55,04%	2.806,39	43,15%
Remanescente Florestal	112,08	1,72%	112,58	1,73%	117,75	1,81%	116,93	1,80%	67,55	1,04%
Lagoas Internas	200,28	3,08%	215,04	3,31%	194,90	3,00%	182,3	2,80%	147,27	2,26%
Rejeito ou Estéril Exposto	2.941,42	45,23%	1.551,48	23,86%	1.208,13	18,58%	927,1	14,25%	795,49	12,23%
TOTAL	6.503,74	100%								
Lagoas Externas	48,03		51,94		65,1		65,16		57,60	

Evolução da recuperação



Variação das classes de cobertura



Evolução da cobertura do solo

Distrito 10 – Criciúma Norte (São Geraldo/Siderópolis)



Evolução da cobertura do solo



Distrito 07 – Treviso
(próximo ao rio Pio)



Distrito 03 – B. Branco
(Lauro Müller)

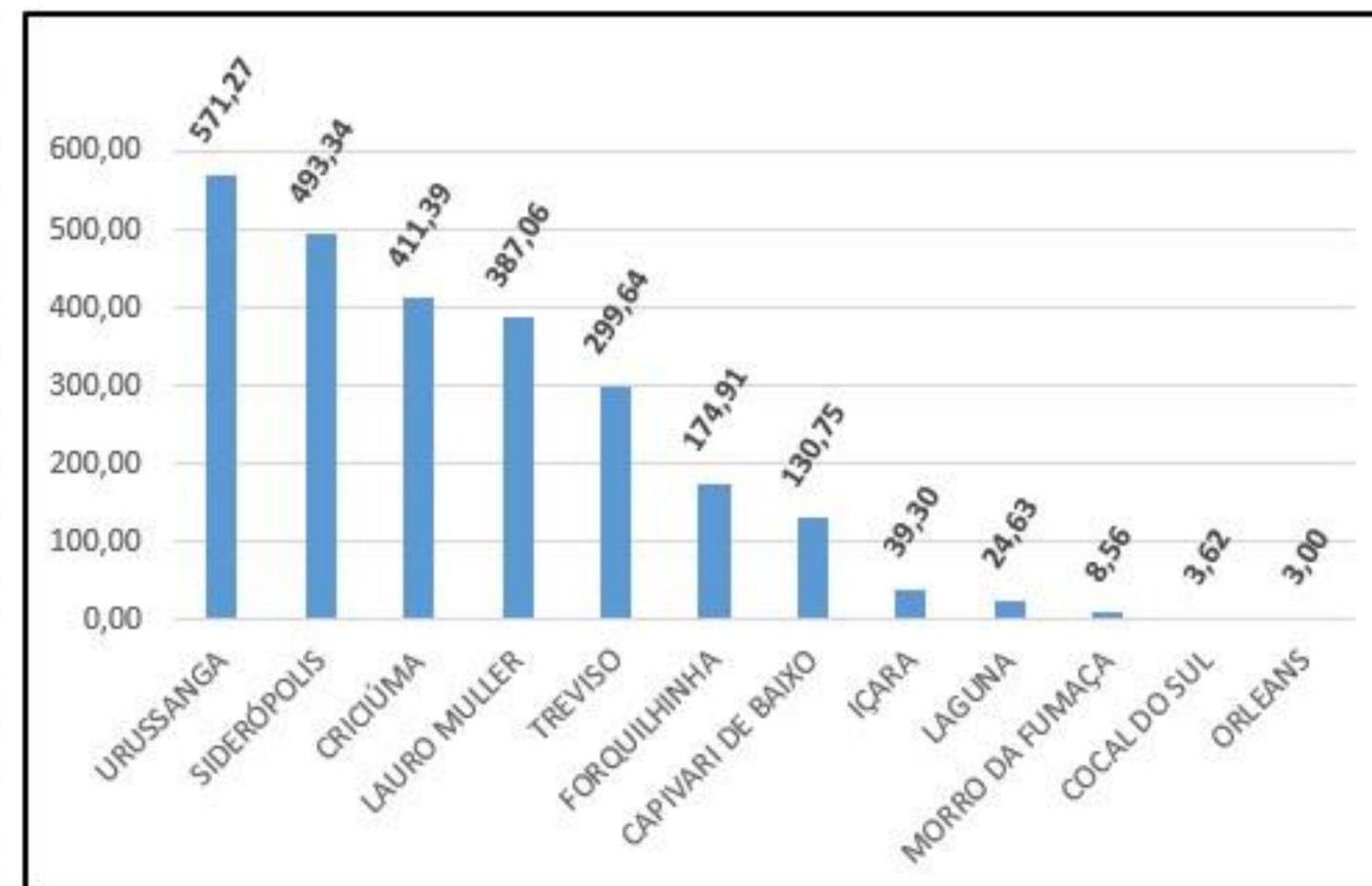


Distrito 12 – Linha Batista
(Criciúma)



Áreas não recuperadas, por município

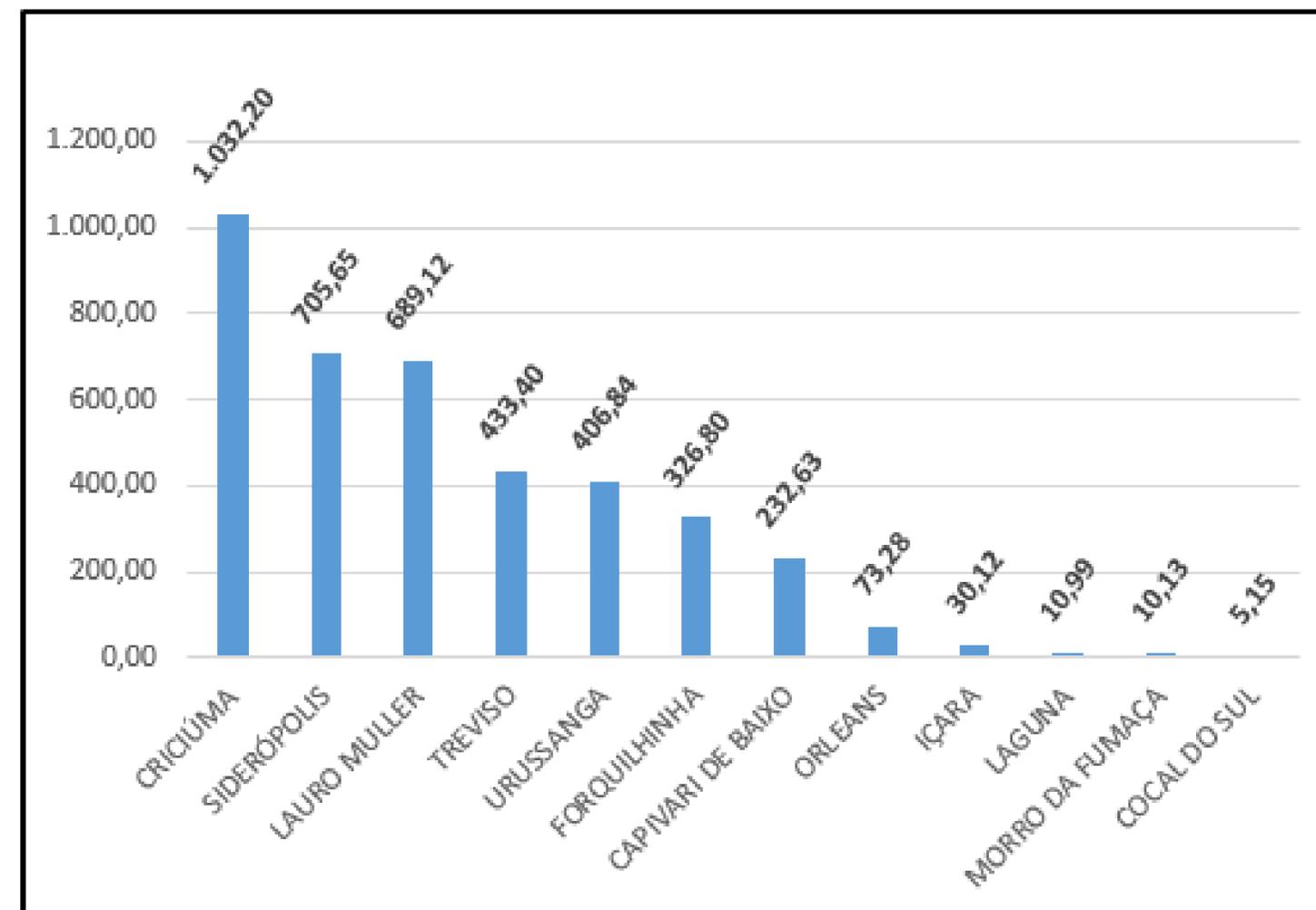
Áreas não recuperadas		
<i>Lagoa interna, REE, Veg. Espontânea</i>		
Município	Total Hectares	Perc. %
CAPIVARI DE BAIXO	130,75	5,13
COCAL DO SUL	3,62	0,14
CRICIÚMA	411,39	16,15
FORQUILHINHA	174,91	6,87
IÇARA	39,30	1,54
LAGUNA	24,63	0,97
LAURO MULLER	387,06	15,19
MORRO DA FUMAÇA	8,56	0,34
ORLEANS	3,00	0,12
SIDERÓPOLIS	493,34	19,37
TREVISO	299,64	11,76
URUSSANGA	571,27	22,43
Total Geral	2.547,47	100



Áreas a recuperar = 2.547,47 hectares

Áreas em recuperação, por município

Áreas em processo de recuperação		
<i>Argila, Veg. Introduzida, Rem. Florestal, Urb. Res, Urb. Ind</i>		
Município	Total Hectares	Perc. %
CAPIVARI DE BAIXO	232,63	5,88
COCAL DO SUL	5,15	0,13
CRICIÚMA	1.032,20	26,09
FORQUILHINHA	326,80	8,26
IÇARA	30,12	0,76
LAGUNA	10,99	0,28
LAURO MULLER	689,12	17,42
MORRO DA FUMAÇA	10,13	0,26
ORLEANS	73,28	1,85
SIDERÓPOLIS	705,65	17,84
TREVISÓ	433,40	10,95
URUSSANGA	406,84	10,28
Total Geral	3.956,33	100

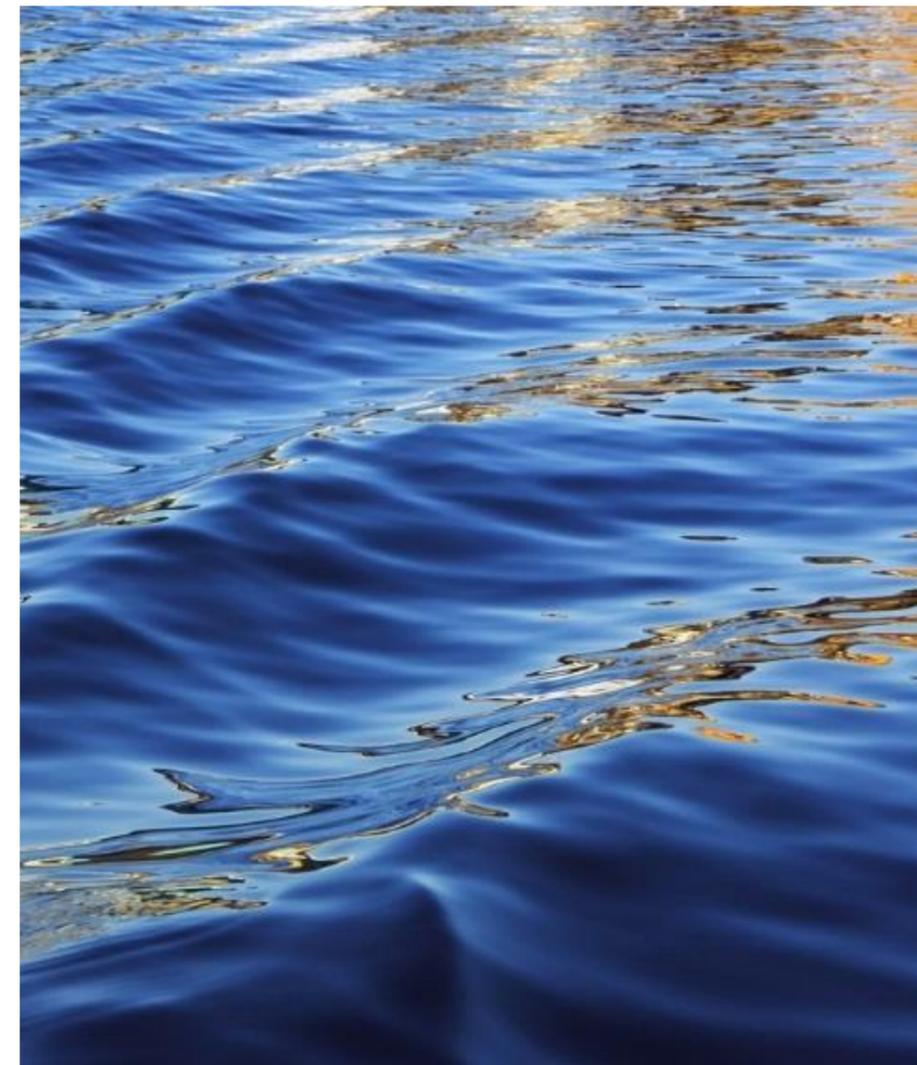


Áreas em processo de recuperação = 3.956,33 hectares (60,8%)



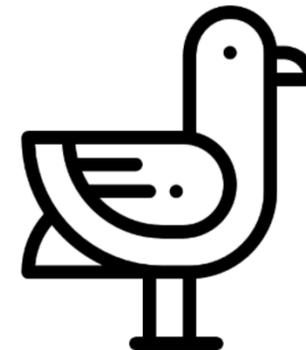
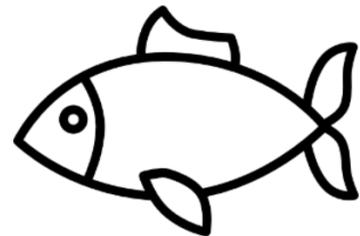
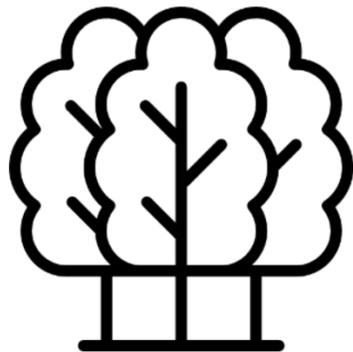
Meio biótico

Resultados



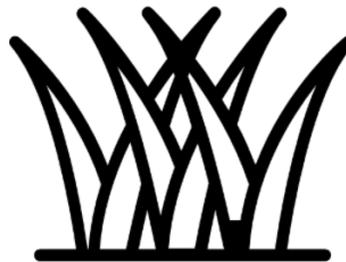
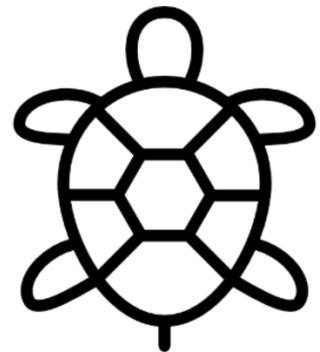
Monitoramento do meio biótico

- Fauna e flora
- Dados de campo e PRADs
- Áreas com intervenção ambiental
- Integração – sistematização – banco de dados

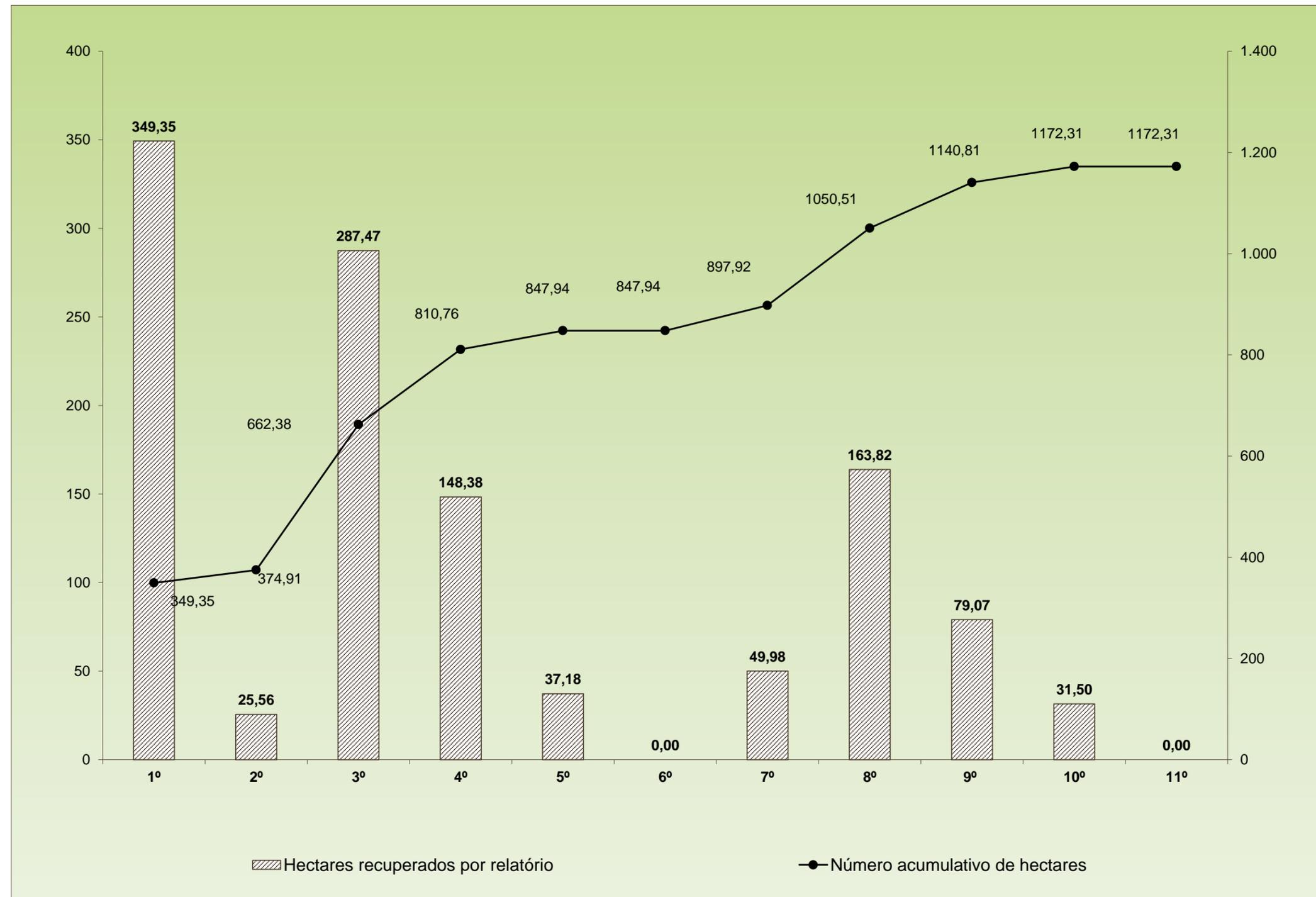


Meio biótico

- Análise das informações
- 55 áreas de 8 carboníferas e 1 da União
- Sem novas áreas neste relatório;
- Contabiliza os **1.172,31** ha do 10º relatório



Evolução

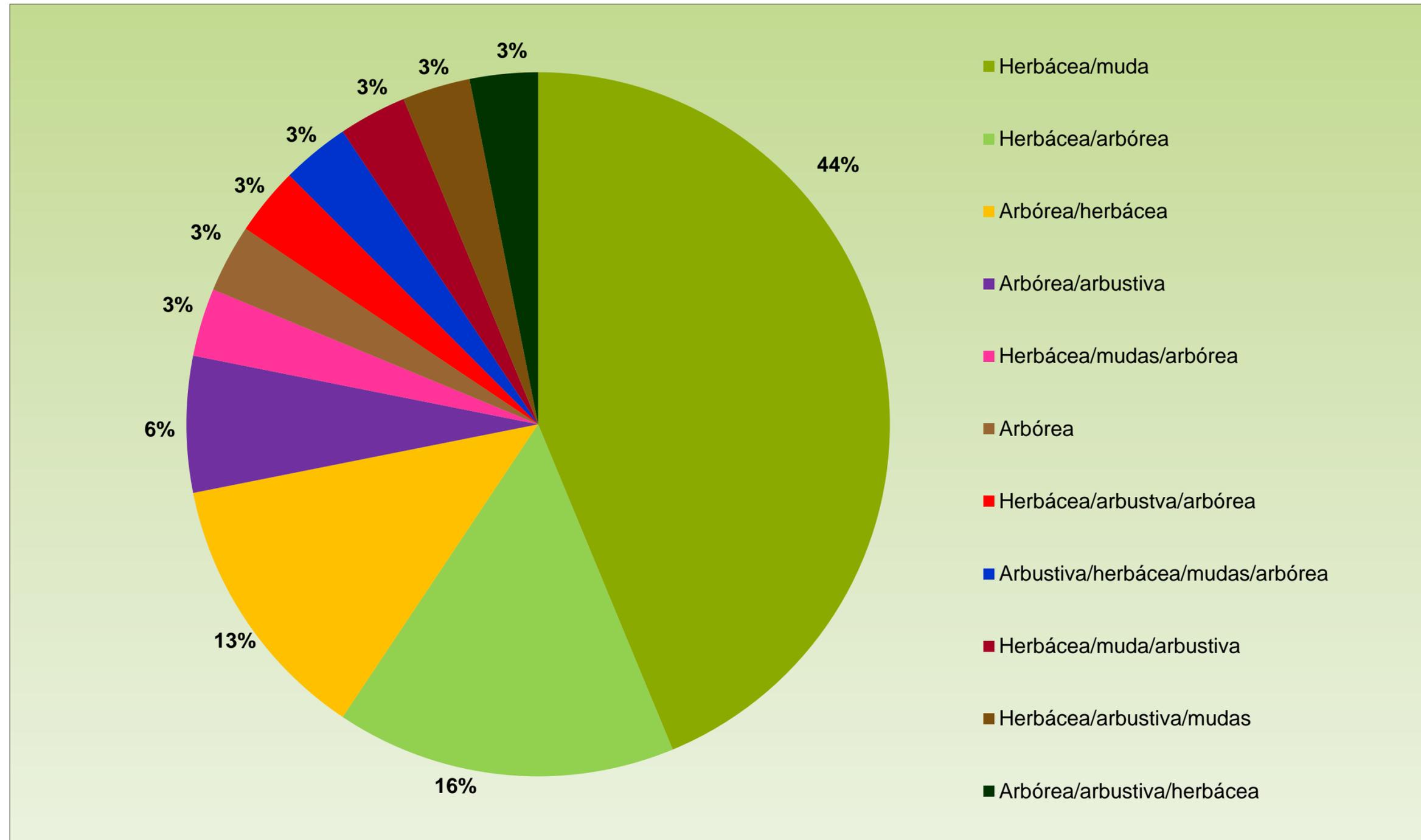


Áreas de preservação permanente - APPs



- 3ª campanha de APPs;
- Mais 2 áreas:
 - ✓ Área IV Belluno (União), localizada no Distrito 09 com 8,27 ha, cujas obras de recuperação ambiental foram executadas pela CPRM;
 - ✓ Área 5 da Carbonífera Catarinense Ltda, com 0,105 ha, situada no Distrito 02.
- No total, 37 áreas, com 106,102 ha distribuídas em 10 distritos;
- Em 22 delas existe gado;
- Pior situação no Distrito 03 e no Distrito 02.

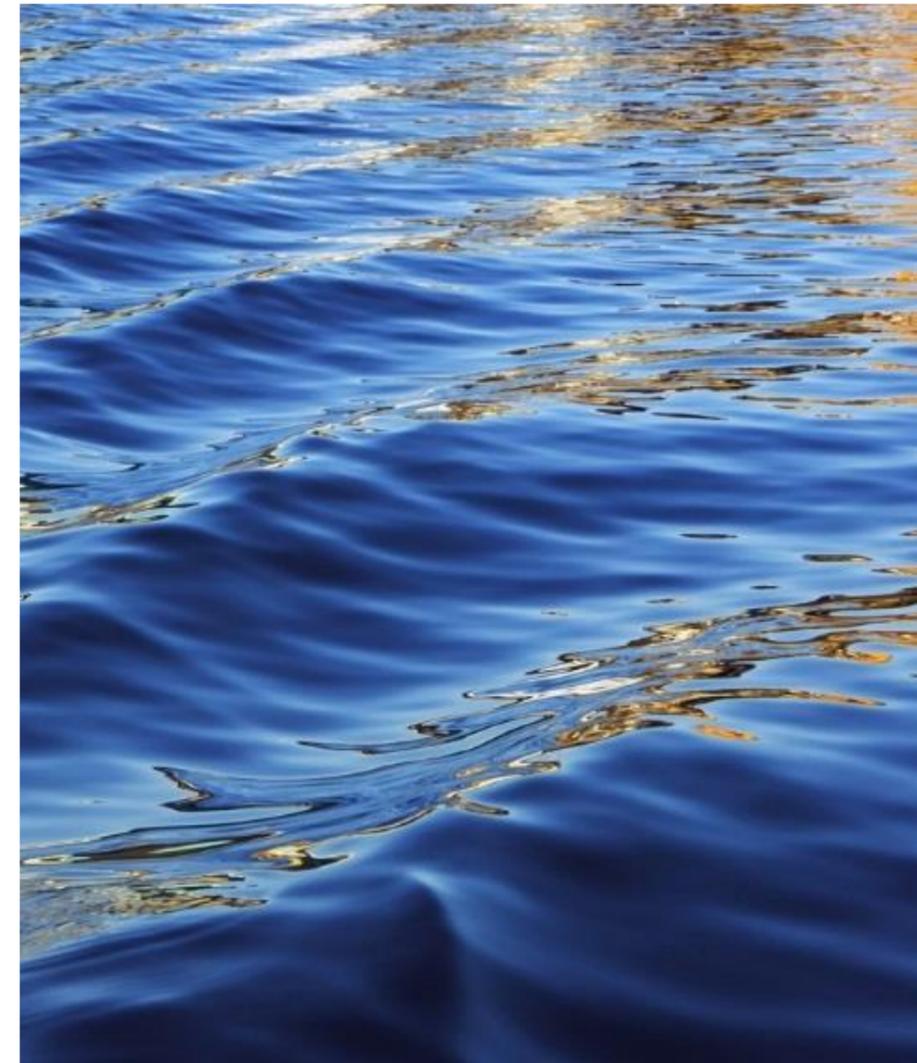
Fisionomia da vegetação nas APPs





Águas subterrâneas

Resultados



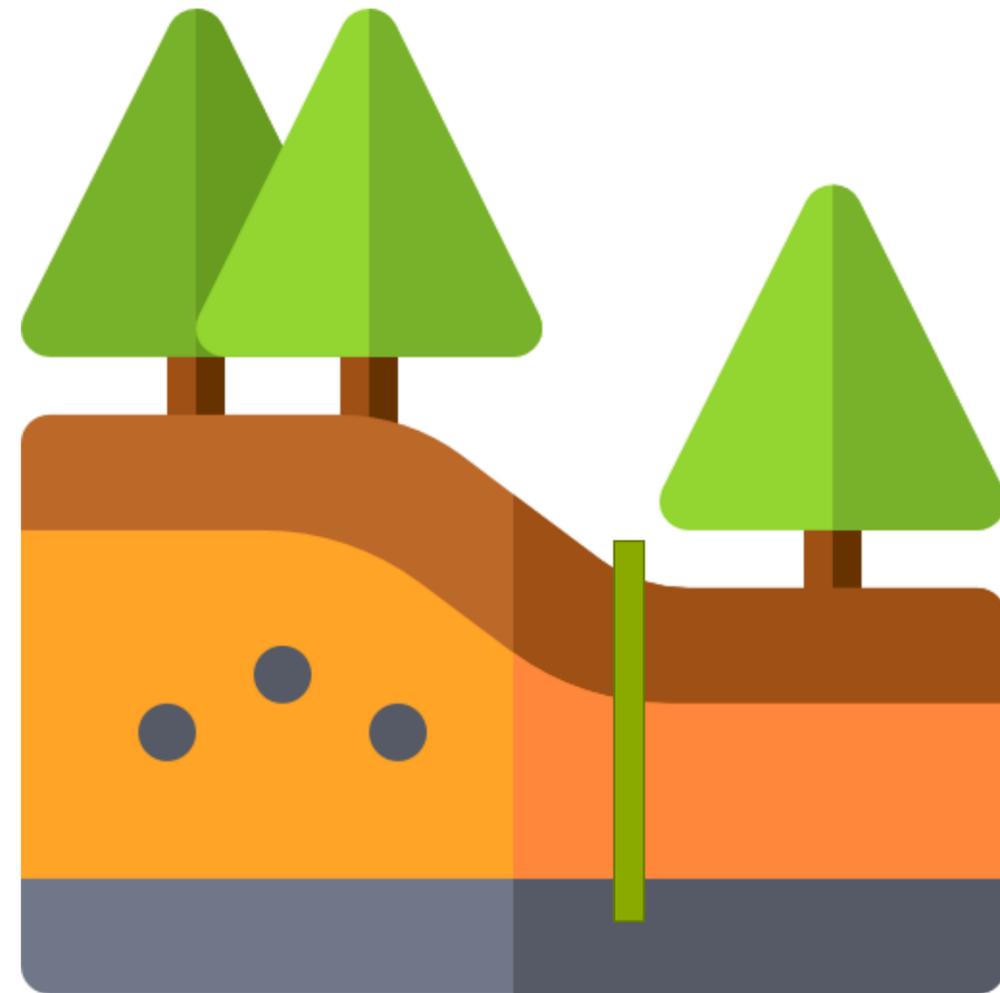
Monitoramento subterrâneo

Aquíferos monitorados

- Leques Aluviais
- Flúvio-Lagunar
- Rio Bonito

Rede de poços

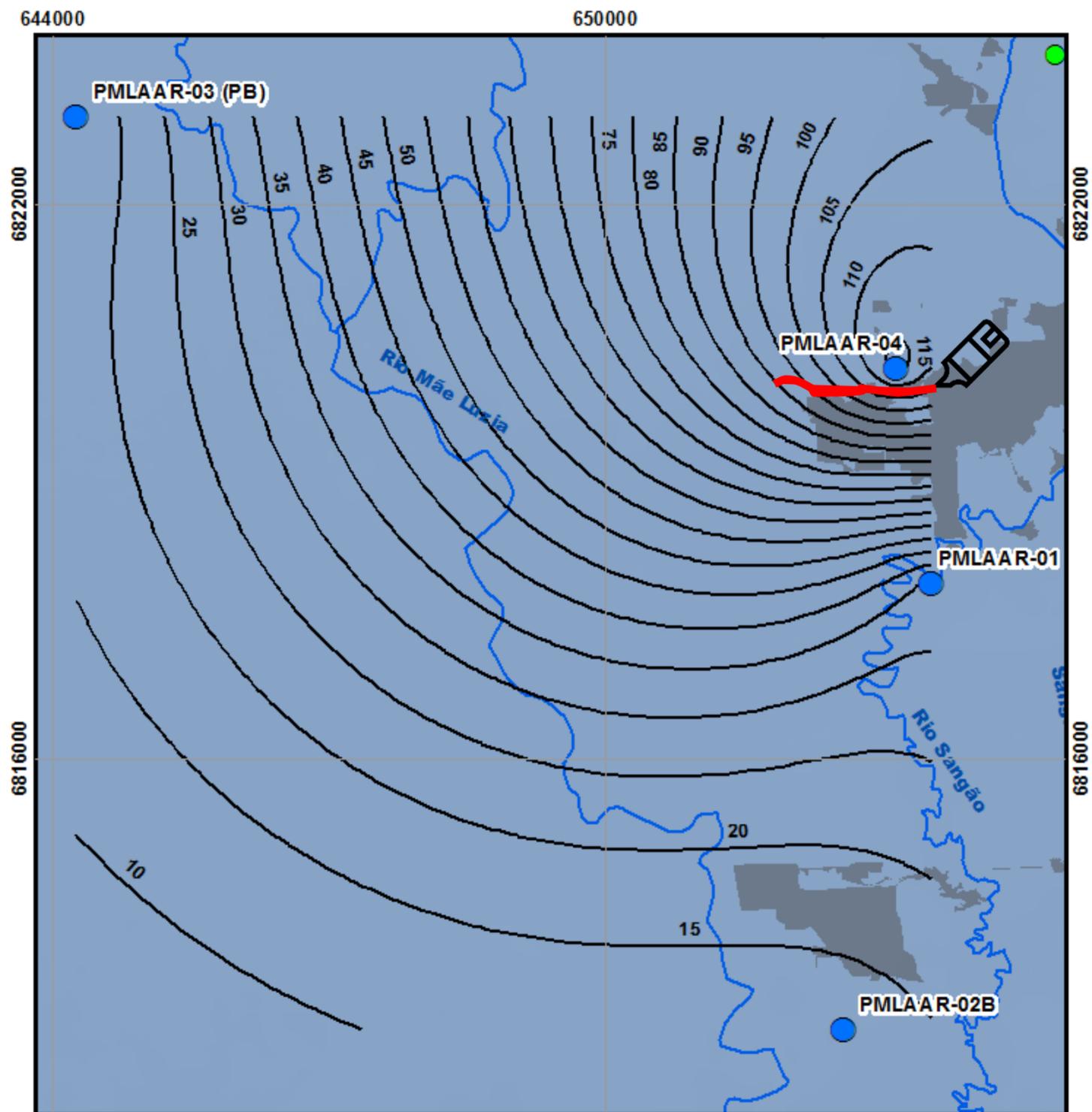
- Instalados: 28
- A instalar: 9



TOTAL: 37 poços monitores

Qualidade – 16ª campanha

Bacia Hidrográfica	Sistema Aquífero	Nº Poços Instalados	Com Indicativo de DAM
Araranguá	Leques Aluviais	5	1
	Rio Bonito	9	2
Urussanga	Leques Aluviais	2	0
	Rio Bonito	5	0
Tubarão	Flúvio-Lagunar	2	1
	Rio Bonito	5	2
TOTAL		28	6



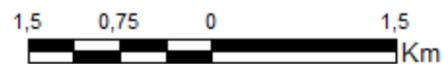
16ª campanha

LEQUES ALUVIAIS - BHRA

**POÇO PMLAAR-04
Próximo ao São Roque**

Único poço com indicativo de contaminação por acidez no sistema aquíferos dos Leques Aluviais

- Poços LA_BHRA_16
- Pontos de Monitoramento BMA
- Área Impactada
- Curvas Isotores Acidez
- Hidrografia Principal

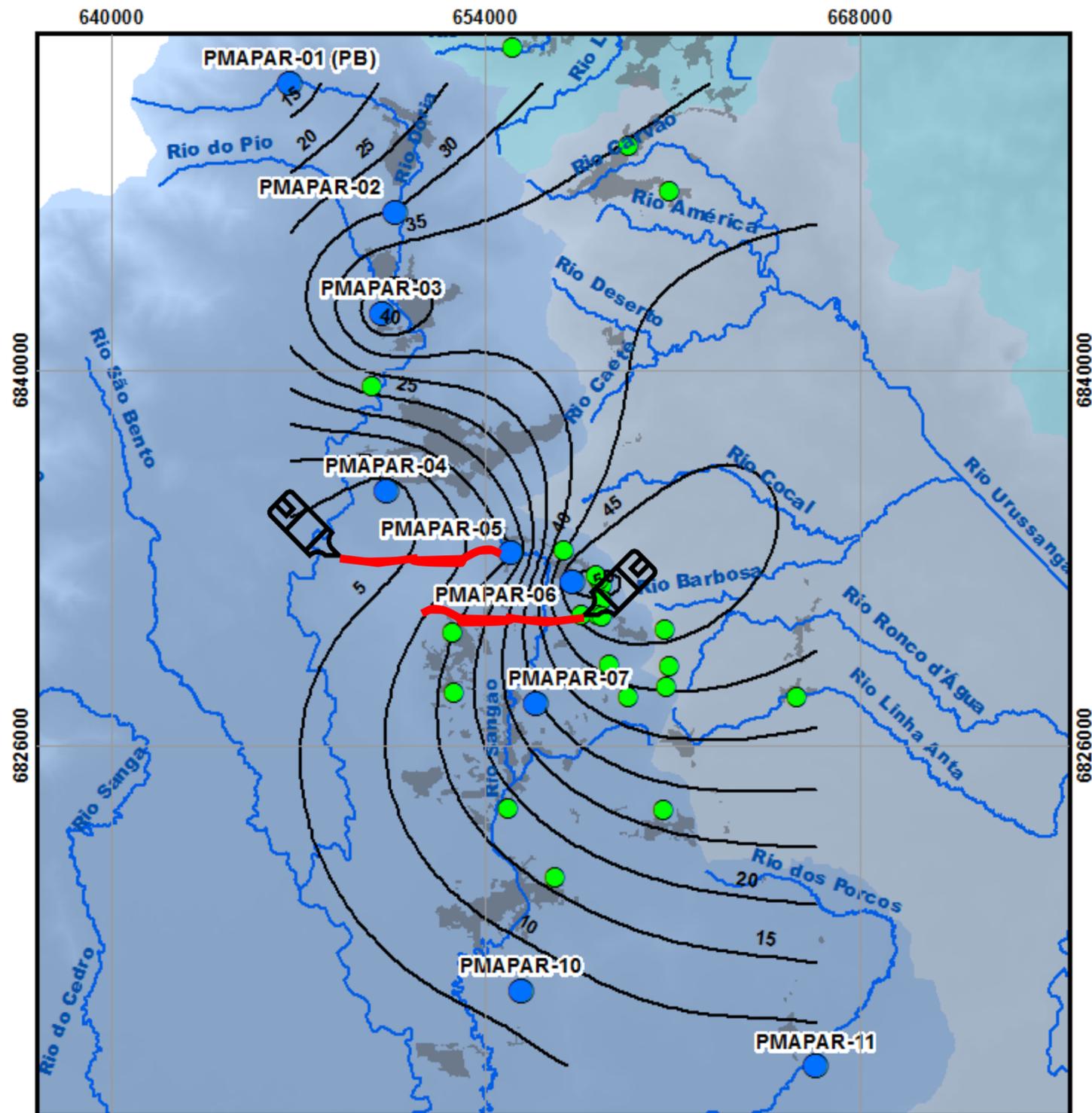


16ª campanha

AQUÍFERO RIO BONITO - BHRA

POÇO PMAPAR-05
POÇO PMAPAR-06
Ex-Patrimônio

Únicos poços com indicativo de contaminação por acidez no sistema aquífero Rio Bonito no AR

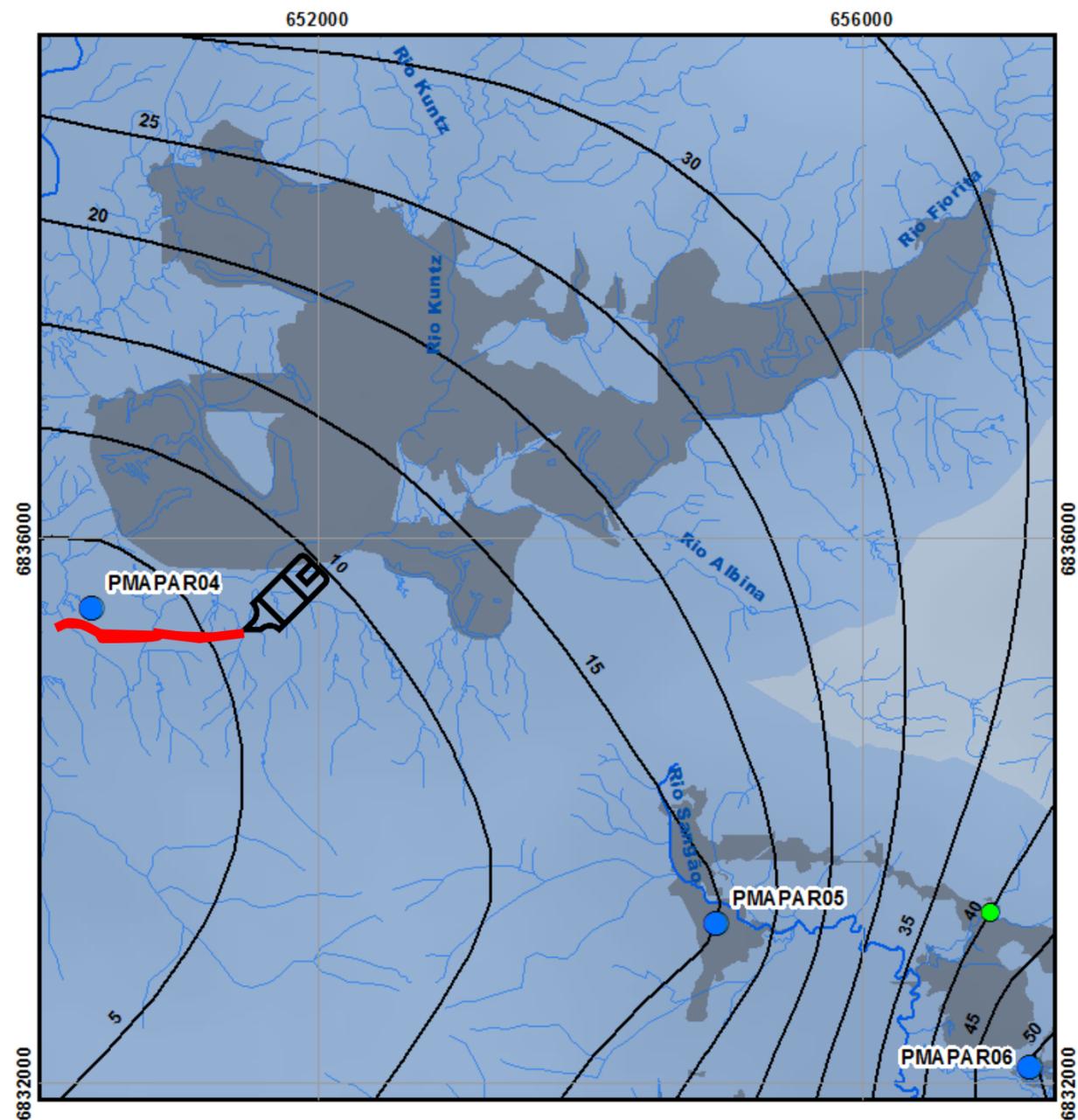


● Poços Profundo BHRA_16 ■ Área Impactada — Hidrografia Principal
● Pontos de Monitoramento BMA — Curvas Isoteores Acidez

6 3 0 6 Km



Qualidade – 16ª campanha



● Poços Monitores Área Impactada — Hidrografia Secundário
● Pontos de Monitoramento BMA Curvas Isoteros Acidez — Hidrografia Principal

0.8 0.4 0 0.8 Km

1:40.000



AQUÍFERO RIO BONITO - BHRA

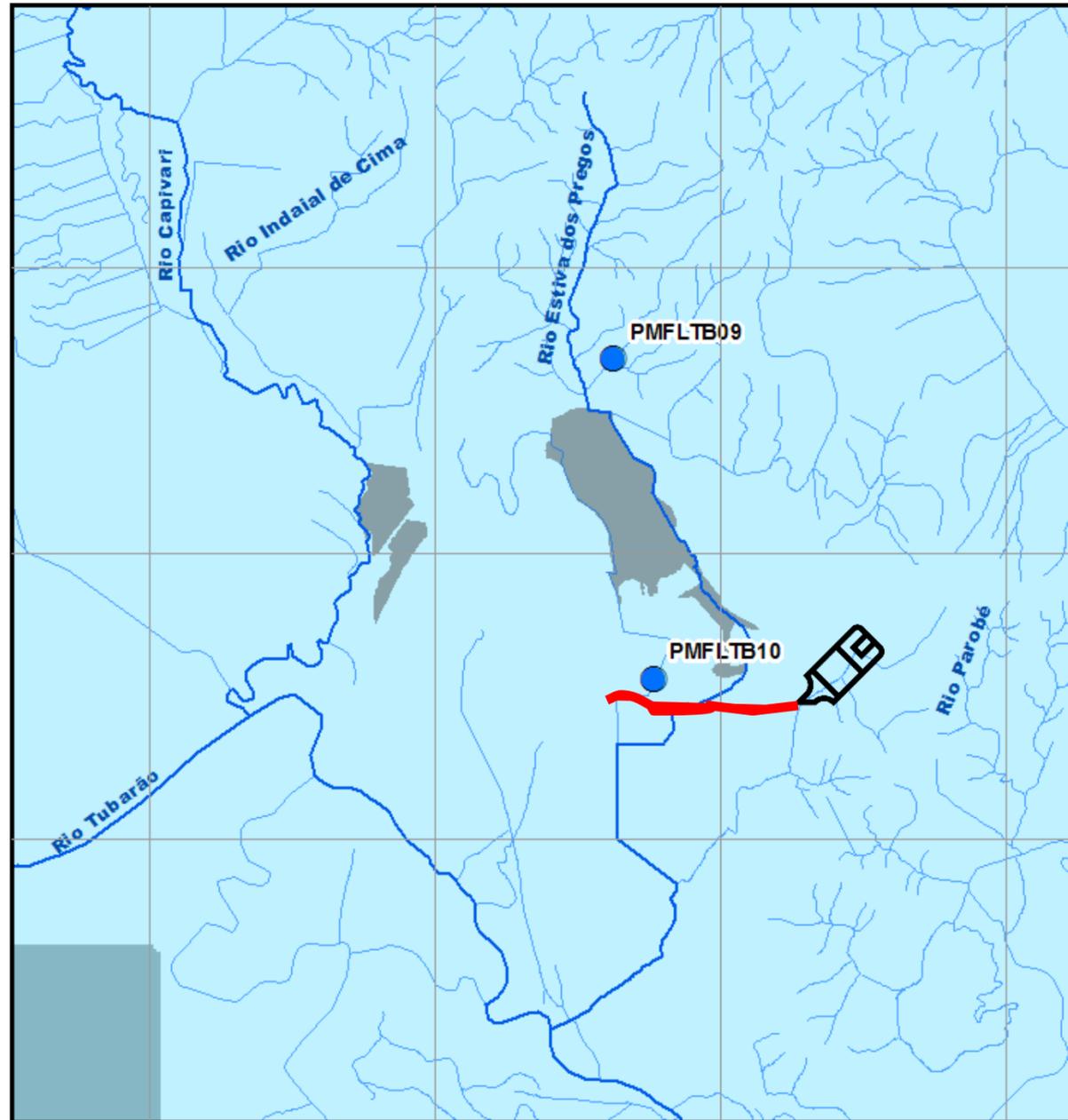
POÇO PMAPAR-04

Sub-bacia Rio Mãe Luzia/Microbacia Rio Fiorita

Poço	Bacia Hidrográfica	Subacia	Microbacia	Sistema Aquífero	11º Relatório	pH	Acidez (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Al (mg/L)
PMAPAR-04	Araranguá	Mãe Luzia	Rio Fiorita	Rio Bonito	07/04/2016	7,5	1,86	41,23	0,74	0,06	0,20
					21/11/2016	8,0	1,83	38,07	0,64	0,05	0,17

Situado à jusante da Língua do Dragão, porém sem contaminação

Qualidade – 16ª campanha



AQUÍFERO FLÚVIO-LAGUNAR- BHRT

POÇO PMFLT-10
Estiva dos Pregos

● Poços Monitores

■ Área Impactada

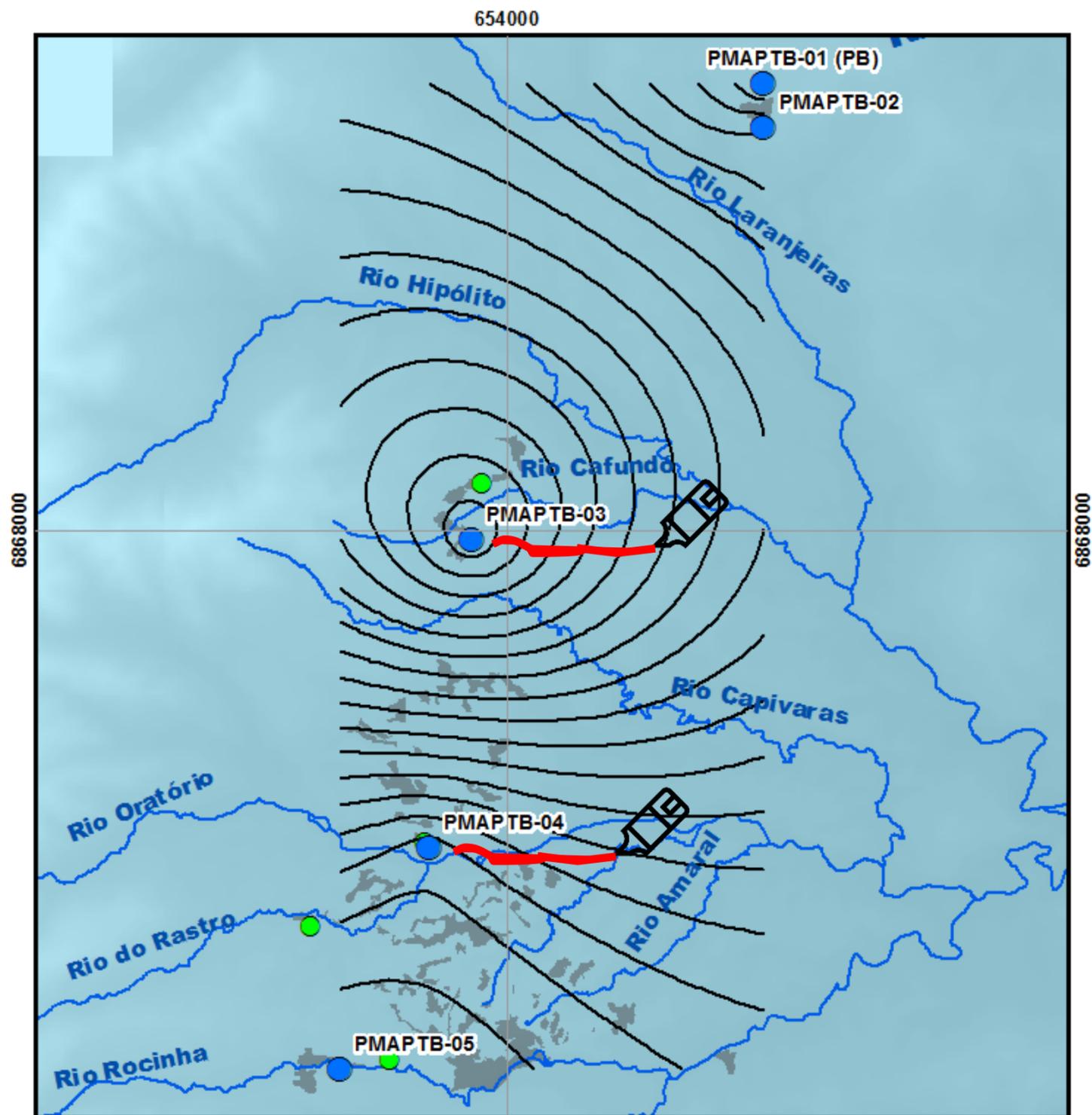
— Hidrografia Secundário

— Hidrografia Principal

1.5 0.75 0 1.5 Km

1:80.000





AQUÍFERO RIO BONITO - BHRT

POÇO PMAPTB-03 e PMAPTB-04
Rio Cafundó e Rio Oratório

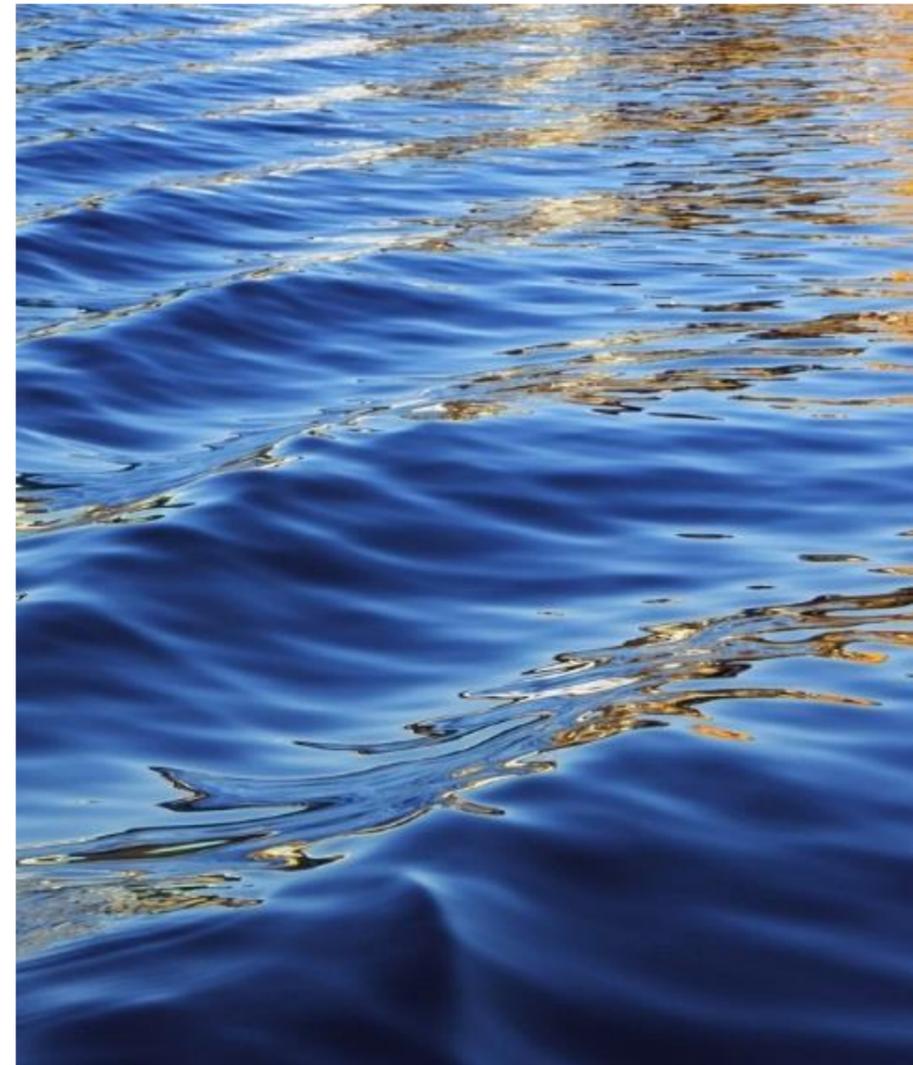
- Poços Profundos_BHRT_16
- Pontos de Monitoramento BMA
- Área Impactada
- Curvas Isotermas Acidez
- Hidrografia Principal



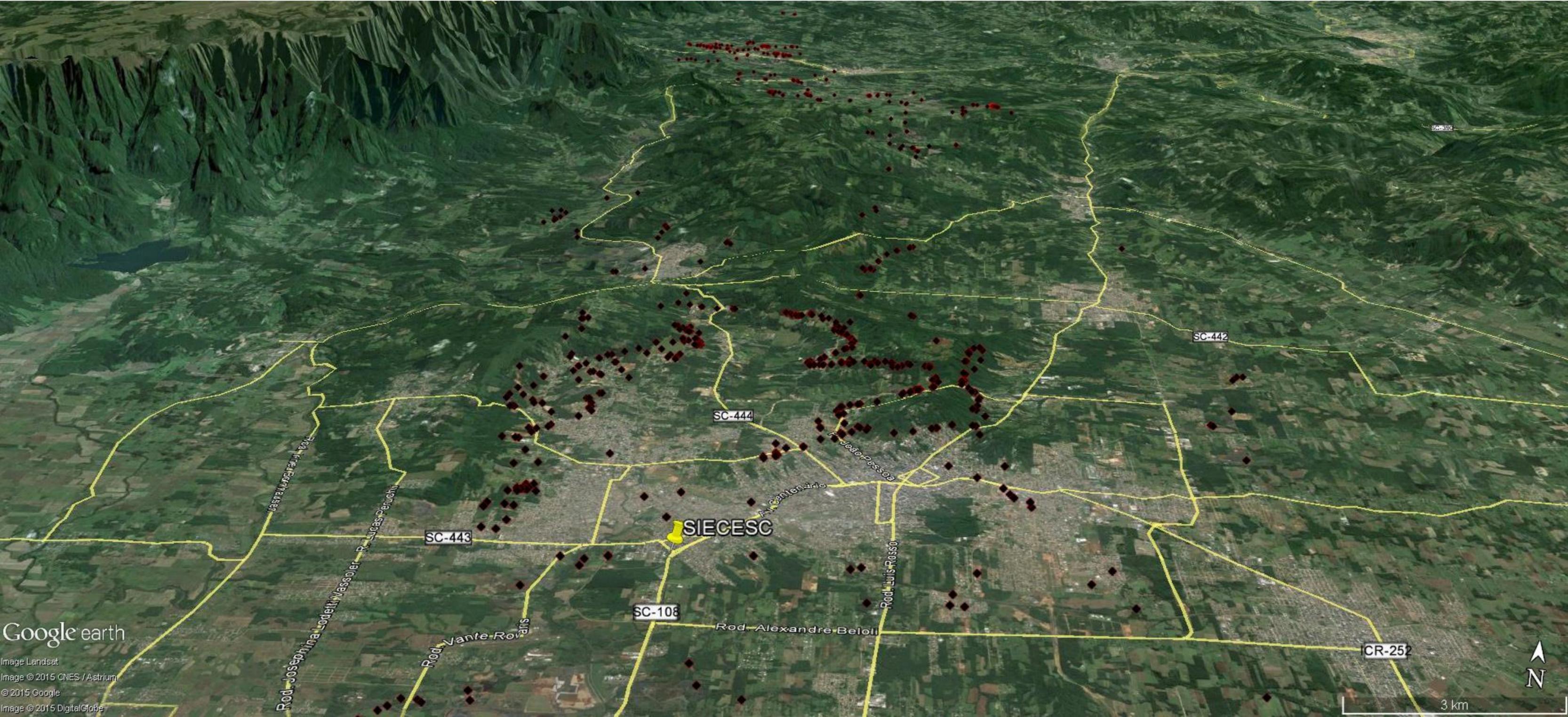


Bocas de mina

Resultados



Minas abandonadas



Bocas de minas



Qualidade – 17ª campanha

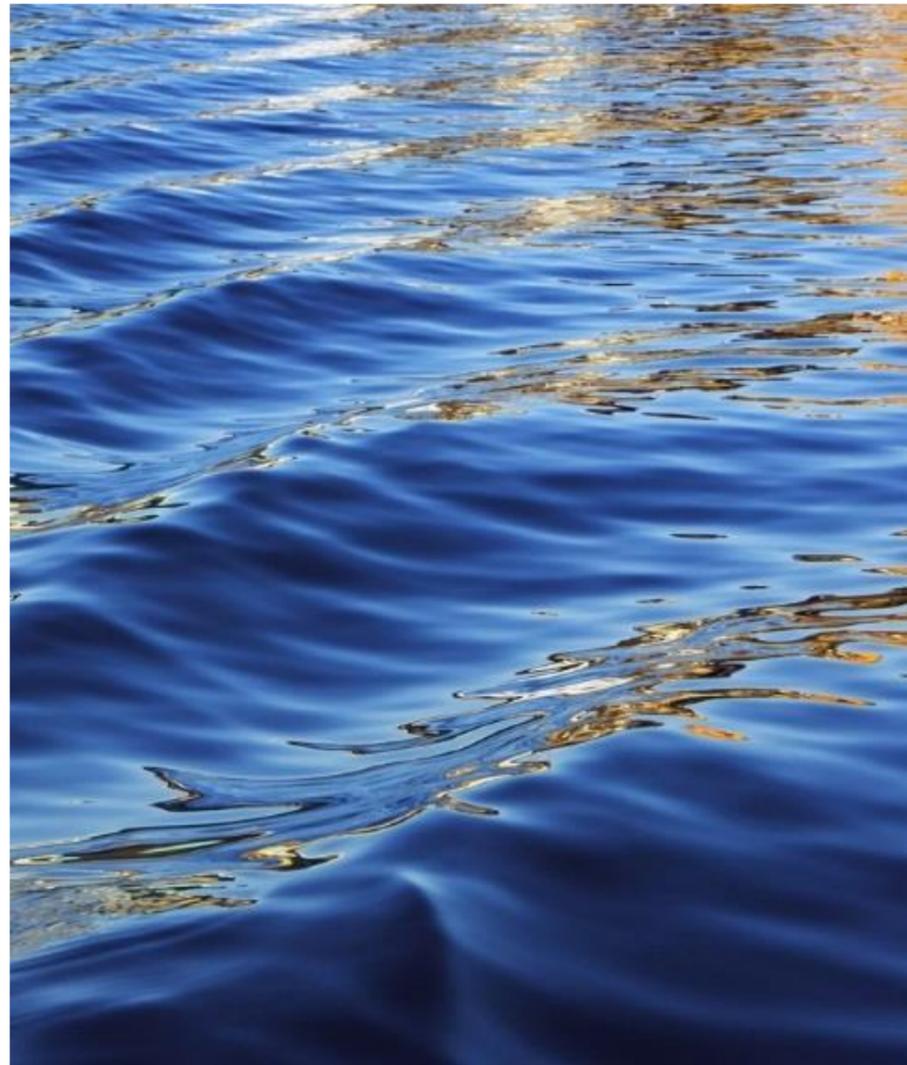
- 29 bocas de mina monitoradas;
- Juntas lançam cerca de 766 kg/h de carga de acidez;
- Mais de 50% é da BMo574 (Santana, BH Tubarão);
- Característica de seu efluente:
 - ✓ Acidez = 2.334,32 mg/L;
 - ✓ Fe = 543 mg/L;
 - ✓ Al = 332 mg/L;
 - ✓ Mn = 52 mg/L;
 - ✓ Sulfato 2.858,4 mg/L.



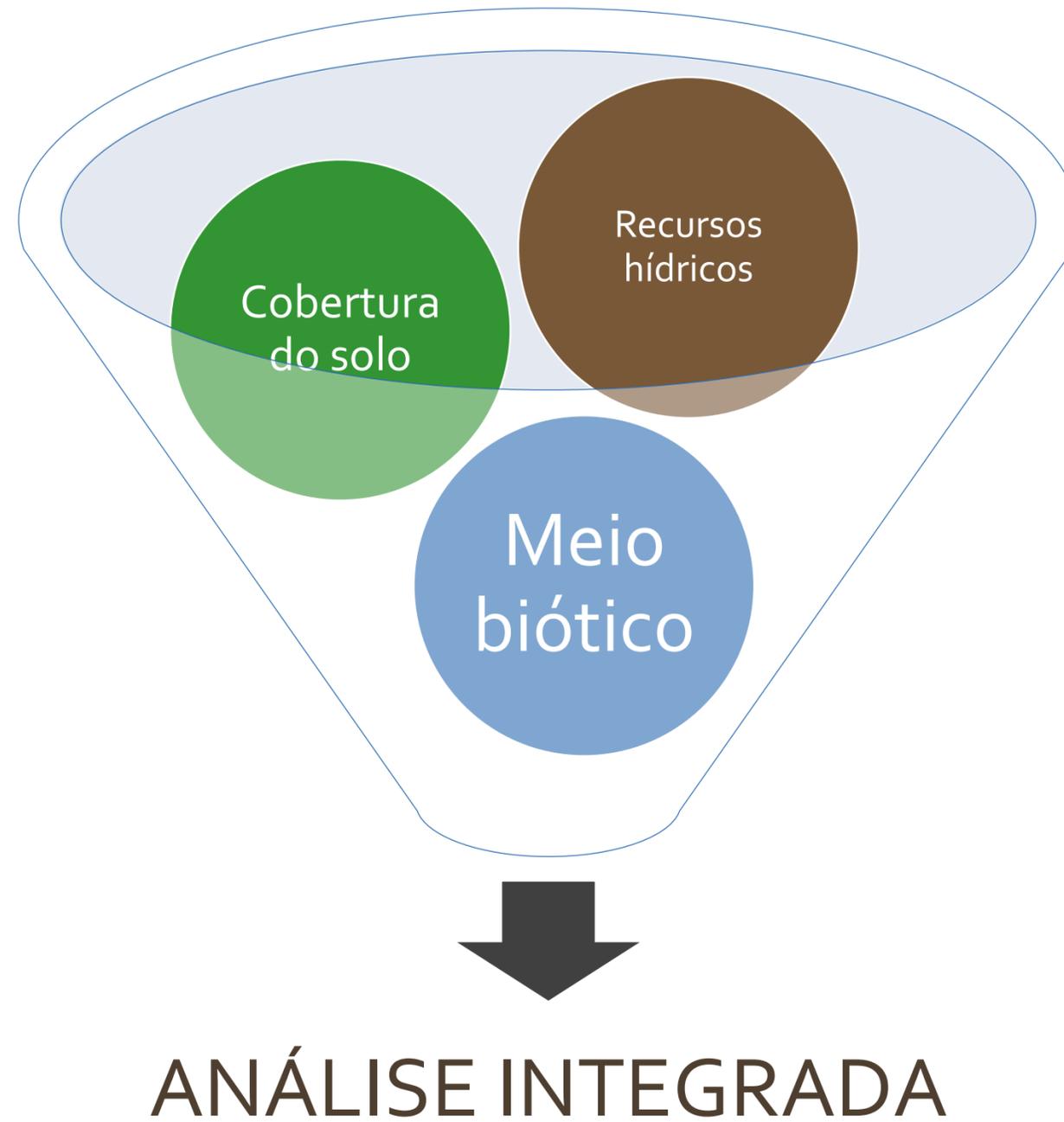


Análise integrada

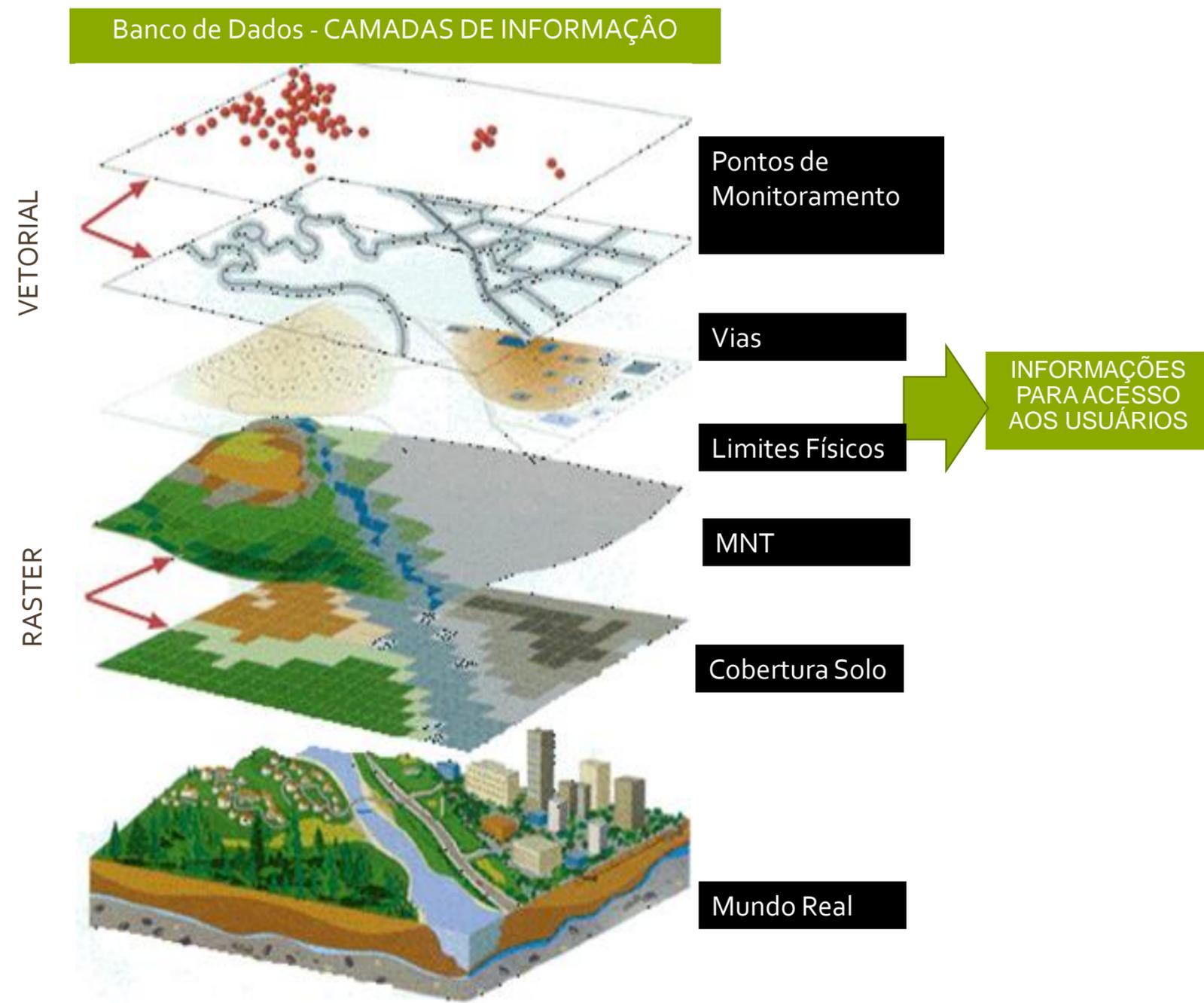
Resultados



Metodologia



Objetivo



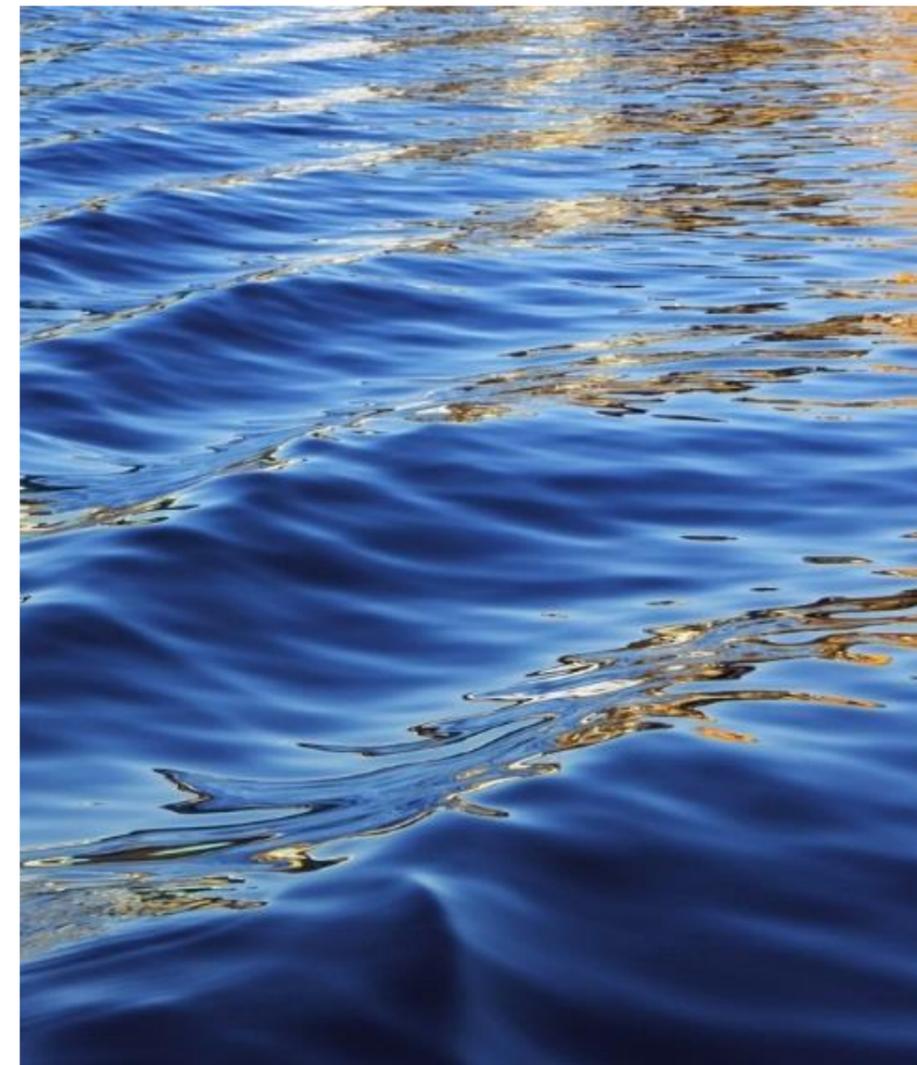
Estabelecer e quantificar a relação de causa/efeito para a qualidade dos recursos hídricos superficiais

Resultados

- Dos 14 pontos notáveis analisados, 2 merecem destaque:
- AR006 (rio Mãe Luzia): agrupa a maior área de intervenção;
- UR018 (rio Deserto): único ponto com intervenção parcial;

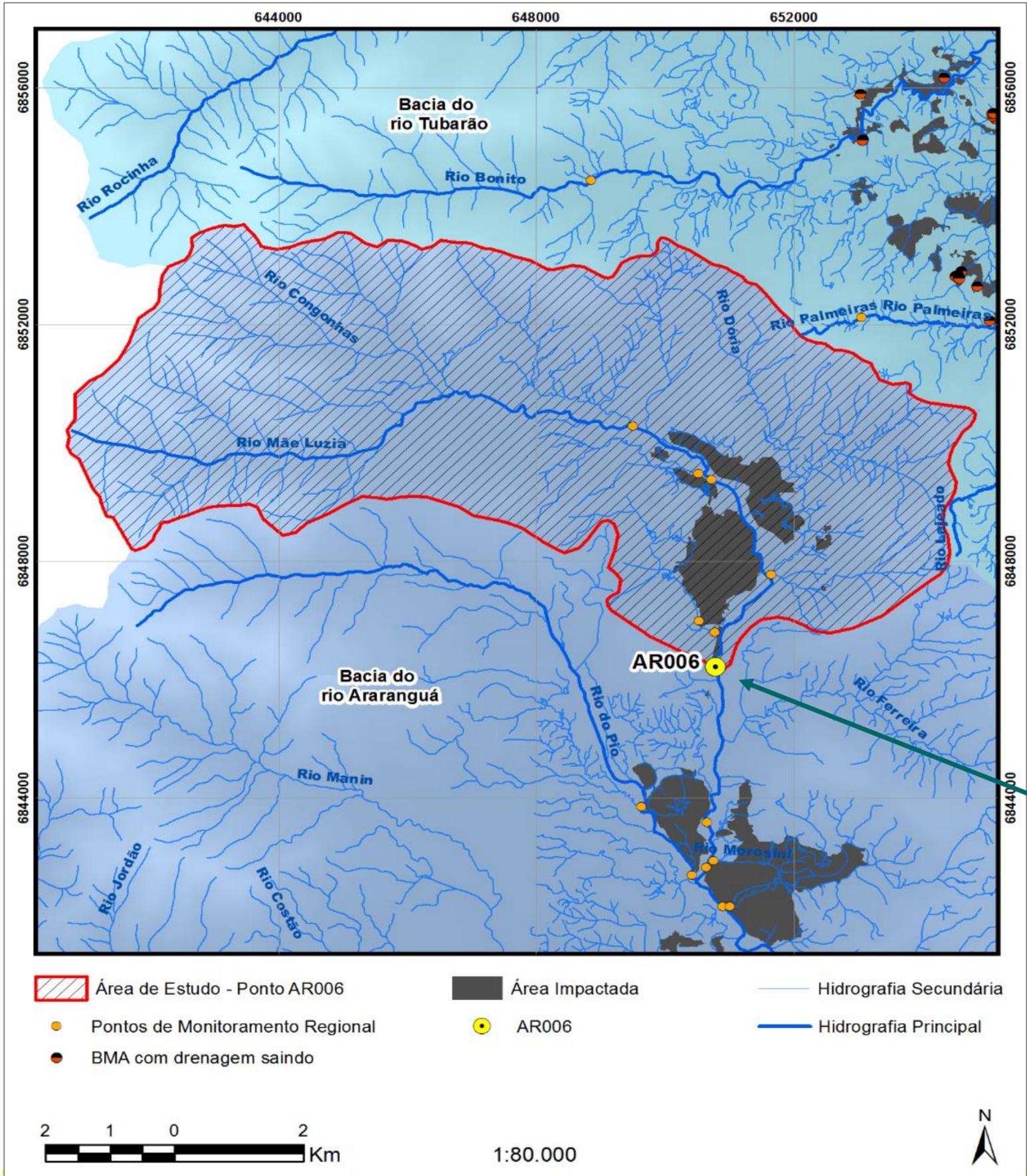


ARoo6



MONITORAMENTO DAS SUB-BACIAS

ANÁLISE INTEGRADA
(RH, COB. DO SOLO, MEIO BIÓTICO)
Alto curso do Rio Mãe Luzia



PONTO MONITOR
AR006

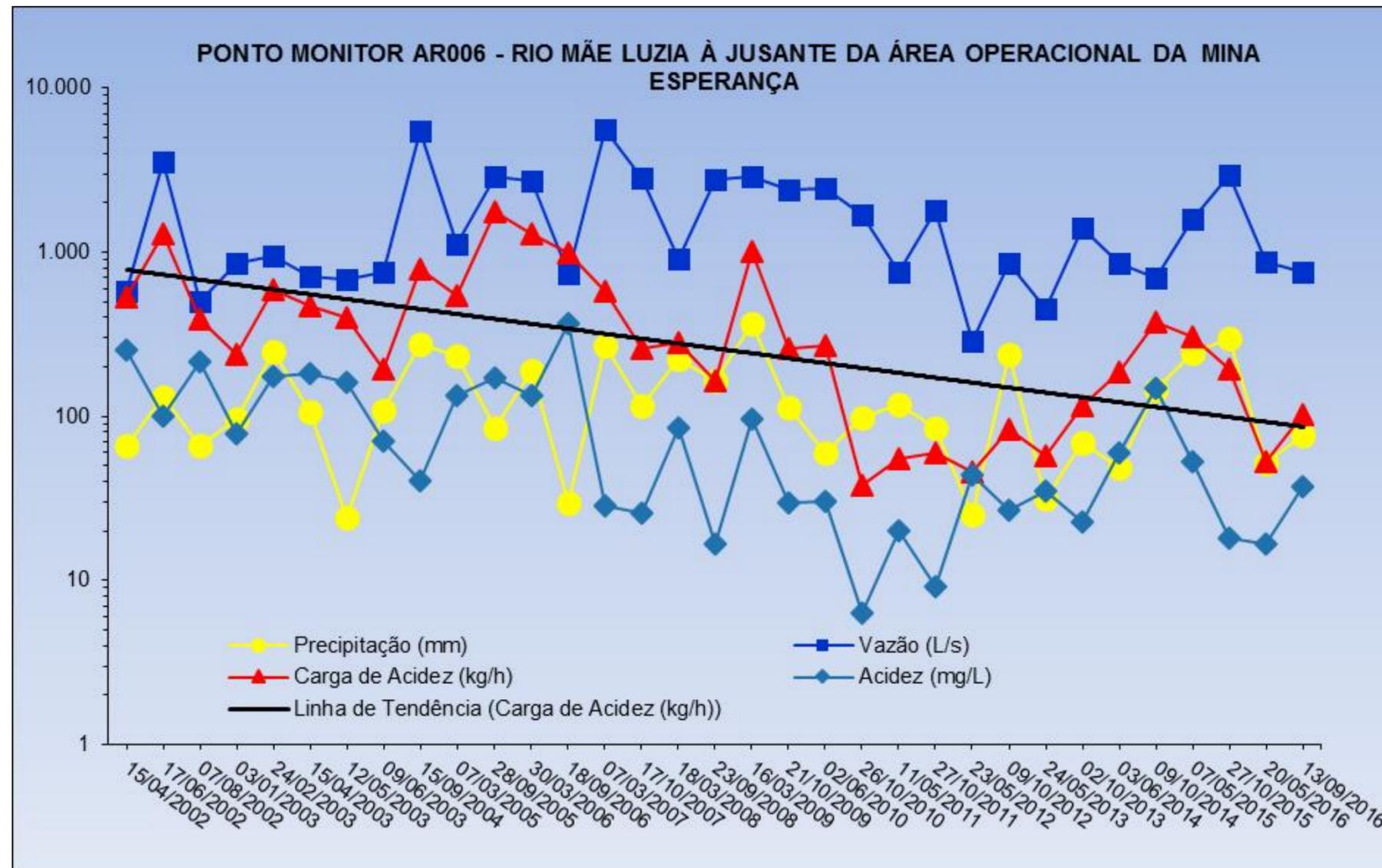
Análise estatística de tendência

PONTO MONITOR

ARoo6

Campanha	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	11ª
Data	15/04/2002	17/06/2002	07/08/2002	03/01/2003	24/02/2003	15/04/2003	12/05/2003	09/06/2003	15/09/2004
Acidez (mg/L)	254	101	216	78	175	183	162	71	40,6
Fe (mg/L)	-	19	22	21	45,6	38,6	33,8	20	-
Campanha	12ª	13ª	14ª	15ª	16ª	17ª	18ª	19ª	20ª
Data	07/03/2005	28/09/2005	30/03/2006	18/09/2006	07/03/2007	17/10/2007	18/03/2008	23/09/2008	16/03/2009
Acidez (mg/L)	133,4	171,7	132,5	369,7	28,6	25,5	85,8	16,8	97,1
Fe (mg/L)	49,11	39,27	26,95	94,35	10,74	5,06	19,12	11,68	12,38
Campanha	21ª	22ª	23ª	24ª	25ª	26ª	27ª	28ª	29ª
Data	21/10/2009	02/06/2010	26/10/2010	11/05/2011	27/10/2011	23/05/12	09/10/2012	24/05/2013	02/10/2013
Acidez (mg/L)	30	30,58	6,28	20,15	9,16	44,3	26,88	34,98	22,60
Fe (mg/L)	9,91	11,8	5,63	10,15	3,9	9,95	0,48	9,38	5,420
Campanha	30ª	31ª	32ª	33ª	34ª	35ª			
Data	03/06/2014	09/10/2014	07/05/2015	27/10/2015	20/05/2016	13/09/2016			
Acidez (mg/L)	60,24	19,15	52,68	18,1	16,83	37,07			
Fe (mg/L)	6,77	7,78	12,8	6,56	5,74	10,40			
Resumo	Mann Kendall	Número eventos	Média aritmética	Desvio padrão	Coefficiente de variação	Tendência NC ≥ 80%	Teste de Estabilidade		
Acidez (mg/L)	-264	33	83,96	84,31	1,00	Redução	Não Estável		
Fe (mg/L)	-241	31	18,88	18,96	1,00	Redução	Não Estável		

Análise integrada



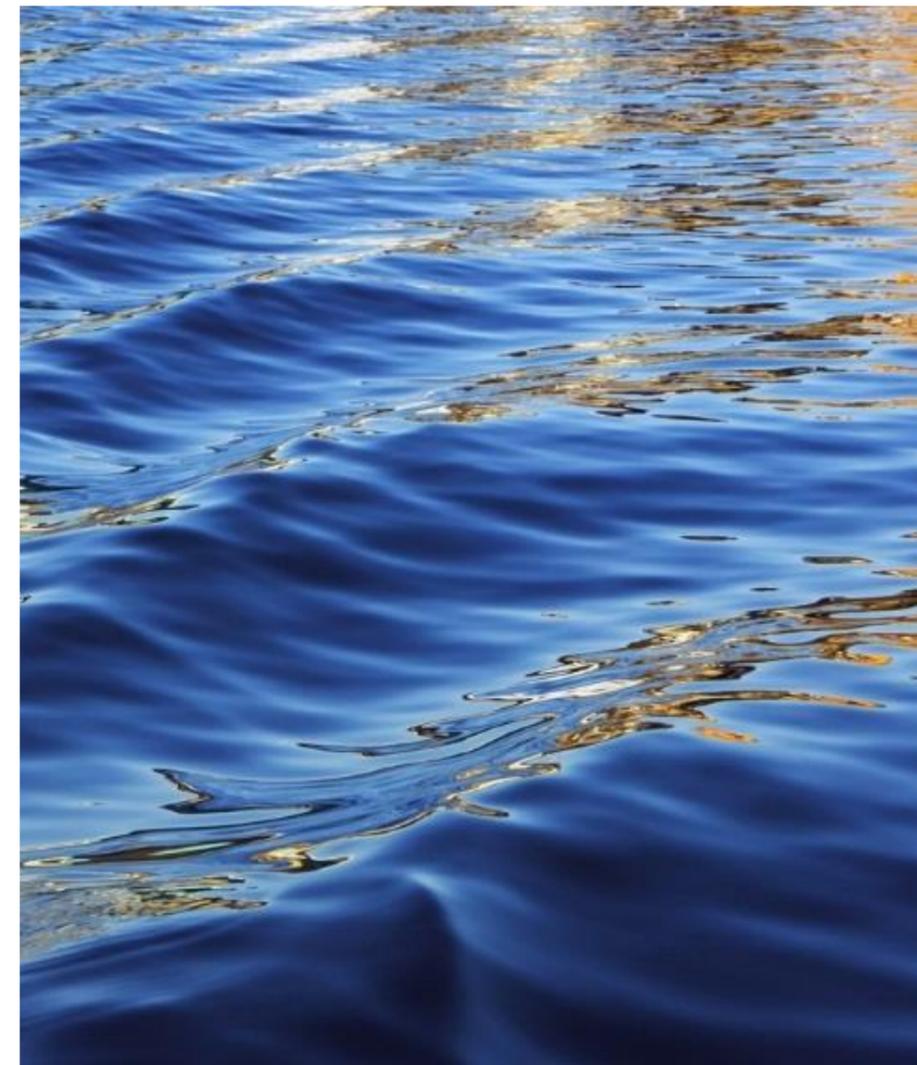
Intervenção ambiental em 218 ha, 69,67% do total das áreas impactadas (312,94 ha)

Ciclo Hidrológico	Carga de Acidez (kg/h)	
	2003 (4ª campanha)	2016 (34ª campanha)
Período seco	238,37	52,69
Período úmido	1.766,93	192,62

O restante da carga de acidez está sendo gerada nas áreas ainda sem intervenção ambiental (270,74 ha)

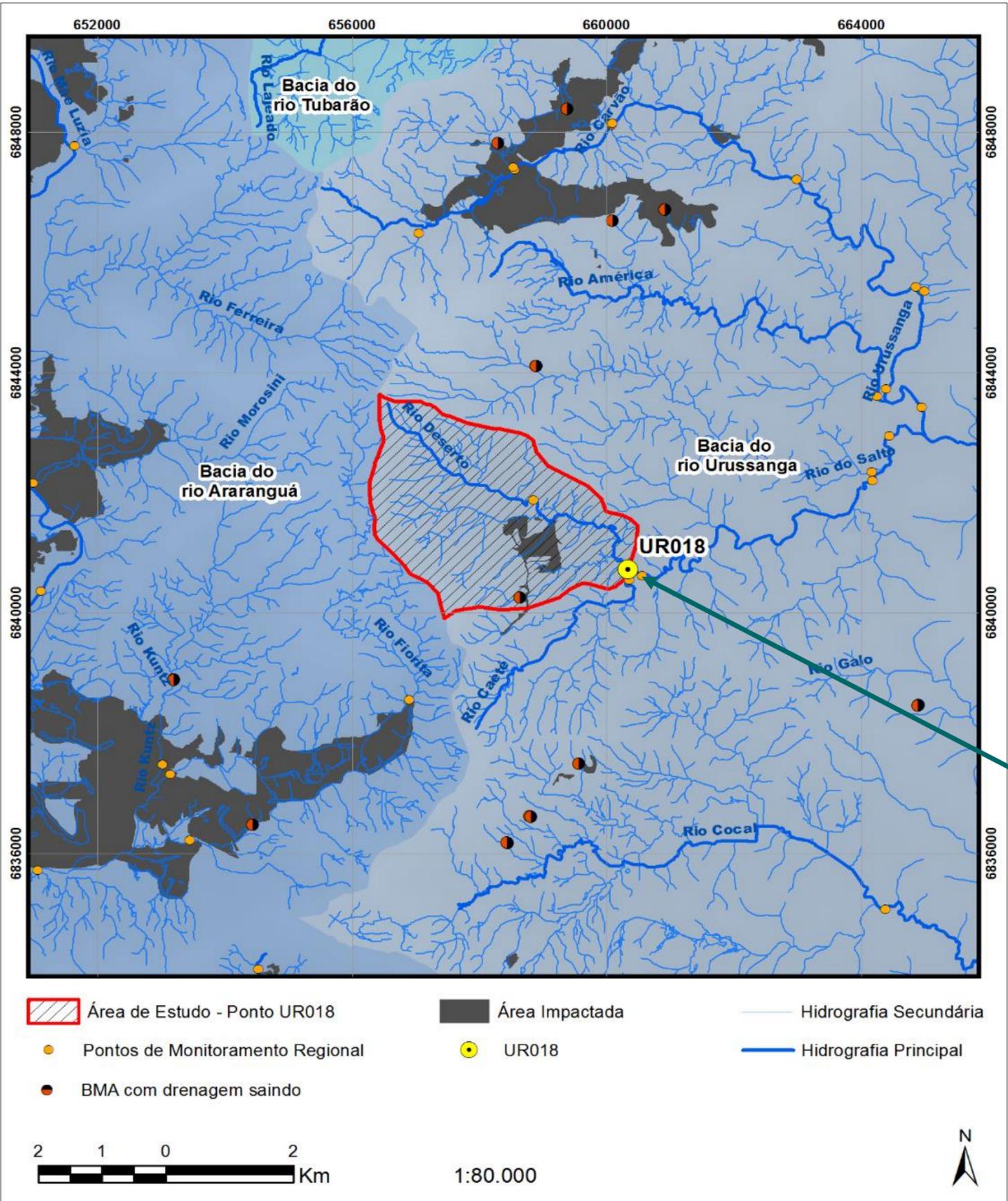


UR018



MONITORAMENTO DAS SUB-BACIAS

ANÁLISE INTEGRADA
(RH, COB. DO SOLO, MEIO BIÓTICO)
Sub-bacia do Rio Deserto



PONTO MONITOR
UR018

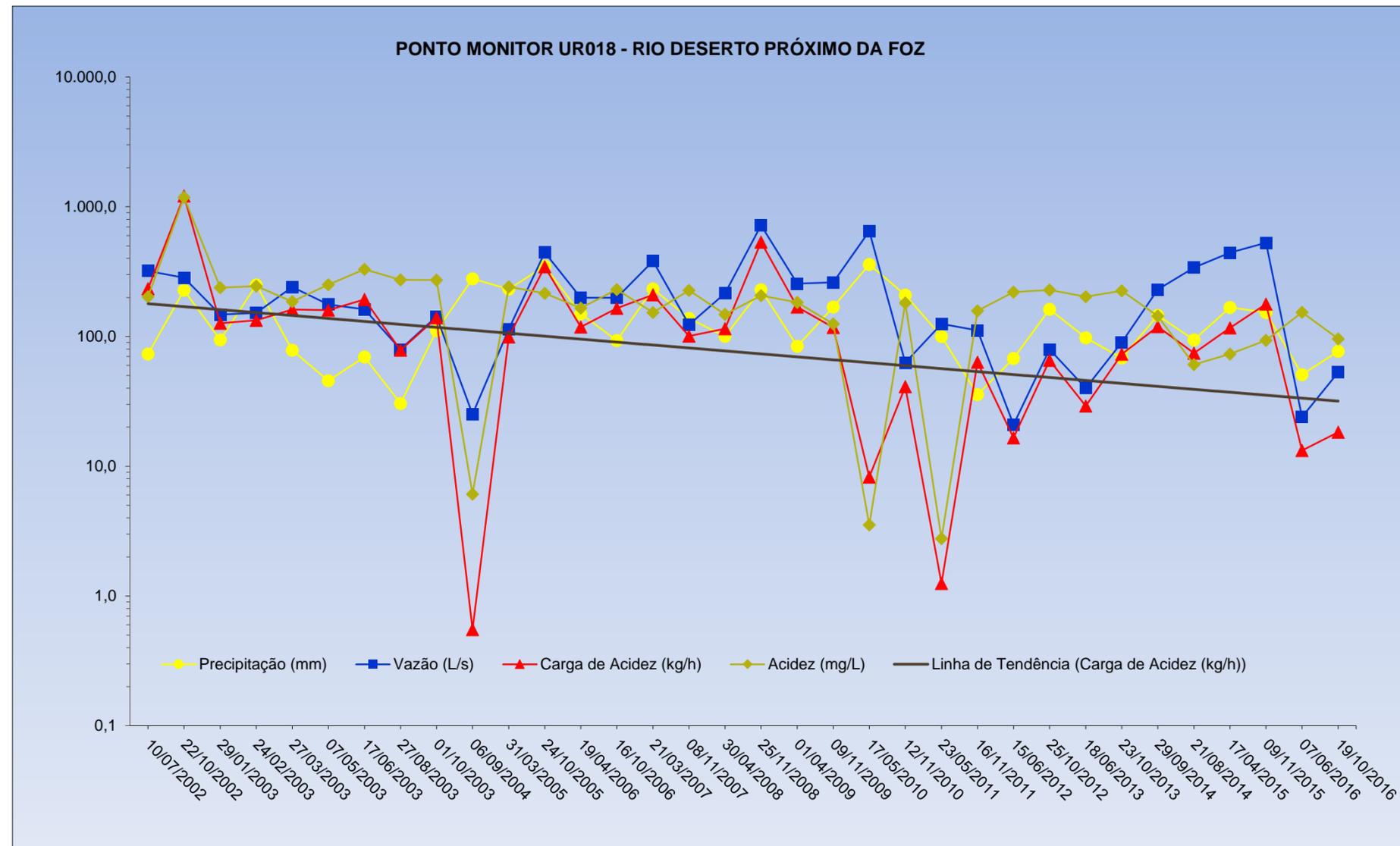
Análise estatística de tendência

PONTO MONITOR

UR018

Campanha	2^a	3^a	4^a	5^a	6^a	7^a	8^a	9^a	10
Data	10/07/2002	22/10/2002	29/01/2003	24/02/2003	27/03/2003	07/05/2003	17/06/2003	27/08/2003	01/10/
Acidez (mg/L)	203	1.186	238	244	186	251	330	273	27,
Fe (mg/L)	21,2	20	21	18,6	23	25,2	27,4	34	36,
Campanha	11^a	12^a	13^a	14^a	15^a	16^a	17^a	18^a	19
Data	06/09/2004	31/03/2005	24/10/2005	19/04/2006	16/10/2006	21/03/2007	08/11/2007	30/04/2008	25/11/
Acidez (mg/L)	6,09	2,42	215	165,75	230	153	227	148,2	206
Fe (mg/L)		18	25,46	18,58	19,43	21,7	17,3	14,66	29,(
Campanha	20^a	21^a	22^a	23^a	24^a	25^a	26^a	27^a	28
Data	01/04/2009	09/11/2009	17/05/2010	12/11/2010	23/05/2011	16/11/2011	15/06/12	25/10/2012	18/06/
Acidez (mg/L)	183,6	125	3,53	181	2,77	157,56	219,78	228,41	202,
Fe (mg/L)	24,1	16,53	26,3	18,3	19,2	13,9	19,4	19,80	15,(
Campanha	29^a	30^a	31^a	32^a	33^a	34^a	35^a		
Data	23/10/2013	21/08/2014	26/09/2014	17/04/2015	09/11/2015	07/06/2016	19/10/2016		
Acidez (mg/L)	225,34	143,90	60,78	73,24	93,46	153,69	95,94		
Fe (mg/L)	7,620	18,40	8,80	10,5	10,9	10,1	16,9		
Resumo	Mann Kendall	Número eventos	Média aritm.	Desvio padrão	Coef. de variação	Tendência NC ≥ 80%	Teste de Estabilidade		
Acidez (mg/L)	-249	34	203,73	190,93	0,94	Redução	Estável		
Fe (mg/L)	-232	33	19,60	6,65	0,34	Redução	Estável		

Análise integrada



Intervenção ambiental em 20,99 ha, 44,32 % do total das áreas impactadas (47,35 ha)

Ciclo Hidrológico	Carga de Acidez (kg/h)	
Período seco	2003 (9ª campanha)	2016 (35ª campanha)
	78,33	18,31
Período úmido	2002 (2ª campanha)	2016 (34ª campanha)
	233,93	116,37

O restante da carga de acidez está sendo gerada nas áreas ainda sem intervenção ambiental (26,36 ha).

Análise integrada dos pontos notáveis

Bacia Hidrográfica (BH)	Pontos Notáveis	Localização	Carga de Acidez (kg/h)		Variação (%)
			2002	2016	
BH do Araranguá	AR006	Alto curso do rio Mãe Luzia	534,01	101,40	-81,01
	AR012	Foz do rio Morosini	36,18	34,83	-3,73
	AR014	Alto curso do rio Mãe Luzia	410,03	16,41	-96,00
	AR019	Alto curso do rio Fiorita	471,8	34,13	-92,77
	AR031	Médio curso do rio Sangão	1.041,91	276,48	-73,46
	AR068	Rio dos Porcos	43,69	370,63	748,32
	AR069	Rio dos Porcos	162,27	36,29	-77,64
BH do Urussanga	UR018	Foz do rio Deserto	233,83	18,31	-92,17
BH do Tubarão	TB018	Foz do rio Rocinha	2.482,74	12,62	-99,49
	TB049	Foz do rio Cafundó	271,51	261,13	-3,82
	TB056	Foz do rio Capivaras	130,17	0,06	-99,95
	TB088B	Drenagem secundária do rio Palmeiras	430,99	41,10	-90,46
	TB165	Foz do rio Estiva dos Pregos	128,86	2,30	-98,22

OBS.: TB018 e TB165 - campanhas de 2003



MARCIO ZANUZ

marcio.zanuz@satc.edu.br

+55 48 9962-17367 | +55 48 3431-8350