

Mineração: conceitos básicos

Metal	Clark (ppm)	Teores aproximados (%)	
		mínimo	médio
alumínio	82.300	17	22
ferro	56.300	20	40
titânio	5.650	3	7
manganês	1.000	7	20
irídio	165	—	0,5
vanádio	120	0,12	0,2
cromo	102	7	30
níquel	84	0,25	1,1
zinco	70	1,5	4,5
cobre	60	0,35	1,0
cobalto	25	0,1	0,3
nióbio	20	0,34	0,6
chumbo	14	1,5	3,5
lítio	9	0,01	0,05
urânio	3	0,005	0,13
estanho	2,3	0,1	0,4
prata	1,8	—	—
tungstênio	1,2	0,1	0,4
antimônio	0,2	0,5	1,2
ouro	0,004	1 (ppm)	6 (ppm)

GÊNESE DE DEPÓSITOS MINERAIS

Processos supérgenos
Sedimentares
Magmáticos
Hidrotermais
Vulcano-sedimentares
Metamórficos

ANOMALIAS

	Identificado		Não descoberto	
	Demonstrado	Inferido	Hipotético	Espectativo
	Medido	Indicado		
ECONÔMICO	RESERVAS			
SUBECONÔMICO	RECURSOS			

Grav crescente de conhecimento geológico

Fig. 21.1 Classificação de recursos minerais. Fonte: US Geological Survey Bull. 1450 A, 1976

JAZIDA ou RESERVA MINERAL

MINÉRIO é um mineral ou rocha que pode ser explorado economicamente.

	MINERAIS DE GANGA	MINERAIS DE MINÉRIO	
Granito	Feldspato quartzos biotite	casiterita (SnO ₂)	→ minério de estanho
Pegmatito	Feldspato quartzos muscovite	espodumênio (LiAlSi ₄ O ₁₀)	→ minério de lítio
Serpentinito	antigorita cristalitos talcos	amianto (Mg ₃ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄)	→ minério de amianto
Aluvião	areia casimite argila	ouro (Au)	→ minério de ouro

Mineração: conceitos básicos

Recursos Minerais
Substâncias naturais formadas por processos geológicos que, ocorrendo na crosta terrestre com uma concentração superior à média, podem ser economicamente exploráveis.

- Energéticos**
Recursos minerais utilizados para a produção de energia elétrica, calorífica ou mecânica.
Exemplos: petróleo, carvão, gás, urânio.
- Não Metálicos**
Estes recursos, também designados por minerais e rochas industriais, constituem um grupo muito diversificado, incluindo minerais e rochas que são principalmente utilizados na construção civil e em processos industriais de natureza muito diversa.
- Metálicos**
Recursos minerais explorados para a obtenção de um determinado elemento metálico que faz parte da sua constituição.
Exemplos de metais: ouro, prata, cobre, alumínio, ferro, ...

Rochas Ornamentais
Exemplos: calcário, mármore, granito, ...

Rochas e Minerais Industriais
Exemplos: areia, argila, quartzo, ...

Oliveira et al. (2007)

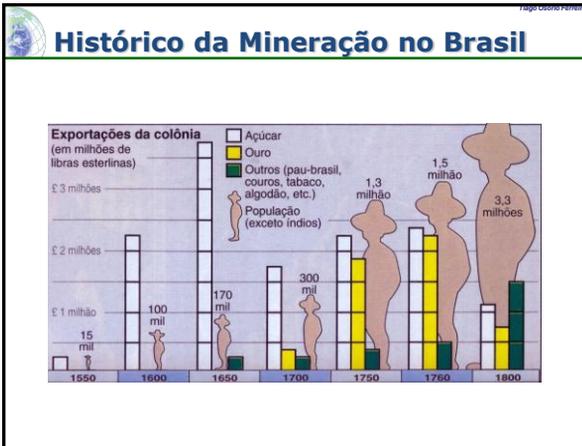
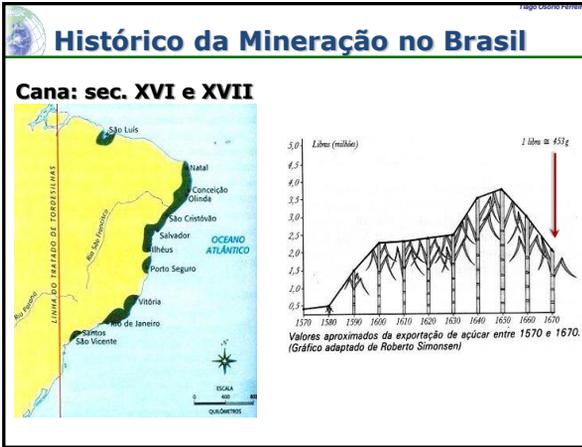
Histórico da Mineração

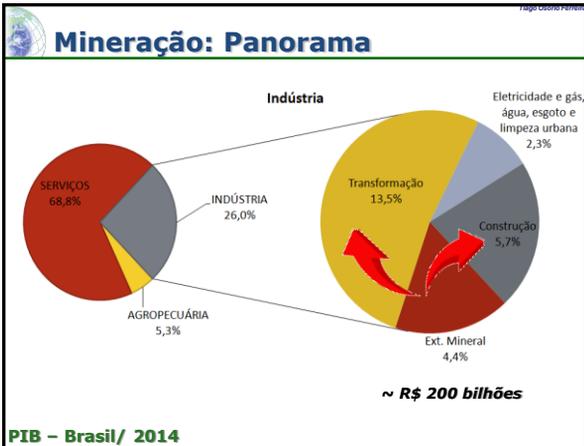
Marco Zero:

ERA DOS METAIS (~ 5.000 a.C)




2.600 a.C

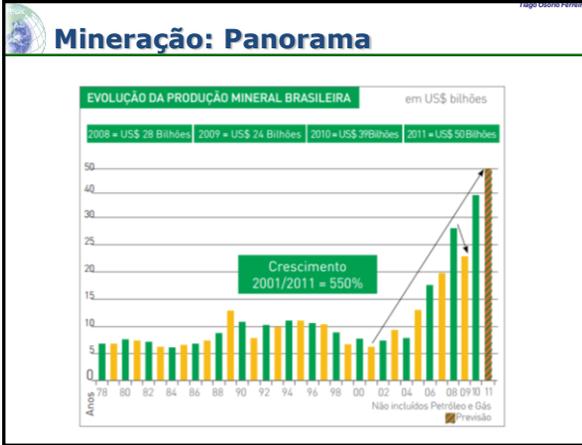




Mineração: Panorama

Minerais	Produção Brasileira	Posição no Ranking	Reservas Brasileiras	Posição no Ranking
Bauxita	14%	3º	6,6%	5º
Cobre	2%	5º	2%	13º
Rochas Ornamentais	7,7%	3º	5,6%	6º
Ouro	2,3%	12º	3,3%	6º
Minério de Ferro	17%	2º	11%	5º
Cauim	6,8%	5º	28%	2º
Manganês	20%	2º	1,1%	6º
Niobio	98%	1º	98%	1º
Tantalita	28%	2º	50%	1º
Estanho	4,1%	5º	13%	3º
Zinco	2,4%	12º	0,85%	6º

(FONTE: DNP/IBRAM – 2012)



Mineração: Panorama

INVESTIMENTOS EM PESQUISA MINERAL NO MUNDO

Investimento Global (US\$ 10.700.000)	Área (km²) x 1.000	Investimentos absolutos	Divisão dos investimentos	Investimentos absolutos/Área (US\$/km²)	Investimento brasileiro x Países
Canadá	9.971	2.033.000	19	0,2	5,4
Austrália	7.682	1.284.000	12	0,2	4,5
Estados Unidos	9.373	856.000	8	0,3	2,4
México	1.973	642.000	6	0,0	8,7
Chile	0.757	535.000	5	0,0	18,8
Peru	1.285	535.000	5	0,4	11,1
Rússia	17.075	428.000	4	0,7	0,7
China	9.600	428.000	4	0,1	1,2
Argentina	2.780	321.000	3	0,1	3,1
Brasil	8.547	321.000	3	0,01	1

US\$ 1.000

Mineração: Panorama

Tabela 8: Remuneração média nominal em dezembro de 1999 do setor industrial

Setores/Subsetores	Remuneração Média (US\$)
Extrativa Mineral	468,87
Ind. Min. Não-Metálica	305,65
Ind. Metalúrgica	467,02
Ind. Mecânica	592,20
Elétrica, Eletrônica e Comunicações	585,81
Transporte	782,27
Madeira	212,03
Papel e Gráfica	554,31
Borracha e Plástico	401,01
Química e Farmacêutica	587,49
Têxtil	240,66
Calçados	206,60
Alimentos e Bebidas	300,35
Total da Economia	401,19

Fonte: Ministério do Trabalho e Emprego - RAIS.

EXEMPLOS DE MUNICÍPIOS MINERADORES E SEUS RESPECTIVOS IDH EM COMPARAÇÃO AO IDH DO ESTADO

Município - UF	Mineral	IDH Estado	IDH Municípios
Itabira - MG	Ferro	0,766	0,798
Brasão - MG	Níquel	0,766	0,799
Nova Lima - MG	Duro	0,766	0,921
Catalão - GO	Fosfato	0,773	0,818
Cachoeira de Papagaios - ES	Rochas Ornamentais	0,767	0,770
Parauapebas - PA	Ferro	0,720	0,740
Barcarena - PA	Bauxita	0,720	0,759
Presidente Figueiredo - AM	Cassiterita	0,713	0,742

Fonte: PNUL

Mineração: Panorama

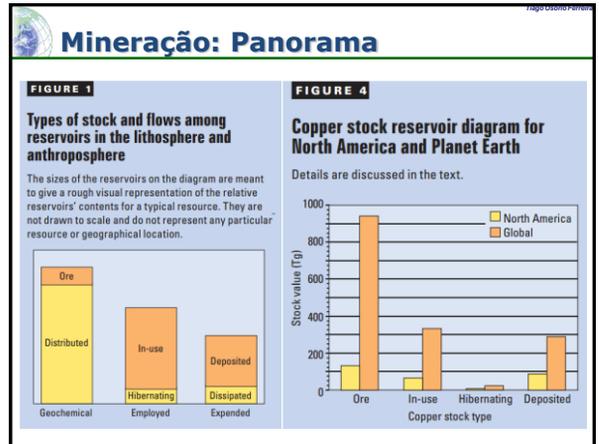
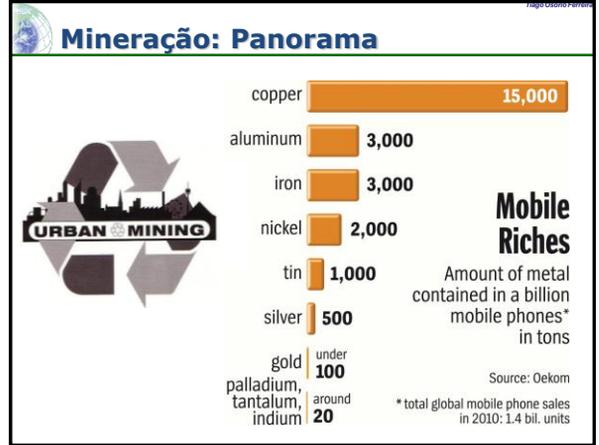
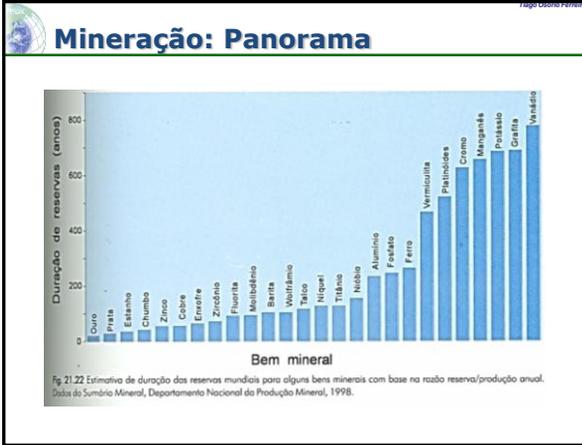
Every American Born Will Need . . .

1,390 lbs. Copper
 20,226 lbs. Clays
 29,336 lbs. Salt
 772 lbs. Zinc
 1,55 million lbs. Stone, Sand, & Gravel
 81,518 gallons Petroleum
 65,543 lbs. Cement
 48,096 lbs. Other Minerals & Metals
 5,78 million cu. ft. of Natural Gas
 32,810 lbs. Iron Ore
 849 lbs. Lead
 4,864 lbs. Bauxite (Aluminum)
 21,848 lbs. Phosphate Rock
 573,056 lbs. Coal
 1,279 Troy oz. Gold

3.5 million pounds of minerals, metals, and fuels in a lifetime

© 2004 Mineral Information Institute Golden, Colorado

1.600 toneladas ao todo!



landfill mining

Processo para a extração de materiais ou outros recursos naturais a partir de resíduos que tenham sido previamente eliminadas em um aterro.

Krook et al. (2012)

landfill mining

ETAPAS (*in situ* e *ex situ*)

- ✓ Escavação;
- ✓ Transformação;
- ✓ Tratamento;
- ✓ Recuperação dos materiais.

Krook et al (2012)



landfill mining



Perdido Landfill, Escambia County (Florida, USA)

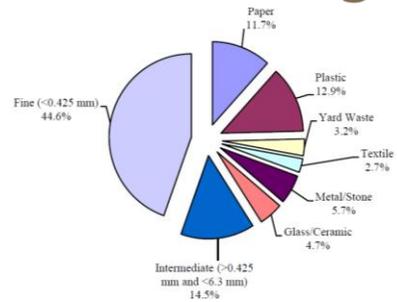


landfill mining

TRANSPORTE



landfill mining



Average Composition of Reclaimed Material (Jain et al., 2005)

landfill mining

UE-27: 150.000 – 500.000 aterros

- ✓ **Redução de emissões de GEE:** de 15 - 75 milhões de ton CO₂(eq)/ano (~15% da emissão anual no Brasil).
- ✓ **Matéria-prima secundária:** 11.000 milhões de toneladas métricas → 5% do Consumo anual de recursos não energéticos e não-alimentares da UE-27 para os próximos 25 anos.
- ✓ **Recuperação de áreas:** 6.000 km² na UE (5 x Piracicaba).



Mineração: Panorama

LAVRA: conjunto de operações que objetivam o aproveitamento industrial de jazidas (extração → beneficiamento).

1. A céu aberto (em cavas)
2. Subterrânea
3. Dragagem
4. Abatimento
5. Garimpagem Manual
6. Garimpagem com ação de águas pluviais
7. Garimpagem com ação de águas fluviais
8. Garimpagem desmonte hidráulico



Mineração: Impactos

Alteração de lençol de água subterrâneo

Vibrações

Erosão

Poluição sonora

Assoreamento

Poluição da água

Lançamento de fragmentos

Poluição visual

Impactos sobre fauna e a flora

Poluição do ar

Alteração da paisagem

Degradação e perda do solo



Mineração: Impactos

FUNÇÕES DO SOLO

Meio para o crescimento das plantas

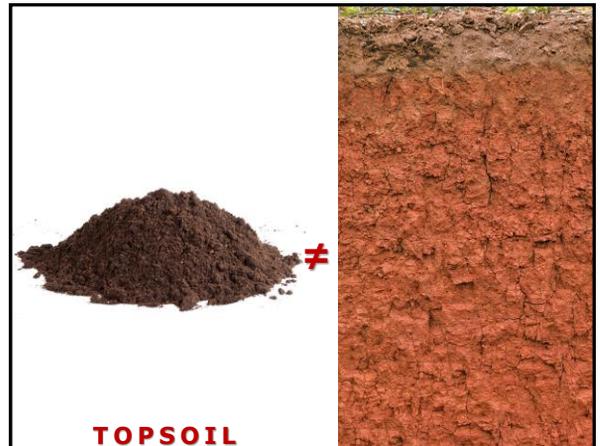
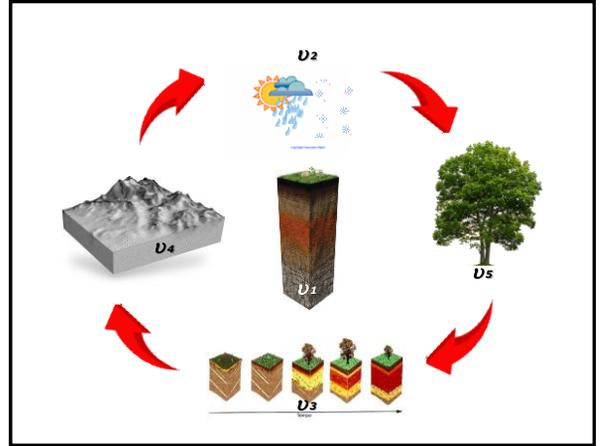
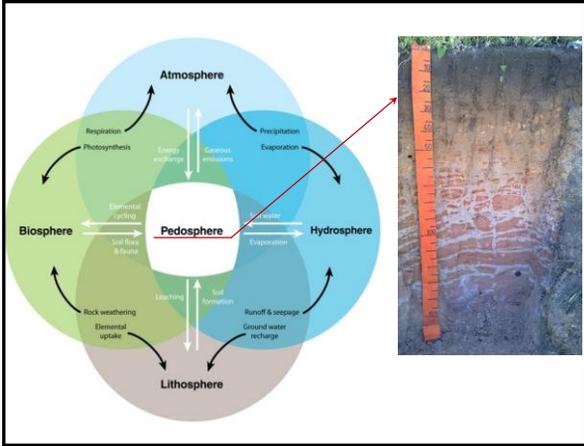
Sistema de reciclagem de nutrientes e detritos orgânicos

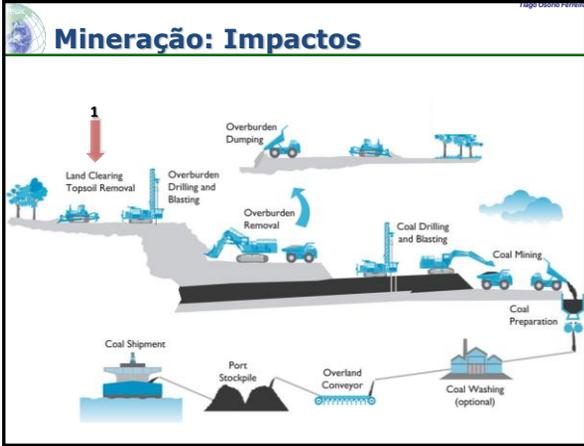
Modificador de atmosfera

Habitat para os organismos do solo

Sistema para suprir e purificar a água

Meio para obras de engenharia







Mineração: Impactos

Drenagem Ácida

Mineração: Impactos

Sulfetos Metálicos → Pirita (FeS₂)

Mineração: Impactos

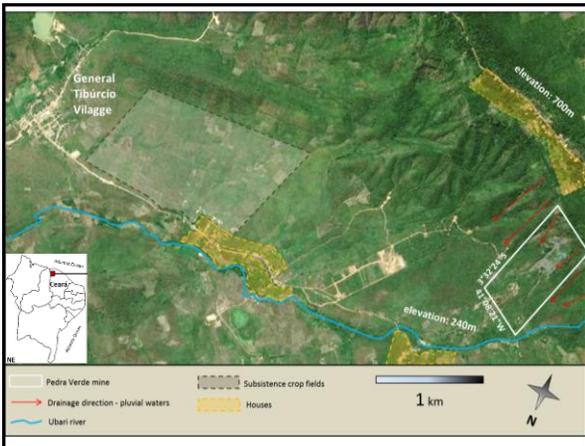
ACIDIFICAÇÃO INTENSA QUANDO DRENADOS:

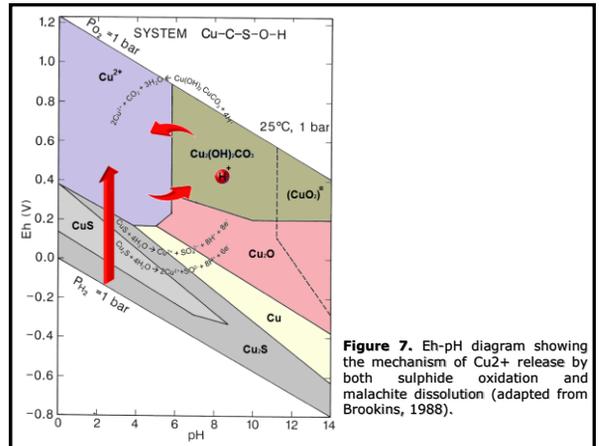
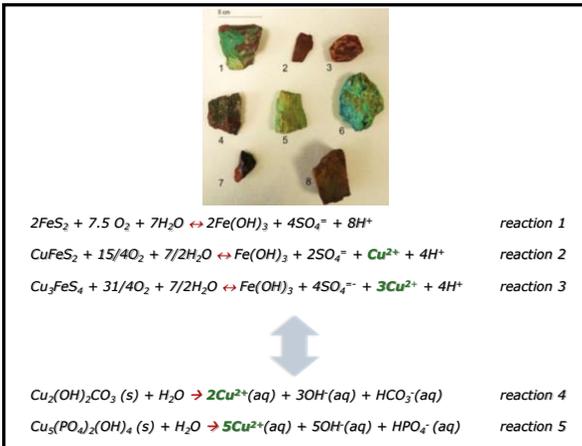
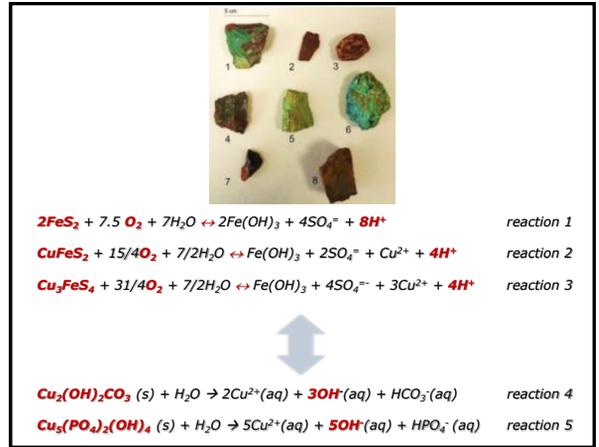
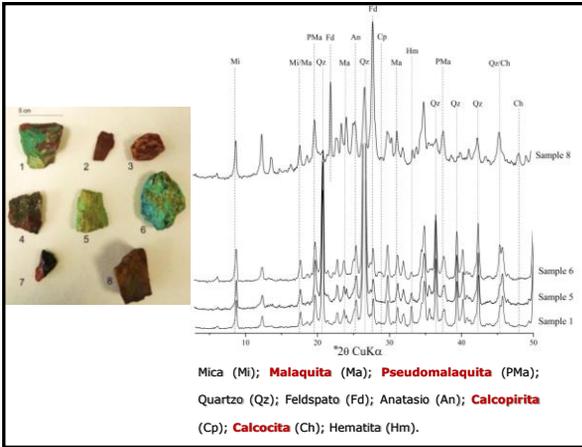
$$\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$$

↓
H₂SO₄

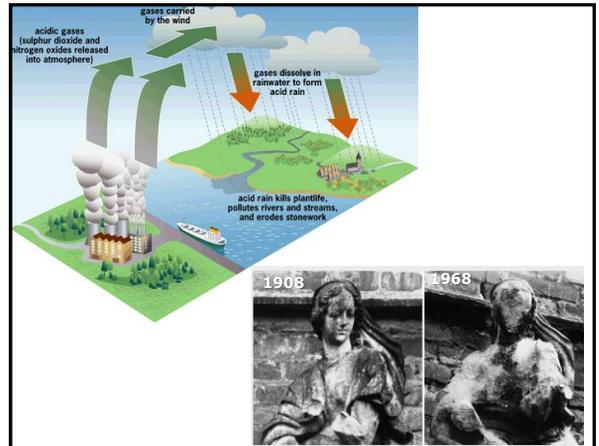
QUEDA DE pH

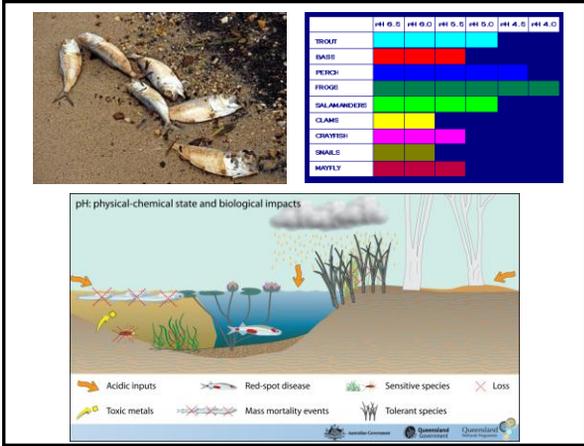
LIBERAÇÃO DE METAIS PESADOS

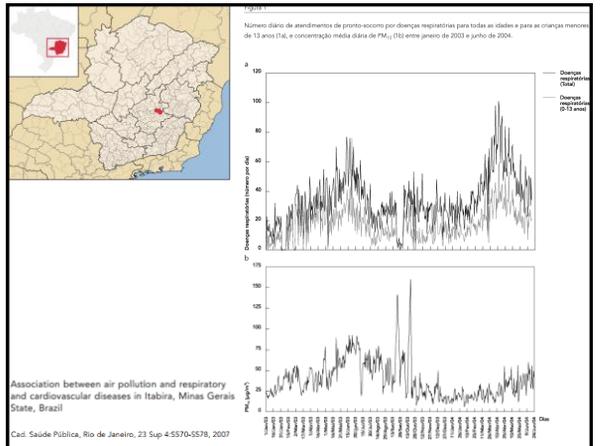
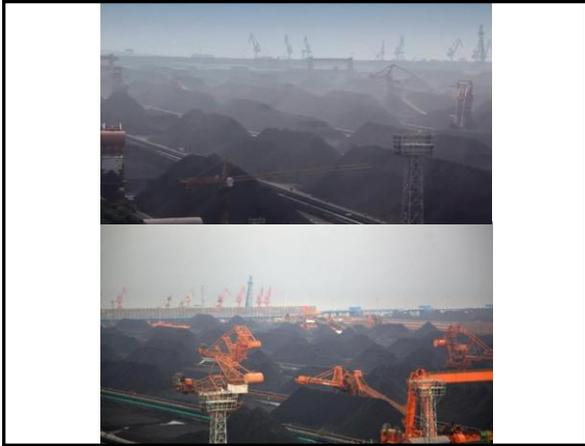


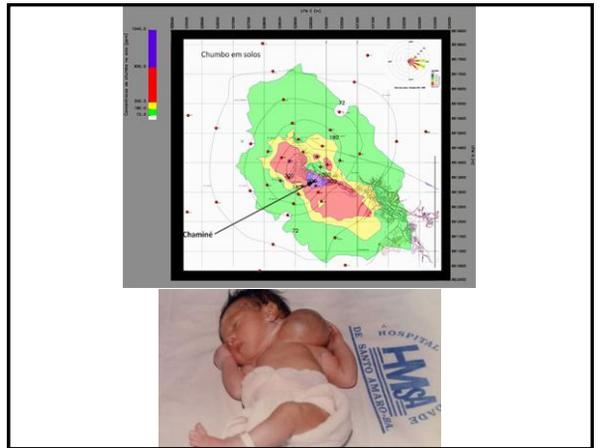
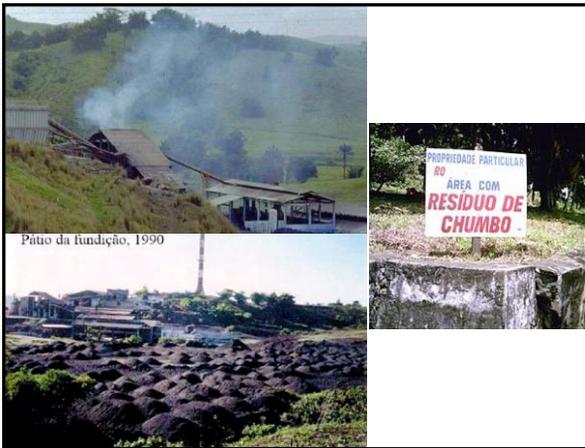


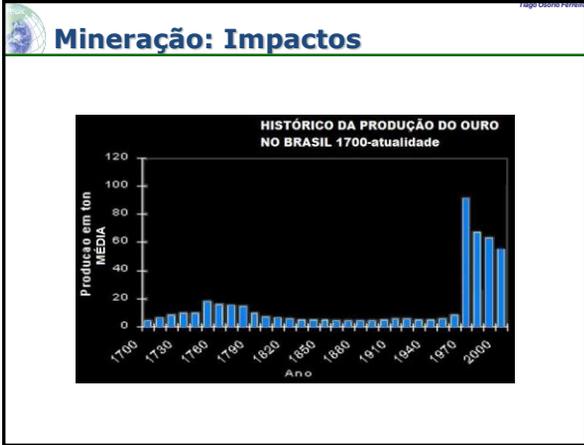












Mineração: Impactos

AMALGAMAÇÃO

Fator de Emissão
2 a 4 kg Hg/ kg Au

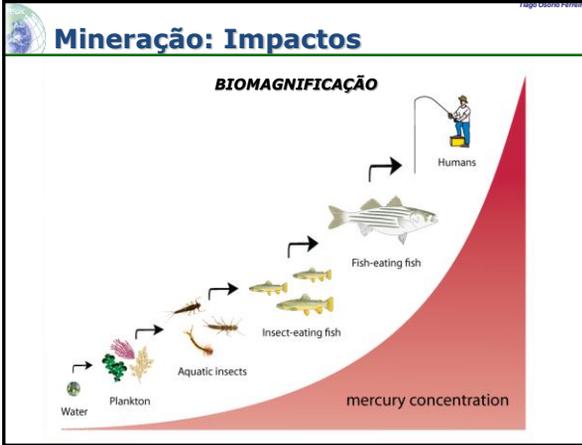
~180 ton Hg/ ano

Mineração: Impactos

Tabela 2. Comparação entre as emissões antropogênicas de mercúrio para a atmosfera no Brasil, baseado em Lacerda (1996)¹ levando em consideração a situação em 1990.

Sector	Parâmetros de produção/consumo	Parâmetros de emissão para a atmosfera	Emissão (t.ano ⁻¹)	% do total
Produção de cloro	25.7 tHg.yr ⁻¹	45%	11.65	10.1
Produção de soda	125 gHg.t ⁻¹ KOH	45%	0.37	0.3
Tintas & pigmentos	34.3 tHg.yr ⁻¹	1%	0.34	0.3
Eletrô-eletrônico	9.1 tHg.yr ⁻¹	0.2%	0.02	<0.1
Combustão de carvão	27.2 x 10 ⁹ MJ.yr ⁻¹	0.13 µgHg.MJ ⁻¹	0.01	<0.1
Combustão de óleo	28.3 x 10 ⁹ MJ.yr ⁻¹	0.33 µgHg.MJ ⁻¹	0.01	<0.1
Combustão de biomassa	4.8 x 10 ⁹ MJ.yr ⁻¹	0.03 g.t ⁻¹	0.12	0.1
Prometalurgia Pb	62.023 t.yr ⁻¹	2- 4 gHg.tPb ⁻¹	0.19	
Zn	163.000 t.yr ⁻¹	8-45 gHg.tZn ⁻¹	4.30	3.9
Cd	197 t.yr ⁻¹	8-45 gHg.tCd ⁻¹	0.05	
Produção de aço e ferro	15 x 10 ⁷ t.yr ⁻¹	0.08gHg.t ⁻¹	12	10.4
Queimadas	11.100 km ² .yr ⁻¹	7.8 gHg.ha ⁻¹	8.7	7.5
Garimpos de ouro	87 tAu.yr ⁻¹	0.92 tHg.tAu ⁻¹	77.9	67.3
Total	-	-	115.7	100

QUÍMICA NOVA, 20(2) (1997)



Mineração: Impactos

Tabela 2. Indicadores e sintomas em função dos teores de Hg (Souza & Barbosa, 2000)

Indicadores	Consumo Diário de Hg		Teores de Hg em cabelo (mg kg ⁻¹)
	µg kg ⁻¹ do indivíduo	µg /indivíduo de 55 kg	
Dose de referência (EPA/OMS)	0,1	16,5	4
Máximo permitido (FAO/OMS)	0,5	27,5	7
Desenvolvimento anormal de crianças	0,7 – 1,5	38,5 – 82,5	10 – 20
Sintoma sub-clínicos	1,5 – 2,1	82,5 – 115,5	> 20
Sintomas clínicos: parestesia (OMS ou WHO, 1990)	2,4 – 5,5	132 – 302,5	> 50
Ribeirinhos da Amazônia	1,4	77,0	19,1

Mineração: Impactos

Tabela 16 - Concentração de Hg Total em dietas e Ingestão Diária de Hg de crianças em idade pré-escolar, da região Amazônica

	Comunidades	Consumo Médio Genet (peso seco - g)	Hg total (µg kg ⁻¹) (média ± d.p.)	Ingestão Diária Hg Total (µg/dia)	Ingestão Semanal de Hg Total kg peso corpóreo (µg/kg)	PTN1* (µg/kg)
PNJ	Cachoeira (3)	47,5	300 ± 22	14,0	13	5
	Jacaré (3)	182	337 ± 23	61,3	43	5
	Santo Elias (3)	151	803 ± 78	80,8	57	5
	Seringalzinho (3)	134	505 ± 94	62	48	5
	Vista Alegre (3)	102	645 ± 39	66,4	46	5
Amazônias	Alvarães* (2)	175	61 ± 3	10,7	7,5	5
	Itapiranga* (2)	153	89 ± 9	13,6	4,9	5
	Nhamundá* (2)	185	36,7 ± 0,1	6,8	4,7	5
	Nogueira* (2)	149	78 ± 5	11,6	8,1	5
	Novo Airão* (2)	98	71 ± 2	7,0	9,5	5
Urucurituba* (2)	101	88 ± 9	8,8	6,2	5	
M Manaus	SESB (2)	291	6,2 ± 0,6	1,8	1,3	5

66) - número de determinações.
*Comunidade não pertencente ao Parque Nacional do Jari, região Amazônica.
**PTN1 - Ingestão Semanal Teóricamente Cálculo (µg/kg por peso corpóreo) (WHO, 1996) - neste caso o peso corpóreo foi considerado em média, como 10 kg para cada criança.





Mineração: Impactos

13/10/2015 20:29 - Atualizado em 13/10/2015 20:29

MPF pede fechamento de garimpo ilegal em cidade no oeste de MT

Jazidas de ouro próximas a Pontes e Lacerda têm atraído 'aventureiros'. MPF alega que exploração ocorre sem autorização de órgão nacional.

14/10/2015 19:04 - Atualizado em 14/10/2015 19:07

Prefeito teme problemas sociais em cidade de MT após corrida por ouro

Jazida perto de Pontes e Lacerda tem atraído pessoas de outros estados. MPF pediu fechamento de garimpo e estado ainda avalia forma de intervir.

16/10/2015 19:00 - Atualizado em 16/10/2015 20:01

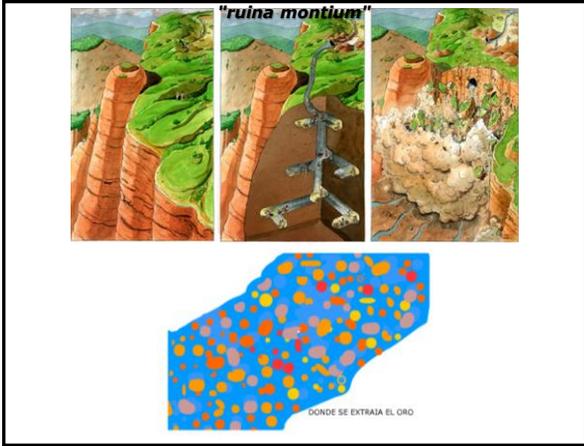
Juiz manda fechar 'nova Serra Pelada' que atraiu 5 mil em busca de ouro

Foi determinada a apreensão de ouro e multa diária de até R\$ 100 mil. Extração irregular de minério em MT atraiu pessoas de todo o país.







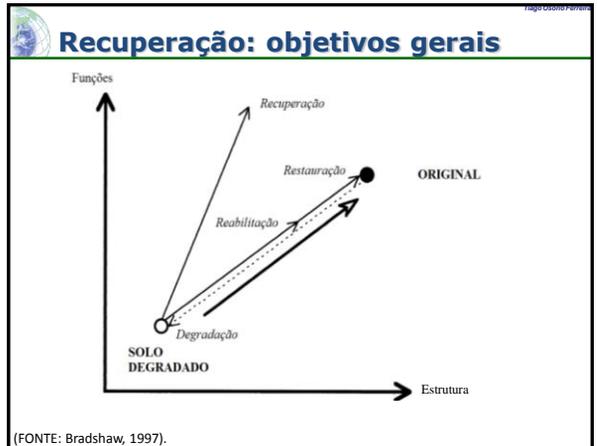


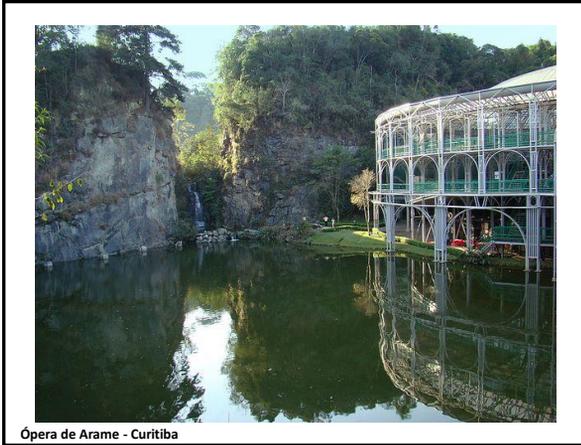
Recuperação: objetivos gerais

Recuperar...

- ✓ A fertilidade do ecossistema,
- ✓ Seus valores ecológicos,
- ✓ Econômicos e
- ✓ Estéticos

≠ de "Restaurar"





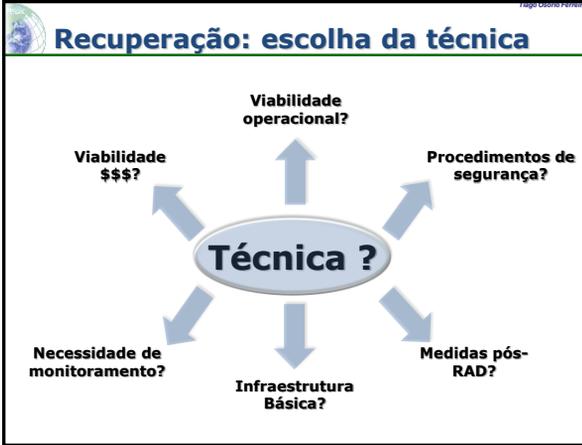


Tabela 1. Informações necessárias para recuperação de áreas pós-mineração (Ramani et al. 1990).

FATORES NATURAIS		FATORES CULTURAIS
A. Topografia	1. Curva de nível orgânica	
1. Formas de terreno	2. Escorregamentos	
2. Declividade	3. Permeabilidade	
3. Clima	4. Chuva	
4. Precipitação	5. Profundidade	
5. Intensidade das precipitações médias	6. Variação	
6. Umidade	7. Características de escoamento	
7. Temperatura	8. Potencial para expansão e contração	
8. Tipo de clima	9. Enchentes	
9. Características meteorológicas	10. Permeabilidade	
10. Altitude	11. Escorregamentos	
11. Exposição (aspecto)	12. Direção	
12. Orientação	13. Capacidade de suporte	
13. Hidrologia da superfície	14. Camada orgânica	
14. Características das bacias hidrográficas	15. Escala terrestre	
15. Padrões de drenagem de superfície	16. A vegetação natural	
16. Quantidade e qualidade do escoamento	17. Cultura/cultivos	
17. Hidrologia de sub-superfície	18. Aproveitamentos e migrações	
18. Lençóis freáticos	19. As condições locais e análogas de mineração	
19. Especificações	20. Ecologia específica	
20. Quantidade e qualidade das fluxos de água no solo	21. Alívios específicos, pontos, áreas residenciais e migratórias	
21. Quantidade de energia	22. História específica	
F. Geologia		F. FATORES CULTURAIS
1. Estratigrafia	A. Localização	
2. Estrutura	B. Acessibilidade	
3. Geomorfologia	1. Distância	
4. Mecânica geológica	2. Redes de Transporte	
5. Solo	3. Distância	
6. Características	4. Redes de Transporte	
7. Índices	5. Características da população	
8. Tabela de terras locais	6. População	
9. Uso de terra nas propriedades	7. Densidade	
10. Alívio	8. Idade	
11. História	9. Número de famílias	
12. Propriedades da terra nas propriedades	10. Rendimentos	
13. Índices	11. Emprego	
14. Índices	12. Nível educacional	
15. Índices		
16. Índices		
17. Índices		
18. Índices		
19. Índices		
20. Índices		

