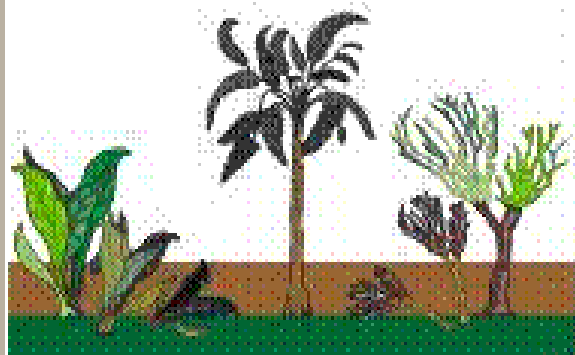


Mineração do carvão e poluição do solo



Origem do carvão mineral

PÂNTANO
300 milhões de anos

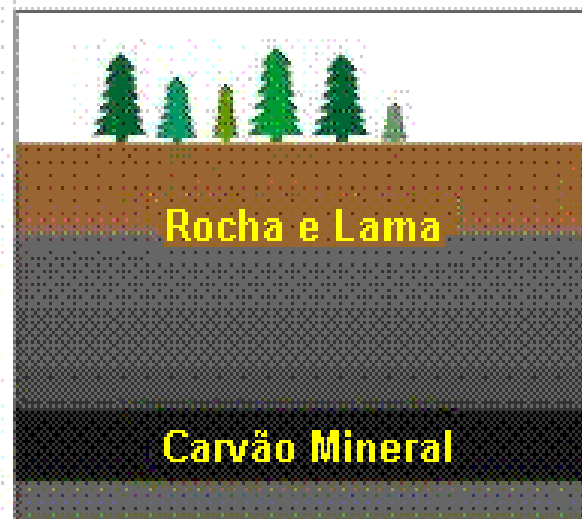


ÁGUA
100 milhões de anos



Há cerca de 300 milhões de anos, plantas com energia solar armazenada morriam e caíam nos pântanos. A lama dos pântanos por sua vez impedia o apodrecimento e o desaparecimento dessas plantas, mortas.

Ao longo do tempo o acúmulo de lama comprimiu as plantas mortas. Depois de milhões de anos essa lama tornou-se rocha e os restos das plantas sobre forte pressão virou carvão mineral.



Para o carvão mineral ser retirado poços e túneis têm que ser cavados. Muitas vezes fragmentos de plantas fossilizadas são encontrados em pedaços de carvão vegetal.

A close-up photograph of a person's hands holding a large, dark, irregular piece of coal. The coal has a rough, crystalline texture. The background is blurred, showing more coal and a person's leg in light-colored pants.

Origem do carvão

Era paleozóica – período
cambriano
230-280 milhões de anos



Estágios de formação do carvão

Turfa (1)
Linhito (2)
Carvão betuminoso ou hulha
(3)
Antracito (4)

Turfa – 45% de carbono
Linhito - 60% a 75%;
Carvão betuminoso - 75% a 85%
Antracito - 90% (utilizado como meio filtrante – tratamento água)

Sua qualidade, determinada pelo conteúdo de carbono, varia de acordo com o tipo e o estágio dos componentes orgânicos.



O carvão é uma complexa e variada mistura de componentes orgânicos sólidos, fossilizados ao longo de milhões de anos, como ocorre com todos os combustíveis fósseis



No Brasil as reservas são do tipo linhito (baixa qualidade) e sub-betuminoso

RS e SC (99 % das reservas)

RS = 89,25%

SC = 10,41%









1827





1827

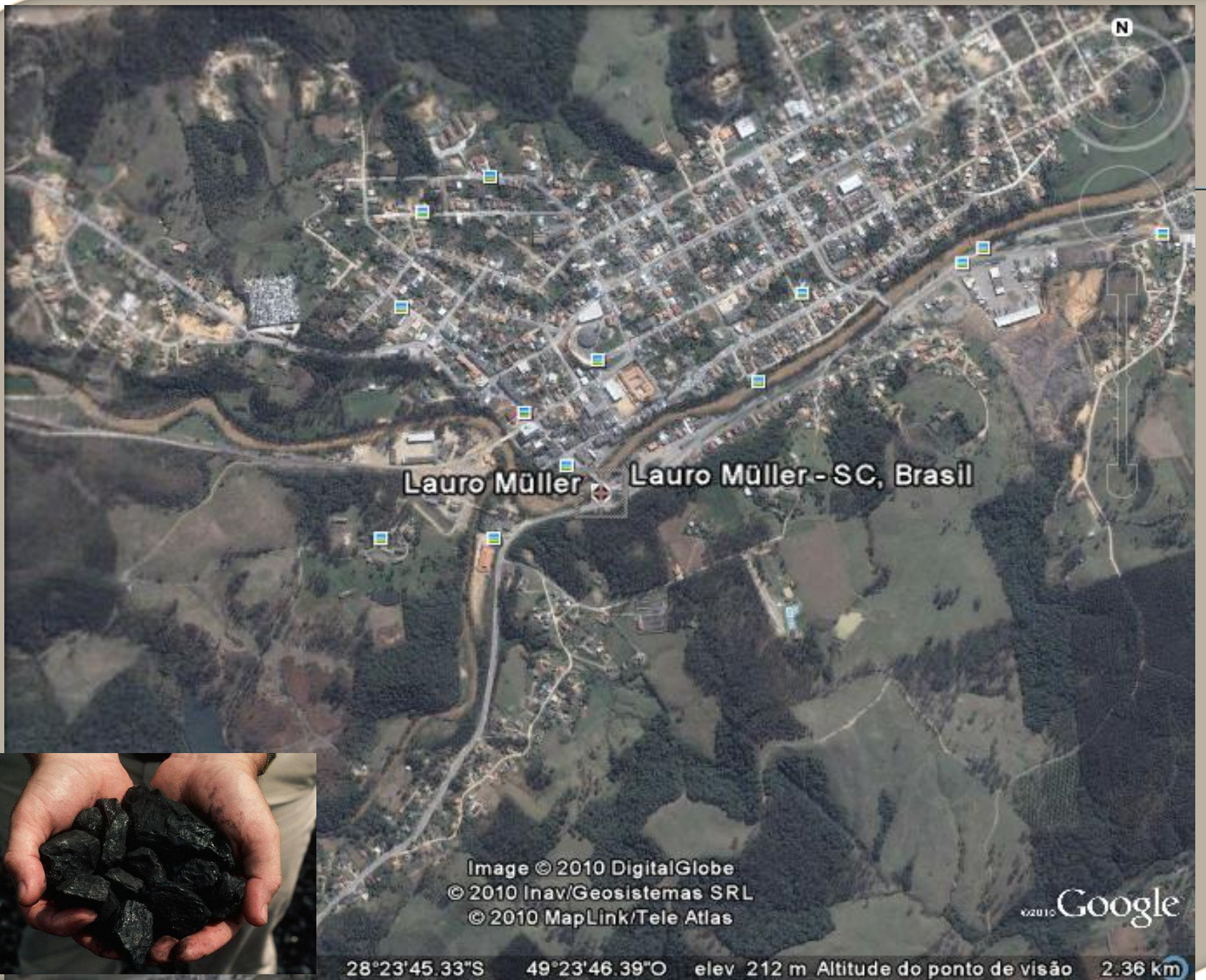
SERRA do Rio do RASTRO

BOM JARDIM da SERRA - SC



1827





Lauro Müller Lauro Müller - SC, Brasil

Image © 2010 DigitalGlobe
© 2010 Inav/Geosistemas SRL
© 2010 MapLink/Tele Atlas

Google

28°23'45.33"S 49°23'46.39"O elev 212 m Altitude do ponto de visão 2.36 km



Image © 2010 DigitalGlobe

Google

28°23'42.62"S 49°23'52.24"O elev 202 m Altitude do ponto de visão 587 m

Descoberta do carvão mineral em SC

- Após a descoberta = várias pesquisas foram feitas (tanto pelo Governo quanto particulares)
- verificaram que o mineral tinha potencial de exploração econômica
- Visconde de Barbacena conseguiu autorização para explorar
- Conseguiu ainda autorização para construir ferrovia até porto de Imbituba (tudo em conjunto com capital inglês)

Descoberta do carvão mineral em SC

- 1886 começou a exploração sem planejamento e garimpagem sem Preocupação ambiental
- crise da produção por falta de mão de obra qualificada – ingleses abandonaram a mineração
- assumiu Henrique Lage (Lage & Irmãos)
- com a primeira guerra mundial = a necessidade de energia levou ao aquecimento da extração no local

Descoberta do carvão mineral em SC

- a intensa exploração do carvão no local gerou montanhas de rejeitos sobre as matas e em rios e riachos
- casas com pouco infra-estrutura e água de represas e rios
- contaminação das águas (mortalidade infantil)
- Na vila Guatá (vila operária) morriam de 2 a 3 crianças por dia

Descoberta do carvão mineral em SC e o custo do processo



Descoberta do carvão mineral em SC

- Cemitério parecido com época de guerra
- Mais de uma criança por túmulo e até 6 crianças (muitas mortes em uma mesma família)
- A Cia Barro do Rio Branco (carbonífera) é quem fornecia as Carneiras
- livro “Colonos e Mineiros no Grande Orleans” informa que em 1944 a rádio de Moscou anunciou que ali era o local com maior índice de mortalidade infantil do mundo

Descoberta do carvão mineral em SC

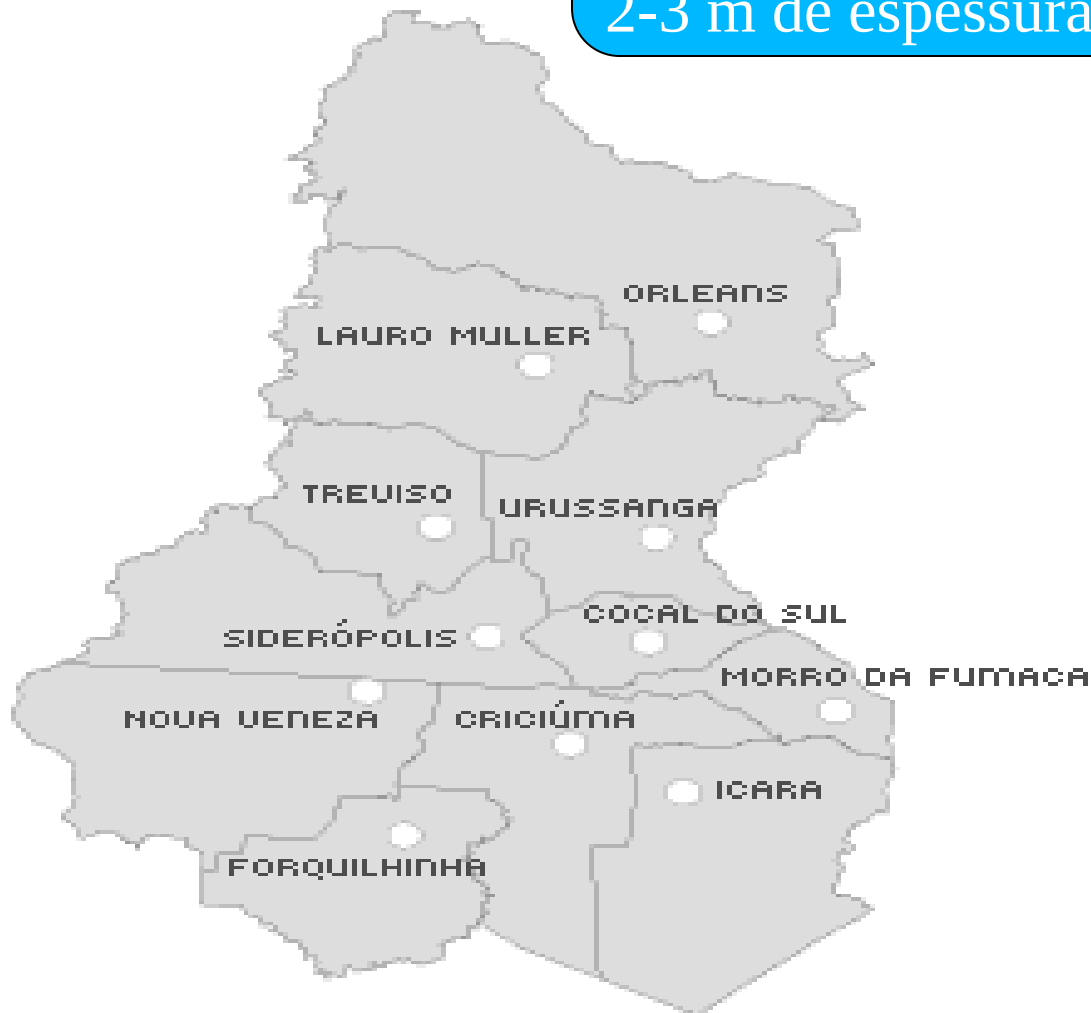
- Apesar de possuir empresas em diversos ramos como construção Civil e energia elétrica (Henrique Lage)
- Os trabalhadores das minas de SC eram mal remunerados
- Por ser a única instalada na cidade = exerceu o monopólio da Riqueza naquele local (poder político nas decisões da cidade)
- moldou tudo a seu ver e a suas necessidades (GOULART FILHO, 2004)

Bacia carbonífera (SC)



Bacia carbonífera (SC)

100 km comprimento
20 km largura
3-15 m profundidade (superf)
2-3 m de espessura



Bacia carbonífera (SC)



Criciúma, Lauro Muller e Urussanga
Exploração **iniciada em 1885**

Iniciou com
Lavra a céu aberto

- Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), empresa estatal criada no RJ para transformar em aço o ferro explorado em MG
- A CSN dependia do carvão de SC como fonte de energia
- Em 1943 a CSN se instalou em SC (Siderópolis) para explorar o carvão ali produzido
- O carvão lavrado em Capivari de Baixo era enviado para Volta Redonda onde se localizavam os fornos da empresa
- Desativada em 1991 pela “crise do carvão” e recessão do país

Extração do carvão



Dois grupos de métodos (Brasil) :

- lavra a céu-aberto (RS)
- lavra subterrânea (SC)

Costa (2002)

Lavra a céu aberto



- Remoção da camada de estéréis para extração da camada carvão
- Normalmente extraído em cortes com estéréis depositados em outro corte vazio
- Cada tonelada de carvão extraído significa muitas outras toneladas de solo retirado
- Em SC coberturas estéréis de até 30 m foram retiradas pela exploração do carvão

Lavra a céu aberto



Máquina Marion (início)

- Desenvolvida em Ohio (EUA)
- Capacidade de 650m³ por hora
- 145 toneladas
- 67 m de comprimento
- Provocando grandes danos ao meio ambiente

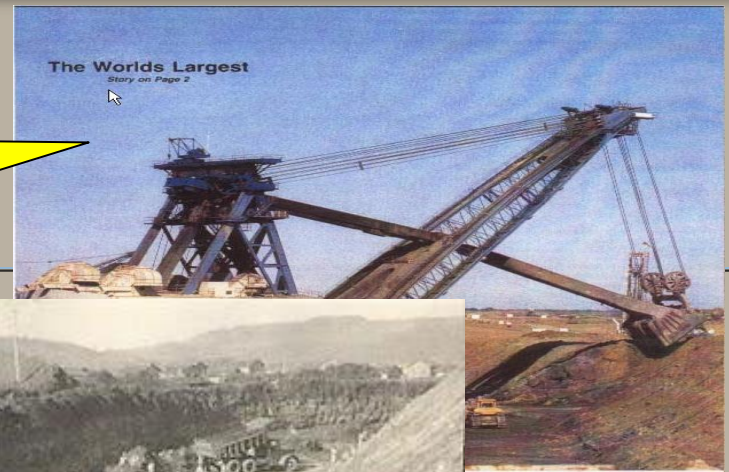
Lavra a céu aberto



Máquina Marion (início)

- Por onde passou deixou “paisagens lunares”
- Extraia tudo o que vinha pela frente com suas conchas gigantescas
- Inversão da estratificação do solo
- Vegetação e solo eram engolidos pela máquina
- Município de Siderópolis foi a mais atingida

Lavra a céu aberto



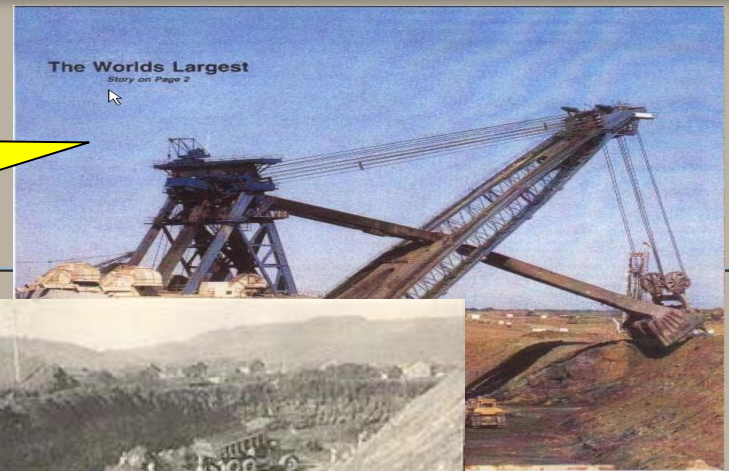
Marion 145

- início em 1958
- escavação a céu aberto quanto a camada de carvão está próxima da superfície
- remoção da camada de cobertura

Lavra a céu aberto

Marion 145

- deixou grandes crateras de destruição e montanhas formadas por Pirita e outros elementos do solo
- vendida para a Petrobrás (extrair xisto no PR)
- uso por 4 décadas
- recuperação ambiental da área



Lavra a céu aberto



Consequências:

Solo
Água
Ar
Relevo

Siderópolis = degradação solo e flora / poluição do solo e água / chuva ácida (em 1989 o pH estava em 4,5 da chuva)

Lavra a céu aberto



Consequências:

Remoção da camada fértil e vegetação (matéria orgânica)

Ação da erosão no local de retirada de solo

Contaminação = reação da pirita com oxigênio e umidade produzindo...

ácido sulfúrico = remove metais pesados das rochas

Lavra a céu aberto



Consequências:

Contaminação por águas ácidas na lavagem do carvão

Contaminação dos recursos hídricos (águas ácidas – metais)

Chuvas ácidas pela formação de ácido sulfúrico a céu aberto

Particulados arrastados nas pilhas de estéreis (rejeitos)



Lavra subterrânea

- **Abertura de planos inclinados**
- **galerias de encostas como teto das minas ancorado por pilares naturais**
- **poços verticais até atingir a camada de carvão**

Lavra subterrânea



Abertura de um eixo principal com 7 a 9 galerias paralelas

Lavra subterrânea



Cortes feitos por máquinas e explosivos nos furos deixados por estas

Lavra subterrânea
Águas sulfurosas ou
ácidas

- As águas sulfurosas (DAM) são drenadas para a área externa às minas
- Provocando a elevação da concentração de sulfato e de ferro e a redução do pH no local de drenagem

Lavra subterrânea
Contaminação água
subterrânea

- MIGRAÇÃO ÁGUAS ÁCIDAS PELO LENÇOL



Lavra subterrânea
Contaminação água
subterrânea

- Rebaixamento do LENÇOL FREÁTICO

Lavra subterrânea
Impactos pela disposição
de resíduos



Foto G. Bond-Buckup
Copyright 2004 IGRE

Lavra subterrânea
Contaminação água
subterrânea

- PELA **DISPOSIÇÃO** RESÍDUOS SUPERFÍCIE
- $(\text{FeS}_2) + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ ----- } \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}$ = carregados até corpos d' água
- águas ácidas solubilizam metais pesados (cobre, manganês, zinco e ferro)
- acidificação dos cursos d' água = início da cadeia impactos



Lavra subterrânea
Contaminação água
subterrânea

PELO BENEFICIAMENTO CARVÃO

- = remoção das impurezas (argila, pirita)
- = de acordo com a granulometria desejada do carvão
- = abaixo de 0,1 mm (flotação)

Lavra subterrânea
Contaminação água
subterrânea

PELO BENEFICIAMENTO CARVÃO

- Limpeza por densidade = gera águas ácidas que tem que ser tratadas
- Lavagem por densidade = gera líquido
- Na boca da mina e no local de armazenamento
- ÁGUA APÓS DECANTAÇÃO SÓLIDOS E CLARIFICADA PODE VOLTAR PARA LAVAGEM DE CARVÃO
- QUANTO MAIS ÁCIDA A ÁGUA MELHOR A REMOÇÃO DE CARBONATOS INCRUSTRADOS NO MINERAL

Mineração de carvão
Lavra subterrânea
Poluição do solo

- deposição de rejeitos sem cobertura
- ação das chuvas no local e arraste para o solo
- lixiviação de metais e condução para a zona saturada
- desmoronamento dos canais das minas podendo provocar riscos as construções (Criciúma não tem prédios altos)
- acidificação do solo

Lavra subterrânea



Lavra subterrânea (SC)

25% carvão e 75% rejeito piritoso

Mineração de carvão
Lavra subterrânea
Contaminação água

Análises no rio Tubarão – jusante da mineração

- alteração de pH ($< 4,5$)
- alteração na condutividade (200 vezes maior que área controle)
- concentração elevada de Fe, Mn e Zn e sulfato

Mineração de carvão
Lavra subterrânea
Contaminação água

Krebs (2004)

As bacias hidrográficas que drenam a região estão comprometidas:

- Rio Araranguá
- Rio Urussanga
- Rio Tubarão

Mineração de carvão
Contaminação água



© 2010 Inav/Geosistemas SRL
© 2010 MapLink/Tele Atlas
Image © 2010 DigitalGlobe

© 2009 Google

Dados de imagens: 26/Nov/2005 - 7/Set/2007 28°35'28.94" S 49°26'12.00" O elev 108 m Altitude do ponto de visão 5.14 km



Mineração de carvão
Contaminação água

© 2010 Inav/Geosistemas SRL
© 2010 MapLink/Tele Atlas
Image © 2010 DigitalGlobe

© 2010 Google

Data Imagens: 7/Set/2007 28°35'06.90" S 49°26'50.80" O elev 95 m Altitude do ponto de visão 1.69 km



Mineração de carvão
Contaminação água

MapLink/Tele Atlas

© 2009 Google

Image © 2010 DigitalGlobe

Data Imagens: 7/Set/2007

28°35'02.05" S 49°26'41.36" O elev 113 m

Altitude do ponto de visão 684 m

A satellite image showing a large-scale coal mining operation. The central part of the image is dominated by a massive, light-colored area of cleared land and piles of coal or waste material. To the right, there are several large, dark, rectangular ponds, likely used for water storage or processing. The surrounding landscape is mostly green, indicating forested areas. A yellow starburst graphic is overlaid on the bottom left, containing text. In the top right corner, there is a compass rose and a scale bar. At the bottom, there is a copyright notice and Google logo, and a status bar with coordinates and elevation.

Mineração de carvão
Contaminação água

Image © 2010 DigitalGlobe

©2010 Google

28°38'44.47"S 49°22'22.56"O elev 63 m Altitude do ponto de visão 903 m

A satellite image showing a large-scale coal mining operation. A massive, dark, irregularly shaped area in the center-left represents the mine's waste or tailings. A river, heavily contaminated with a thick, reddish-brown sediment, winds through the landscape, passing near a small town with visible houses and roads. The surrounding terrain is a mix of green vegetation and cleared land. A yellow starburst graphic is overlaid on the right side of the image, containing the text 'Mineração de carvão' and 'Contaminação água'.

Mineração de carvão
Contaminação água

Image © 2010 DigitalGlobe

©2010 Google

28°40'08.78"S 49°24'49.33"O elev 34 m

Altitude do ponto de visão 719 m



Mineração de carvão e saúde

Os trabalhadores das minas e seus familiares também são afetados pelos particulados lançados no ar

Asma, bronquite, enfisema pulmonar e até pneumoconiose



Mineração de carvão e poluição do solo

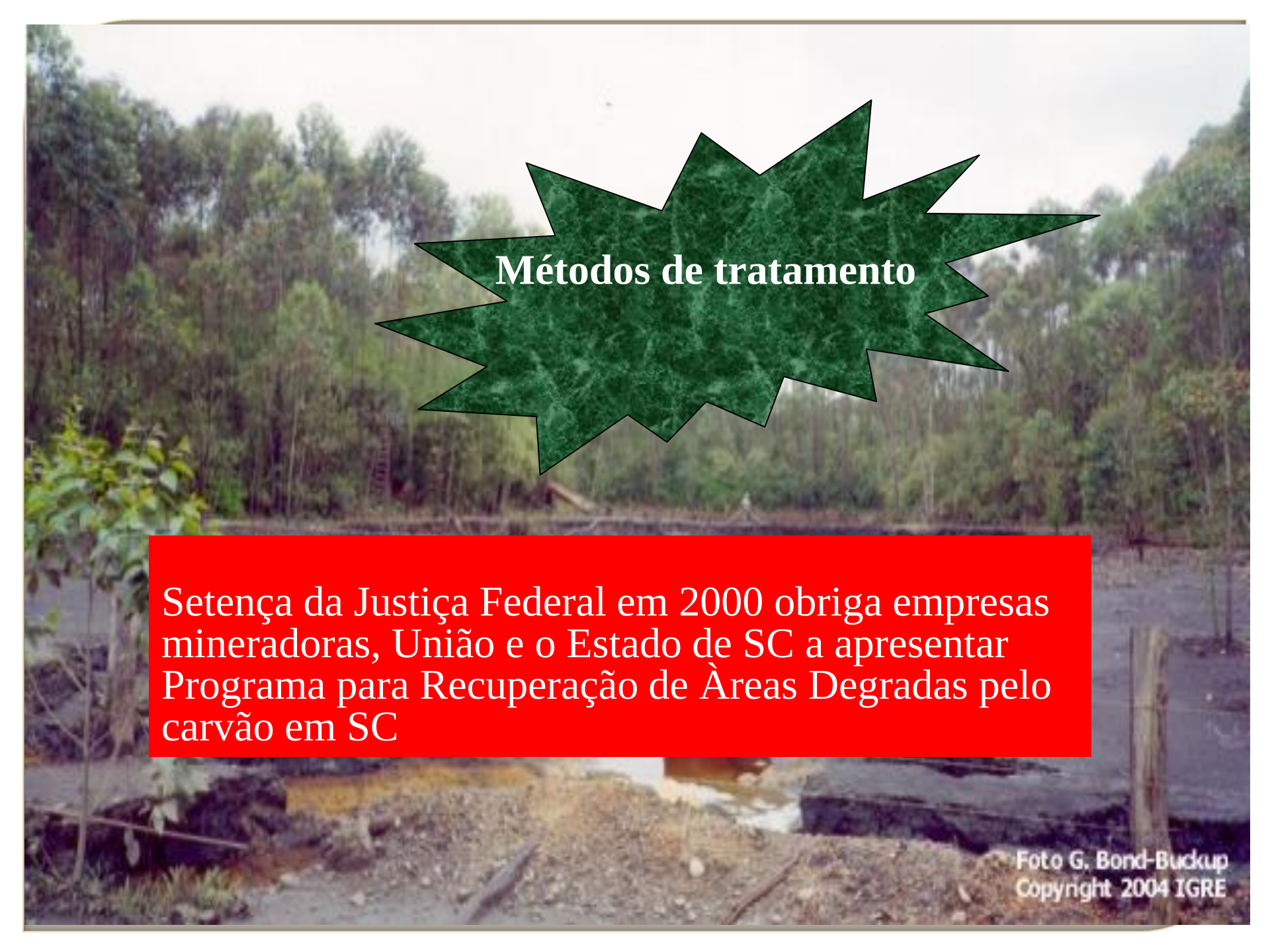
A queima do carvão em termelétricas também causam impactos socioambientais: material particulado, gases poluentes

Exploração do carvão



Impactos causados:

- lavra
- beneficiamento (lavagem)
- depósito de rejeitos e
- drenagem ácida das minas

The background of the slide is a photograph of a landscape. In the foreground, there is a river with a rocky, light-colored bed. The banks are covered with sparse vegetation and some small trees. In the background, there is a dense forest of tall, thin trees. A large, green, starburst-shaped graphic is superimposed over the center of the image, containing the title text.

Métodos de tratamento

Setença da Justiça Federal em 2000 obriga empresas mineradoras, União e o Estado de SC a apresentar Programa para Recuperação de Áreas Degradadas pelo carvão em SC



Métodos de tratamento

- Drenagem ácida de mina (DAM)
- Rejeito da mineração (pirita)
- Minas desativadas

Drenagem ácida de mina



- Métodos químicos (mais utilizado)
 - Neutralização com substâncias alcalinas (carbonatos ou hidróxidos de sódio)
 - subprodutos desta reação:
 1. precipitação de ânions sulfatos
 2. cátions de metais pesados sob a forma de sais sulfatados e hidróxidos
 3. gerando grande quantidade de lodo que devem ser dispostos em aterro classe I (alto custo)

Drenagem ácida de mina

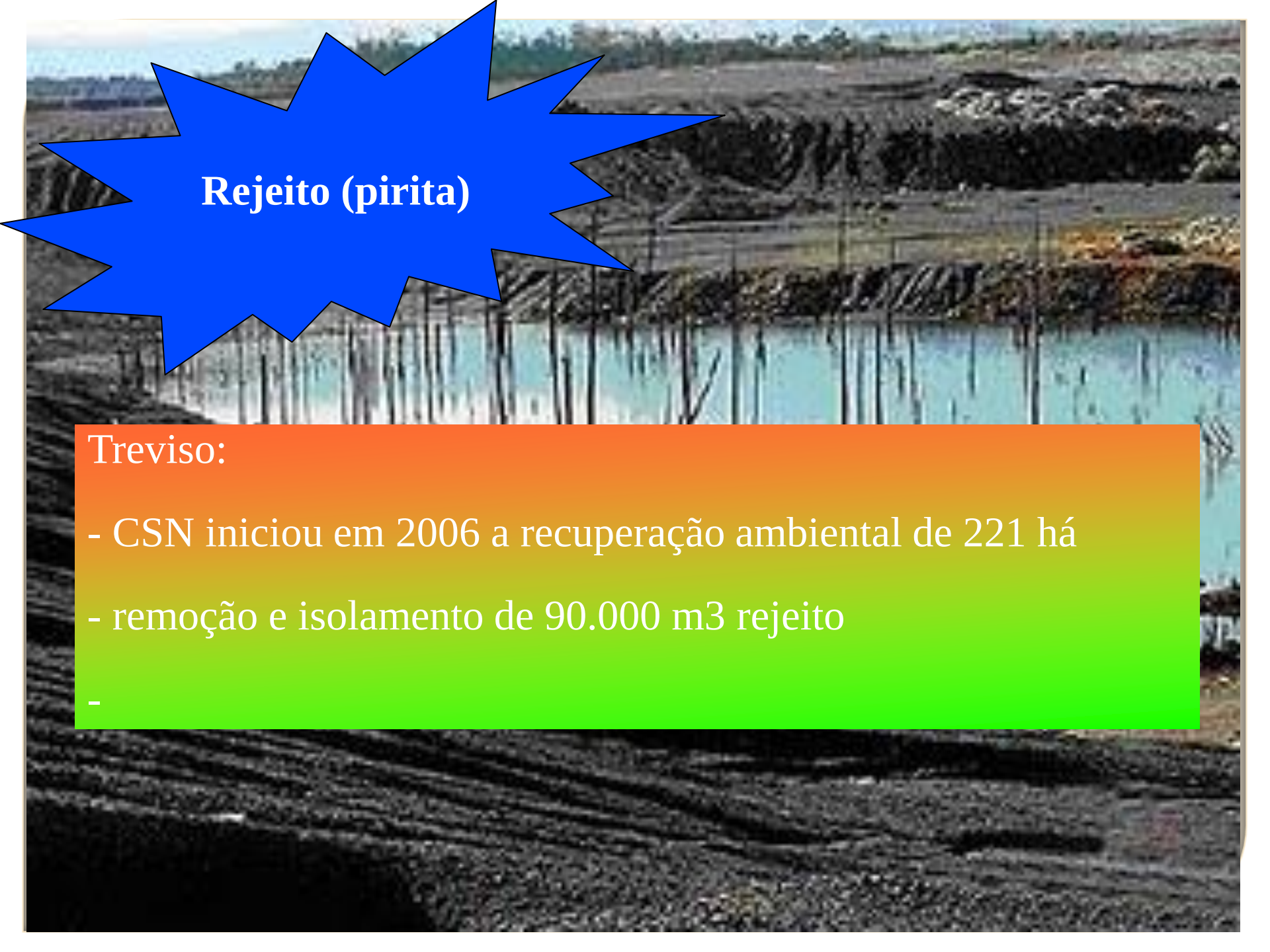
- Outros métodos
 - Aeração e adição de álcalis
 - Drenagem anaeróbia alcalina
 - Lagoas aeróbias
 - Adsorção com argilominerais
 - Muitos outros





Rejeito (pirita)

1. Remoção e beneficiamento do rejeito
2. Células de isolamento dos rejeitos



Rejeito (pirita)

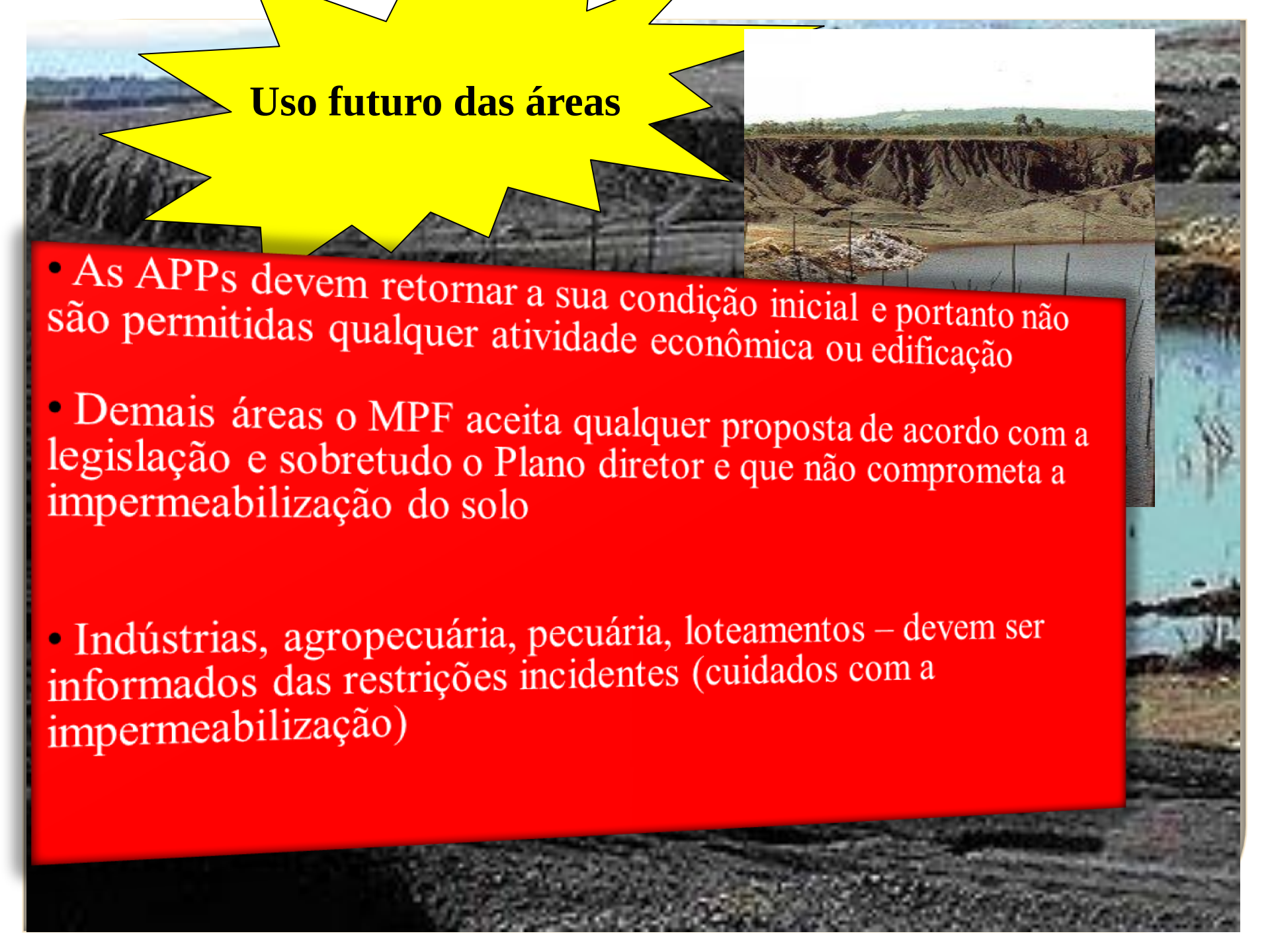
Treviso:

- CSN iniciou em 2006 a recuperação ambiental de 221 há
- remoção e isolamento de 90.000 m³ rejeito

-

Rejeito (pirita)

- Formação de células geotecnicamente impermeabilizadas (0,5m de argila compactada no fundo, laterais e superior)
- Remoção e compactação dos rejeitos
- Calcáreo (49 ton/há) (mistura com os estéreis)
- Camada de argila de 50 cm de espessura (evitar água)
- Após a camada de argila recobrir com uma camada de solo orgânico (mistura com cama aviário, turfa etc)
- Semeadura com sementes de inverno e verão - herbáceas e até arbóreas (bracatinga) (zona consumidora de oxigênio)
- Construção de rede de drenagem pluvial (troncos eucalipto e brita)
- Monitoramento das águas superficiais e sub-superficiais, suscetibilidade a erosão, fauna e flora
- intenção de evitar a formação de águas ácidas pelo ingresso de água e oxigênio



Uso futuro das áreas

- As APPs devem retornar a sua condição inicial e portanto não são permitidas qualquer atividade econômica ou edificação
- Demais áreas o MPF aceita qualquer proposta de acordo com a legislação e sobretudo o Plano diretor e que não comprometa a impermeabilização do solo
- Indústrias, agropecuária, pecuária, loteamentos – devem ser informados das restrições incidentes (cuidados com a impermeabilização)

Minas desativadas



Ausência de normas técnicas e legais na área

Minas desativadas



Remoção de todas as estruturas que não serão utilizadas
Remoção e transporte para locais de armazenagem
Demolição das edificações que não serão mais utilizadas
Soterramento das bases da mina
Recuperação dos depósitos de estéreis
Implantação de uso pós-mineração
Plano de monitoramento

Uso do carvão mineral Brasil

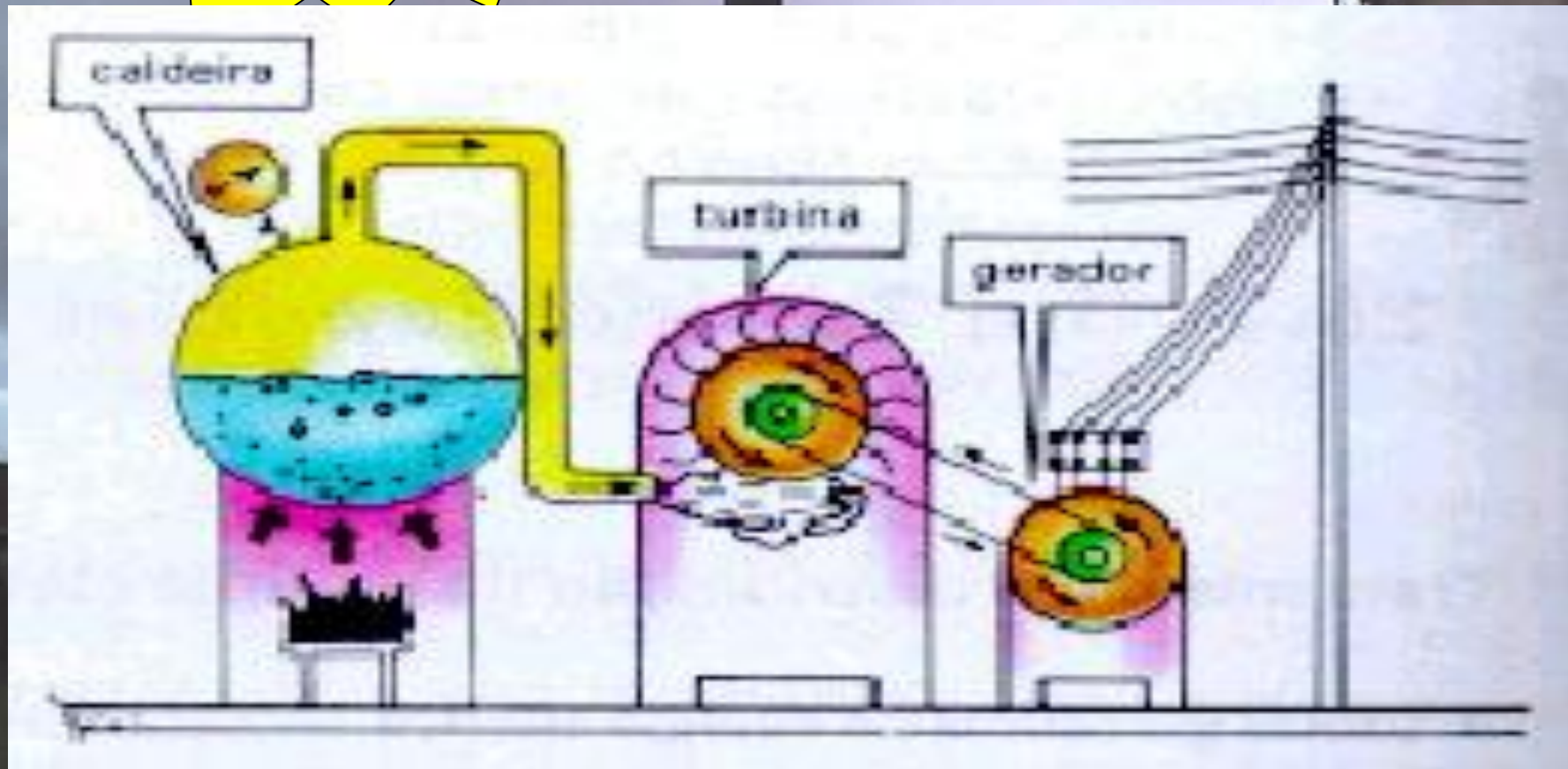


Fonte de energia
Usinas termelétricas

**Termelétricas no sul
do Brasil**



Termelétricas no sul do Brasil



**Termelétricas no sul
do Brasil**



Usina	Potência (kW)	Destino da energia	Município	Proprietário
Charqueadas	72. 000	PIE	Charqueadas-RS	Tractebel energia S/A
Figueira	160. 250	SP	Figueira-PR	Copel geração S/A
Jorge Lacerda I e II	232. 000	PIE	Capivari de Baixo - SC	Tractebel energia S/A
Jorge Lacerda III	262. 000	PIE	Capivari de Baixo - SC	Tractebel energia S/A
Jorge Lacerda IV	363. 000	PIE	Capivari de Baixo - SC	Tractebel energia S/A
Presidente Médice A, B e C	796. 000	SP	Candiota - RS	Companhia de geração térmica de energia elétrica
São Jerônimo	20. 000	SP	São Jerônimo - RS	Companhia de geração térmica de energia elétrica