



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI-3325

LAVRA DE MINAS: LAVRA A CEU ABERTO

AULA 5 – 2017

Lavra em Tiras

Prof. Giorgio de Tomi



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

SUMARIO

- Visão Geral
- Equipamentos
- Exemplos



INTRODUÇÃO

- Lavra a céu-aberto:
 - ✓ lavra em bancadas
 - ✓ lavra em tiras
 - ✓ desmonte hidráulico
 - ✓ dragagem
 - ✓ métodos híbridos



INTRODUÇÃO

- Lavra em Tiras é o método utilizado quando a frente de lavra avança em faixas ou tiras paralelas
- Método comum em depósitos em camadas superficiais, com pouca cobertura, como carvão bauxita, e outros depósitos sedimentares.
- Muito comum em lavra de carvão nos EUA, portanto a definição de lavra em tiras ("strip mining") é associada à lavra de carvão.
- Muito usado com draglines para decapeamento.



EQUIPAMENTOS

Equipamentos mais comuns para o decapeamento:

Equipamento

Características de Operação

Draglines

Despejo direto
Retomada da pilha
Baixa seletividade
Transporte parcial

Bulldozer

Despejo Direto
Alta seletividade

Retro-escavadora

Despejo direto
Transporte por caminhões
Despejo com correias

Escrapers

Escavação e transporte



SEQUENCIA DE OPERAÇÕES DE LAVRA

Para cada tira:

- Desmatamento
- Remoção de galhadas
- Estocagem do solo
- Decapeamento
- Lavra do minério
- Empilhamento do estéril
- Recomposição topográfica
- Reposição do solo
- Recuperação ambiental



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

EXEMPLO: MRN

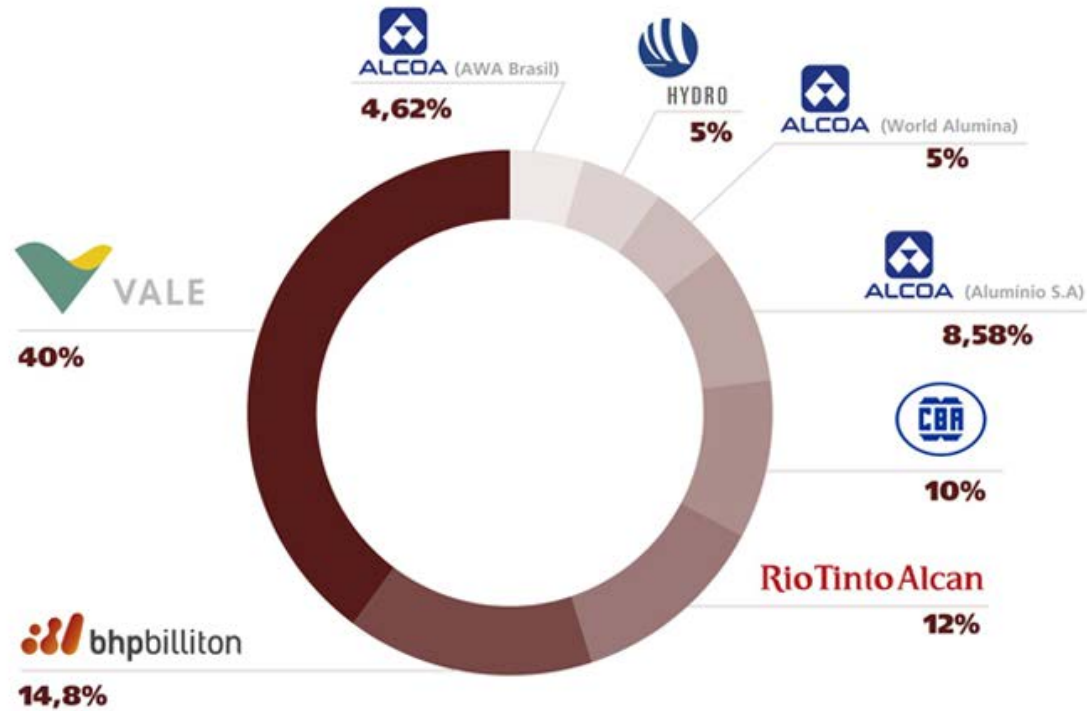




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Composição acionária da MRN (*)



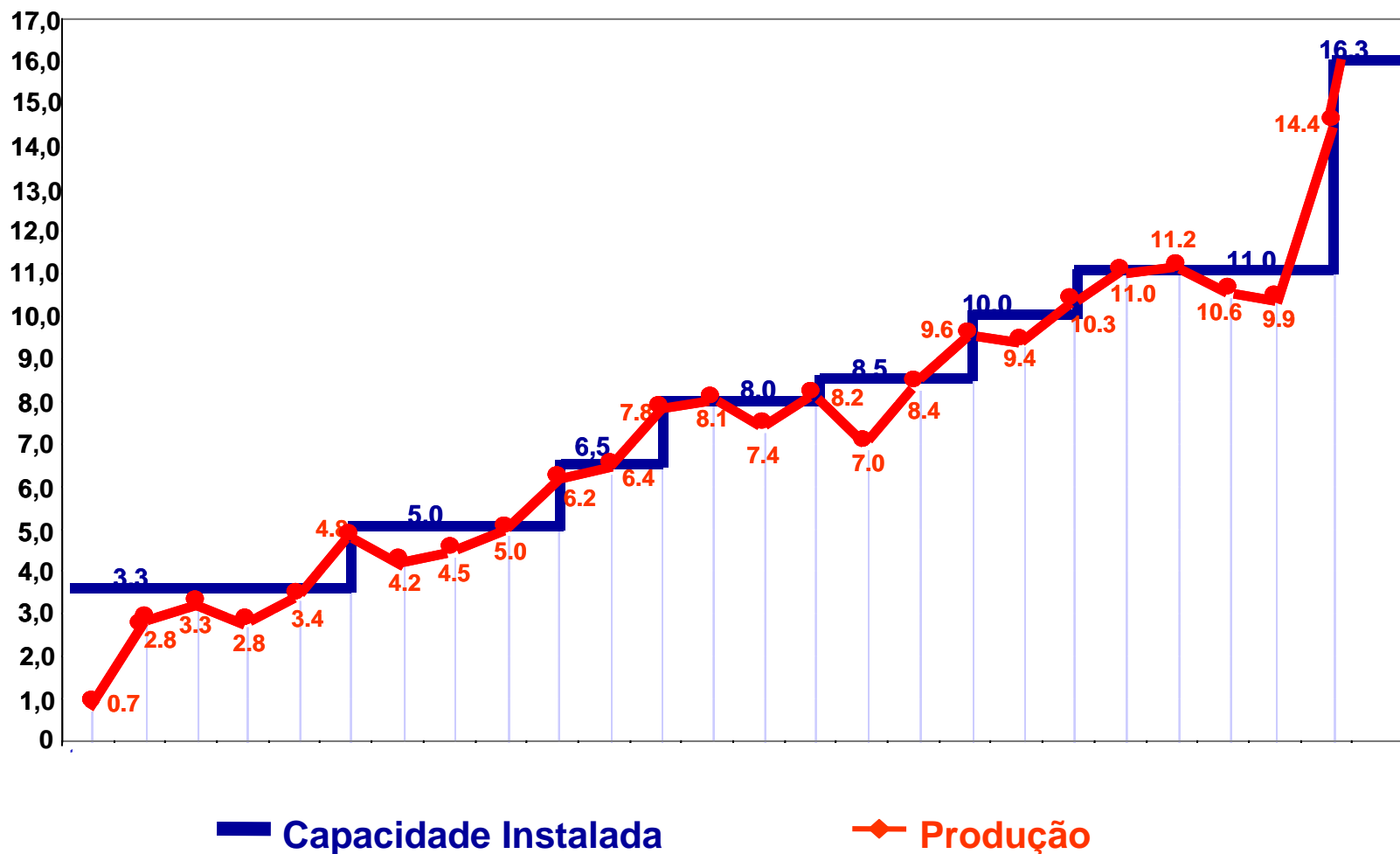
(*) Empresa privada constituída por 8 sócios



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Capacidade de Produção (mi. t)

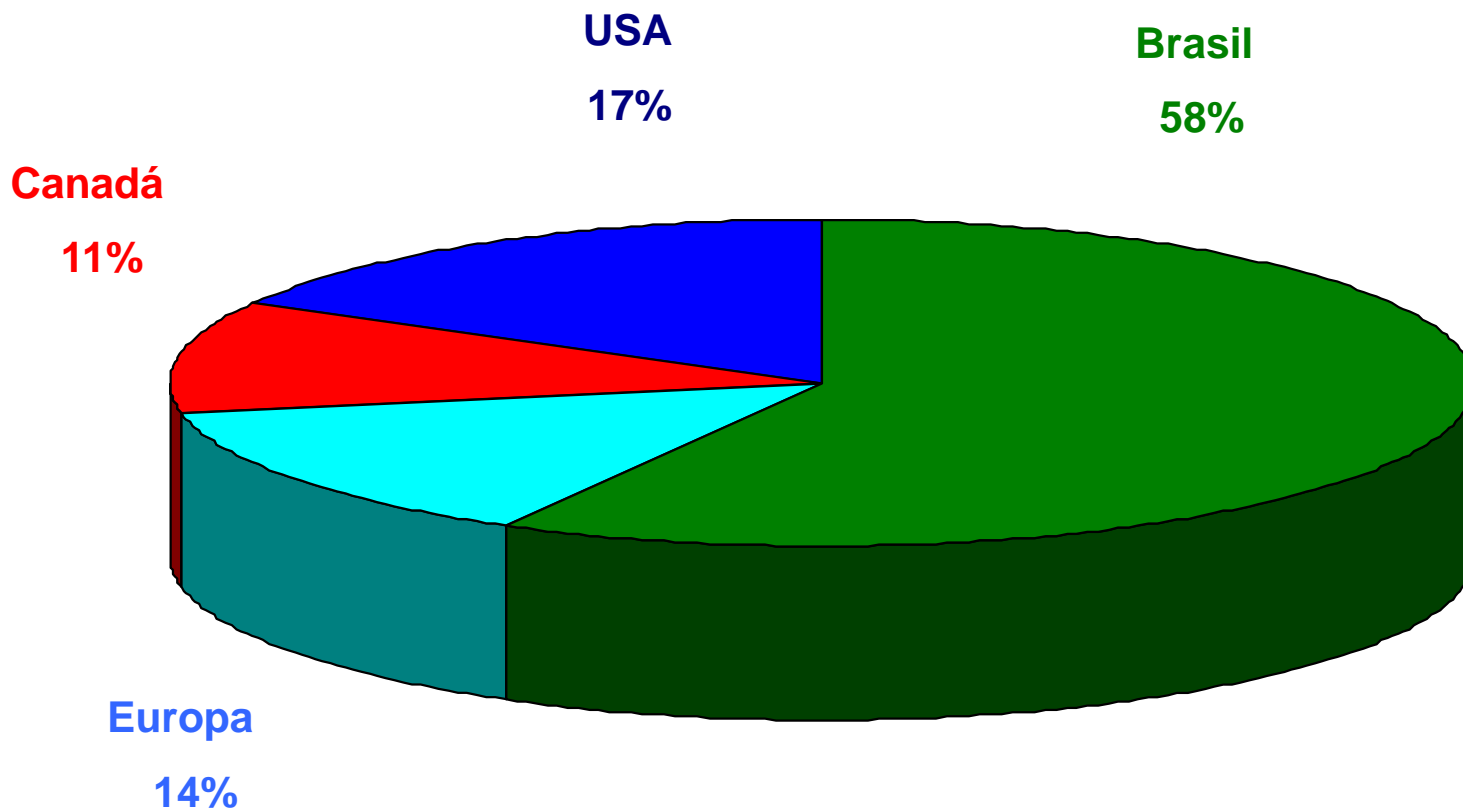




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Mercado da MRN (nos últimos anos)





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Localização



	DISTÂNCIA/TEMPO	AÉREO	FLUVIAL
Belém:	880Km	1h20	120h
Santarém:	200Km	0h25	12h
Manaus:	400Km	0h50	72h



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Porto Trombetas – (Cidade certificada ISO 14001)



- 900 casas
- Alojamentos para 1.900 pessoas
- Escola para 1.200 alunos
- Clubes
- Comércio
- Aeroporto para Boeing 737
- Hospital com 30 leitos
- Geração de energia – 72,15 MW
- Tratamento de água e esgoto
- Planta de reciclagem de lixo

População: 6.000 habitantes

Empregados MRN: 1.100

Contratados: 1.400



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Vista geral da Vila e do Porto



Platô já lavrado

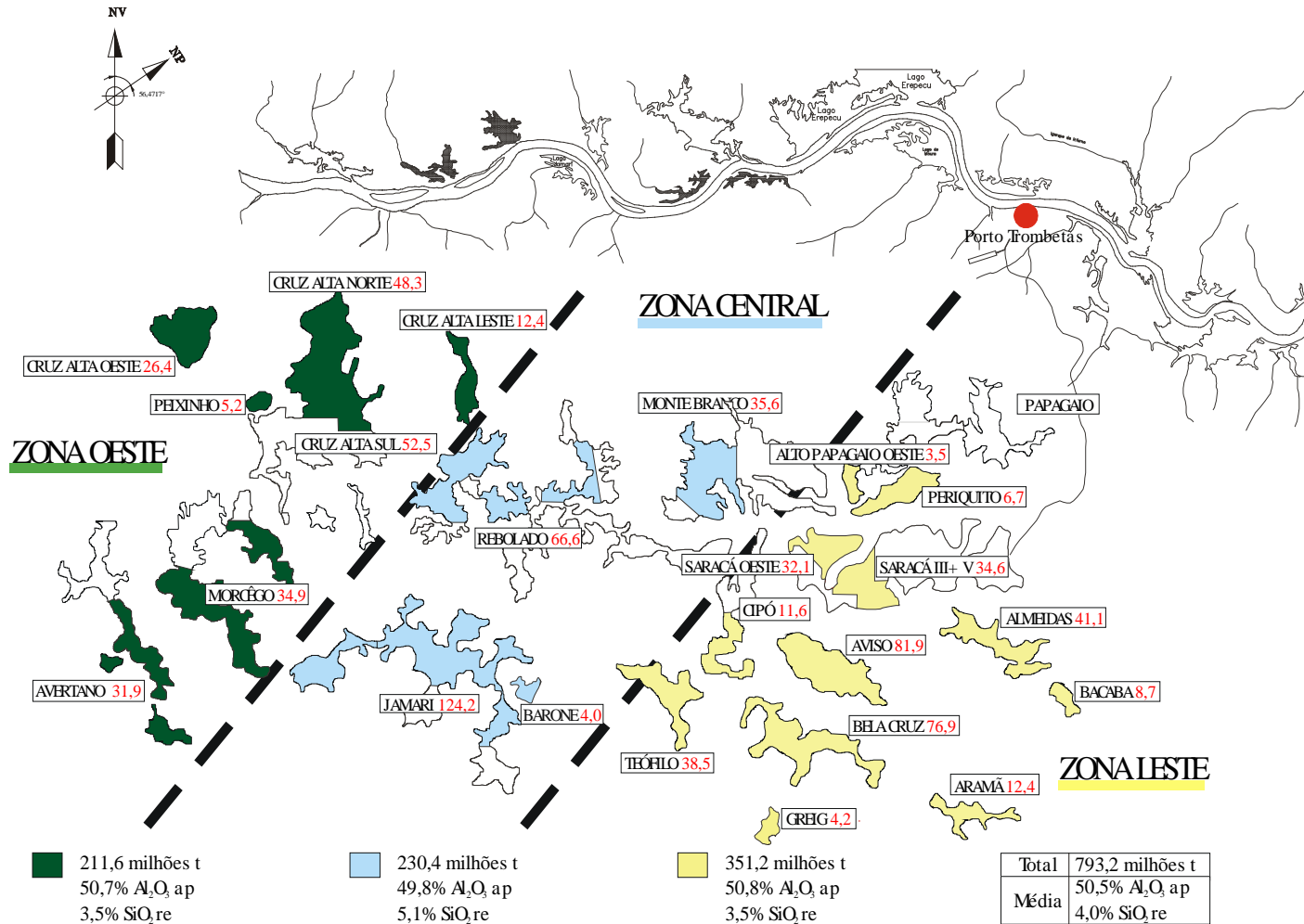




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

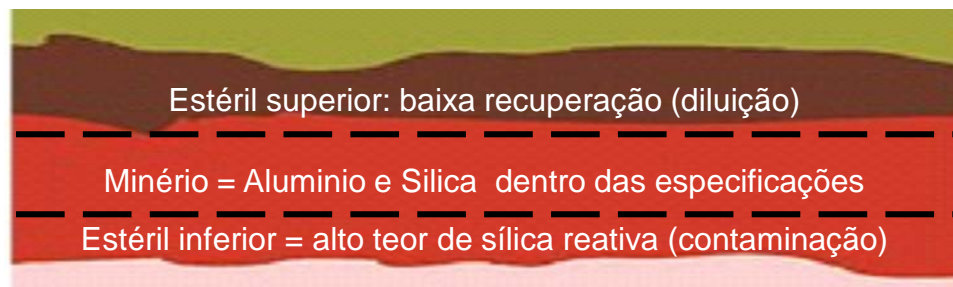
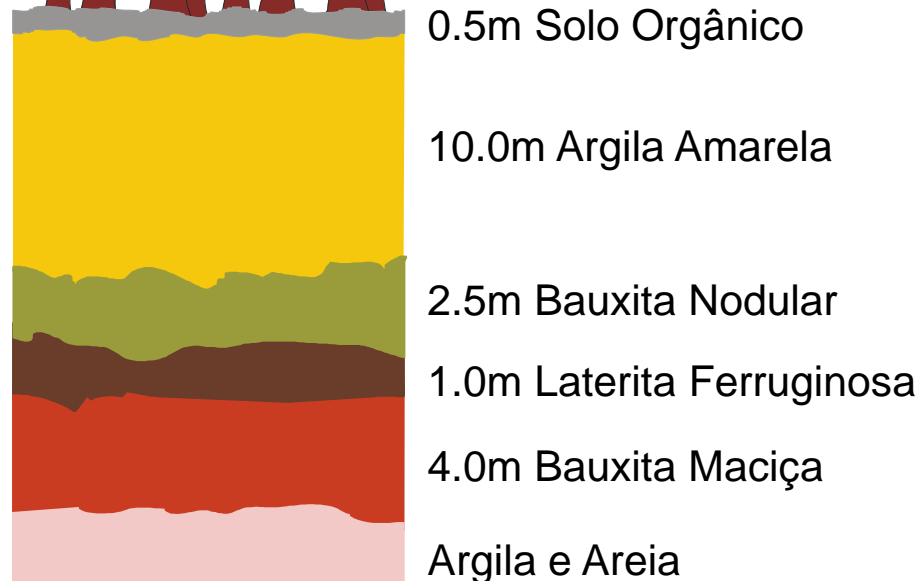
Lavra a Céu Aberto

Reservas





Coluna Estratigráfica e Características Gerais



Características Mineralógicas

Al_2O_3 ap > 99% Gibbsita

Carbono Orgânico – traço

Zinco – traço

Mercúrio – traço

Excelente para refino principalmente nos estágios de precipitação e filtragem

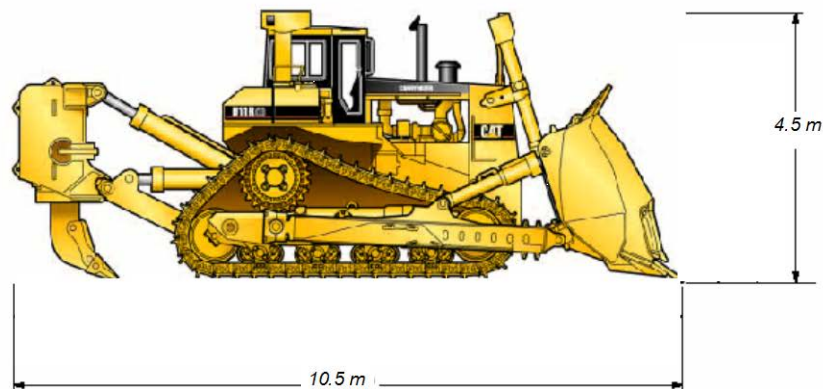
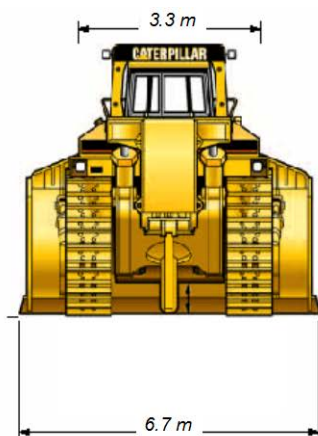
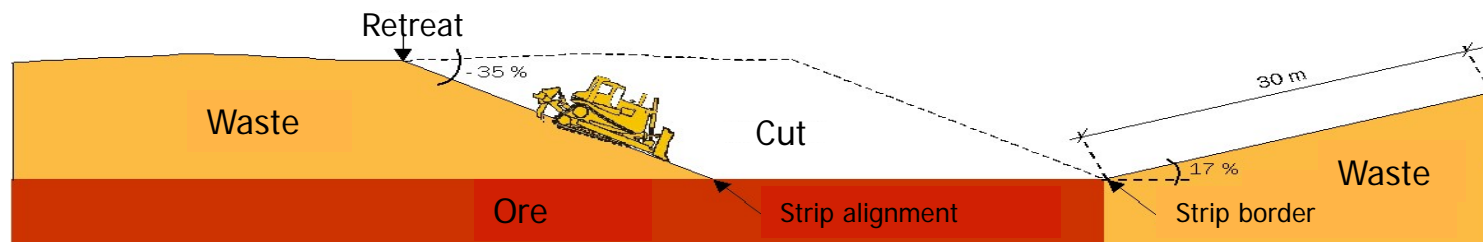


ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Parâmetros Operacionais

Frota de 16 CAT D11R dedicada ao decapeamento



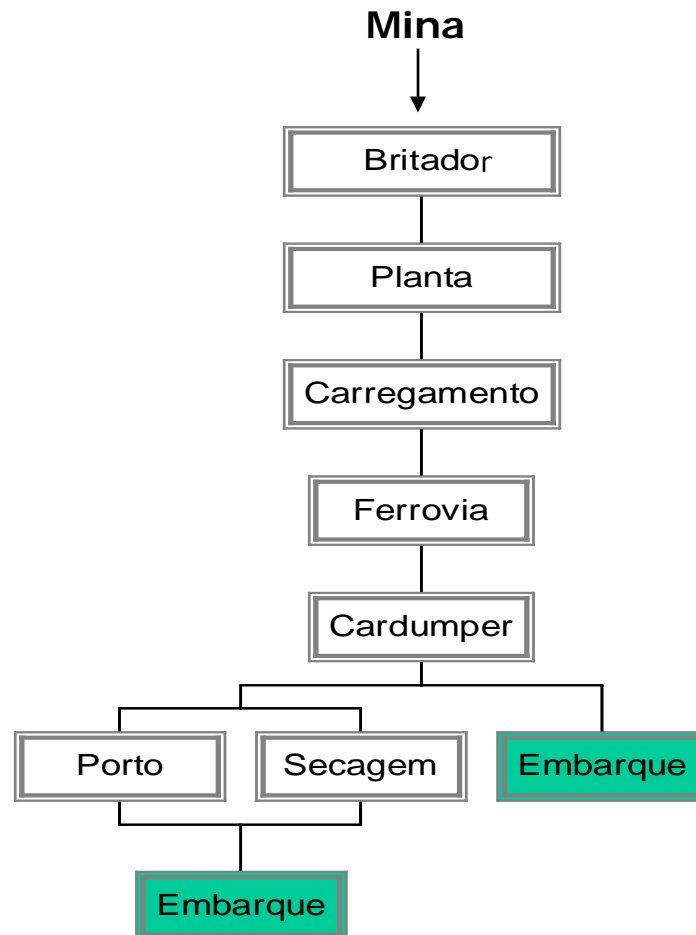
Gatti & Barros (2003), e Caterpillar (2013).



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

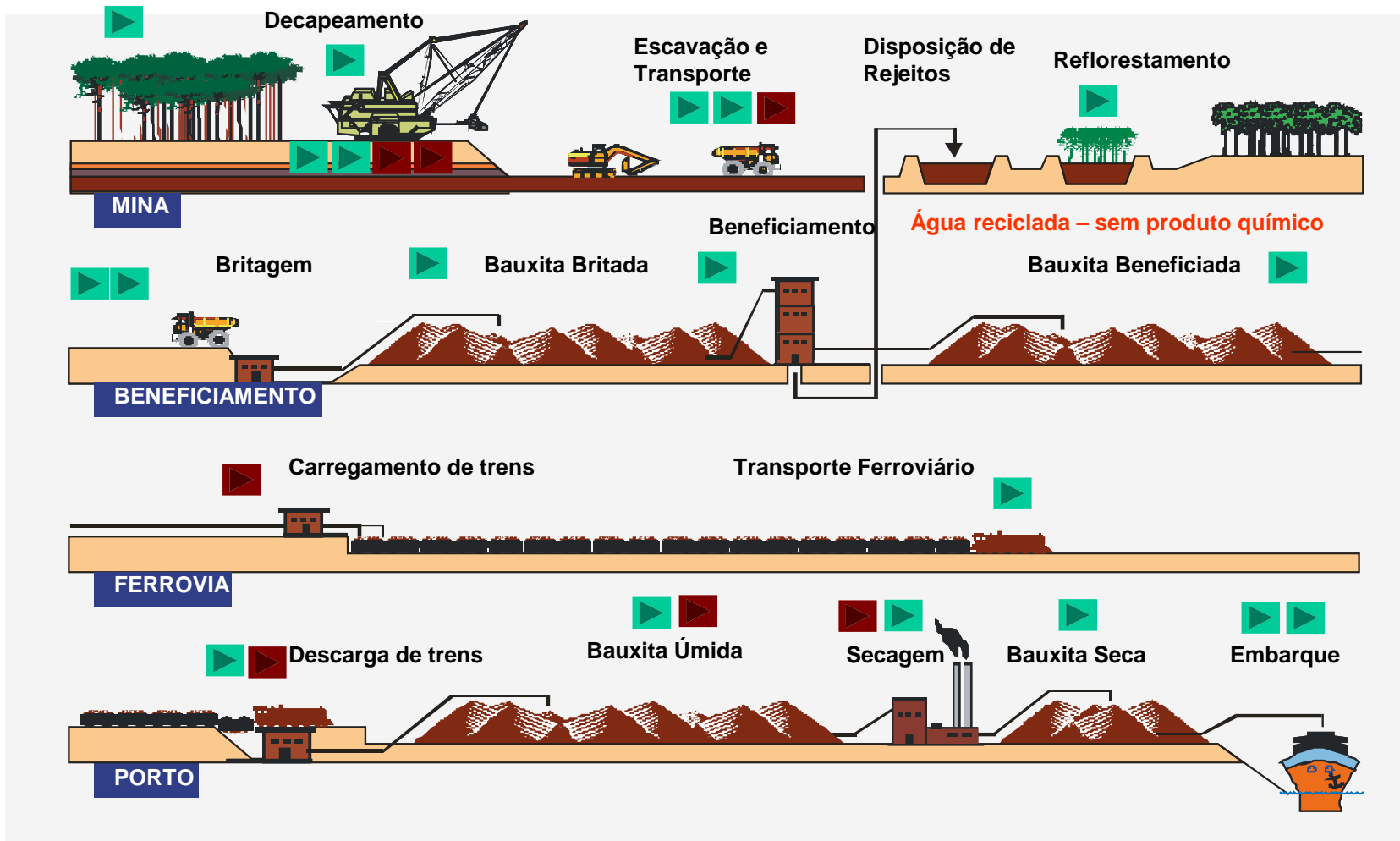
Lavra a Céu Aberto

Cadeia de Produção (Resumo)





Cadeia de Produção

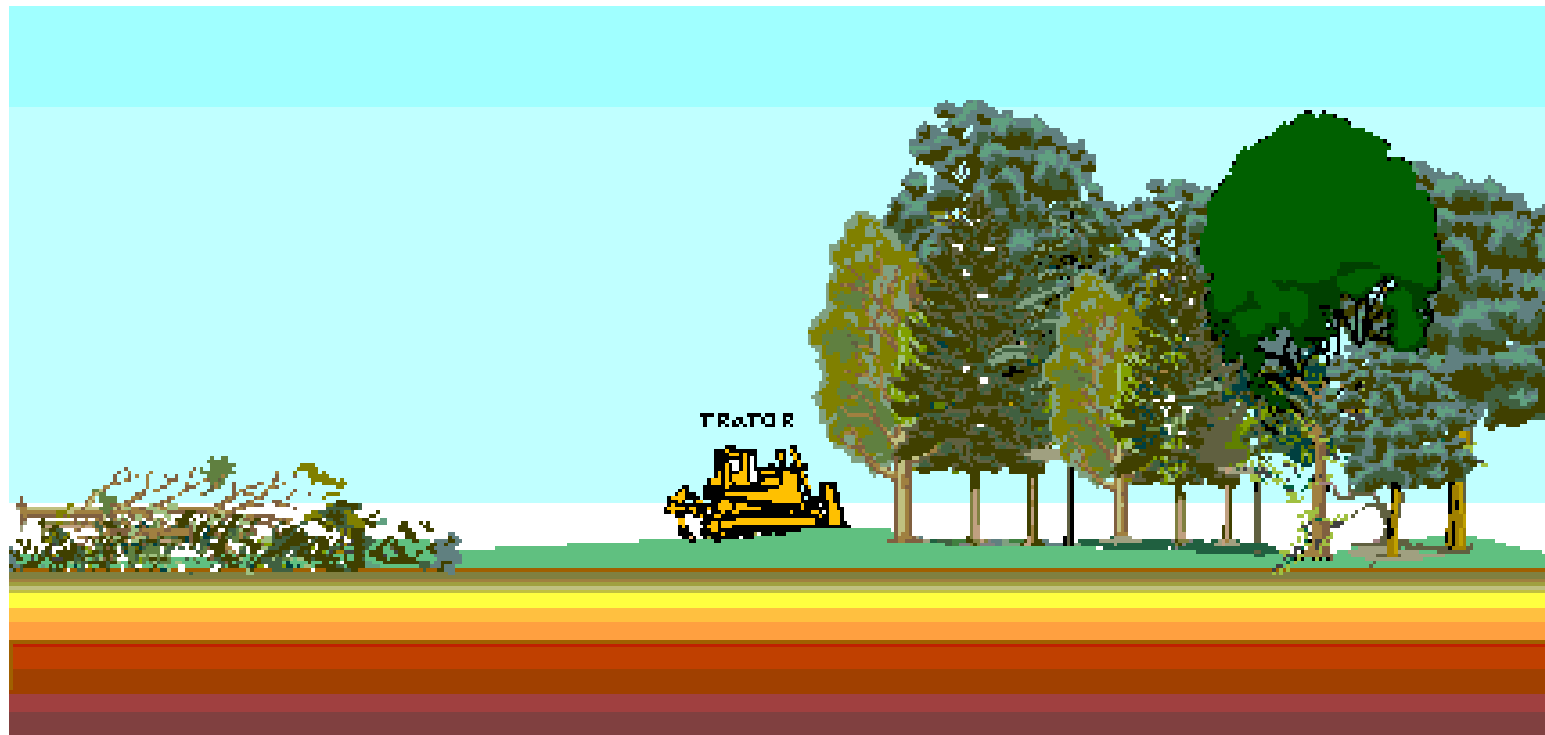




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Desmatamento

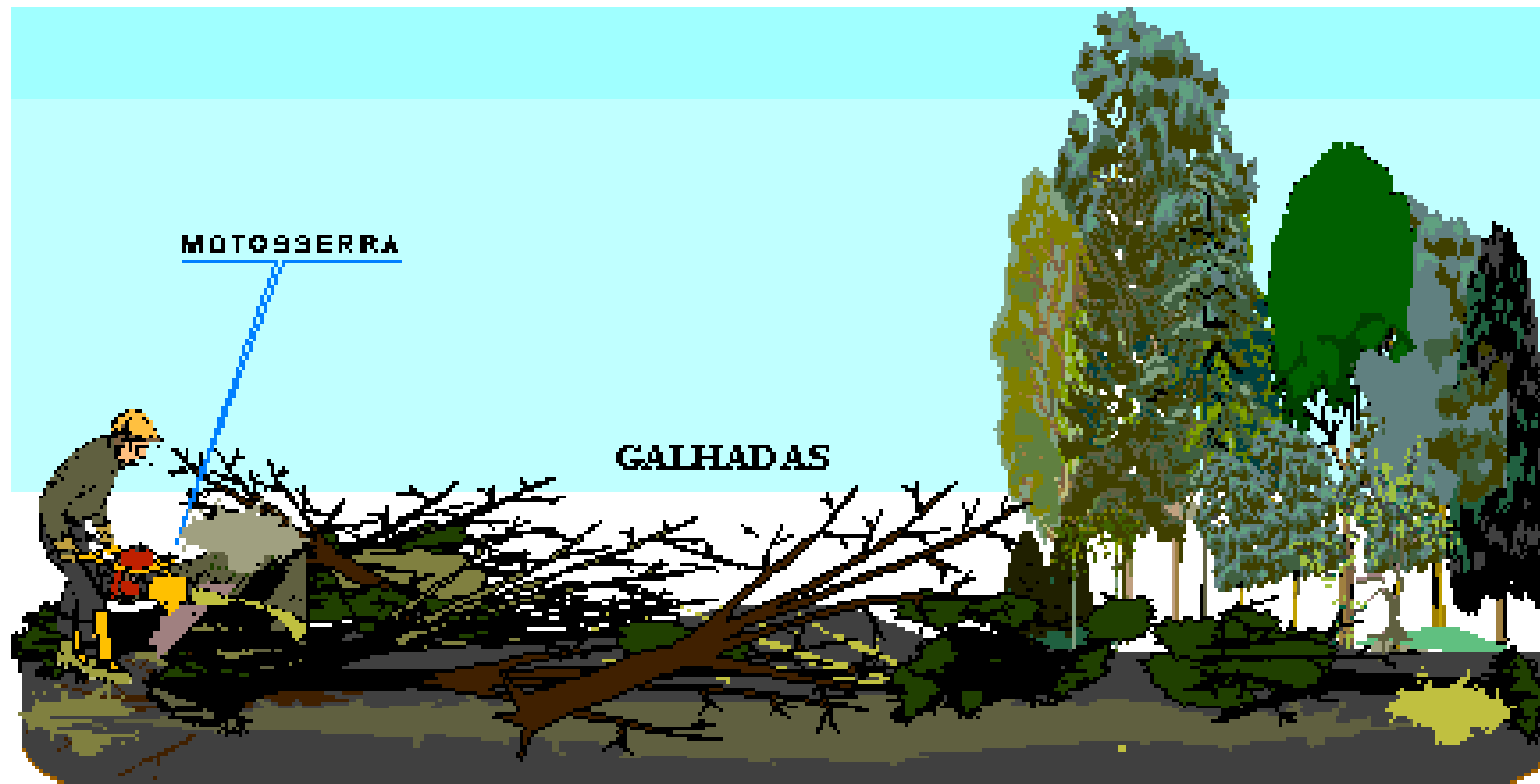




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Remoção de Galhadas

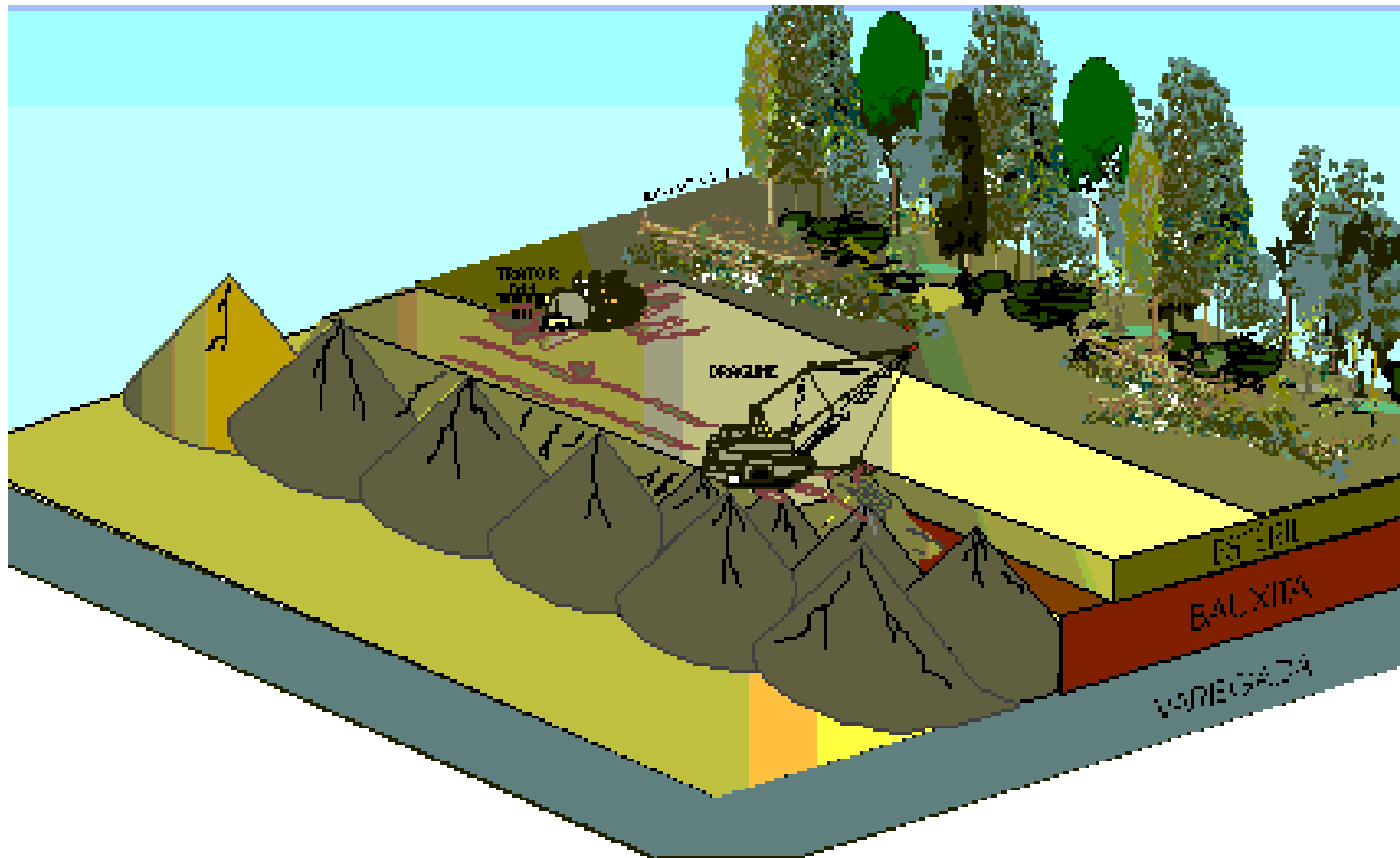




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Decapeamento

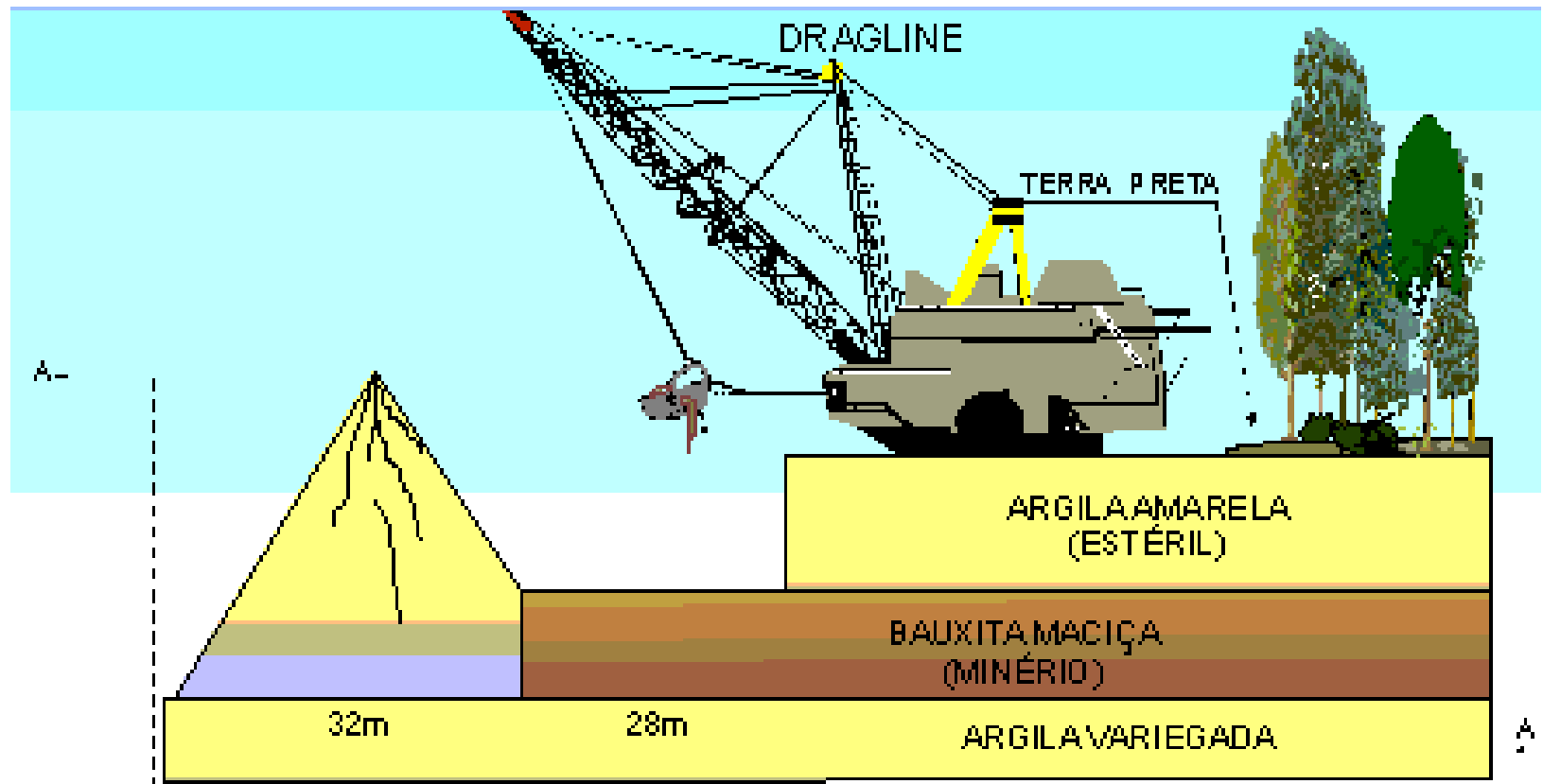




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Decapeamento (Dragline)

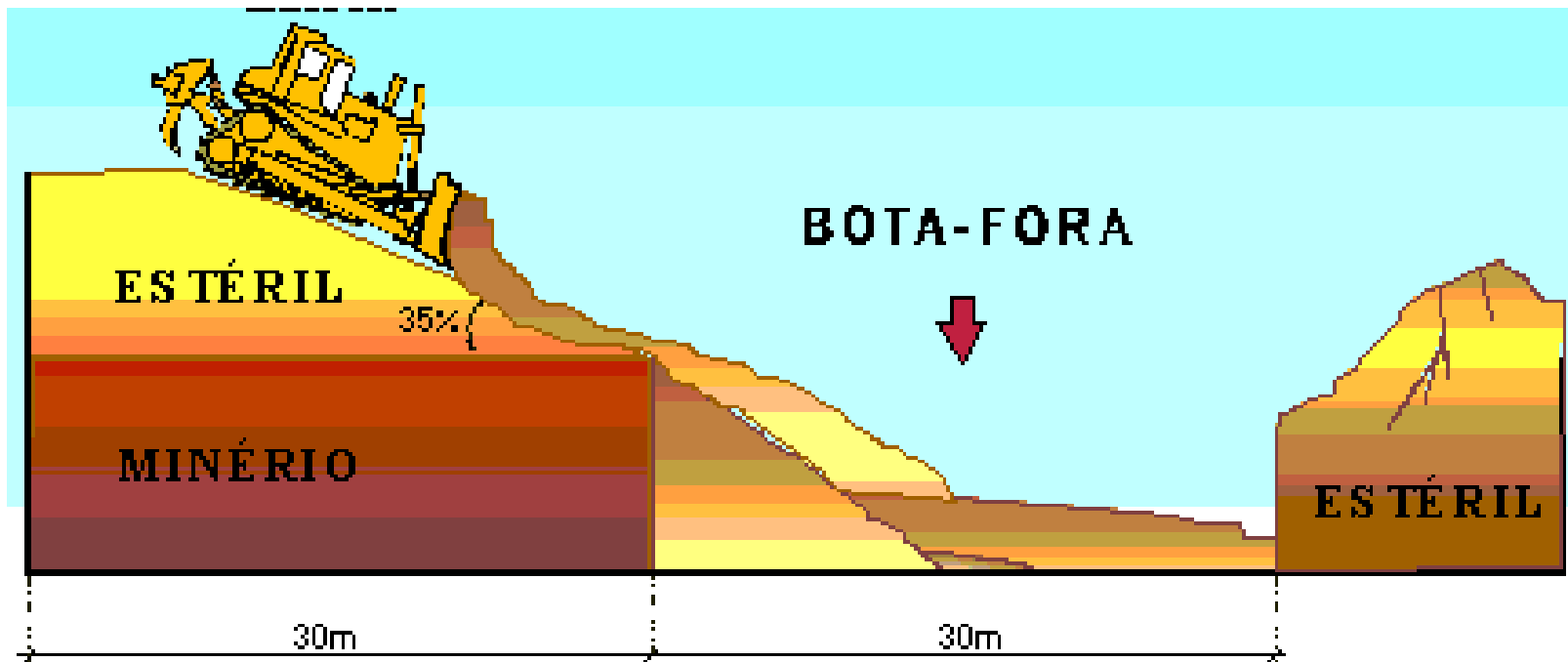




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Decapeamento (Trator)





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Escarificação Minério

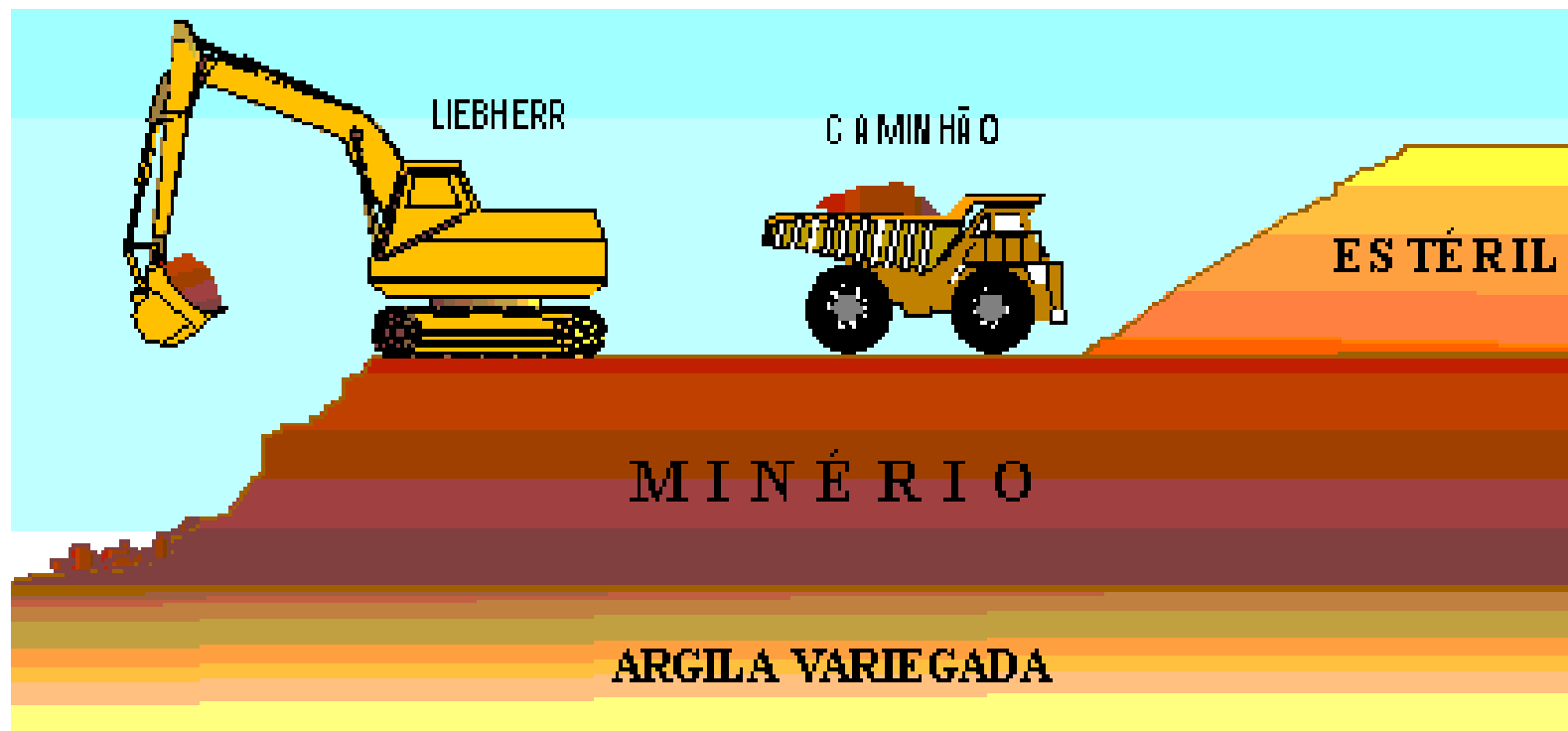




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Carga/Transporte Minério

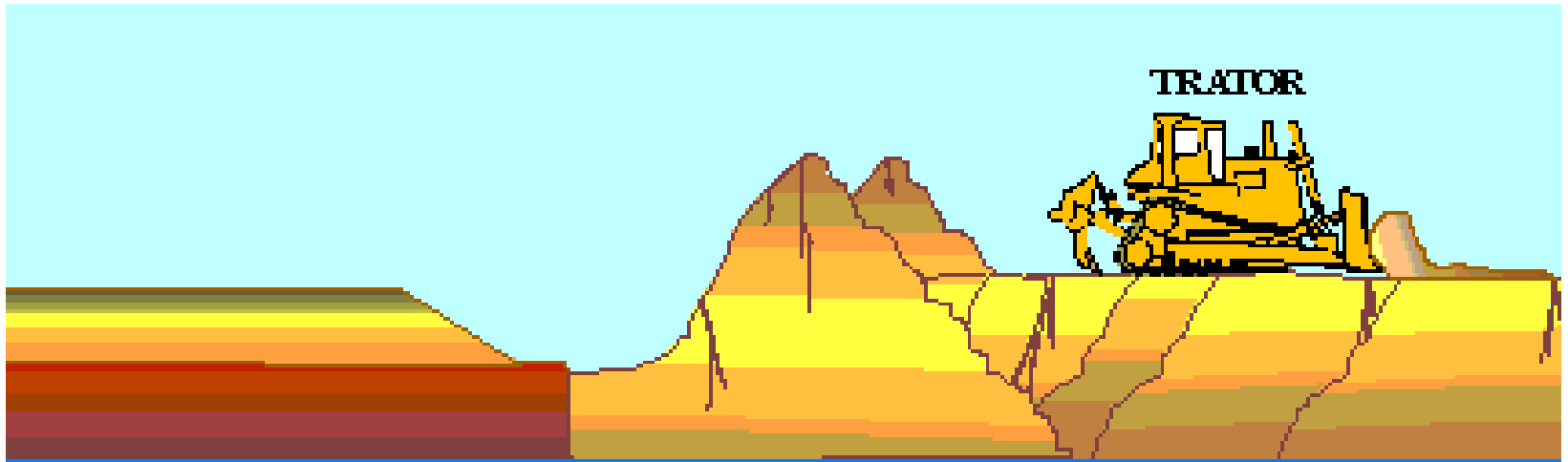




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Seqüência de Lavra: Recomposição

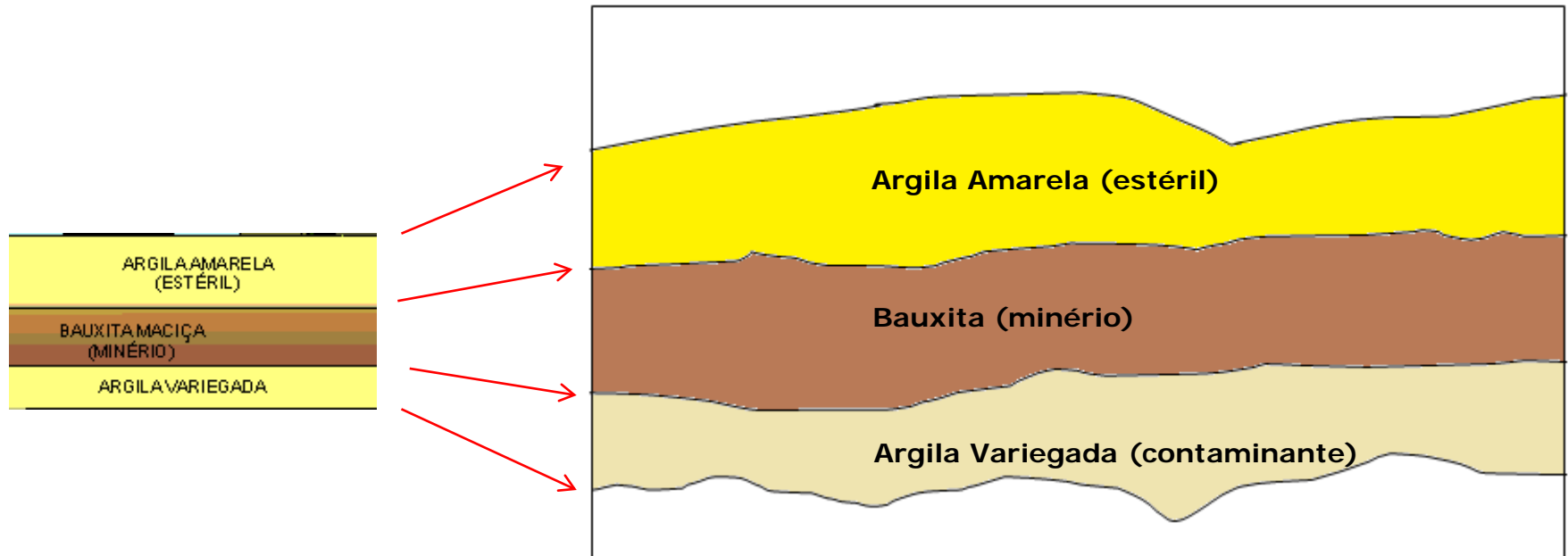




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Diluição x Recuperação de Lavra

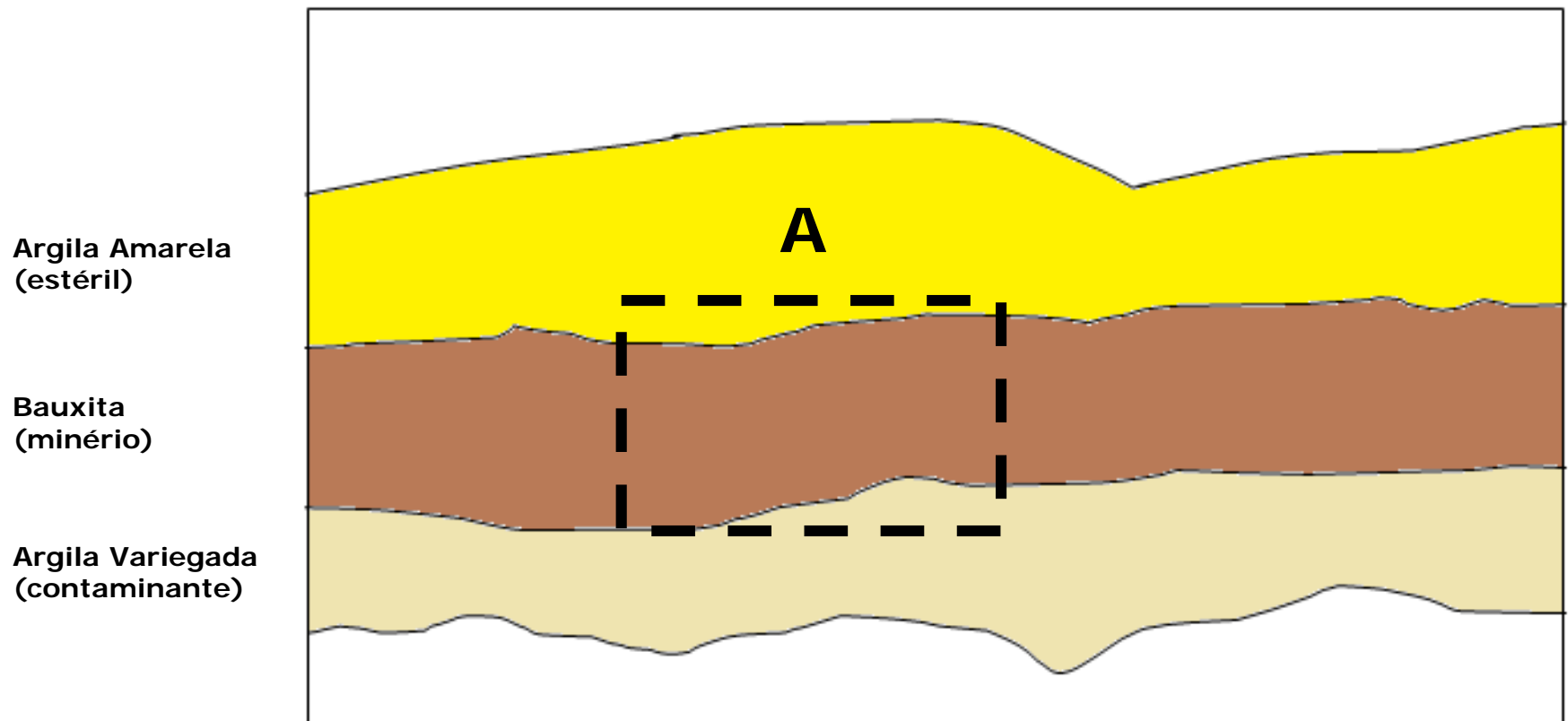




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Diluição x Recuperação de Lavra

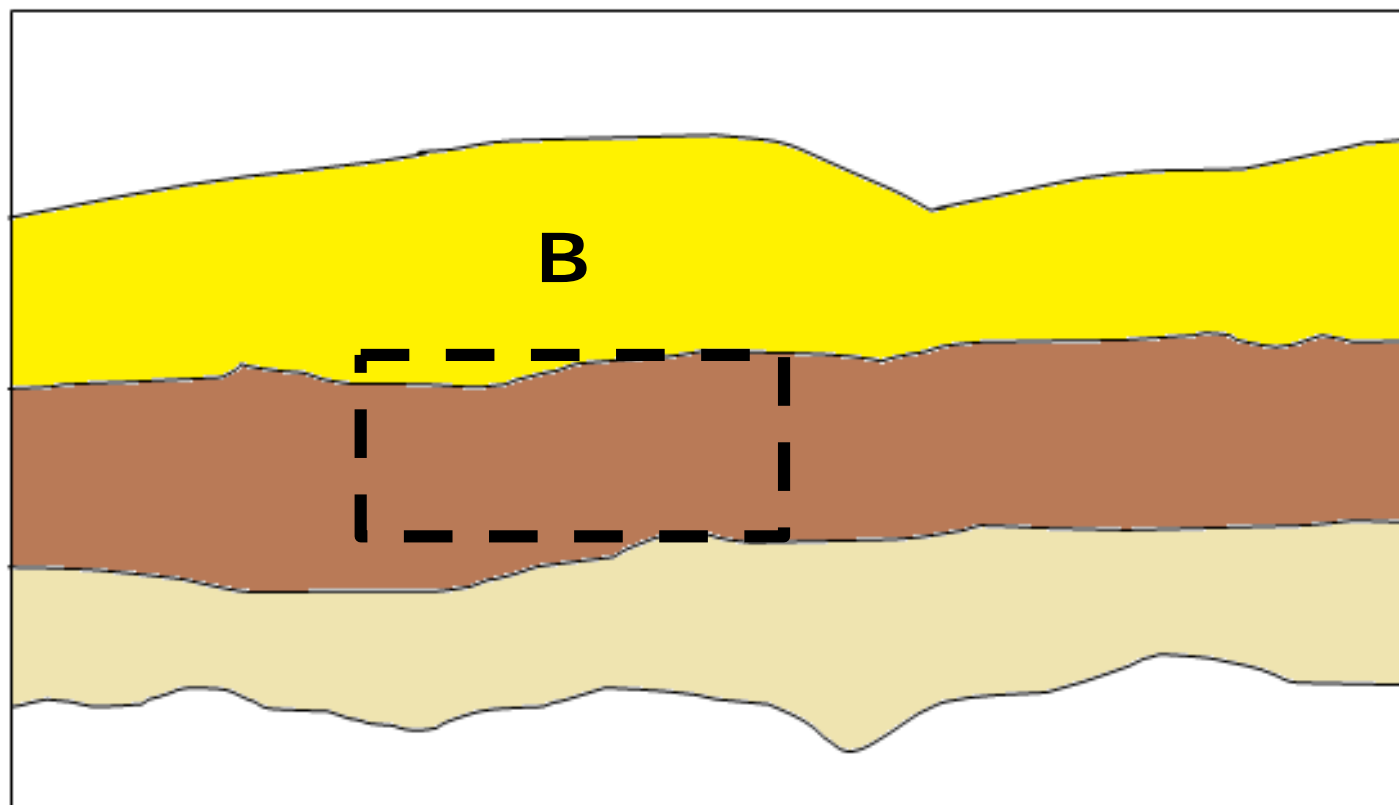




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Diluição x Recuperação de Lavra

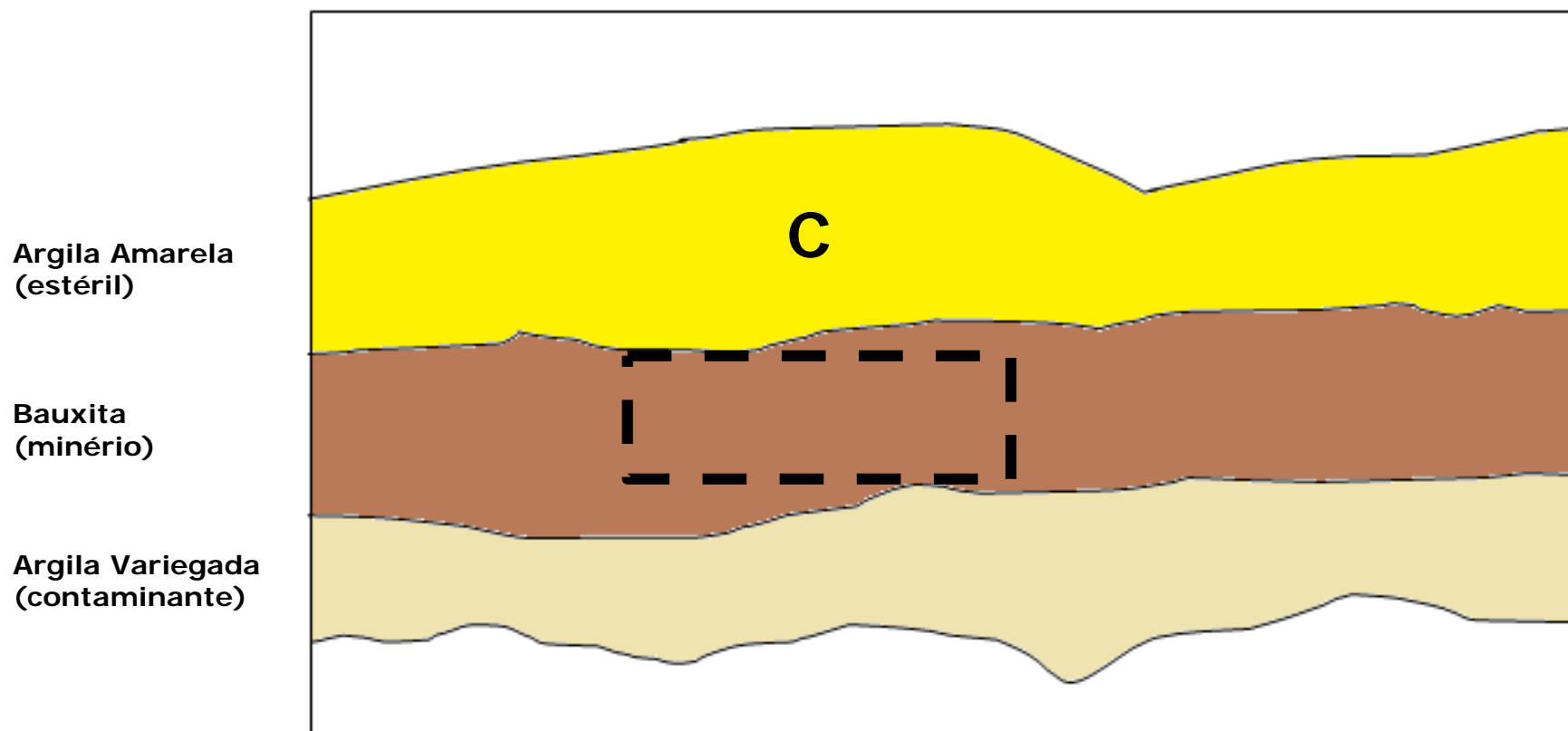




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Diluição x Recuperação de Lavra

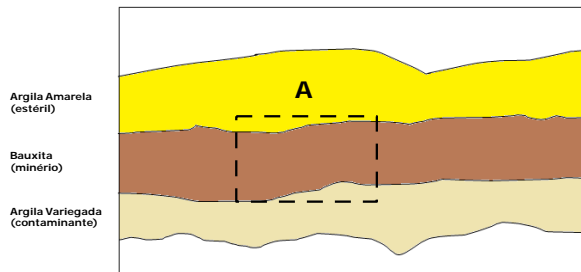




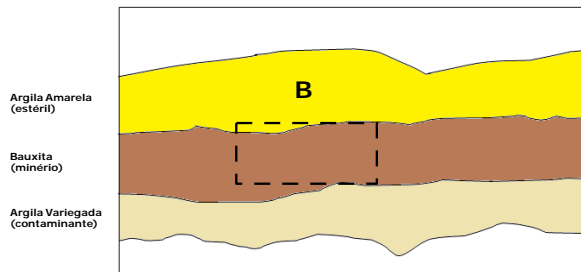
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

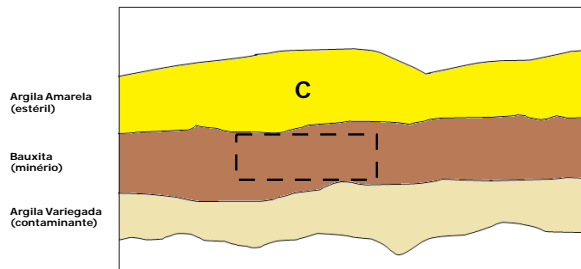
Diluição x Recuperação de Lavra



Recuperação de Lavra = 100%
Diluição = 5%
Contaminação = 8%



Recuperação de Lavra = 93%
Diluição = 3%
Contaminação = 0%



Recuperação de Lavra = 81%
Diluição = 0%
Contaminação = 0%

Exemplo 2: UN-SIX, Petrobras



Exemplo 2: UN-SIX, Petrobras



Exemplo 2: UN-SIX, Petrobras



Exemplo 2: UN-SIX, Petrobras





Exemplo 2: UN-SIX, Petrobras





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita



Decapeamento das Tiras



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita



Lavra do minério com minerador de superfície

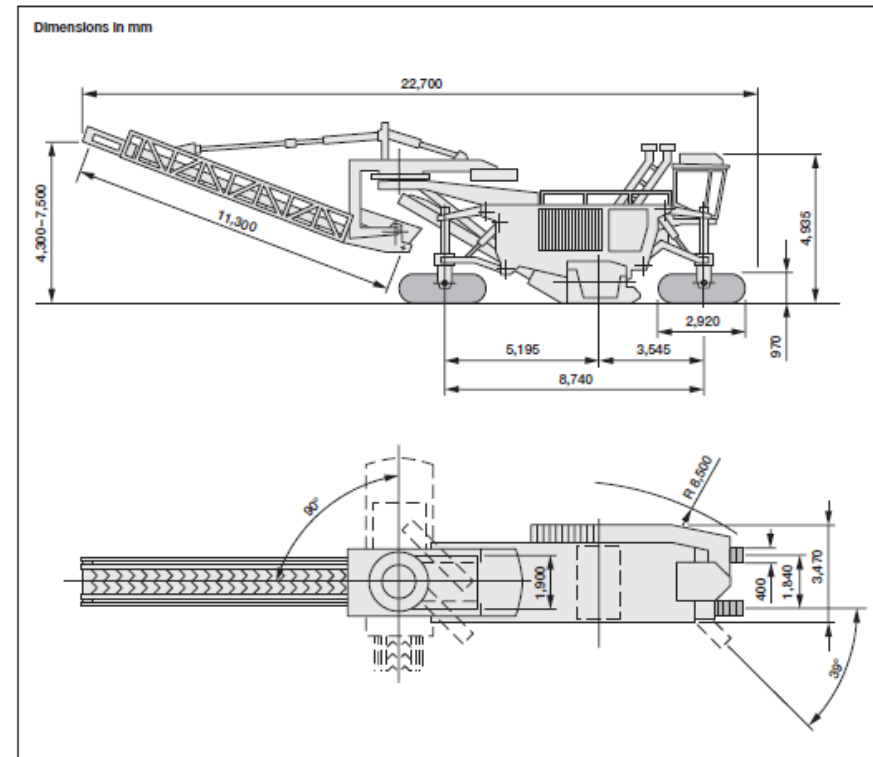


ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita

Surface Miner 2500 SM

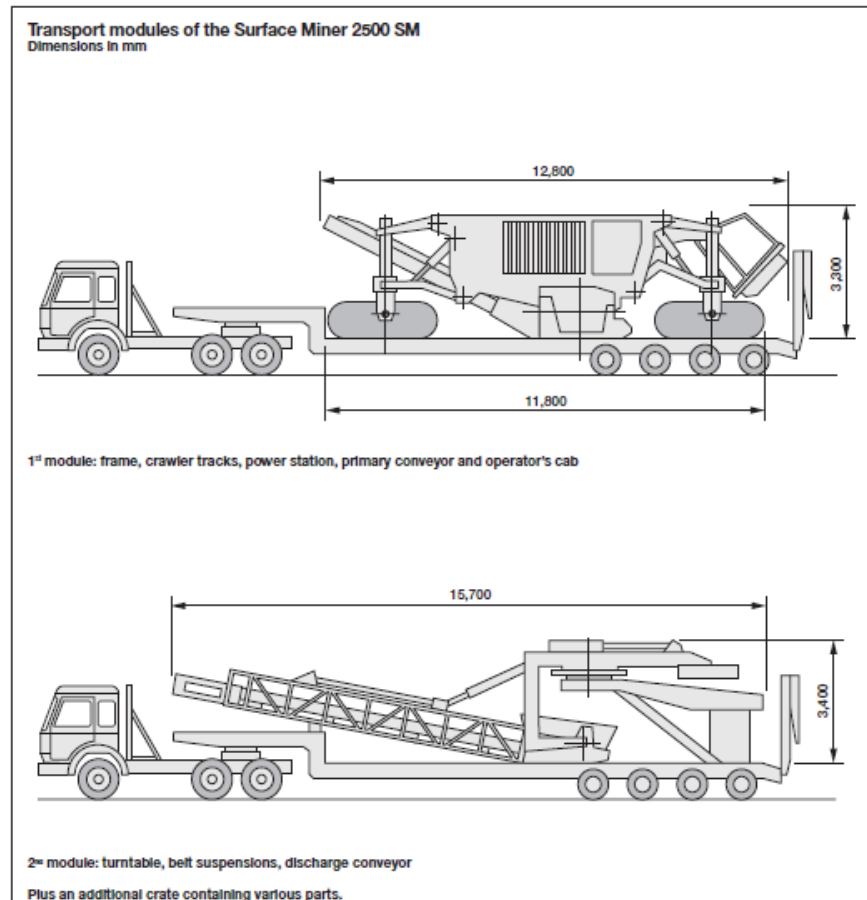




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita

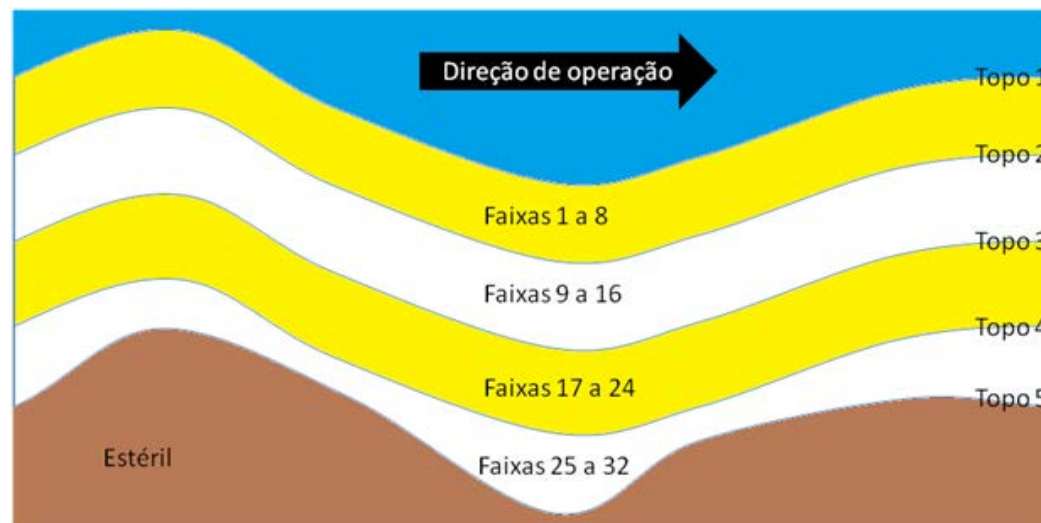
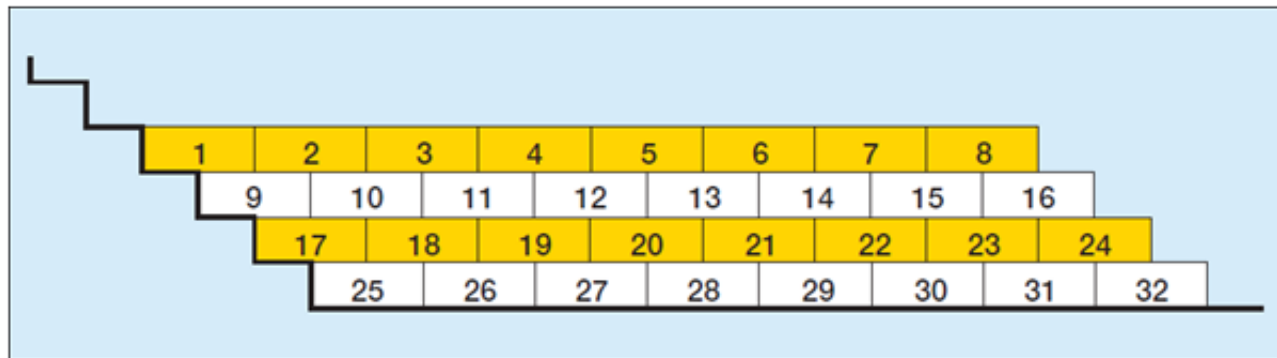




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita



Arranjo operacional de lavra do minério



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita



Detalhe do arranjo operacional de lavra do minério



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita



Detalhe do arranjo operacional de lavra do minério



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Lavra a Céu Aberto

Exemplo 3: Minerador de Superfície para Lavra em Tiras de Bauxita





Referencias (método de lavra em tiras)

- **Hartman, H.L.;** “Introductory Mining Engineering”, J. Wiley & Sons, 1987.
- **SME;** “Mining Engineering Handbook (Editado por H.L. Hartman)”, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, CO, 1992.
- **Schissler, Andrew P.,** “Design and Methods of Coal Mining,” in The Encyclopedia of Energy, Volume 1, Cutler J. Cleveland Editor-in-Chief, Elsevier Inc., Kidlington, Oxford, pp. 485-494.



Revisão

- Cite duas vantagens método de lavra em tiras?
 - Permite avanço contínuo da lavra
 - Facilita a restauração/recuperação ambiental
- Cite duas desvantagens do método de lavra em tiras?
 - Aplicação é específica para depósitos tabulares
 - Alto CAPEX com equipamentos específicos
- Cite 3 minas no Brasil que usam esse método?
 - MRN
 - Paragominas
 - UN-Six Petrobras