



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI-3325

LAVRA DE MINAS: LAVRA A CEU ABERTO

AULA 3 - 2017

Lavra em Bancadas

Prof. Giorgio de Tomi



SUMARIO

- Introdução aos métodos de lavra a céu-aberto e à lavra em bancadas
- Elementos-chave da bancada
- Altura da bancada
- Angulos de Talude



INTRODUÇÃO

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



INTRODUÇÃO – LAVRA EM BANCADAS

- Método de lavra mais comum em minas a céu-aberto;
- Muito comum em rochas e materiais competentes;
- Grande variedade de equipamentos especializados para escavação e transporte;



INTRODUÇÃO – LAVRA EM BANCADAS

O dimensionamento da cava e das bancadas depende de fatores como:

- geologia local
- distribuição de teores
- dimensões da jazida
- topografia e limites da propriedade
- taxas de produção
- altura das bancadas
- ângulos de talude
- largura e gradiente das rampas
- custos e receitas esperadas
- recuperação de lavra e da usina
- teores de corte
- relação estéril-minério



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

CANTAREIRA, SP





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

MINA DE CONCEIÇÃO–Vale, Itabira, MG





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

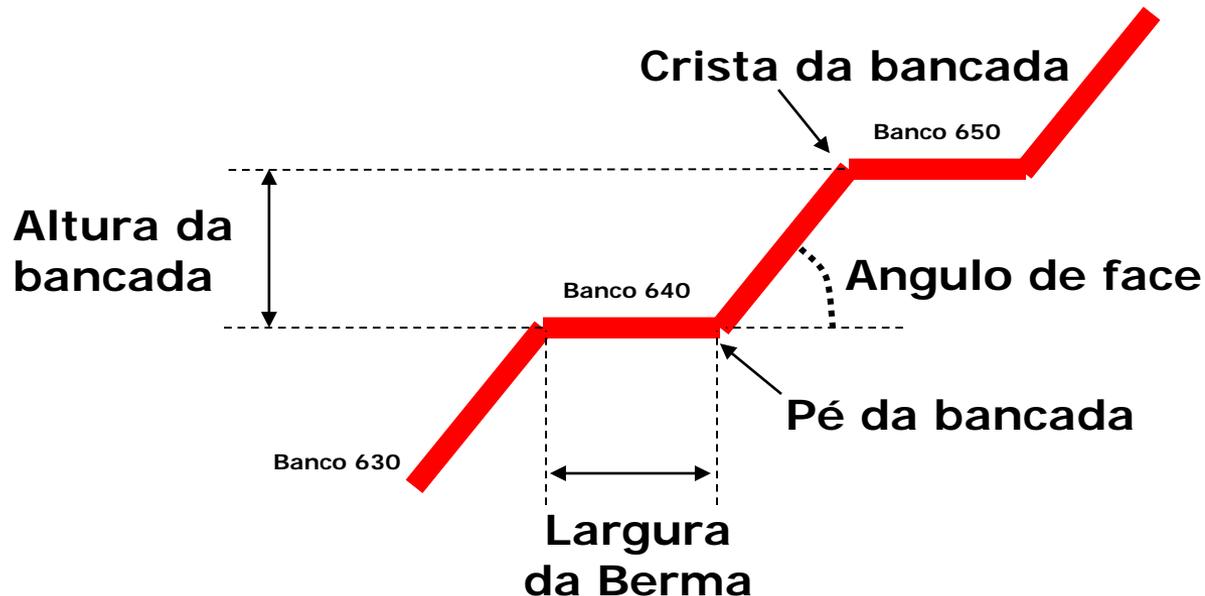
MINA DE CONCEIÇÃO–Vale, Itabira, MG





ELEMENTOS-CHAVE DA BANCADA

- Altura da bancada é a distância vertical entre cada nível da cava
- Os elementos da bancada estão ilustrados a seguir:





ALTURA DA BANCADA

- A altura das bancadas deve ser constante em toda a cava, a não ser que as condições geológicas ou operacionais não permitam isso.
- A altura da bancada vai depender de fatores como:
 - características físicas da jazida
 - seletividade de minério e estéril na bancada
 - taxa de produção
 - tipo de equipamentos adequados à produção
 - condições climáticas
 - outros.



ALTURA DA BANCADA

- A altura da bancada deve ser a mais alta possível dentro dos limites de dimensão e tipo de equipamentos utilizados para a taxa de produção desejada.
- A altura da bancada não pode ser maior do que a permitida pelas condições de segurança e acesso seguro para “bater chocos”
- A variação normal da altura de bancadas é 15m (em minas grandes) até 1m (em minas que requerem alta seletividade)



ANGULOS DE TALUDE

- Os ângulos de talude estão entre os fatores mais importantes que determinam a forma e a dimensão da cava.
- A relação estéril-minério é determinada pelos ângulos de talude da cava.
- O ângulo de talude é normalmente medido em graus a partir do plano horizontal.



ANGULOS DE TALUDE

- As paredes da cava devem permanecer estáveis durante toda a vida útil da mina.
- Dentro dos limites de segurança estabelecidos pelos estudos geotécnicos, os ângulos de talude da cava devem ser os mais acentuados possíveis, para minimizar a relação estéril-minério.



ANGULOS DE TALUDE

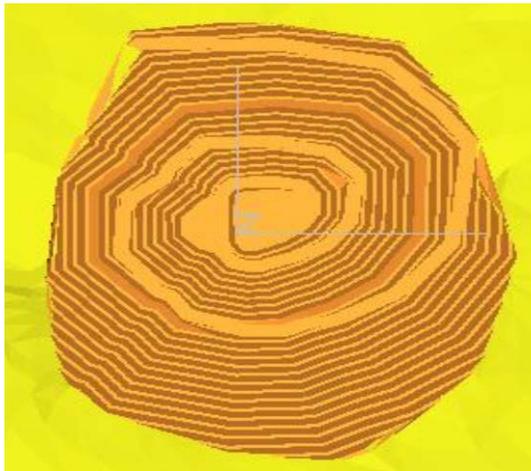
- Angulo de face x Angulo de talude médio.
- O posicionamento da rampa afeta o angulo de talude médio.
- Exemplos



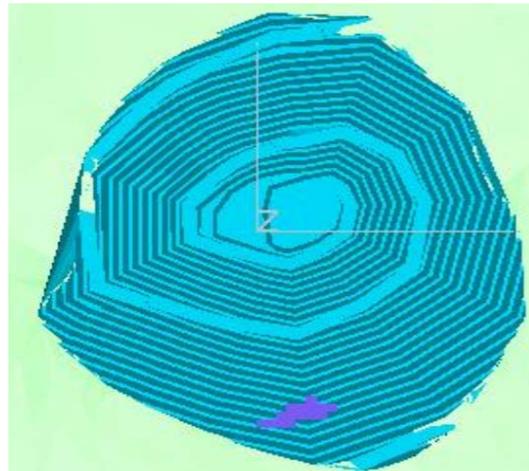
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

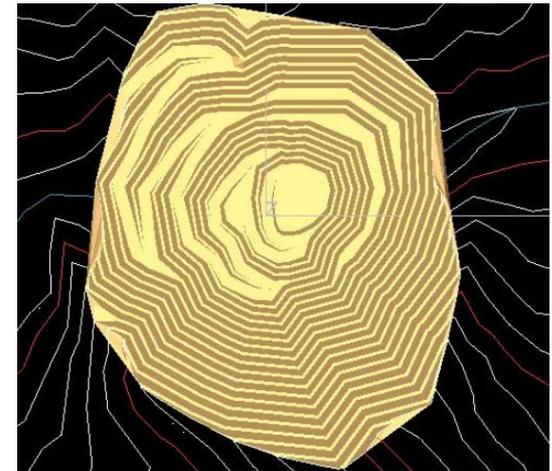
POSICIONAMENTO DA RAMPA



**Rampa em sentido
anti-horário**



**Rampa em sentido
horário**



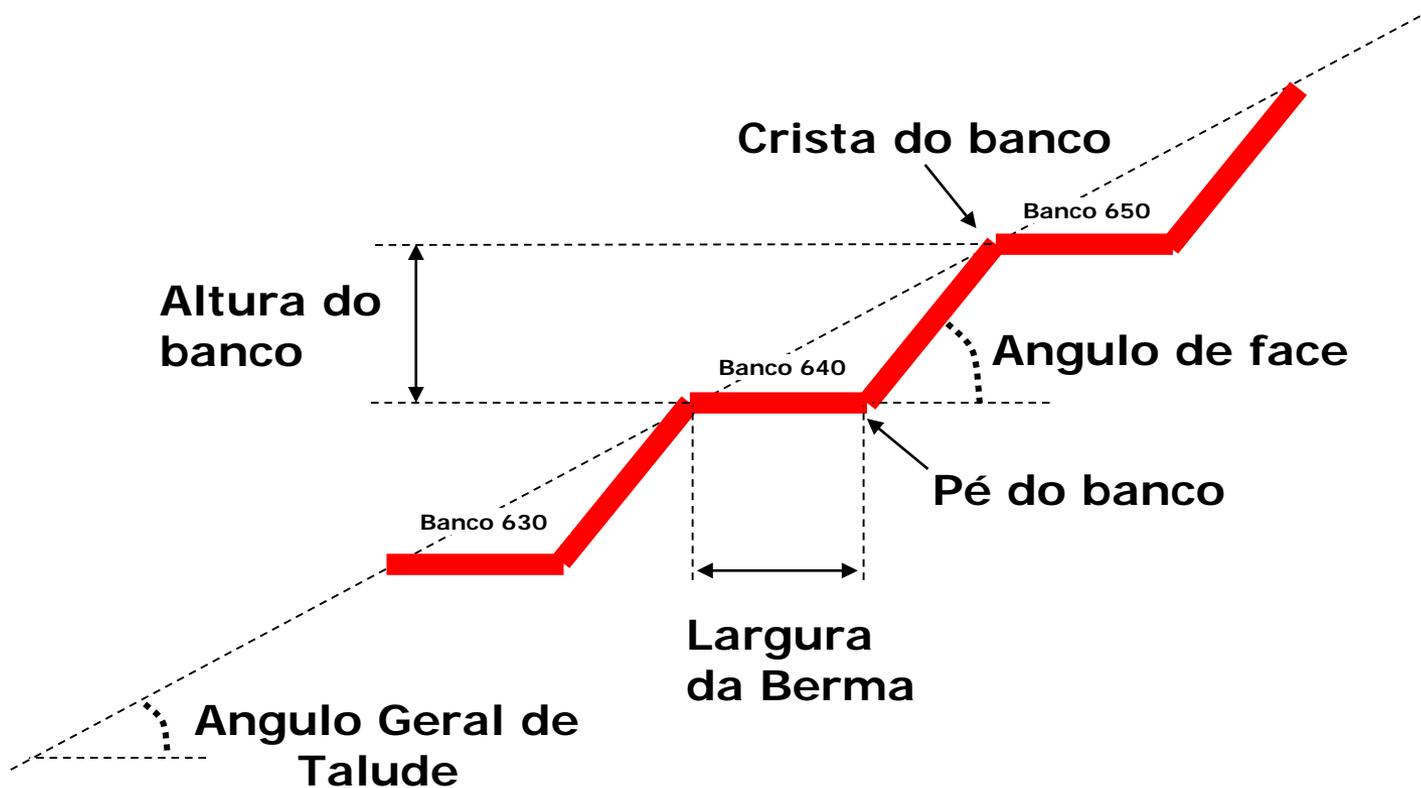
**Rampa
combinada**



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

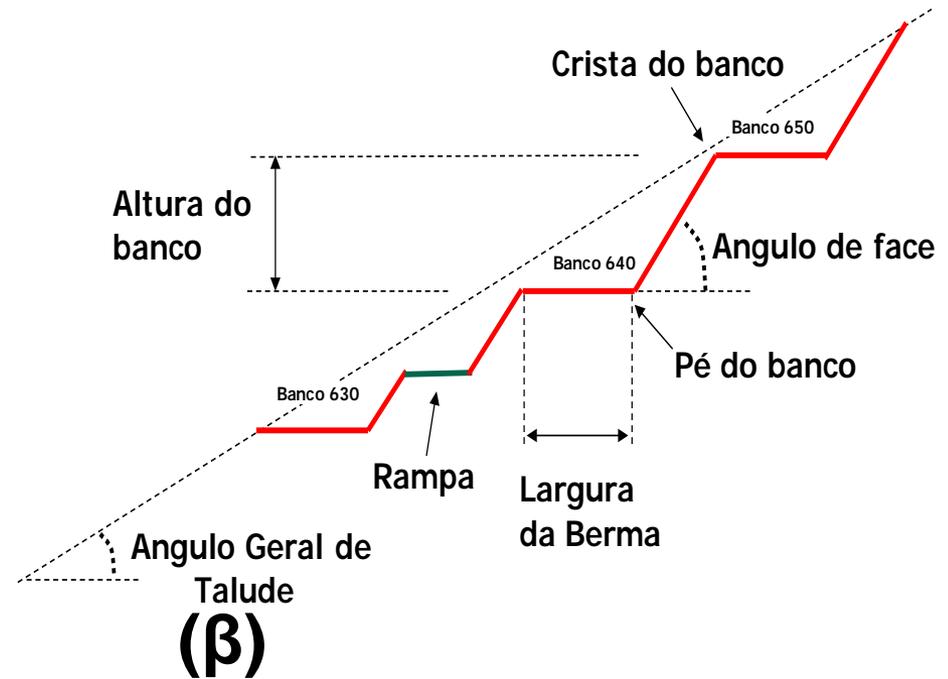
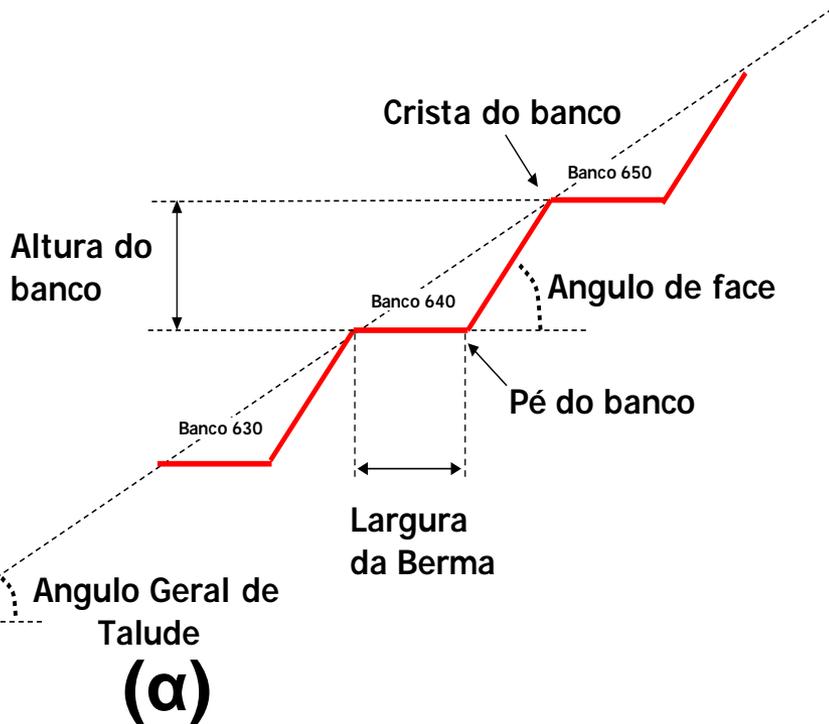
PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

ELEMENTOS PRINCIPAIS DA LAVRA EM BANCADAS





ANGULO GERAL DE TALUDE COM E SEM RAMPAS NA CAVA



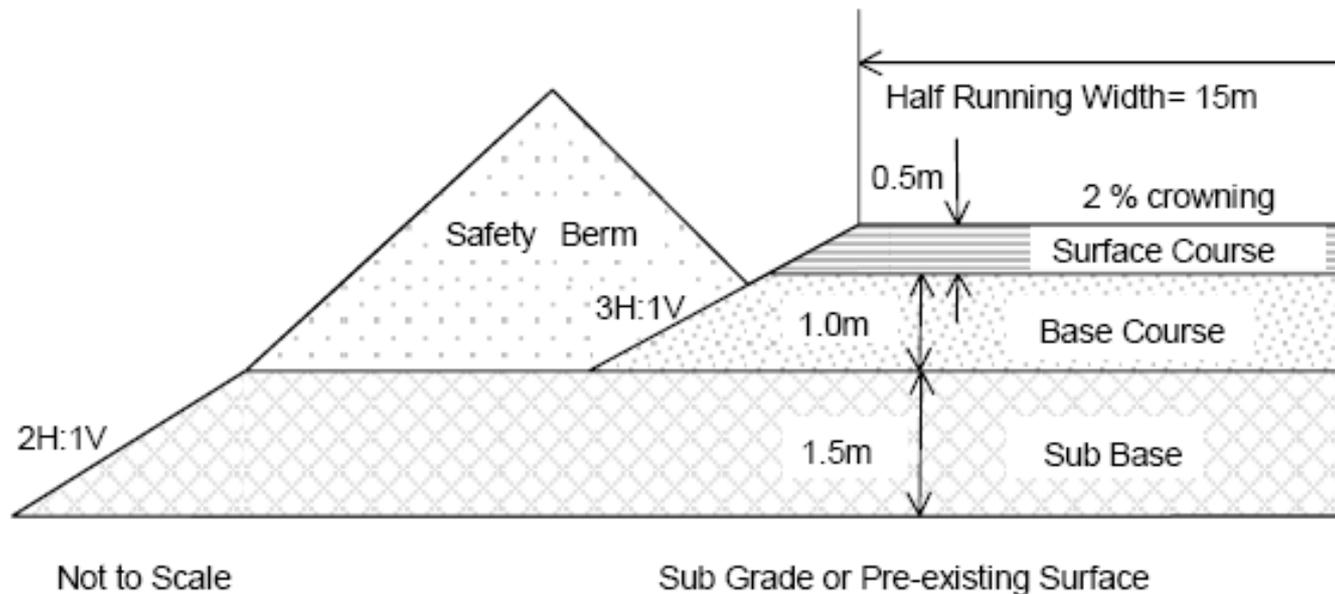
$$\alpha \text{ (sem rampa)} \gg \beta \text{ (com rampa)}$$



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

SEÇÃO TÍPICA DA RAMPA





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS





ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS

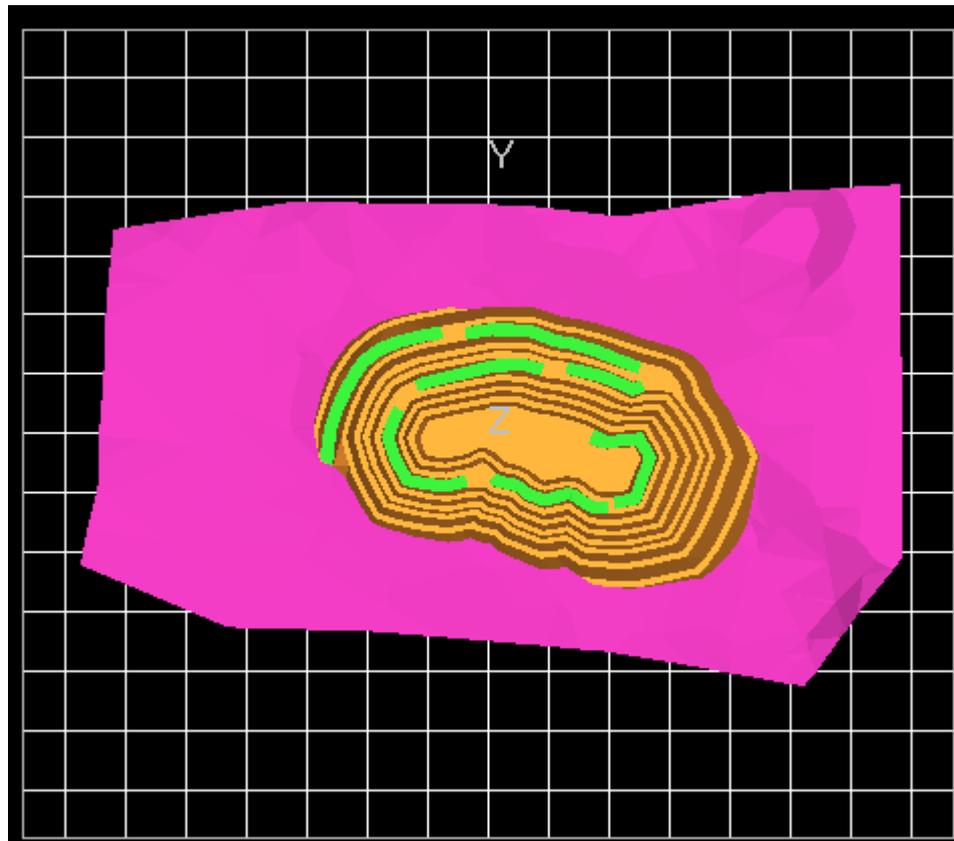




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS

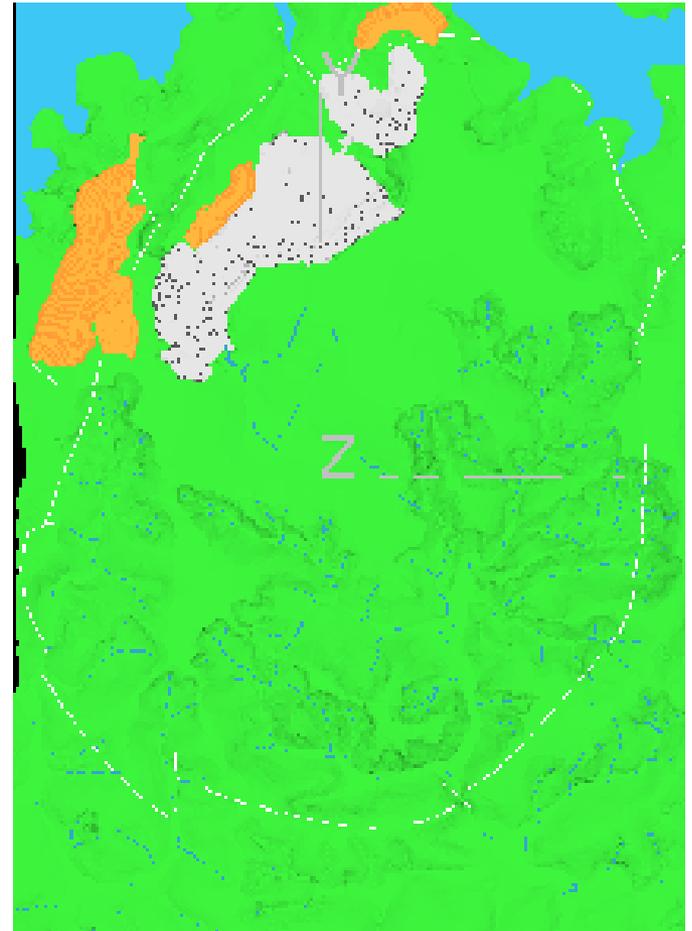
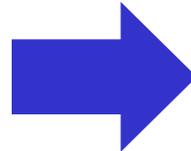
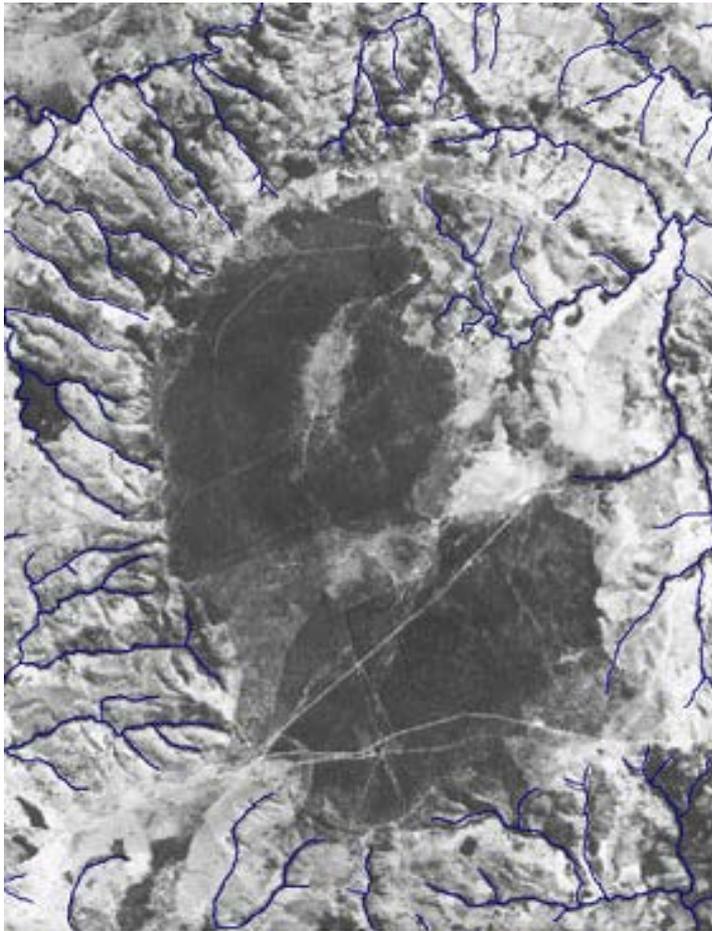




ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PMI 3325 – Lavra a Céu Aberto

EXEMPLOS





REVISÃO E DISCUSSÃO

- Qual o método de lavra mais comum? Lavra a Céu-Aberto ou Subterrânea? Porque?
- Qual o método de lavra a céu-aberto mais comum? Porque?
- Qual a diferença entre ângulo de face e ângulo geral de talude de uma mina?
- A passagem da rampa num determinado talude da mina é um aspecto positivo ou negativo? Explique.
- Identifique os elementos principais do método de lavra por bancadas.