

# Beneficiamento gravimétrico

## Projeto de circuitos e seleção de equipamentos

# Projeto de circuitos

## Introdução

- A concentração gravimétrica apresenta alguma possibilidade na separação do sistema de interesse? (usar critério de concentração);
- Selecionar equipamentos adequados com base na granulometria do material, na capacidade requerida, na eficiência desejada e no custo;
- Ensaios em escala laboratorial e piloto;
- Simulações;
- Desenvolver fluxogramas e estimar balanço de massas e metalúrgico;
- Dimensionar equipamentos. Viabilidade econômica do projeto.

# Circuitos de processamento

## Malha ótima de cominuição

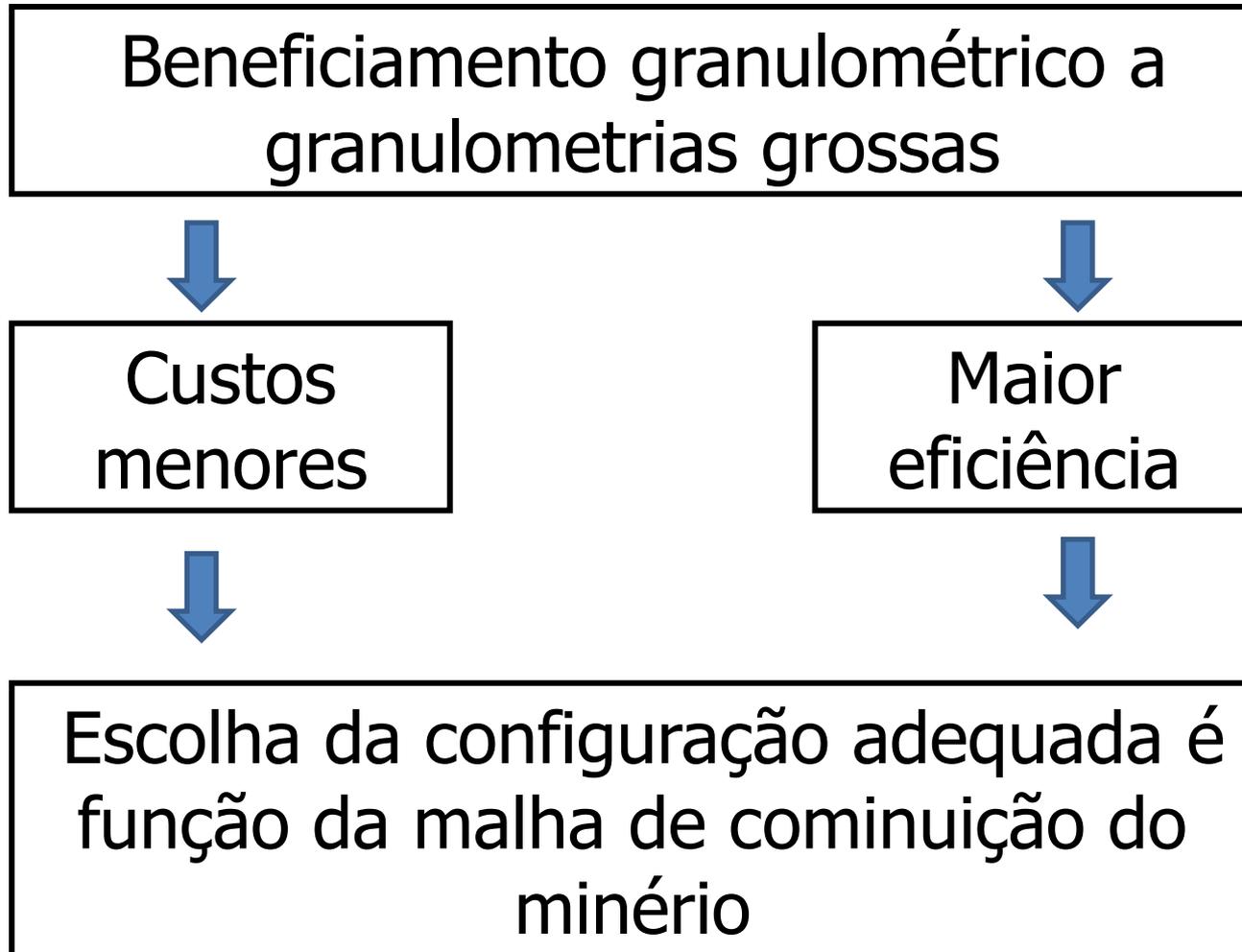
Existe uma grande variedade de circuitos de processamento utilizados na indústria, uma vez que **cada material** é, em essência, **único**.

Dois princípios mais importantes para um projeto:

- Recuperar o(s) mineral(is) de interesse tão logo ele(s) se torna(m) liberado(s) e na maior granulometria possível;
- Rejeitar a ganga (ou partículas de baixo teor) tão logo o material seja gerado e na granulometria a mais grossa possível.

# Circuitos de processamento

Escolha ??



# Circuitos de processamento

## Top-size do minério

- Constituintes minerais perfeitamente liberados;
- Esta granulometria é chamada “malha de liberação”;

Pode ser obtida por:

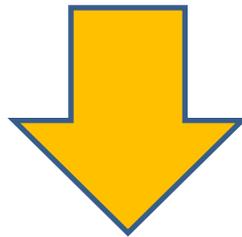
- Moagem em diferentes granulometrias;
- Análise do espectro de liberação ou;
- Distribuição densimétrica do produto.

# Circuitos de processamento

Em termos práticos

Liberação completa é inviável, pois ela acarreta:

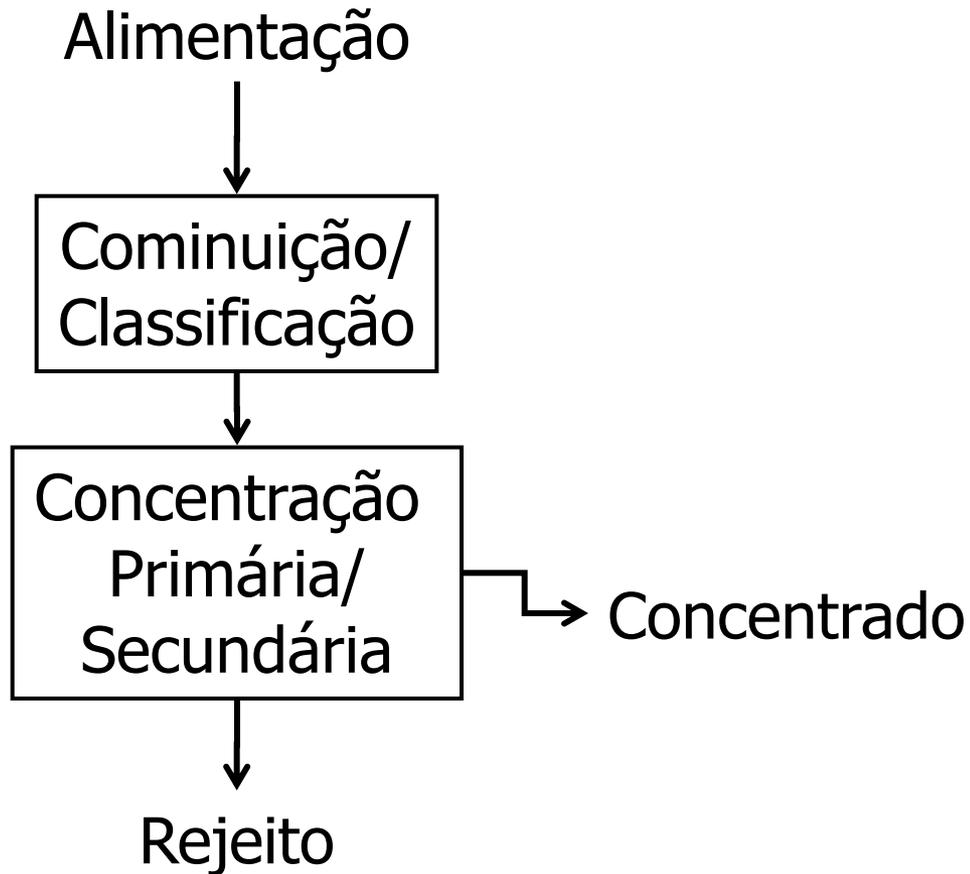
- Altos custos do processo (cominuição e concentração);
- Diminuição da precisão dos processos gravimétricos.



Malha ótima de cominuição é definida em termos econômicos

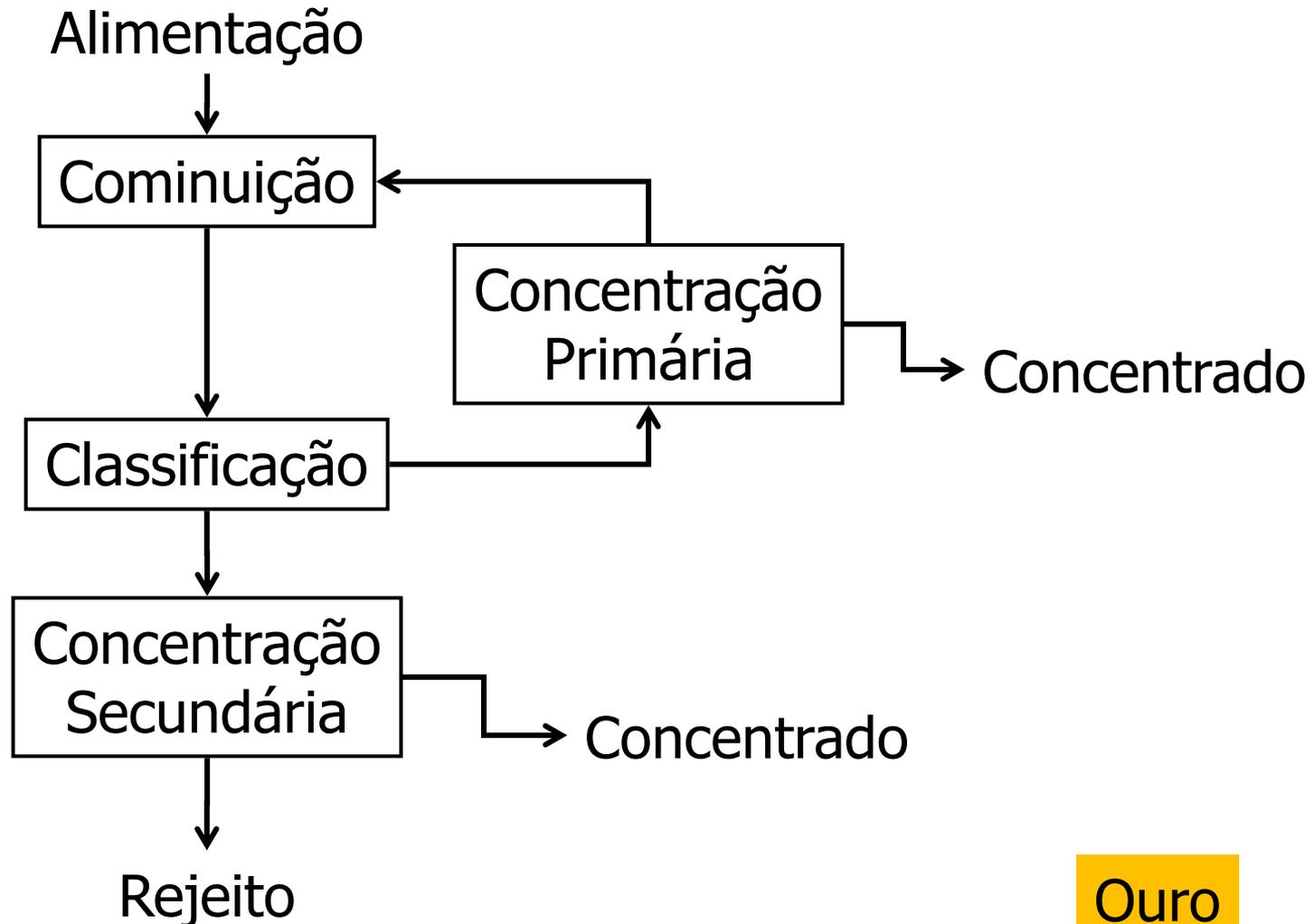
# Circuitos típicos

## Circuito convencional



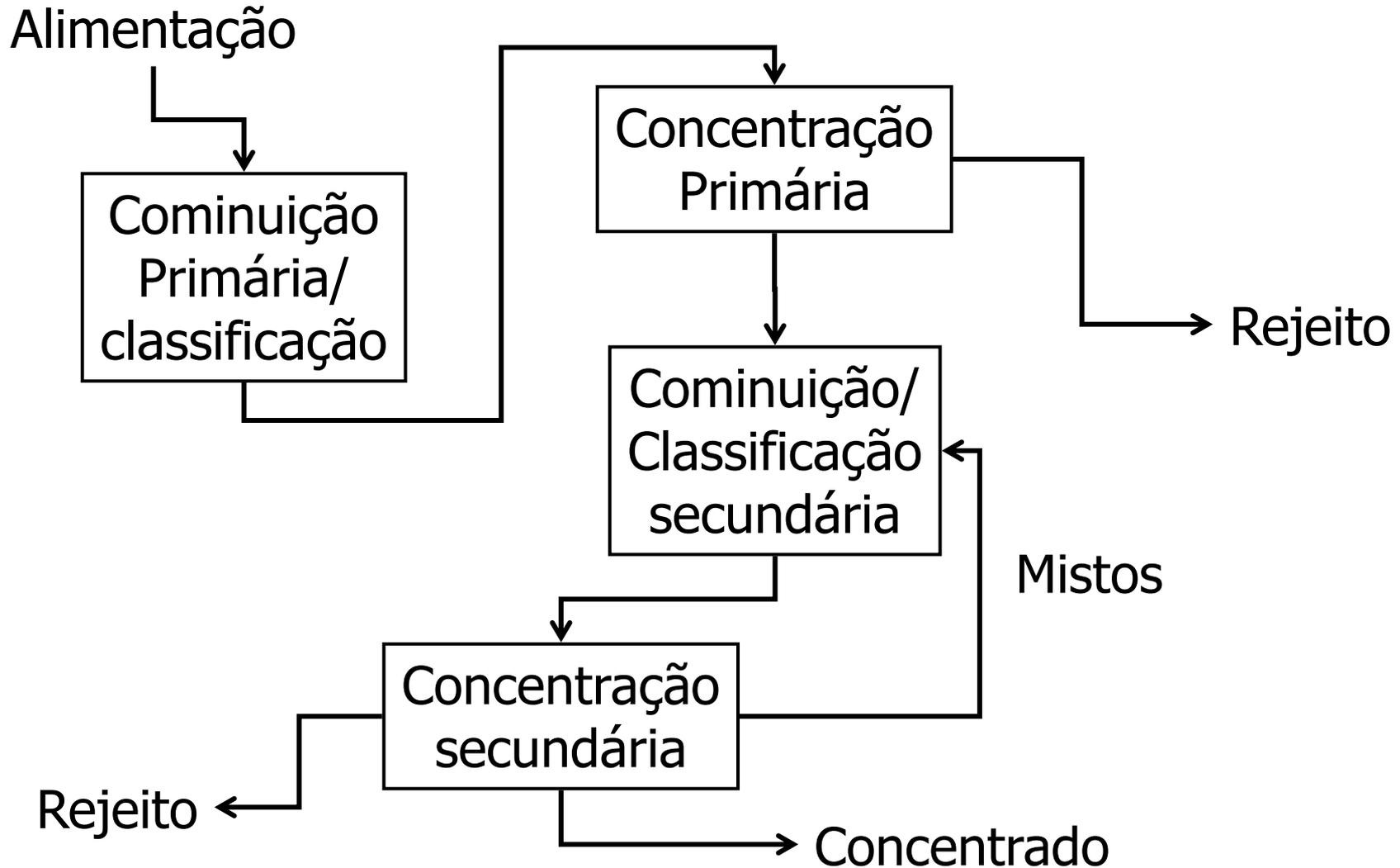
# Circuitos típicos

## Circuito com concentração com carga circulante



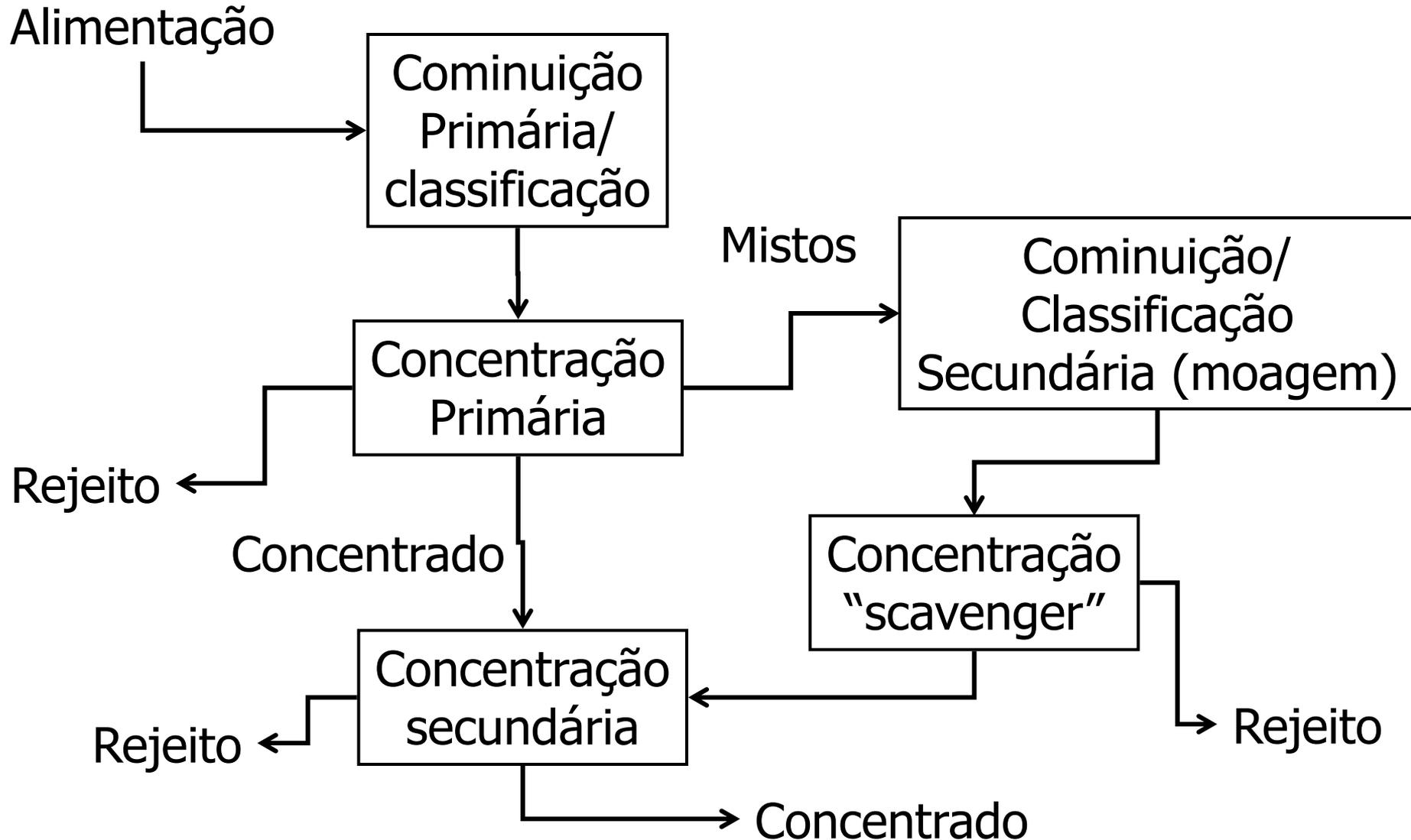
# Circuitos típicos

## Circuito com pré-concentração



# Circuitos típicos

## Circuito com remoagem de mistos



# Critérios para seleção de equipamentos

## Tamanho de partícula, eficiência e custo

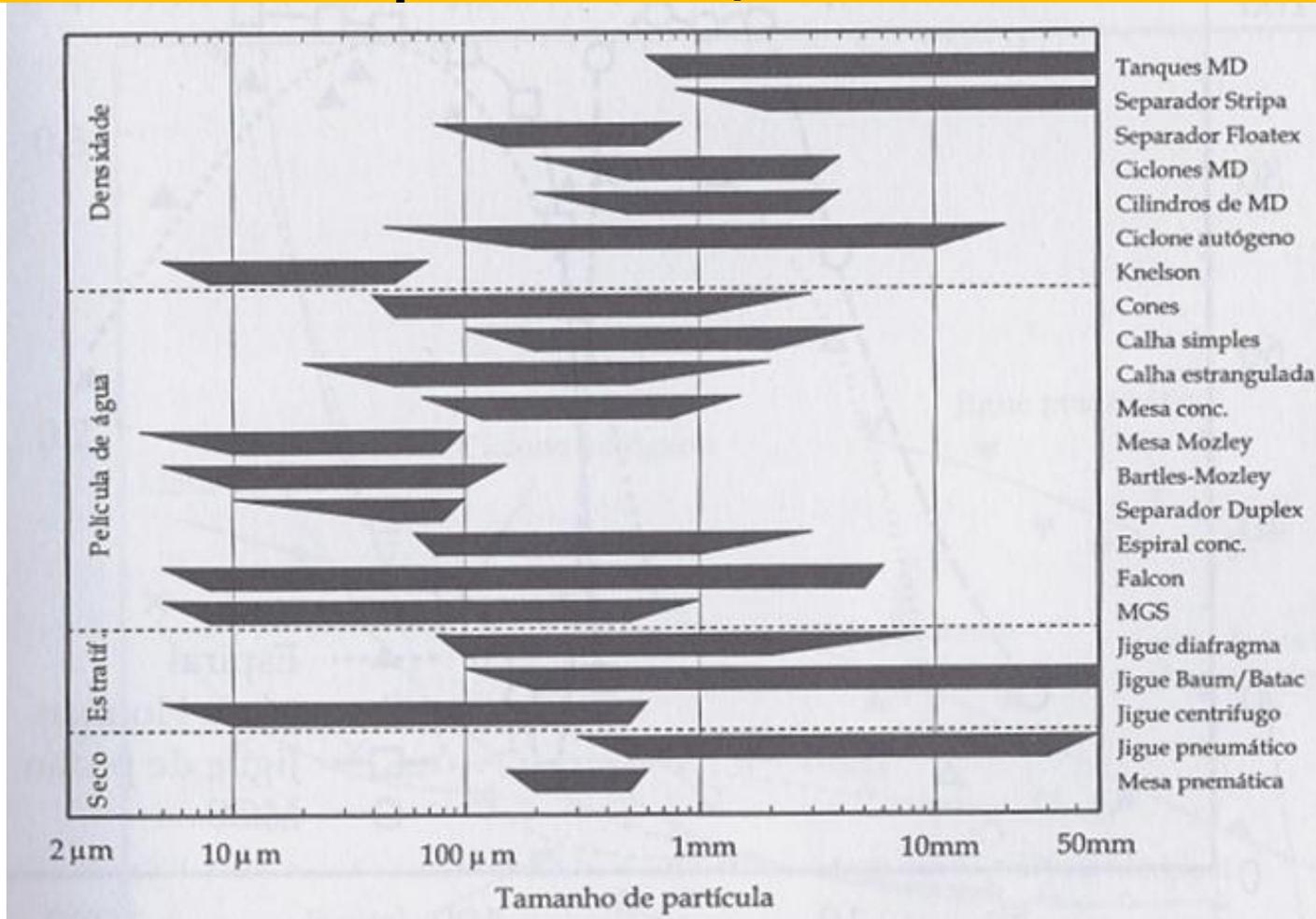


Figura 3.3. Aplicabilidade de diferentes métodos de concentração gravimétrica em função da granulometria.

# Preparação da alimentação

## Introdução

Considerada **etapa vital do processo**.

Princípios básicos a serem seguidos:

- A produção de finos deve ser minimizada, particularmente quando o material de interesse é friável;
- A alimentação de equipamentos de concentração gravimétrica deve ser classificada;
- A concentração de sólidos deve ser controlada;
- Sistemas de homogeneização de alimentação e armazenamento de polpa devem ser usados.

# Preparação da alimentação

## Cominuição

- Para evitar sobrecominuição >>> operações de cominuição devem ser realizadas num maior número de estágios possível;
- Moinhos autógenos e semi-autógenos tem vantagens para concentração gravítica, pois promovem uma maior fragmentação intergranular do material >> favorecem a liberação a granulometrias mais grosseiras;
- Na prática, a granulometria de corte (estágio final da cominuição) é aquela que libera o mineral, minimizando a produção de lamas;

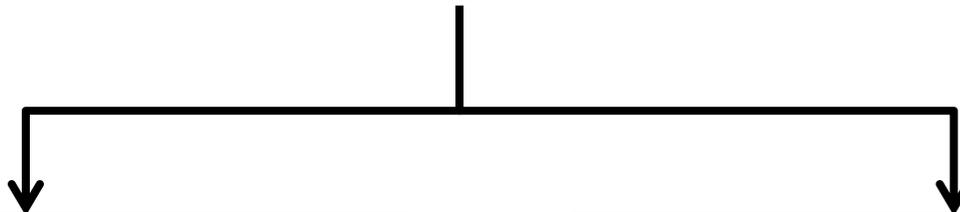
# Preparação da alimentação

## Cominuição

Sugestão de  
Wells (1991)



Granulometria de corte deve ser escolhida de maneira que as perdas do mineral de interesse na usina se devam:



Metade devido à  
geração de lamas

Metade devido à  
geração de mistos

# Preparação da alimentação

## classificação

Operações de classificação por tamanhos são usadas com o objetivo de:

- Rejeitar partículas grossas estéreis e materiais estranhos (minerais aluvionares);
- Controlar o produto de operações de cominuição;
- Classificar a alimentação em diferentes faixas de tamanhos para concentração em separado;
- Efetuar a remoção das lamas, as quais aumentam a viscosidade da polpa (reologia) e diminuem a eficiência da separação.

# Preparação da alimentação

## Homogeneização e controle de densidade

- Muito importante o controle da alimentação na concentração gravimétrica de finos;
- Principal motivo: os equipamentos de concentração apresentam uma concentração ótima de operação;
- Controle de densidade da polpa é atingido pelo uso de tanques e espessadores;
- Sistema de manuseio e reciclagem de água na usina.

# Classificação dos aparelhos

## Classificação dos aparelhos de concentração

Considerando o mecanismo dominante na separação, os diversos aparelhos podem ser classificados em três grupos:

- Densidade;
- Estratificação;
- Escoamento em película d'água.

# Classificação dos aparelhos

## Classificação dos processos de concentração

Mecanismo dominante	Característica secundária	Força de campo dominante	Meio	Aparelho
Densidade	Meio denso	Gravitacional	Úmido	Cone, tambor
		Centrífuga	Úmido	Ciclone, Vorsyl, Dynawhirpool, Tri-Flo, Larcodemis
		Magnética	Úmido	Separador magneto-gravimétrico
	Meio autógeno	Gravitacional	Úmido	Separador Stripa, hidrosseparador
		Centrífugo	Úmido	Ciclone autógeno, separador knelson
Estratificação (pulsção)	Pulsção mecânica	Gravitacional	Úmido	Jigue Harz, jigue trapezoidal, jigue Bendelari, jigue circular
		Centrífugo	Úmido	Jigue centrífugo
	Pulsção pneumática	Gravitacional	Úmido	Jigue Baum, jigue Batac
			Seco	Jigue pneumático

# Classificação dos aparelhos

## Classificação dos processos de concentração

Mecanismo dominante	Característica secundária	Força de campo dominante	Meio	Aparelho
Película d'água	Sem oscilação	Gravitacional	Úmido	Calha simples, mesa plana, calha estrangulada, cone reichert
		Centrífuga	Úmido	Espiral concentradora, concentrador Falcon
	Com oscilação	Gravitacional	Úmido	Mesa concentradora, Mesa Mozley, Bartles-Mozley, concentrador Duplex
			Seco	Mesa pneumática
		Centrífuga	Úmido	MGS

# Preparação da alimentação

## Relevância do tamanho das partículas

- Intervalo bastante amplo (maior que qualquer outro processo de separação);
- Tamanho máximo limitado pela capacidade de manuseio do equipamento;
- Limite inferior: 5  $\mu\text{m}$ ;
- Acima de 2mm, apenas jigagem e meio-denso;
- Meio-denso é concentração **mais precisa** de todo o beneficiamento gravimétrico

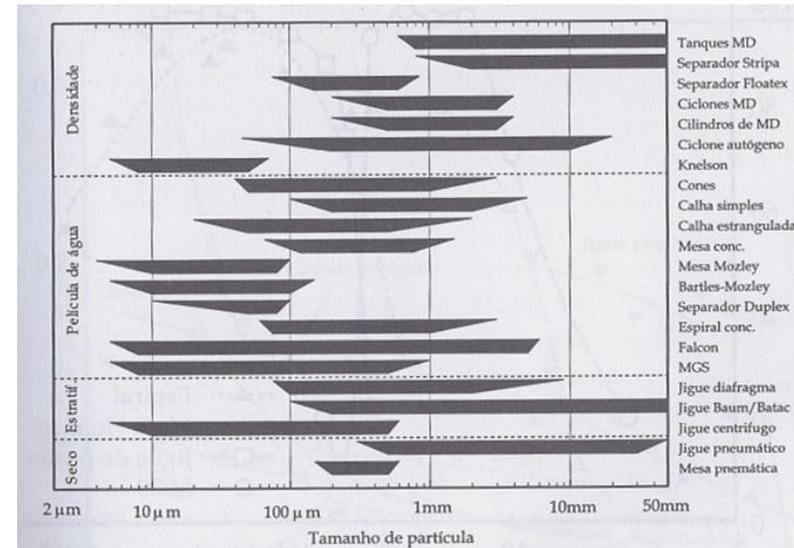


Figura 3.3. Aplicabilidade de diferentes métodos de concentração gravimétrica em função da granulometria.

# Exercícios

## Exercícios de fixação III