

A circular inset image showing a metal casting process. In the background, a glowing orange molten metal is being poured into a mold. In the foreground, a conveyor belt moves numerous finished, cylindrical metal castings. The castings have a textured, mesh-like surface and several small holes on top. A red horizontal line is drawn across the middle of the castings in the foreground.

METALURGIA DO PÓ

21/10/2019

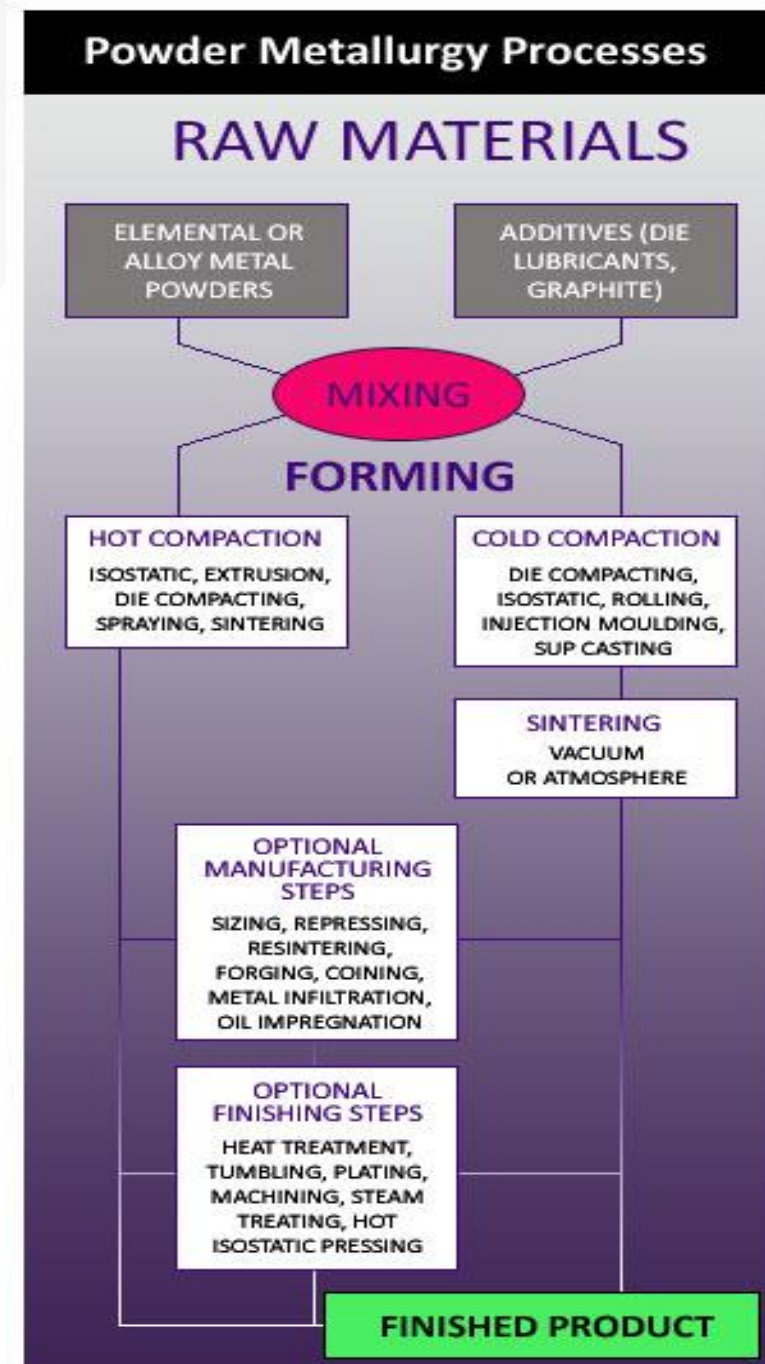
**RODRIGO ROSSETTI
MATHEUS WOLFF**

- **Definição**
- **História da Metalurgia do Pó**
- **O Processo**
- **Operações complementares**
- **Aplicações, Vantagens e Desvantagens**
- **Disciplinas na UFSC**
- **Referências bibliográficas**

▶ **Agenda**

Definição

- Metalurgia do Pó é o nome dado ao processo pelo qual finos pós metálicos(ferrosos ou não ferrosos) são misturados e comprimidos em uma forma desejada, e então sinterizados numa atmosfera controlada, conectando as superfícies das partículas e estabelecendo as propriedades desejadas (DeGarmo,E.P.)(2008).

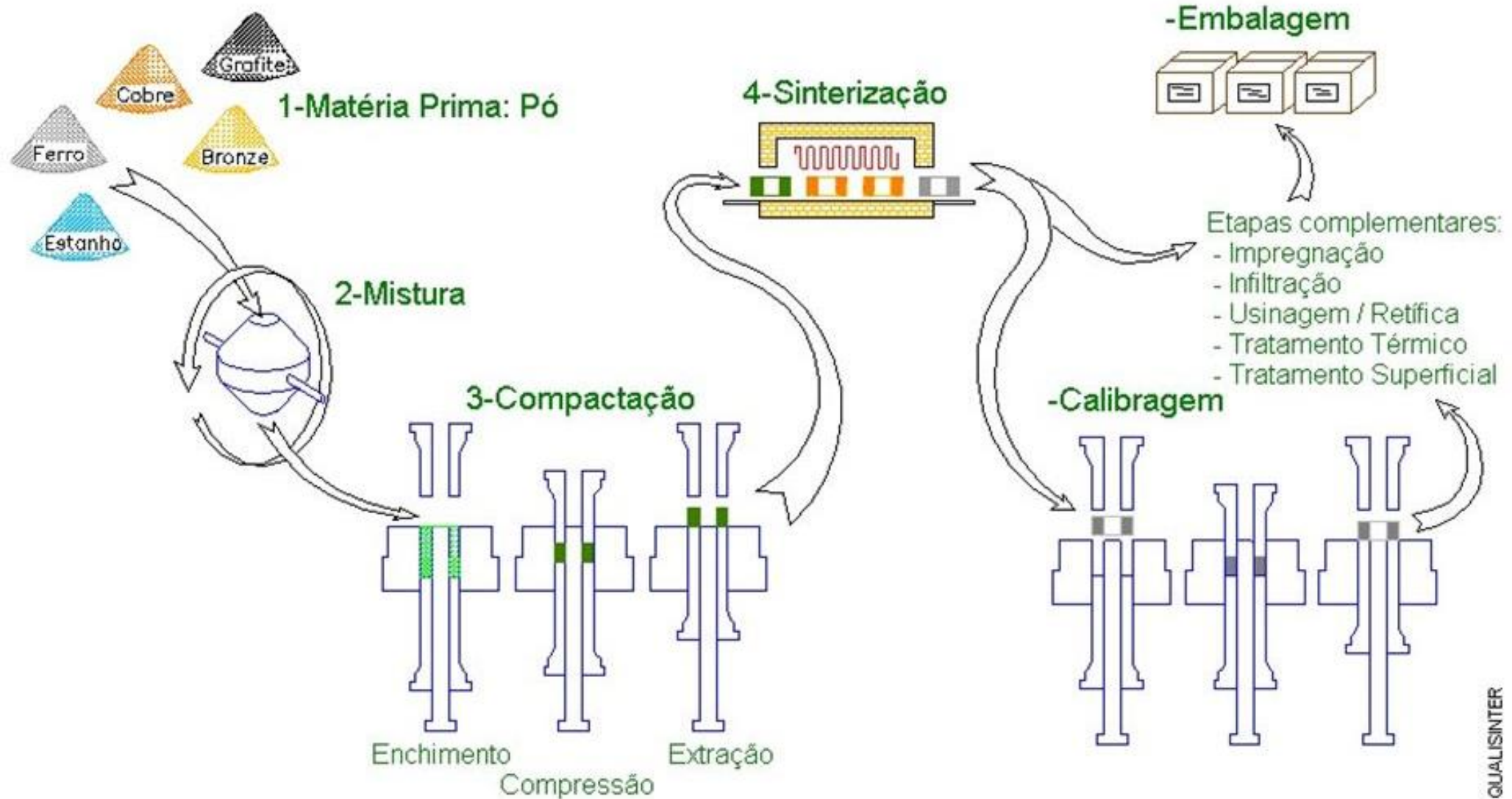




História

- 1200 A.C. – Pó Ferroso usado em fundição
- Após um longo período sem utilização a MP tornou-se um processo industrial no fim do século XVIII.
- Após a 1ª Guerra Mundial, os primeiros produtos compósitos começaram a ser fabricados pela Metalurgia do Pó.
- Avanços na microscopia e na fabricação de pós, na segunda metade do século XX, permitiram aprofundamentos no estudo das propriedades e fabricações das peças sinterizadas
- Final do século XX - Com o desenvolvimento de nanomateriais, o campo da metalurgia do pó cresceu em complexidade e qualidade de seus processos

Etapas do processo



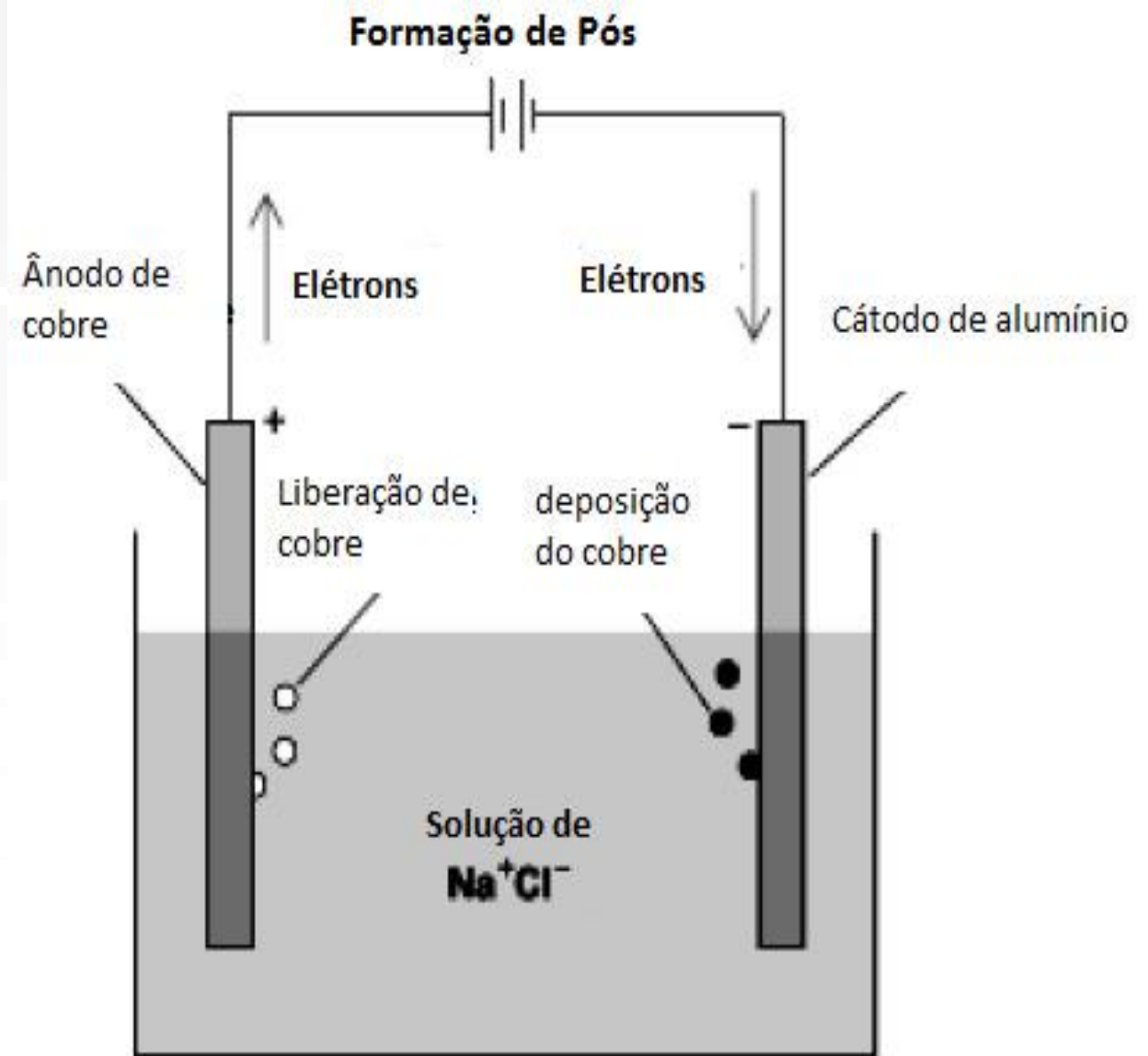
O Processo – Etapa 1 Obtenção do Pó – **Redução de Estado Sólido**

- **Mais utilizado na produção de pó ferroso**
- **Em uma linha de produção o minério é reduzido com carbono em uma fornalha e então separado e moído**
- **O metal está pronto para compressão e oferece boa resistência para a peça verde**
- **Materiais refratários e cobre também utilizam esse processo**

O Processo – Etapa 1

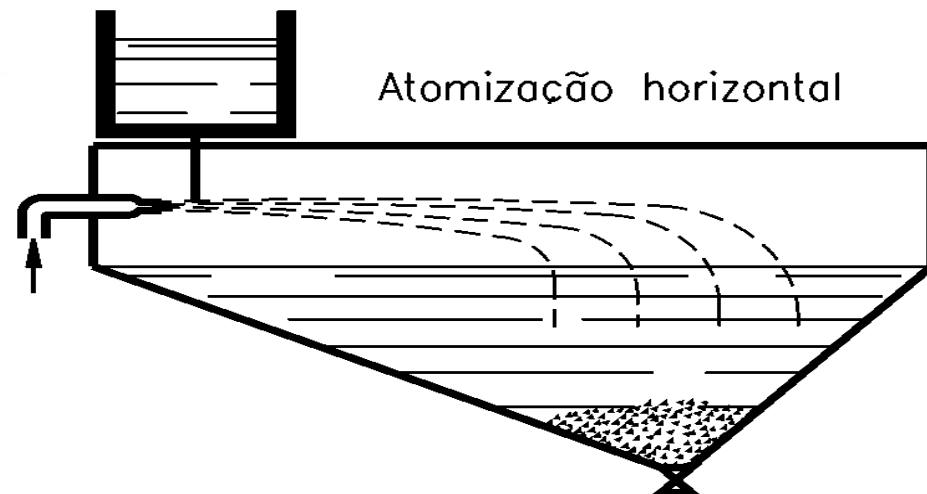
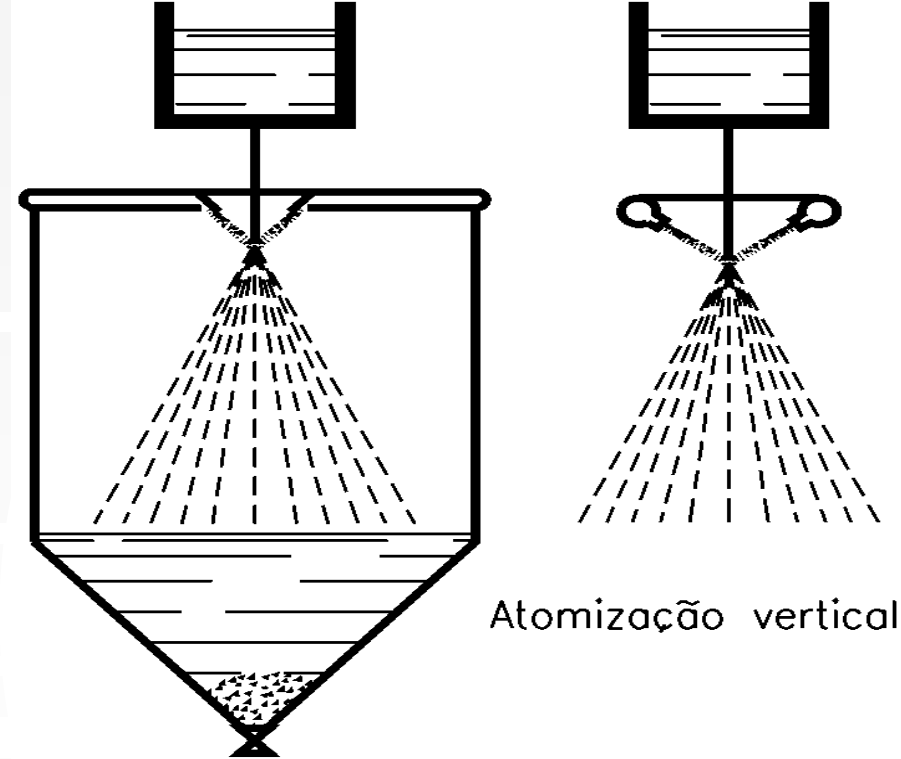
Obtenção do Pó - Eletrólise

- Cu, Cr, Mn são os principais metais pulverizados desta forma
- Por eletrodeposição forma-se uma camada do metal desejado que será posteriormente moída
- Produz pós de alta densidade e pureza
- Era o principal processo de produção de pó ferroso, porém foi substituído por processos mais baratos



O Processo – Etapa 1 Obtenção do Pó – Atomização

- Um fluxo de metal derretido é vertido contra um jato pressurizado de gás ou líquido
- O mais usado comercialmente é o de jato d'água, mas os jatos gasosos, especialmente o de Argônio, produzem as esferas regulares e já reduzidas
- Homogeneidade química das partículas e customização dos parâmetros de atomização são as maiores vantagens deste processo, apesar do elevado custo quando utilizado com gás



O Processo – Etapa 1

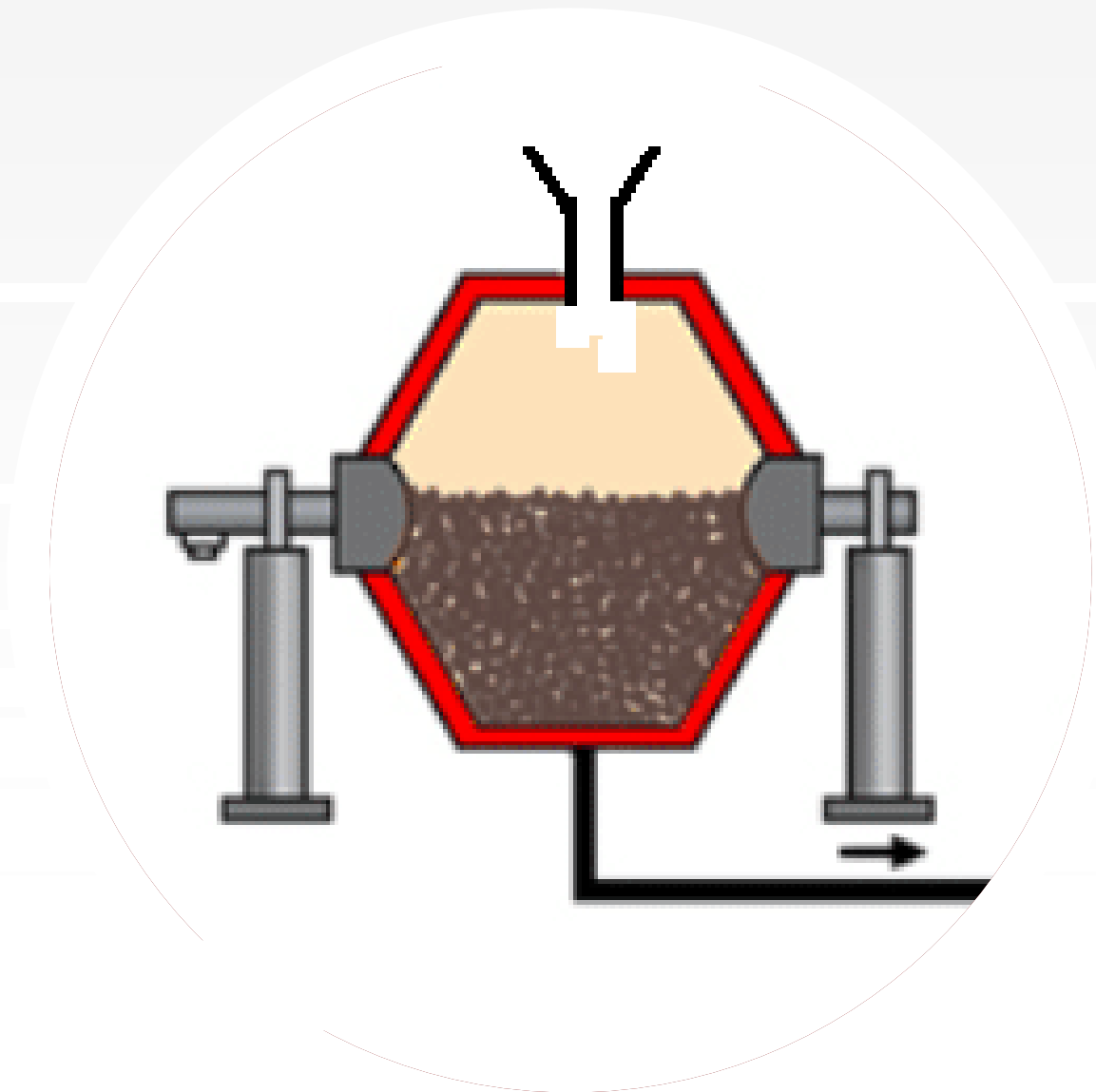
Obtenção do Pó – Moagem

- Moinho de bolas mói partículas macroscópicas até o tamanho médio desejado
- Seu baixo custo o torna atrativo como refinamento de pós grosseiros

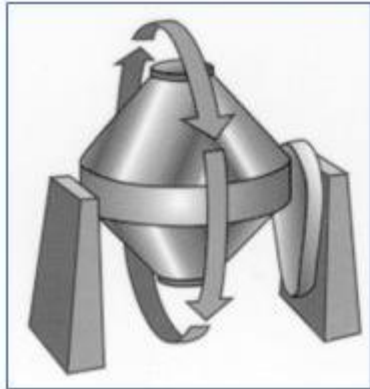


O Processo – Etapa 2 Mistura dos pós

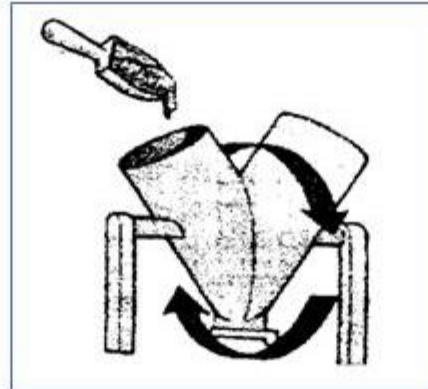
- Os pós a serem utilizados na peça são misturados com um lubrificante em uma mistura homogênea, facilitando o processo de fabricação
- A escolha do lubrificante é especialmente importante, pois ele precisa ser completamente removido durante o processo de sinterização



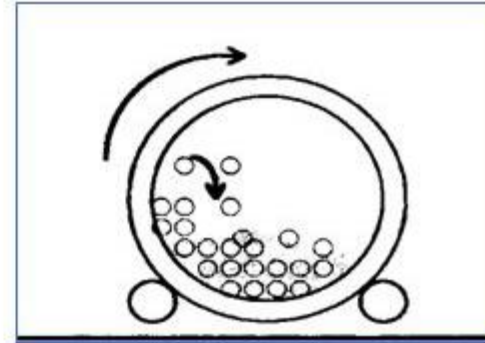
Processo de mistura: misturadores convencionais



BICÔNICO



“V”



**MOINHO
DE
BOLAS**

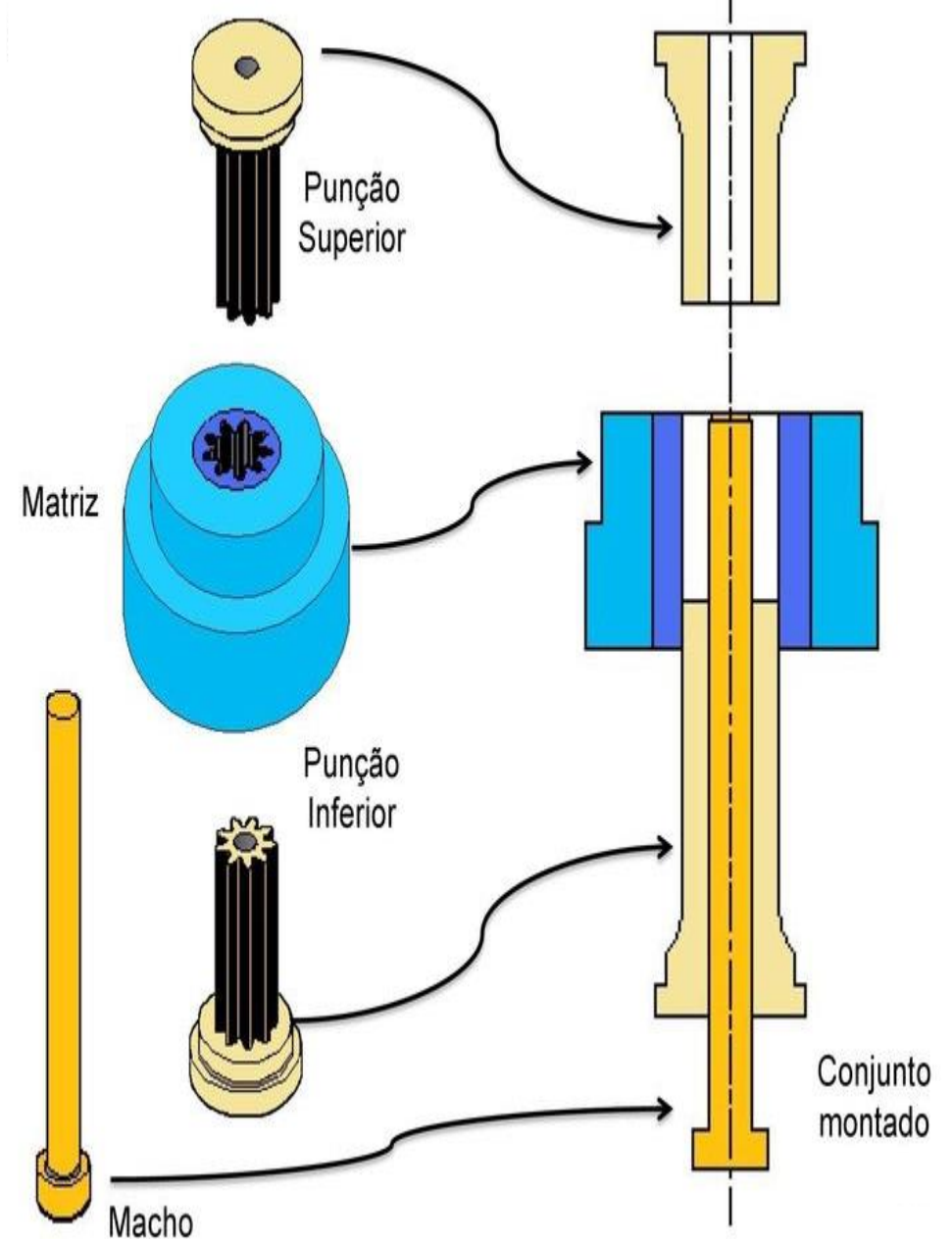
O Processo – Etapa 3 Compactação dos pós

- Podemos dividir em compactação a frio e a quente
- Na compactação a frio o pó com o ligante é compactado em moldes, que serão as peças verdes, levadas ao forno posteriormente
- Na compactação a quente a prensa já aquece o material para a sinterização, e tende a formar peças mais densas



Peça a ser fabricada

Porta ferramenta (Die-Set)

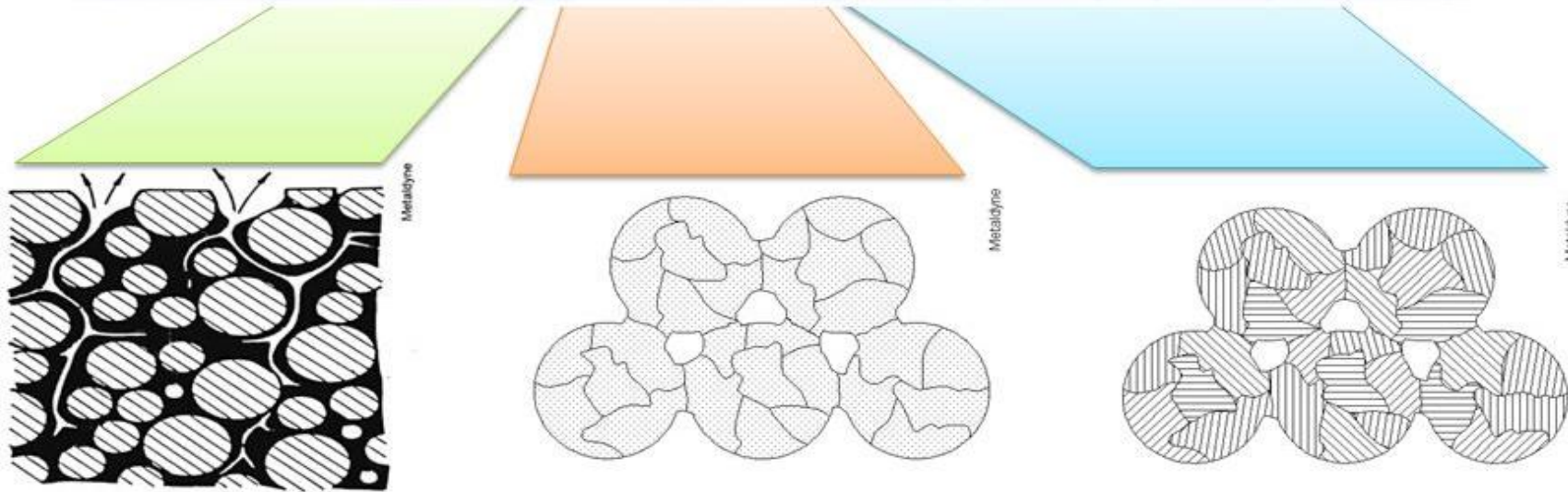
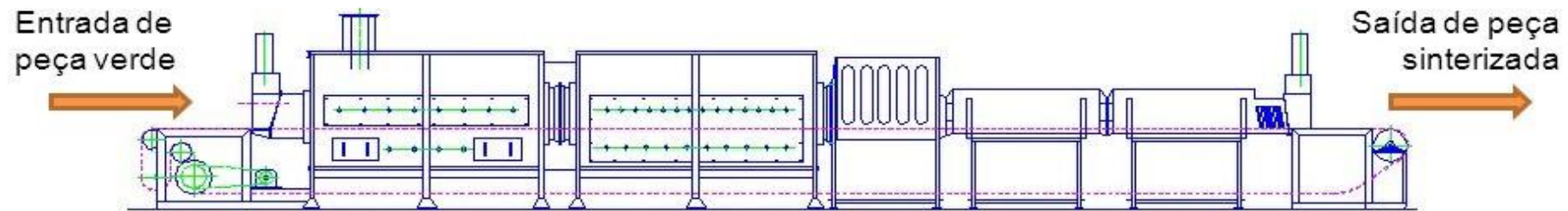


O Processo – Etapa 4 Sinterização

- Processo onde as partículas são derretidas superficialmente, coalescendo em uma única peça
- O processo geralmente ocorre em um forno contínuo
- A peça pode passar por um processo de ressinterização como o tratamento térmico
- Todos os parâmetros até agora são cruciais para que uma boa interface entre as partículas sejam geradas, e isto definirá praticamente todas as propriedades mecânicas do material



Sinterização: etapas do processo



Pré Aquecimento:

500 - 800°C

O lubrificante é retirado da peça

Sinterização:

Bronze: 780 - 840°C

Aço: 1050 - 1150°C

Ligação metalúrgica das partículas de pó

Resfriamento:

A micro-estrutura do material é formada

Operações complementares

Nem sempre a produção de peças por meio da metalurgia do pó se encerra na etapa de sinterização. Operações complementares são frequentemente aplicadas com os seguintes propósitos:

- ❖ Tratamentos Térmicos
- ❖ Usinagem
- ❖ Recompressão
- ❖ Impregnação
- ❖ Infiltração
- ❖ Calibragem





Aplicações:

- **Mancais autolubrificantes:** entre outras características da sinterização é a possibilidade do controle da porosidade do produto final. Esta característica é essencialmente importante na produção de mancais autolubrificantes.
- **Filtros sinterizados:** são utilizados em várias aplicações industriais que requerem resistência em altas temperaturas, e também, resistência mecânica e química (p.ex. filtragem de gases, óleos combustíveis e minerais, etc.). Sua utilização também compreende: abafadores de ruído e válvula corta chamas. São fabricados em bronze, níquel, aços inoxidáveis, titânio e outros.
- **Baterias:** utilização de níquel poroso em acumuladores cádmio-níquel e em pilhas.
- **Próteses:** implantes cirúrgicos são revestidos com liga porosa de Cobalto-Titânio.

Vantagens e Desvantagens

Vantagens:

- Precisão na tolerância dimensional
- Baixíssima necessidade de pós-processamento (como a usinagem)
- Homogeneidade química da peça final
- Possibilidade de inclusão de partículas especiais que seriam perdidas caso o material fosse derretido
- Porosidade controlada das peças providencia espaço para lubrificante em peças para utilizações de baixo atrito
- Viabilização de Ligas em desequilíbrio químico, como Cu e Cr

Desvantagens:

- Manufatura de pó de qualidade é custosa
- Limitação na geometria final
- Dificuldades no controle do coalescimento das partículas, e propriedades físico-químicas dos pescoços
- Alto custo operacional referente a remoção de ligante e moldes
- Necessidade de proteção das vias respiratórias e olhos de operadores

Matérias no currículo:

EMC5224 – Metalurgia do Pó e Materiais Conjugados

Carga Horária: 54 horas – 3 aulas

Fontes:

- **European powder metallurgy association, c2019. Página inicial. Disponível em: <<https://epma.com/>>. Acesso em:18 de Out. de 2018.**
- **MORO, N; AURAS, A. Processos de Fabricação: a metalurgia do pó e o futuro da indústria. Florianópolis: Cefet-SC, 2007.**
- **GRUPO SETORIAL DE METALURGIA DO PÓ. A Metalurgia do Pó: Alternativa econômica com menor impacto ambiental. São Paulo: Ed. Metallum, 1. ed., 2009.**
- **Historical development of powder metallurgy. Essays,UK(APA). Londres, Novembro de 2018. Disponível em: <ukessays.com>. Acesso em: 17 de out. de 2019.**

DÚVIDAS?



OBRIGADO!