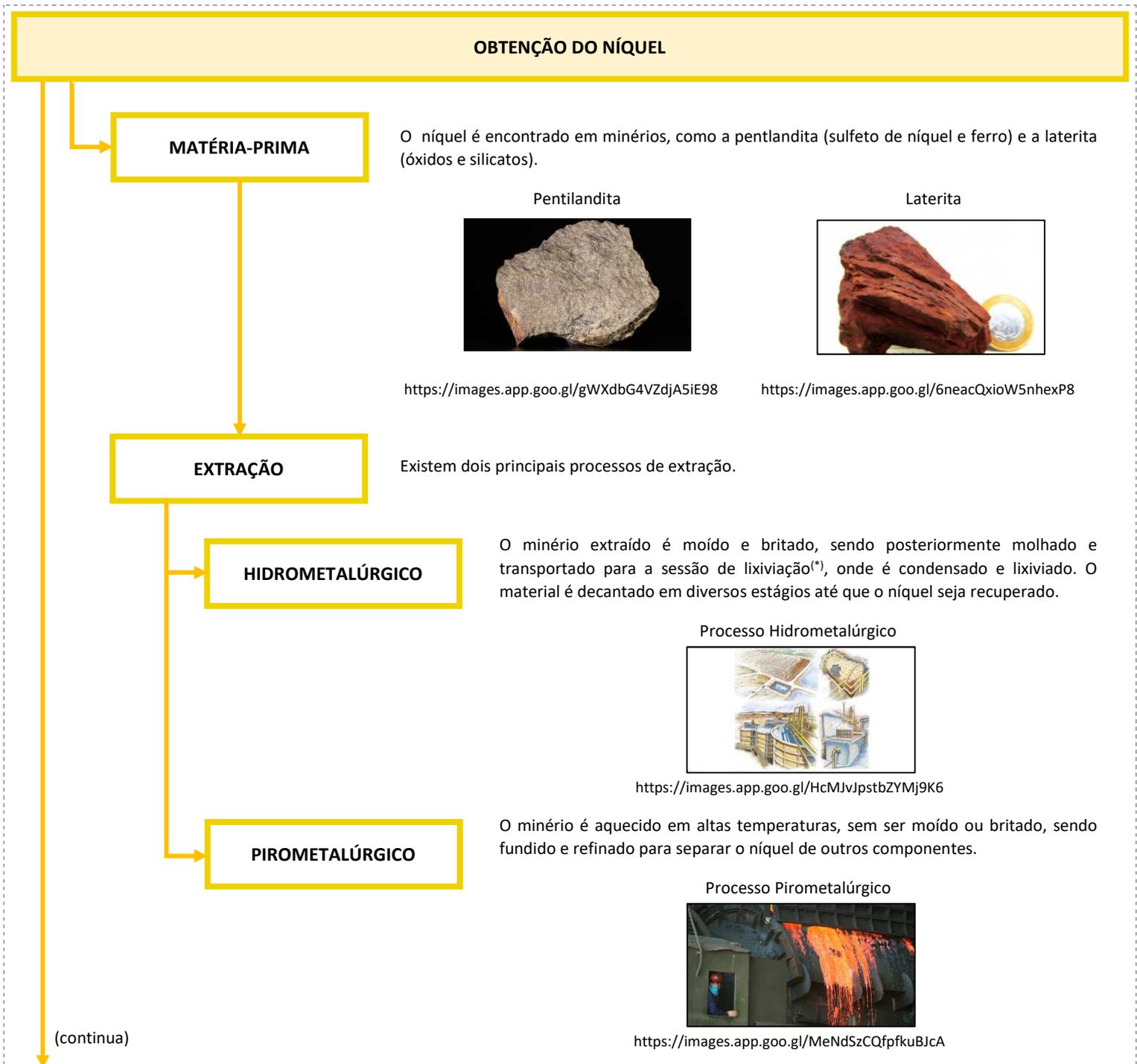


LIGAS PARA ALTAS TEMPERATURAS

As ligas para alta temperatura são materiais metálicos não ferrosos desenvolvidos para manter suas propriedades mecânicas, resistência à corrosão e tensão específica para o trabalho a longo prazo, mesmo sob temperaturas extremas, geralmente acima de 600°C. São comumente utilizadas em turbinas, motores a jato e reatores nucleares, onde o calor elevado pode causar deformações ou falhas quando se utiliza ligas comuns. O processo de obtenção das ligas de níquel, que são as principais quando se trata de ligas para alta temperaturas, é demonstrado de forma simplificada a seguir:

Fluxo simplificado de obtenção das ligas para altas temperaturas a base de níquel



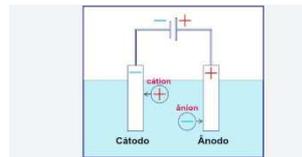
REFINO DO NÍQUEL

Após a extração, o níquel passa por processos de purificação para remover impurezas.

ELETRÓLISE

O níquel impuro é dissolvido em um eletrólito e, com a passagem de corrente elétrica, deposita-se níquel puro nos cátodos.

Processo de eletrólise



<https://images.app.goo.gl/cmEwWnVoiMjstvP4s6>

FUNDIÇÃO

O níquel é fundido e misturado com produtos químicos para remover elementos indesejados.

Processo de fundição



<https://images.app.goo.gl/iBuezvEUqbEC1mV79>

PRODUÇÃO DE LIGAS DE NÍQUEL

Uma vez purificado, o níquel é combinado com outros metais como cromo, cobalto e molibdênio, para formar as ligas. A junção dos metais é feita em fornos de alta temperatura para produzir as ligas nas propriedades desejadas. O metal fundido é vazado em moldes, resfriado e solidificado.

Forno Mufla de alta temperatura



<https://images.app.goo.gl/64G9dRnHGrdVMA576>

(*) Lixiviação: Seleção dos minerais que contêm o metal de interesse por meio da dissolução do minério com uma fase aquosa, a qual deve conter ácidos, bases ou agentes complexantes.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para obtenção das ligas de alta temperatura geralmente são utilizados como metais-base cobalto, cromo, tungstênio, entre outros. Porém, o metal-base mais utilizado é o níquel, principalmente para superligas como, por exemplo, Inconel, Hastelloy e Nimonic.

. Inconel

Mais versátil.

Resistente a altas temperaturas e à corrosão.

Usada em motores a jato, turbinas e indústrias químicas.

Composição com níquel e cromo.

. Hastelloy

Melhor resistência química.

Excelência na resistência à corrosão, especialmente em ambientes ácidos e químicos agressivos.

Usada em indústrias químicas e petroquímicas.

Composição com níquel, molibdênio e cromo.

. Nimonic

Focada em temperaturas extremas.

Projetada para suportar altíssimas temperaturas, especialmente em motores aeronáuticos.

Usada em turbinas a gás e motores de aeronaves.

Composição rica em níquel e cobalto.

São diversas as características das ligas para altas temperaturas que podem variar de acordo com a composição da mesma. Desta forma, as características apresentadas a seguir são apenas para referência, pois variam de acordo com a liga.

. Dureza e resistência ao desgaste: *Essas ligas são duras e suportam atrito, o que é importante em muitas aplicações.*

. Resistência a ciclos térmicos: *Suportam bem o aquecimento e resfriamento repetido, sem romper.*

. Estabilidade estrutural: *Elas mantêm suas formas e propriedades mesmo após serem submetidas a altas temperaturas ou mantidas sob pressão por muito tempo.*

. Dilatação térmica: *É baixa, pois não alteram de tamanho de forma significativa quando esquentam, o que ajuda a evitar problemas nas montagens.*

. Condução térmica: *Algumas ligas conseguem dissipar o calor rapidamente, evitando superaquecimento.*

. Resistência à oxidação: *Não enferrujam facilmente em altas temperaturas, formando uma camada protetora.*

Vídeo sugerido: “Descobrimos os segredos do níquel: processo de produção”

<https://youtu.be/qlC8sHh42Lo?si=agPO9AVRy3zt3r4>

ONDE SOU USADO?

Liga a base de níquel que apresenta estabilidade estrutural, dureza e resistência ao desgaste, além de resistência à altas temperaturas

Turbina utilizada em motores de combustão interna



<https://images.app.goo.gl/cbZ6MBgNpsTXCc5EA>

Motor a jato: superliga de níquel-cromo



<https://br.pinterest.com/pin/120823202484431272/>

Resistência a corrosão, capacidade de resistir a ciclos térmicos e condução térmica

Os motores a jato têm diversas aplicações, principalmente em setores relacionados ao transporte e à energia. Exemplos são: Aeronáutica e helicópteros.

VOCÊ SABIA?

I – Qual a temperatura que as ligas para alta temperatura conseguem suportar?

Suportam temperaturas de até 1.200°C, como as que acontecem em motores de foguetes e turbinas de aviões.

II – Por qual razão as ligas para altas temperaturas, certas vezes, são chamadas de “Ligas do espaço”?

Muitas dessas ligas são usadas em espaçonaves, ajudando a proteger contra o calor intenso quando entram na atmosfera.

III – Como avaliar se a liga irá suportar as temperaturas desejadas?

Podem ser testadas em "bancadas de fogo", onde enfrentam temperaturas extremas para garantir que aguentem as condições reais de uso.

IV – Quando essas ligas foram desenvolvidas?

As ligas que melhoraram a aviação moderna foram desenvolvidas durante a Segunda Guerra Mundial, quando a necessidade de motores mais potentes passou a ser determinante.

CRÉDITOS

Redação: Cauã Felipe Silva Bitencourt

Diagramação: Arthur Ferreira Borges

Revisão Ortográfica: -

Aprovação: Prof. João Bosco dos Santos

Atualização: out/24

FONTES

<https://br.pinterest.com/pin/120823202484431272/>

<https://cristaljr.com/hidrometalurgia-na-mineracao/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Nimonic>

<https://images.app.goo.gl/64G9dRnHGrdVMA576>

<https://images.app.goo.gl/6neacQxioW5nhexP8>

<https://images.app.goo.gl/cbZ6MBgNpsTXCc5EA>

<https://images.app.goo.gl/cmEwWnVoiMjstvP4s6>

<https://images.app.goo.gl/gWXdbG4VZdjA5iE98>

<https://images.app.goo.gl/HcMJvJpstbZYMj9K6>

<https://images.app.goo.gl/iBuezvEUqbEC1mV79>

<https://images.app.goo.gl/MeNdSzCQfpkuBJcA>

<https://serrametal.com.br/metais-mais-resistentes-a-temperatura/>

<https://www.kennametal.com/br/pt/industries/general-engineering/high-temp-alloys.html?srsId=AfmBOoqovhC8bCchFRFtZ0-AzWZ5bverCqJHXXH885A5msAMUA9e1gRI>

<https://www.shlionmetal.com/pt/nickel-alloy/difference-between-hastelloy-and-inconel/>

[https://www.villaresmetals.com.br/villares/pt/Produtos/Ligas-Especiais/Resistentes-a-alta-Temperatura/\(access\)/mobile/#:~:text=Ligas%20especiais%20resistentes%20ao%20calor,alum%C3%ADnio%20e%20de%20tratamento%20t%C3%A9rmico](https://www.villaresmetals.com.br/villares/pt/Produtos/Ligas-Especiais/Resistentes-a-alta-Temperatura/(access)/mobile/#:~:text=Ligas%20especiais%20resistentes%20ao%20calor,alum%C3%ADnio%20e%20de%20tratamento%20t%C3%A9rmico)

<https://youtu.be/qlC8sHh42Lo?si=agPO9AVRy3zt3r4>