



Seu desafio é nosso

Utilização de Nióbio em Biomateriais e produção de próteses ortopédicas com as ligas Nióbio-Titânio

CTMM – Centro de Tecnologia em Metalurgia e Materiais

LPM- Laboratório de Processos Metalúrgicos



Número Atômico	
Abundância (mg/kg)	5.65x 10 ⁴
Estado de oxidação	2, 3
Massa Atômica	47.867 (1)
Configuração Eletrônica	[Ar]3d ² 4s ²
Ponto de Fusão (°C)	1668
Ponto de Ebulição (°C)	3287
Densidade (g/cm ³)	4.54
Símbolo	Ti

Número Atômico	
Abundância (mg/kg)	20
Estado de oxidação	3, 4, 5
Massa Atômica	92.906 38 (2)
Configuração Eletrônica	[Kr] 4d ⁴ 5s ¹
Ponto de Fusão (°C)	2477
Ponto de Ebulição (°C)	4742
Densidade (g/cm ³)	8.57
Símbolo	Nb

Daniel Leal Bayerlein
Pesquisador

Quem somos!

- IPT é uma empresa pertencente ao Governo de São Paulo;
- Números do IPT:
 - 120 anos;
 - 37 laboratórios;
 - + 1,000 profissionais;
 - + 2,800 artigos publicados em 2017;
 - 40% do faturamento em projetos de inovação;
 - Localização: dentro da Universidade de São Paulo na cidade de São Paulo.

onde estamos

Campus São Paulo

103,5 mil m²
de área construída

Interior



Franca

Lab. de Calçados
e Produtos de Proteção

São Paulo

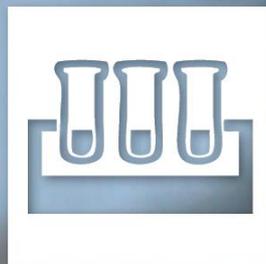
S. José dos Campos

Lab. de Estruturas Leves

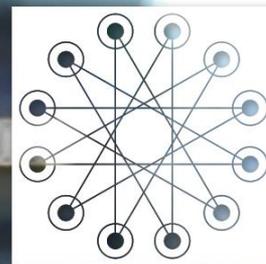
dados rápidos



120 anos
de existência



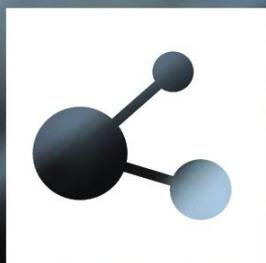
37
laboratórios



12 centros
tecnológicos



>1000
funcionários



>2900 clientes
atendidos*

* em 2018



>20500
documentos
técnicos
emitidos*



>4000 notícias
veiculadas na
mídia*



40 % da
receita com
projetos de
inovação

Utilização de nióbio como biomaterial

Vantagens do Nb

- Liga mais usada é a Ti6Al4V. Estudos indicam problemas com a biocompatibilidade ;
- Diminui módulo de elasticidade e portanto efeito *stress shield*;
- Estudos indicam Nb ser bioinerte;
- Brasil é o maior produtor mundial.

Utilização de nióbio como biomaterial

Estudos no Brasil

- Liga TiNbSn na UNESP Botucatu - SP
- Liga TiNb na UFMT - MT
- Liga TiNbZr no IPEN - SP
- Liga TiMoNb na UNESP Bauru - SP
- Liga TiNb na UFRGS - RS
- Liga TiNbAl na UENF - RJ
- Ligas TiNb e TiNbZr no IME - RJ
- Liga TiNbSn na UNICAMP - SP
- Liga TiNb na UFCG - PB
- Liga TiNbSn na UFS – SE
- Ligas NbTi e TiNbZr no IPT - SP

Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Patrocinadores



Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

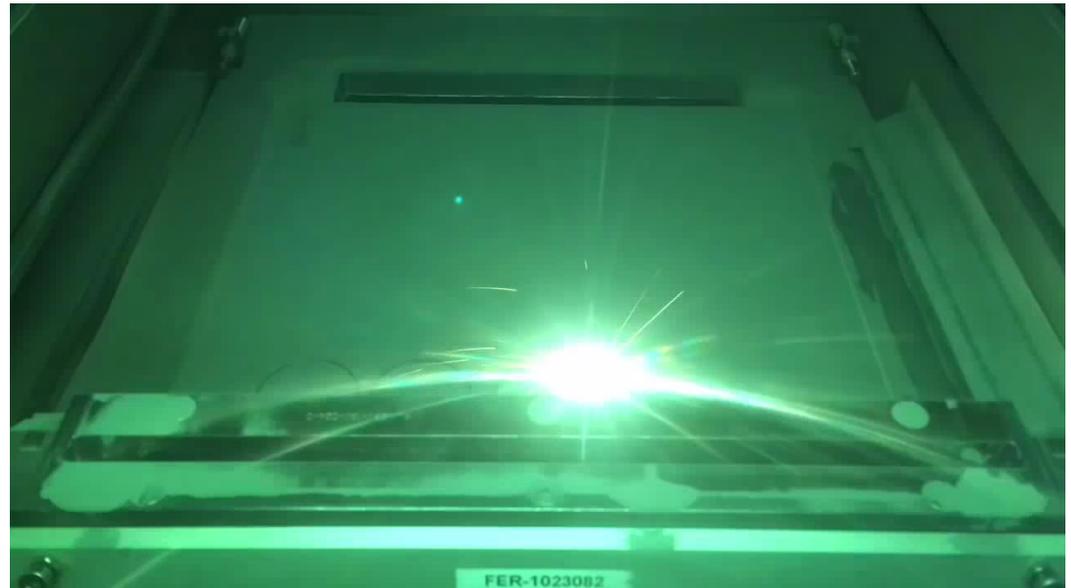
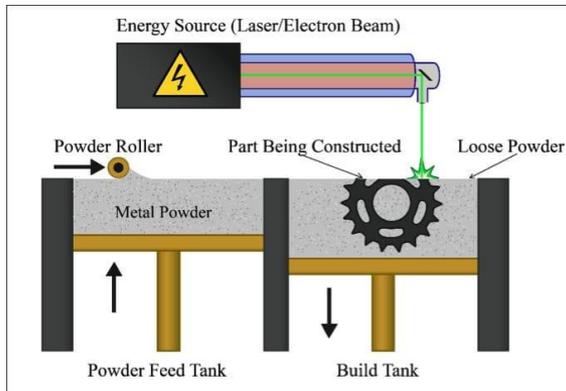
Principais objetivos:

- Obtenção de lingotes das ligas Ti-13%Nb-13%Zr e Nb-47%Ti.
- Obtenção de pós das ligas Ti-13%Nb-13%Zr e Nb-47%Ti.
- Confecção de um conjunto de dez protótipos de próteses ortopédicas destinadas à realização de ensaios clínicos em pacientes da AACD (uma das parceiras no projeto)
 - Técnica de manufatura aditiva denominada fusão seletiva a laser.
- Obs.: A realização e o acompanhamento dos ensaios clínicos não estão contemplados nesse projeto.

Manufatura Aditiva ou Impressão 3D

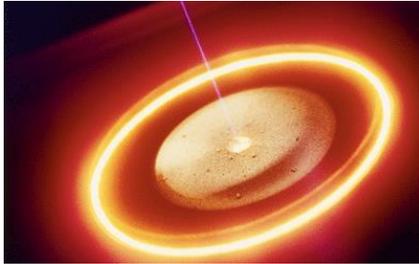
Principais vantagens:

- Liberdade de forma;
- Possibilidade de personalização;
- Diminui desperdício de matéria prima;
- Possibilita alta densificação;
- Possibilita produção de porosidade controlada localizada



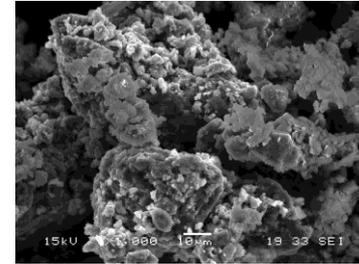
Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Desenvolvimento das ligas



Impressão 3D

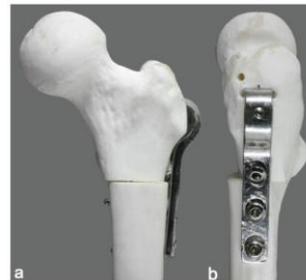
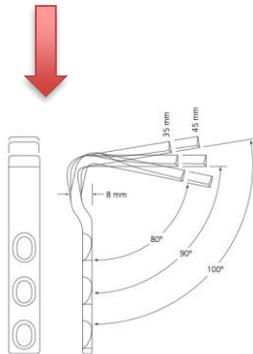
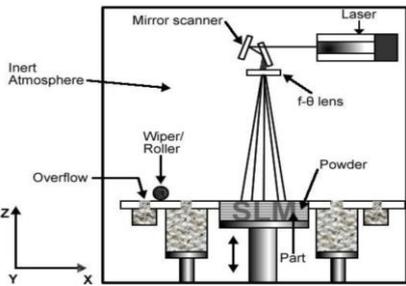
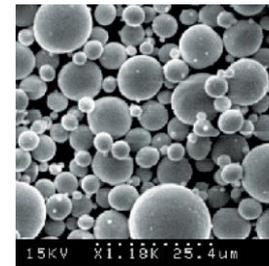
Obtenção dos pós da ligas



Fusão seletiva a laser



Esferoidização dos pós



Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Desenvolvimento das ligas

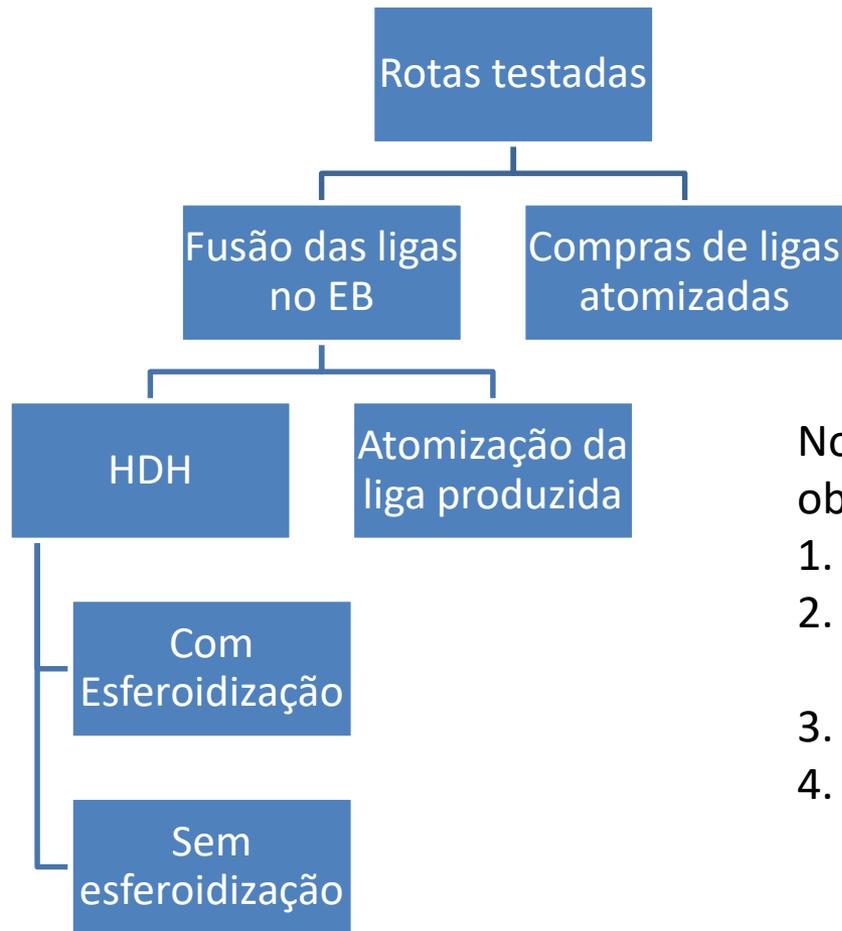


Matéria prima:
Nióbio metálico, titânio
metálico e zircônio
metálico



Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Rotas de produção dos pós das ligas

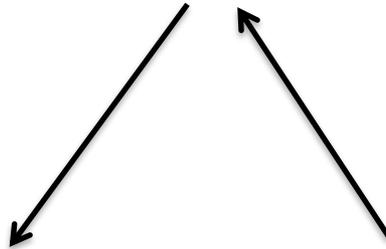
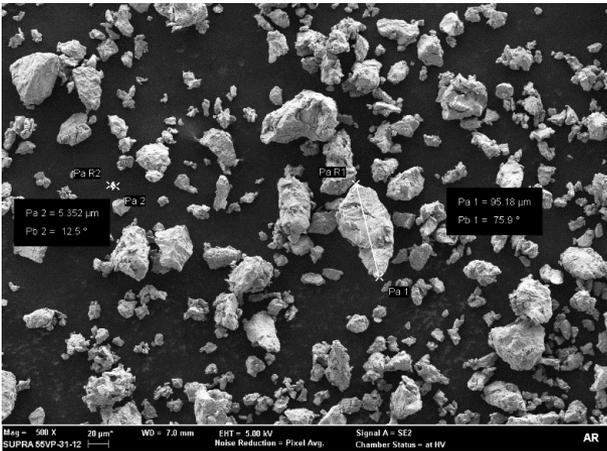


No projeto teremos 4 rotas para obtenção de pós:

1. Aquisição do pó no mercado;
2. Fusão das ligas e serviço de atomização destas ligas
3. Fusão e HDH das ligas
4. Fusão, HDH e esferoidização das ligas

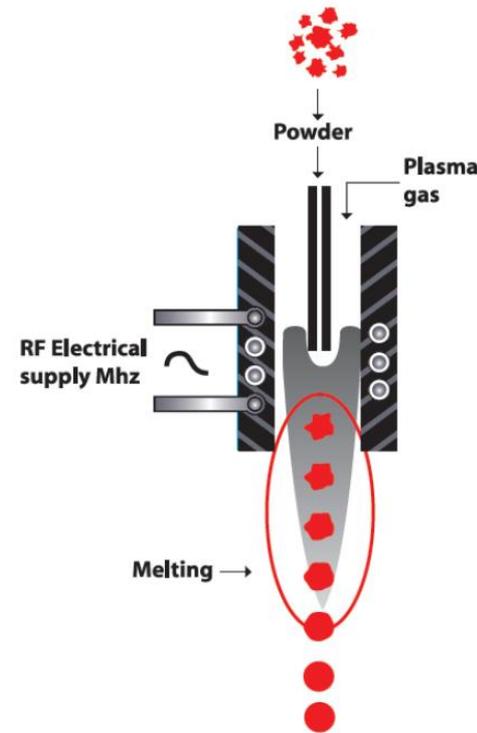
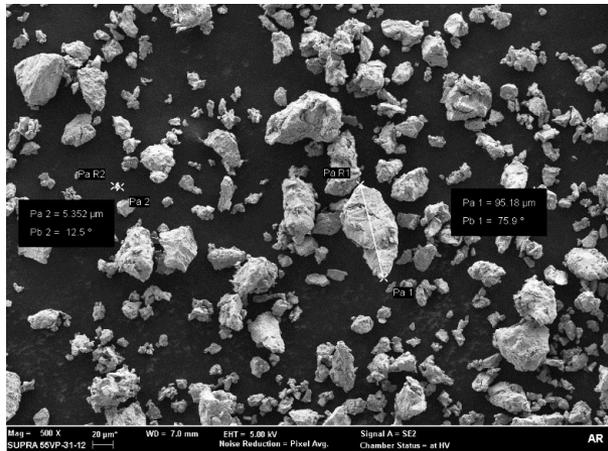
Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Rotas de produção dos pós das ligas: – Processo Hidretação/Dehidretação HDH



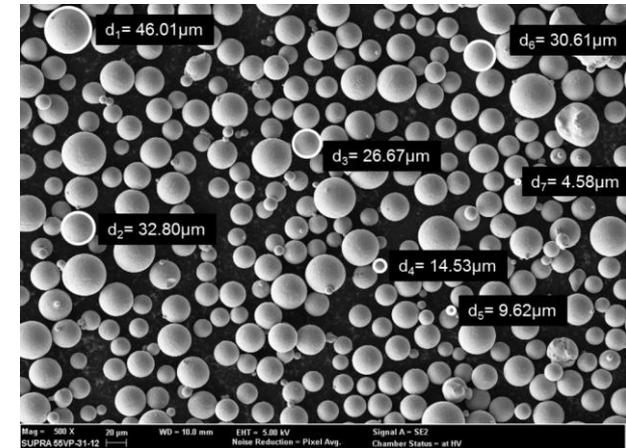
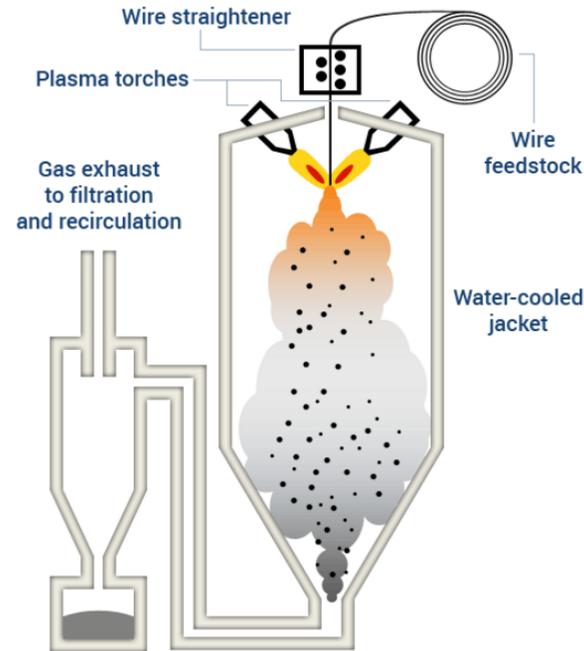
Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Rotas de produção dos pós das ligas – Processo HDH + esferoidização



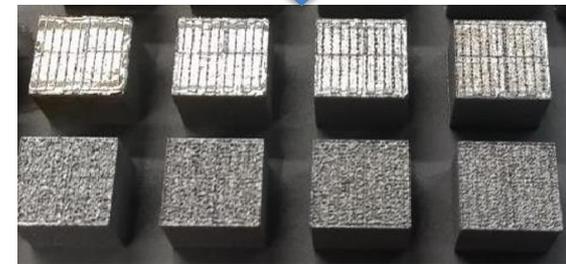
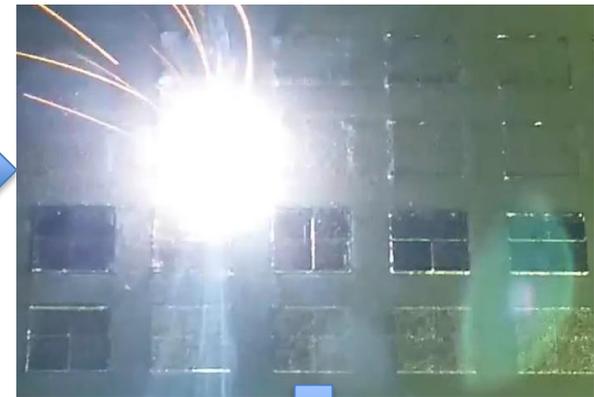
Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Rotas de produção dos pós das ligas – Processo Atomização a Plasma



Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Impressão 3D

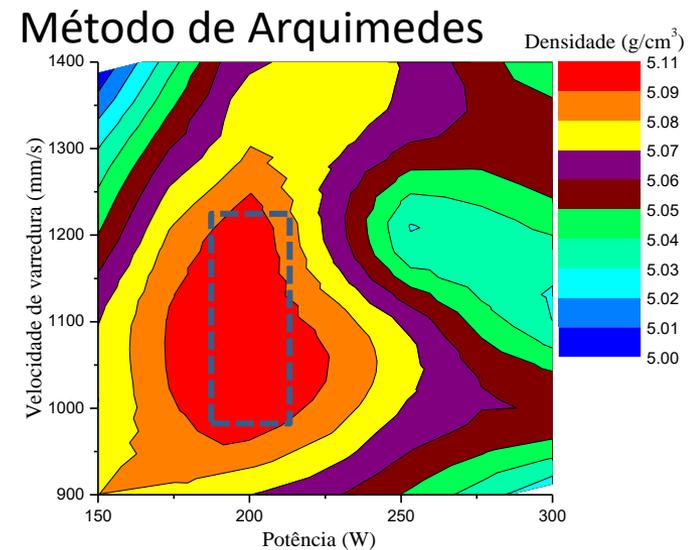
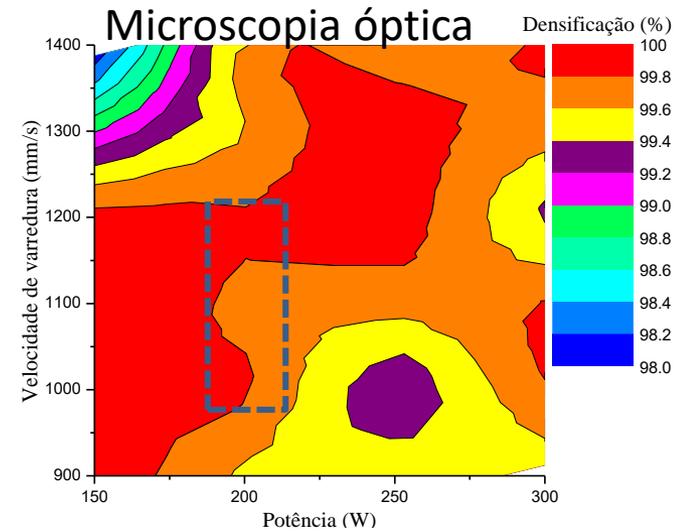
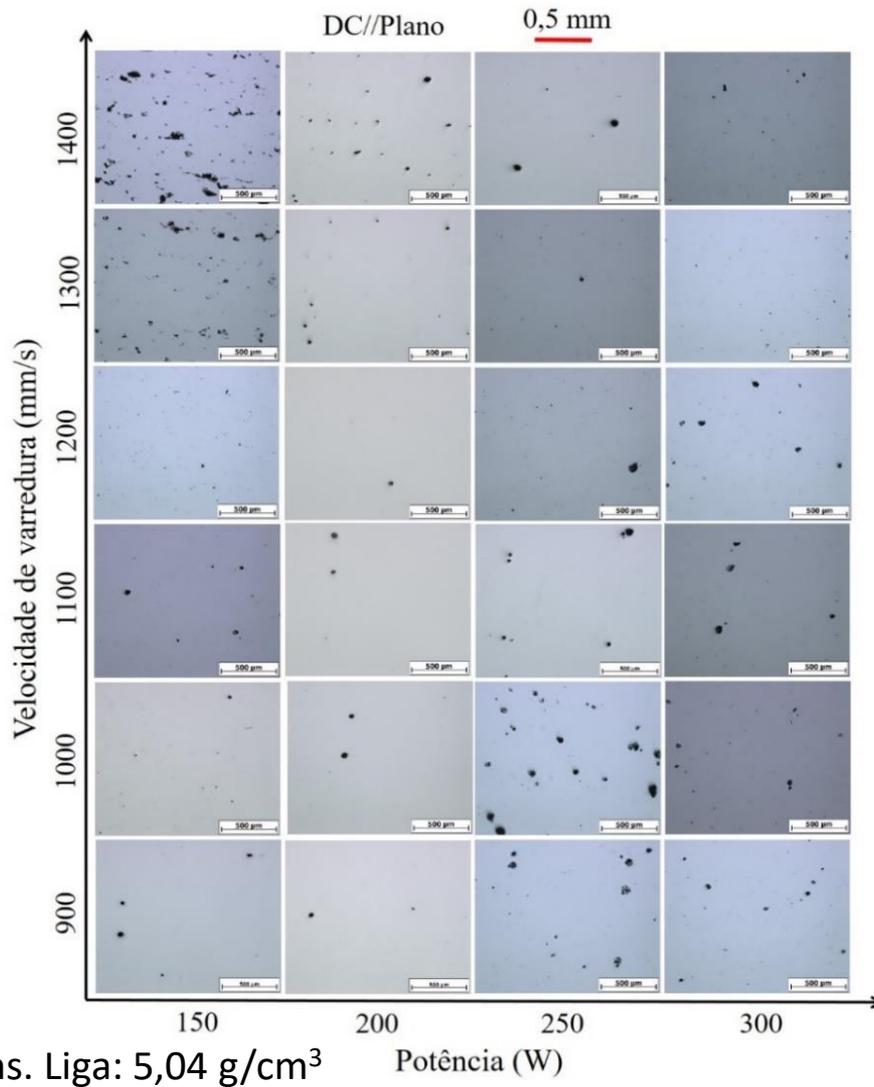


Equipamento de fusão seletiva a laser (SLM) da Concept-LASER (modelo m2) disponível no ISI Laser/Joinville/SC.

Peças de NbTi obtidas por SLM a partir de pó.

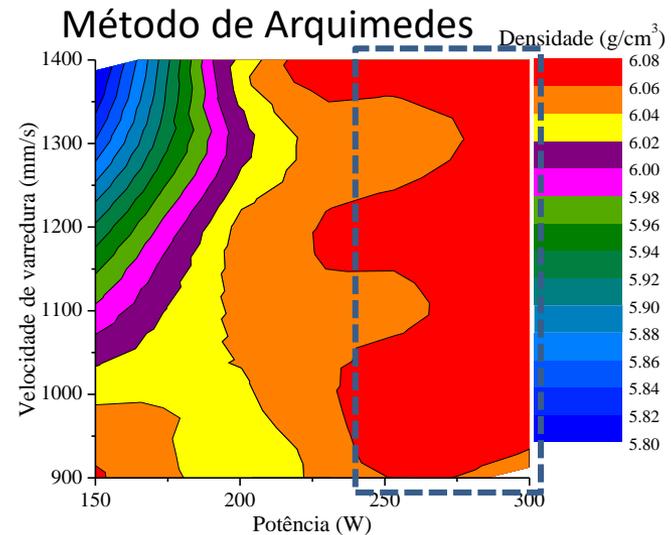
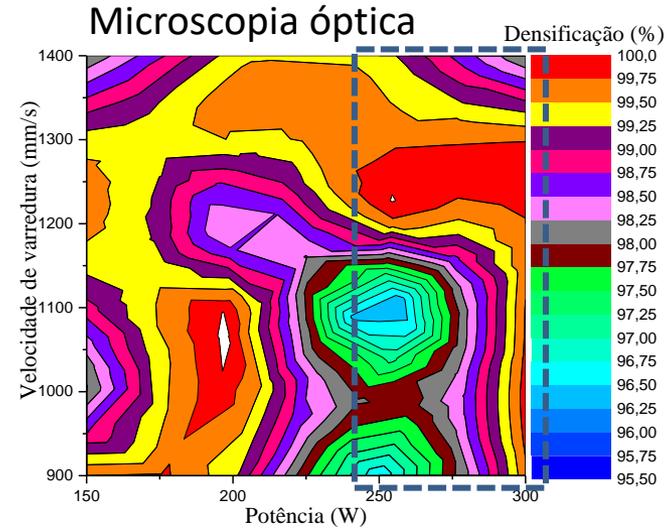
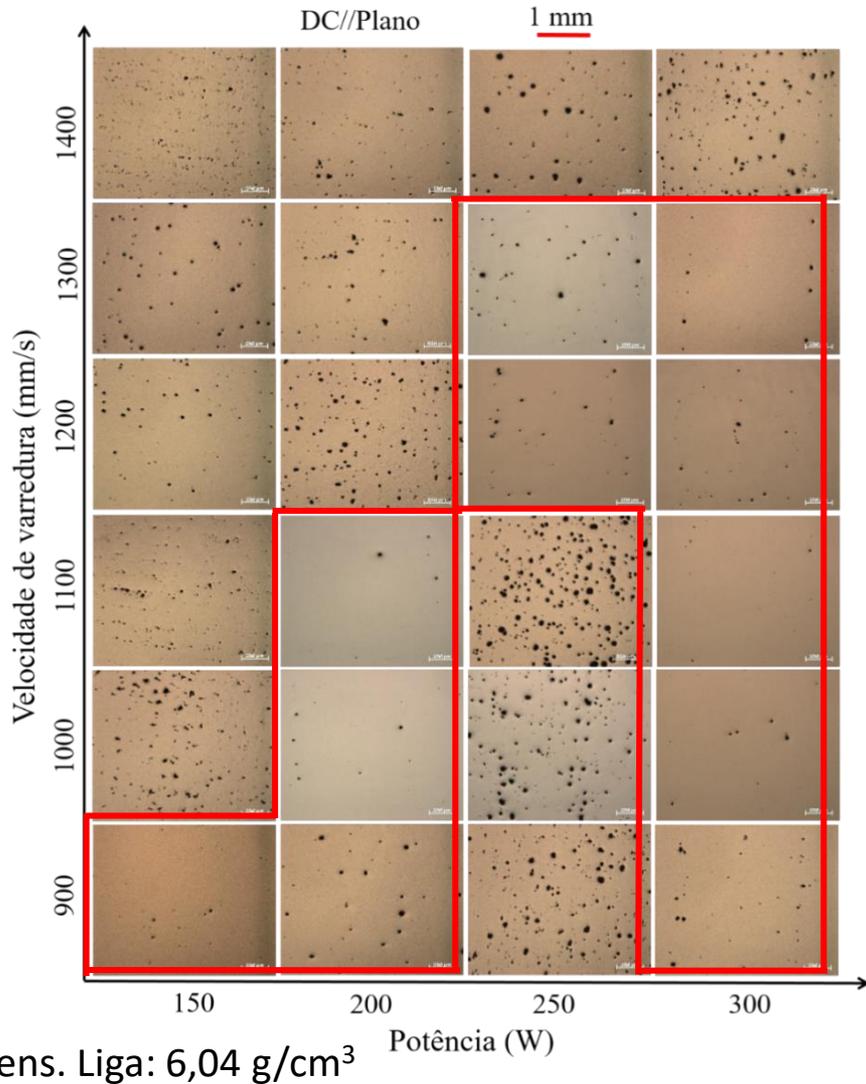
Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Rotas de produção dos pós das ligas Liga Ti13Nb13Zr FSL



Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

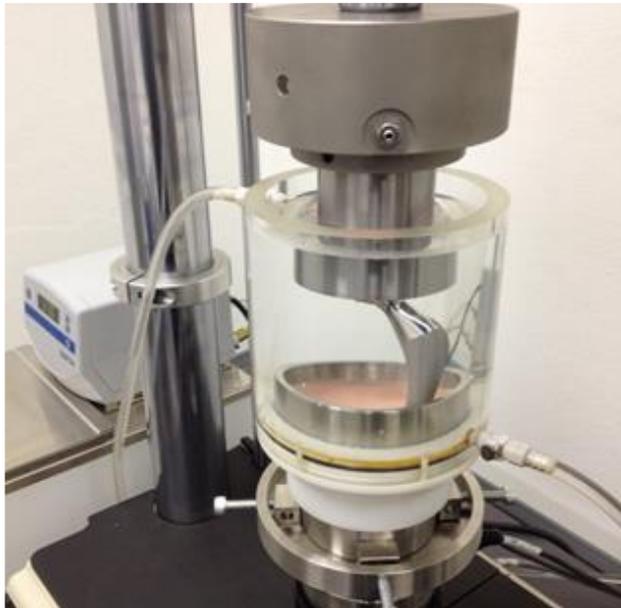
Rotas de produção dos pós das ligas Liga Nb47Ti FSL



Obtenção de próteses ortopédicas de ligas Nb-47Ti e Ti-13Nb-13Zr por Impressão 3D

Rotas de produção dos pós das ligas

- Ensaio de fadiga em líquido sinovial
- Citotoxicidade
- Ensaio de corrosão
- Ensaio mecânicos normalizados
- Ensaio Clínicos após projeto (AACD) em até 2 anos



Fadiga em líquido sinovial



MEV-FEG

Seu desafio é nosso.

Laboratório de Processos Metalúrgicos

CTMM - Centro de Tecnologia em Metalurgia e Materiais

Daniel Leal Bayerlein

Pesquisador no LPM

daniellb@ipt.br

+55 11 3767-4685