

Tecnologias de Deposição com Energia Direcionada

Directed Energy Deposition
(DED)

Deposição com Energia Direcionada

Fonte de energia:

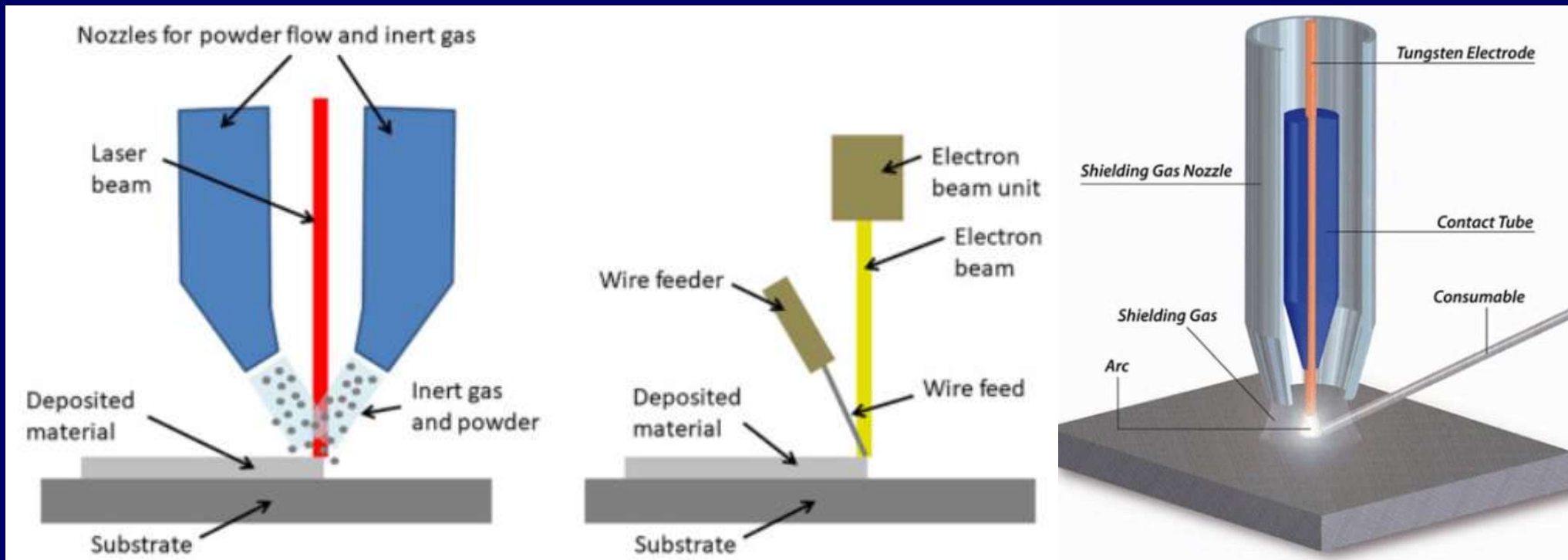
- Laser
- Electron beam
- Arco de solda (MIG, TIG, plasma arc, outro)

Permite tecnologia **híbrida** (Adição e Remoção)

Deposição com Energia Direcionada

Princípio – adiciona material e calor/energia simultaneamente em uma poça fundida

Material pode ser pó ou arame metálico



<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102663-2.00002-2>

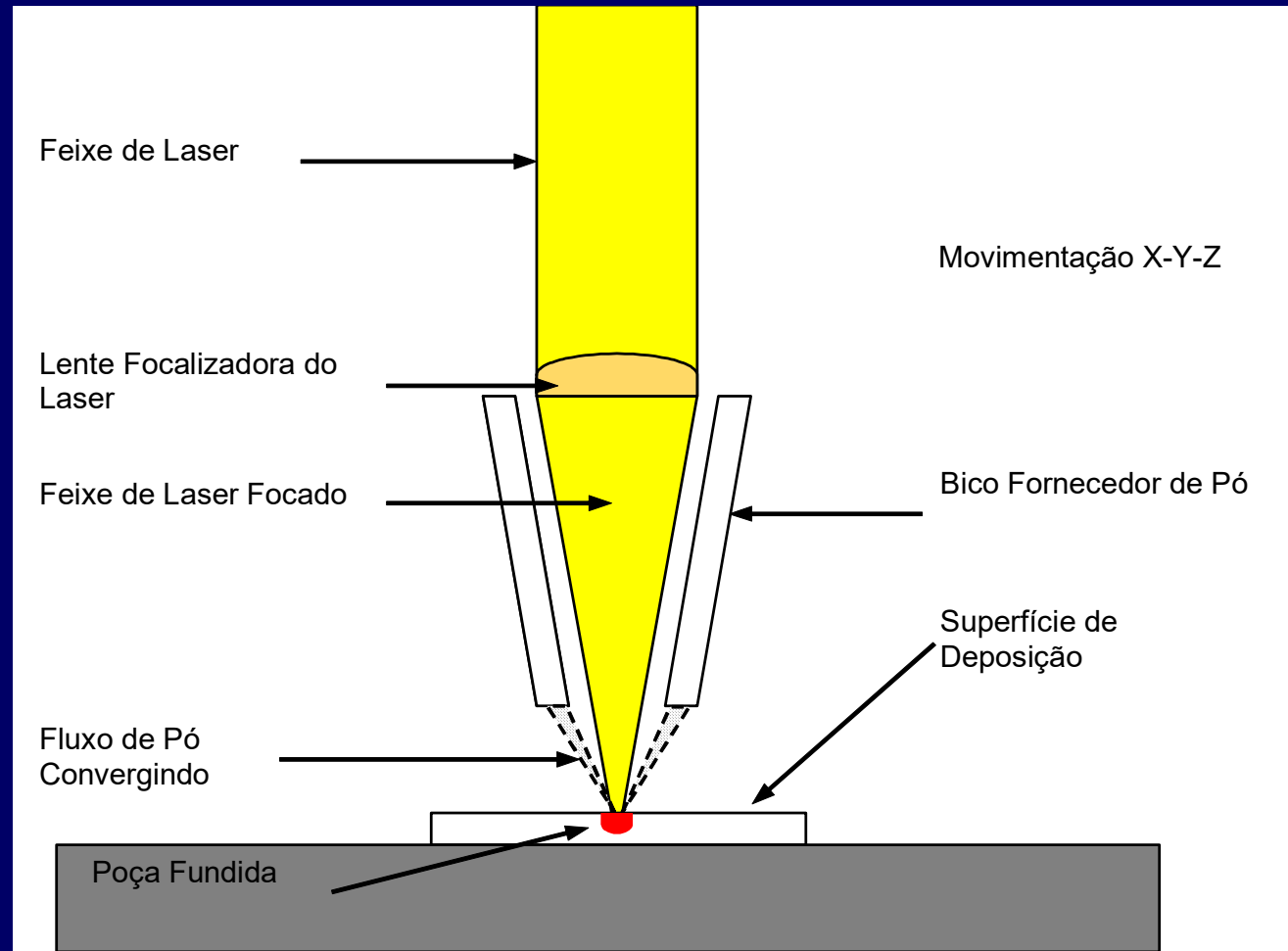
<https://www.researchgate.net/profile/Anthony-Mcandrew/publication/312496948/figure/fig1/AS:452569060384770@1484912280905/WAAM-based-processes-1a-Gas-Metal-Arc-Welding-1b-Gas-Tungsten-Arc-Welding.png>

Prof. Neri Volpato, Ph.D.

Laser Engineered Net Shaping (LENS)

Empresa Optomec (pioneira)

Forma Final Obtida com Laser - O laser é focado na superfície da peça formando uma poça fundida e pó metálico é adicionado a essa poça



Laser Engineered Net Shaping (LENS)

- Utiliza laser de alta potência (Nd:YAG)
- Materiais disponíveis (somente metálicos): Aço inox, H13, titânio, super ligas (ex. Inconel, Stellite), cobre e alumínio
- Elevada propriedade mecânica do material obtido
- Pó pode ser adicionado em diferentes angulações (cabeçote 5 eixos) – possui algumas deficiência quanto a criação do suporte
- Pós-processamento (usinagem/acabamento superficial)
- Qualidade superficial (pobre)
- Baixa taxa de deposição de material

Laser Engineered Net Shaping (LENS)

Exemplos:

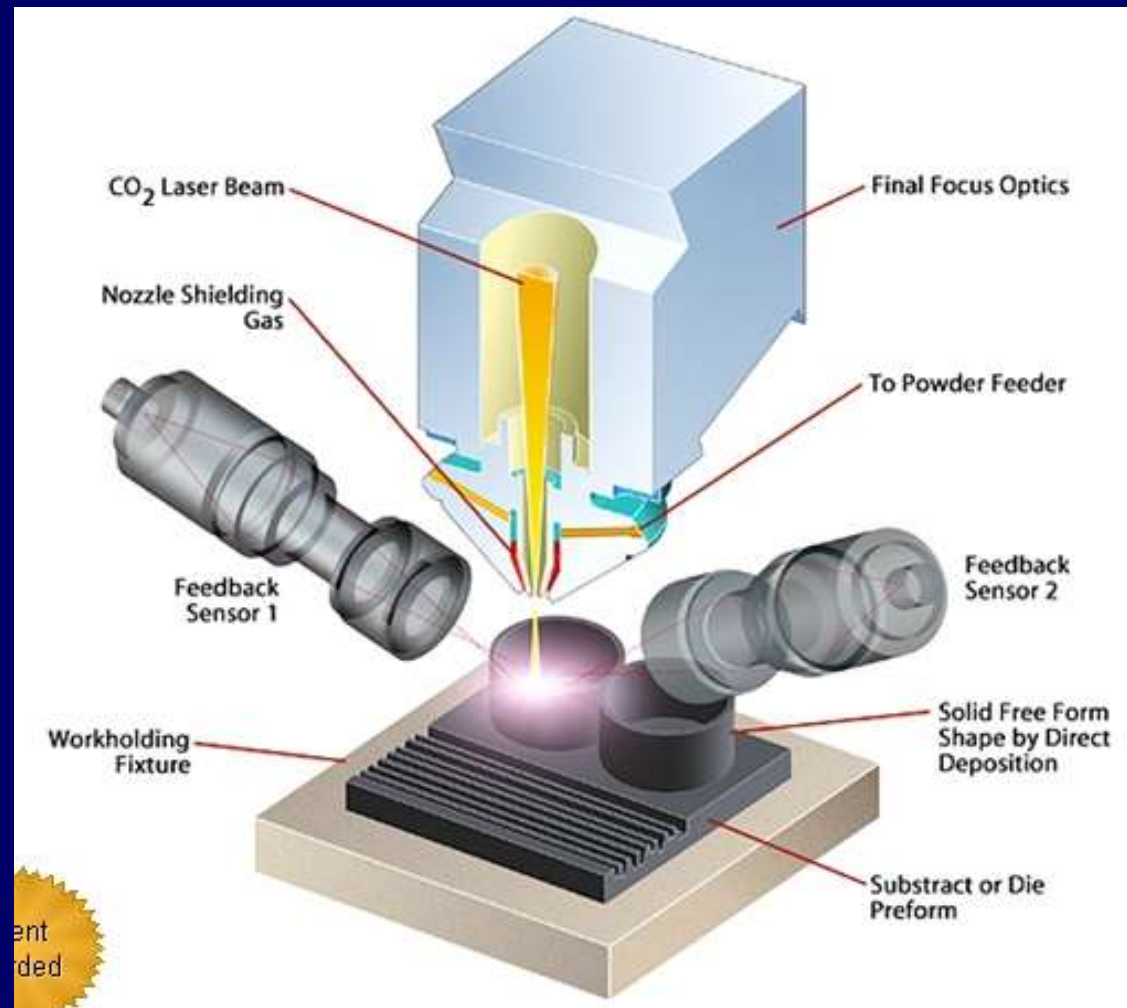


(Cortesia empresa Optomec)

Direct Metal Deposition (DMD)

Deposição Direta de Metal (similar ao processo LENS)

Empresa: DM3D Technology, LLC (USA)



Cortesia da empresa DM3D Technology, LLC

Direct Metal Deposition (DMD)

Laser de CO2 de 1kW

Fabricação de moldes diretamente em metal, reparo de moldes, cobertura de superfícies com metais de alta resistência (*molde protótipo em definitivo*)

Fabricação *near-net shape* (sobremetal 0,178 – 0,254mm)

Materiais: vários metais puros, combinações e compósitos

Espessura de camada típica: 0,1 – 1,6mm

Diâmetro do laser (foco): 1 – 5mm

Taxa de deposição: 24 - 160 cm³/h

Rugosidade típica: Ra de 10-25 µm

Pos-processamento: CNC, EDM, retífica, polimento

Direct Metal Deposition (DMD)

Materiais já
utilizados

DMD Material	SUBSTRATE COMPATABILITY								HARDNESS (HRC)
	Tool Steels	Stainless Steels	Low C Steels	Cast Iron	Ni Alloys	Co Alloys	Cu-Alloy (Ampco 940)	Ti Alloys	
Fe-BASE									
H13									54-58
P20									36-44
P21									45-49
S 7									52-54
420SS									48-52
316L SS									23
17-4 PH SS									22
CPM1V									60-62
Invar									RB 75-78
Co-BASE									
Stellite 21									30-35
MERL 72									
Stellite 6									46-50
Stellite 706									42-46
Ni-BASE									
IN 718									22-24
Waspalloy									30
Inc 738									
IN 625									13
C-276									32-35
Nistelle C									32-34
CERMETS									
Ferrous Base + Carbide									50 - 60
Non-Ferrous Base + Carbide									45 - 60
Ti - BASE									
CP Ti									32 - 35
Ti-6Al-4V									36 - 40

Cortesia da
empresa DM3D
Technology, LLC

Direct Metal Deposition (DMD)

Exemplos:



Restauração de ponta de eixo



Cortesia da empresa DM3D Technology, LLC

Laser Metal Deposition (LMD)

Empresa Meltio 3D

Exemplos:



SS316L – Combustion Chamber
Size: 110,5 x 110,5 x 170 mm
Weight: 4,88 kg
Print Time: 27 h 30 min



SS316L – Naval Propeller
Size: 600 Ø mm
Weight: 12,1 kg
Print Time: 43 h 40 min



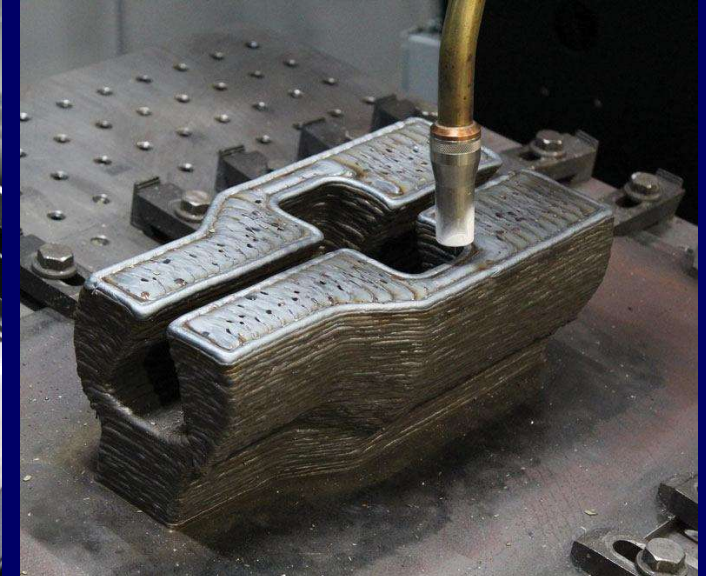
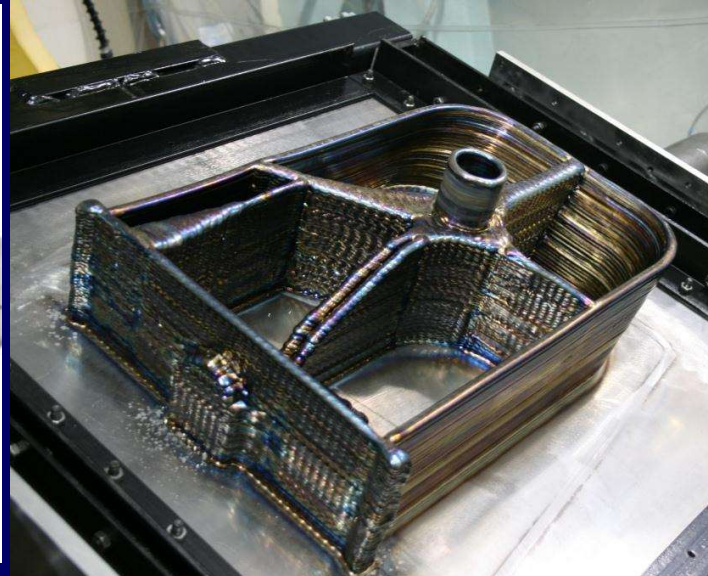
SS316L – Fan Blade
Size: 219 x 133 x 1700 mm
Weight: 13,9 kg
Print Time: 46 h 34 mi

<https://meltio3d.com>

Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM)

Manufatura Aditiva por Deposição a Arco - Processo de transferência se assemelha à tecnologia MIG, mas com controle refinado de deposição (ex. CMT - Cold Metal Transfer) com braço robótico ou acoplado a máquina CNC.

Importante na obtenção de uma pré-forma para depois ser acabada.



(Lijuan Sun, 2015)

Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM)

The Avianik company offers the following metals and alloys for this technology:

- Stainless steels
- Tool steels
- Titanium alloys
- Aluminum alloys
- Inconels
- Copper alloys



<http://www.avianik.com/en/articles/services/additive%20technology/waam/?print=1>

Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM)

Vantagens do WAAM em relação a outras tecnologias :

- Investimentos e custos de material são mais baixos em comparação com outras tecnologias AM.
- Ampla escolha de materiais com o uso de arame de solda.
- Altas taxas de deposição, produção de curto prazo e tamanho de peça quase ilimitado já são mencionados.
- Propriedades mecânicas específicas podem ser iguais ou até mesmo exceder os mesmos materiais obtidos por fundições e produtos forjados.
- WAAM possibilidade de produção de materiais com gradação funcional, projetados para aplicações particulares, graças às suas propriedades específicas.