

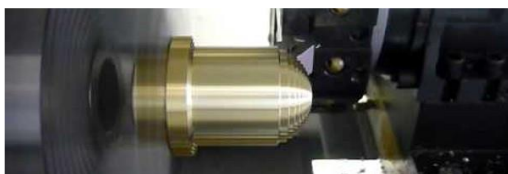
CAM – Computer Aided Manufacturing



Fresagem CNC
2,5 ou 3 ou 5 eixos



Fresagem robô industrial



Torneamento CNC

ESAN - LEA - LM - 2º semestre 2023/2024

1

Fresagem CNC

Quanto ao número de eixos utilizados:

- 2,5 eixos

<https://www.youtube.com/watch?v=2nBNO2oDyQI&t=300s>

- 3 eixos

<https://www.youtube.com/watch?v=B4df5Tyu0gA&list=PLPmli1bxjJGspTnWNUpfAGoP9NV1ZYpuT>

- 5 eixos

- 3 + 2 eixos

- 5 eixos simultâneos

<https://www.youtube.com/watch?v=CqePrbeAQoM>

<https://www.youtube.com/watch?v=TqokK03BjsM>

<https://www.youtube.com/watch?v=ytFQMEeq3Bk>

Grande variedade de arquiteturas: verticais, horizontais, universais, gantry/pórtico.

<http://en.dmgmori.com/products>

https://www.haascnc.com/shop/category/pricelist.html#tab_machines_0

<http://www.makino.com/>

ESAN - LEA - LM - 2º semestre 2023/2024

2

Fresagem CNC

Do modelo CAD até à peça maquinada:

- CAD
 - Modelação da peça (ficheiro CAD)
- CAM
 - Estratégia de maquinagem
<https://www.youtube.com/watch?v=nAdBW-A4hbl&list=PLPmli1bxjGspTnWNUpfAGoP9NV1ZYpuT>
 - Simulação
https://www.youtube.com/watch?v=pfM_8dITKVE
 - Pós-processamento: criação do programa NC
- CNC
 - Execução do programa NC no centro de maquinagem ou fresadora CNC

ESAN - LEA - LM - 2º semestre 2023/2024

3

Fresagem CNC

Estratégias de maquinagem:

- Operações 3D (por pontos):
 - Desbaste
 - Redesbaste
 - Pré-acabamento
 - Acabamento (por contorno ou por cópia)
- Operações 2D (funções/ciclos do comando NC):
 - Caixas
 - Furação
 - Escareamento
 - Retificação
 - Roscagem

ESAN - LEA - LM - 2º semestre 2023/2024

4

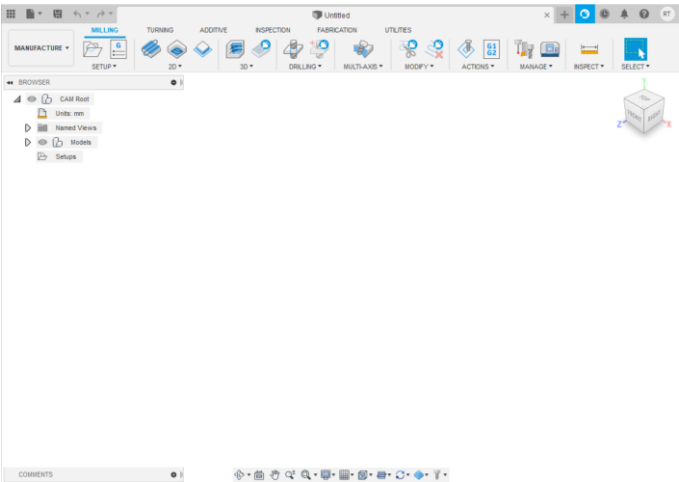
CAM



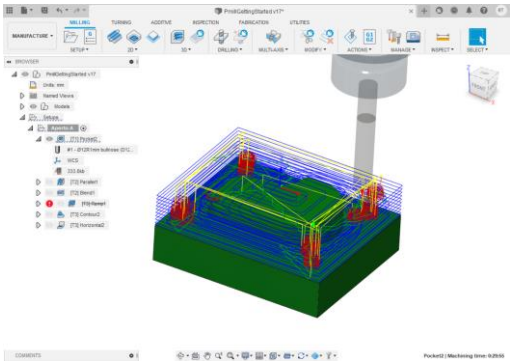
outros

- modelo 3D da peça
- seleção de apertos
- seleção de ferramentas
- definição de trajetória de ferramenta
- definição de ordem de operações
- definição de entradas
- definição de parâmetros de corte

CAM



CAM



Fusion 360

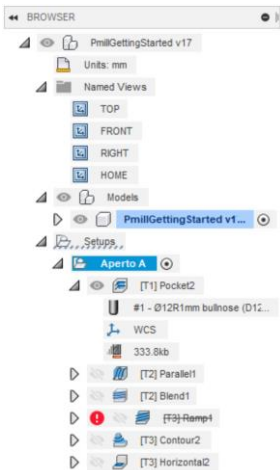
definição de estratégias de maquinagem

definição de parâmetros de corte

simulação do programa de maquinagem

pós-processamento (escrita) do programa de maquinagem

CAM



árvore

organização da informação do programa de maquinagem:
modelo,
informações geométricas,
zero peça,
ferramentas,
trajetórias,
modelos maquinados,
programas de maquinagem

CAM

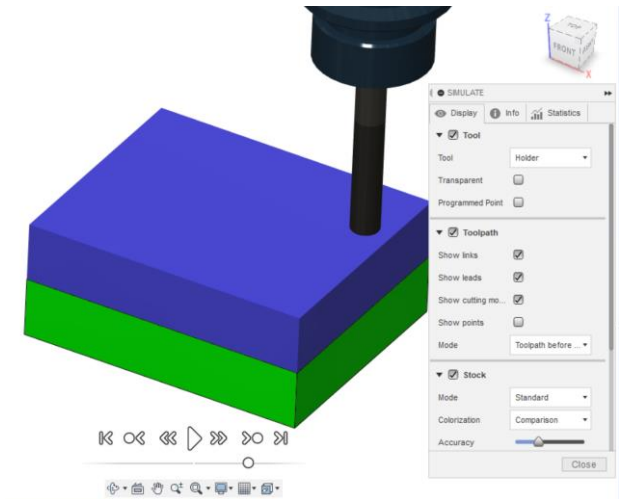


menu principal

definição de parâmetros de corte e estratégias de maquinagem

bloco inicial,
velocidades,
altura de segurança,
entrada e saída da peça,
eixo da ferramenta,
estratégias de maquinagem,
cálculo de colisões

CAM



simulação

simulação dos
movimentos da
ferramenta e da
peça maquinada

CAM

De modo a organizarmos o trabalho no Fusion 360 (nomeadamente a partilha de projetos):

- New Project - Criar o projeto LM_Grupo#.
- Depois de entrar no projeto, em People - Invite - ricardo.torcato@ua.pt
- Neste projeto gravam os ficheiros que pretendem partilhar com os docentes.

CAM

Realizar os cursos online:

- "Milling basics"
- "3D machining"
- "The tool library"

<https://help.autodesk.com/view/fusion360/ENU/courses/>

CAM

Executar o exercício PmillGettingStarted

- Importar modelo
- Definir bloco
- Definir ferramentas de corte
- Criar estratégia de desbaste
- Criar estratégia de acabamento
- Simular
- Pós-processar para criar programa NC

Ferramentas a utilizar:

D12R1

D12R6

D10R0.5

Estratégias a utilizar:

Pocket Clearing

Parallel

Blend

Ramp ou Contour

Horizontal

ESAN - LEA - LM - 2º semestre 2023/2024

13

CAM

Definição de ferramentas

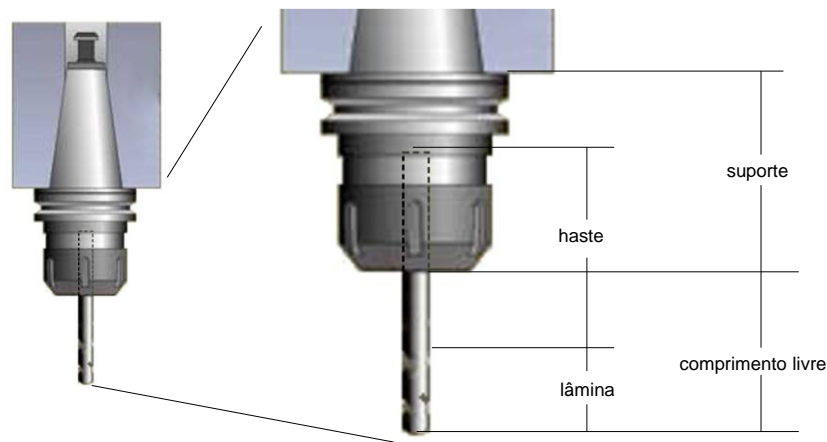


ESAN - LEA - LM - 2º semestre 2023/2024

14

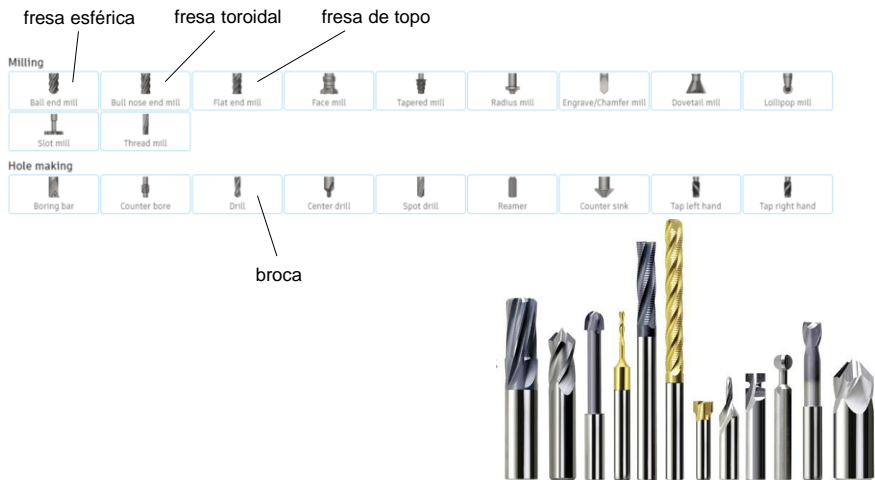
CAM

Definição de ferramentas



CAM

Definição de ferramentas: tipo de ferramenta



CAM

Definição de ferramentas: geometria da ferramenta

GeneralCutterShaftHolderCutting dataPost processor

TypeBull nose end mill

UnitMillimeters

Clockwise spindle rotation☒

Number of flutes3

MaterialHSS

Geometry

Diameter10 mm

Shaft diameter10 mmfx


Overall length50 mm

Length below holder50 mm

Shoulder length30 mm

Flute length20 mm

Corner radius2.5 mm

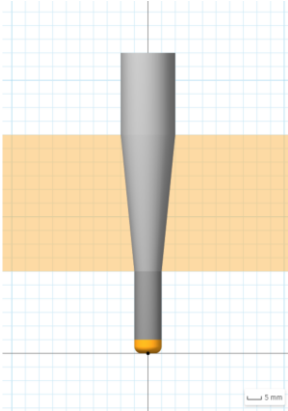


CAM

Definição de ferramentas: geometria da haste

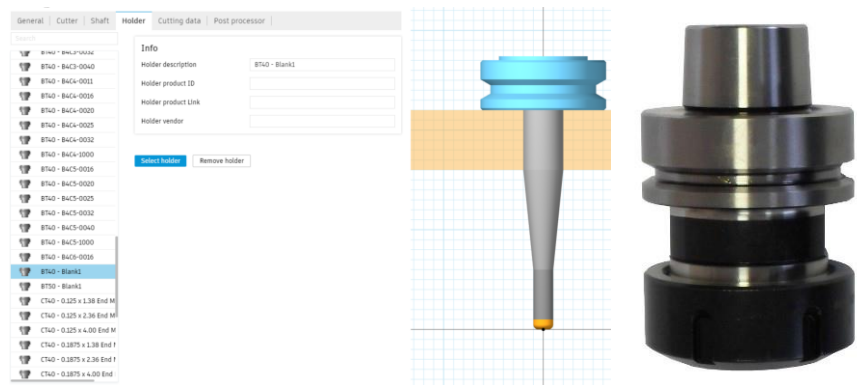
GeneralCutterShaftHolderCutting dataPost processor

| Index | Height | Upper diameter | Lower diameter |
|-------|--------|----------------|----------------|
| 1 | 30 mm | 20 mm | 20 mm |
| 2 | 50 mm | 20 mm | 30 mm |



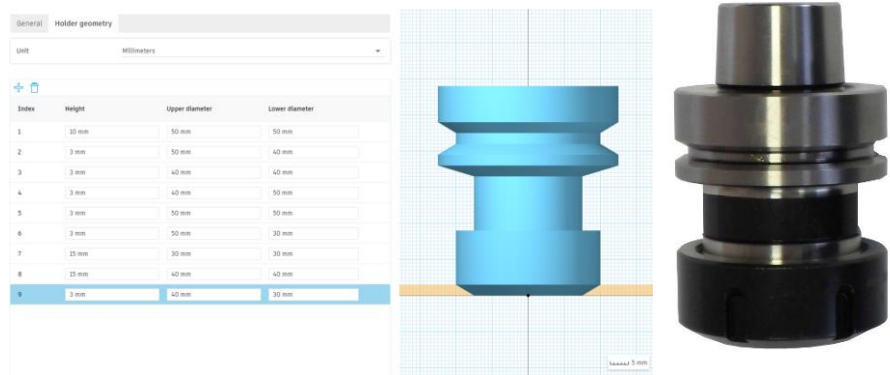
CAM

Definição de ferramentas: geometria do suporte/cone da ferramenta



CAM

Definição de ferramentas: geometria do suporte/cone da ferramenta



CAM

Definição de ferramentas: nome e número da ferramenta

Library / 1 - Ø40mm R6mm (D40R6)

General

Cutter

Shaft

Holder

Cutting data

Post processor

Description

D40R6

Vendor

Dijet

Product Id

SDH-2400-R12-M16 + MSN-M16-1575-S32C + RDMW1204M0T 3C5040

Product link

https://dijet.de/download/P19591-1_B_Modular%20Head%20Series.pdf

General

Cutter

Shaft

Holder

Cutting data

Post processor

Number

1

Length offset

1

fx

Diameter offset

1

fx

Turret

0

Comment

Manual tool change

☐

Live tool

☐

Break control

☐

nome da ferramenta

identificar por completo a ferramenta:
ex: FRESA_D20R0.8_desb
CAB_D32R2_desb
FRESA_D12R2_acab
FRESA_ESF12_acab
BROCA_10

nº da ferramenta na máquina

CAM

Definição de ferramentas: gerir a base de dados/biblioteca

tool library

Filters

Info

Library

Corner radius

Diameter

Flute length

Overall length

Type

1 - Ø40mm R6mm (D40R6)

6 mm

40 mm

6.5 mm

200 mm

Ball nose end...

2 - Ø20mm R3.5mm (D20R3.5)

3.5 mm

20 mm

7 mm

100 mm

Ball nose end...

3 - Ø16mm (D16R0)

0 mm

16 mm

40 mm

100 mm

Flat end mill

4 - Ø16mm R3.5mm (D16R3.5)

3.5 mm

16 mm

4 mm

100 mm

Ball nose end...

5 - Ø14.3mm 45° (E5C4.1)

0 mm

14.3 mm

4 mm

80 mm

Engrave/Cha...

6 - Ø12mm R2mm (D12R2)

1 mm

12 mm

7.5 mm

100 mm

Ball nose end...

7 - Ø12mm (D12R0)

12 mm

6.5 mm

100 mm

Ball end mill

8 - Ø10mm R0.5mm (D10R0.5)

0.5 mm

10 mm

5 mm

75 mm

Ball nose end...

9 - Ø10mm R1mm (D10R1)

1 mm

10 mm

10 mm

100 mm

Ball nose end...

10 - Ø10mm (D10R0)

10 mm

20 mm

50 mm

Ball end mill

11 - Ø6mm (D6R0)

6 mm

9 mm

90 mm

Ball end mill

12 - Ø5mm (D5R0.5)

1 mm

2 mm

50 mm

Ball end mill

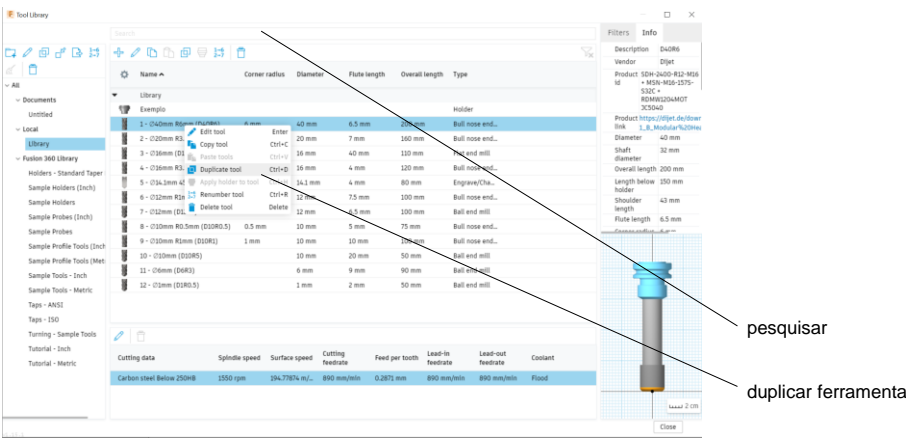
Select a tool

Cutting data

Select a tool

CAM

Definição de ferramentas: criar ferramenta a partir da base de dados



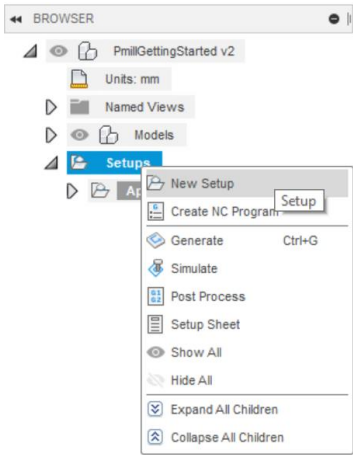
CAM

Definição de ferramentas: edição de ferramenta



CAM

Definição de planos de trabalho: posição e orientação do plano de trabalho

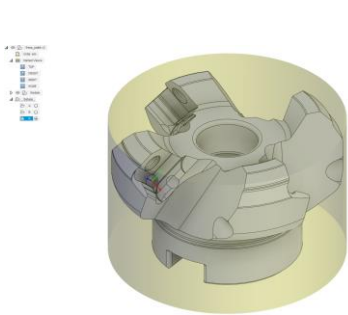


criação dos planos de trabalho (WCS)
permite definir o zero peça (origin) e a
direção dos eixos da máquina (orientation)

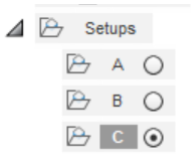
criação dos planos de trabalho permite
definir os apertos

CAM

Definição de planos de trabalho: nome do plano de trabalho



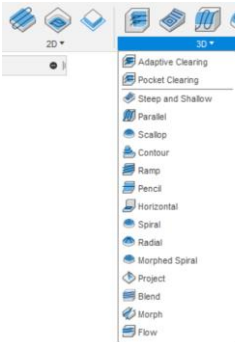
nome dos planos de trabalho deve obedecer a uma
sequência lógica relacionada com os apertos da peça



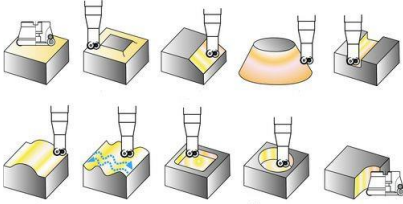
caso um aperto necessite mais que um plano de trabalho
(por exemplo na maquinagem em 3 + 2 eixos) o nome
dos planos de trabalho deve ser A1, A2, A3, etc.

CAM

Definição de estratégias de maquinagem



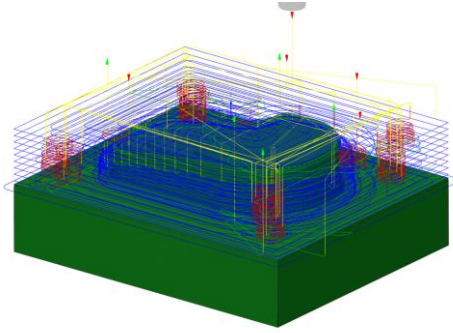
a estratégia de maquinagem é criada no plano de trabalho ativo com a última ferramenta utilizada (pode ser alterado)

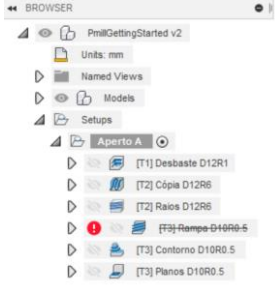


CAM

Definição de estratégias de maquinagem

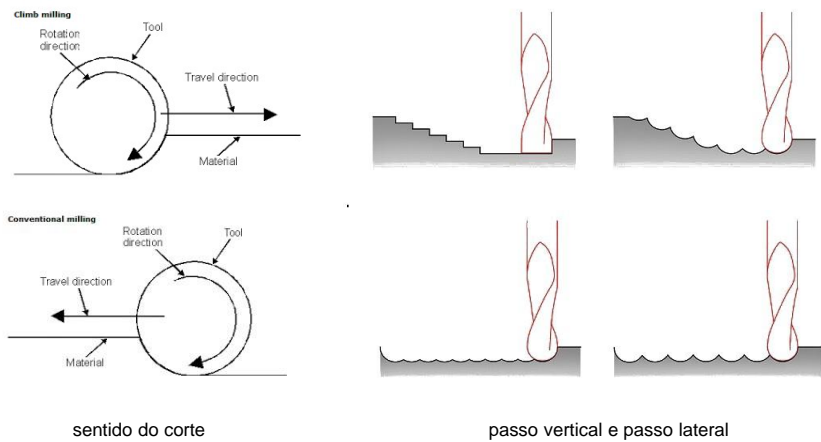
nome das estratégias pode informar o tipo de operação e ferramenta utilizada





CAM

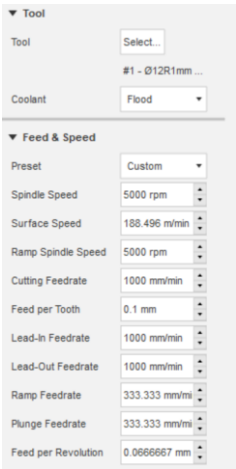
Parametrização de estratégias



CAM

Parametrização de estratégias

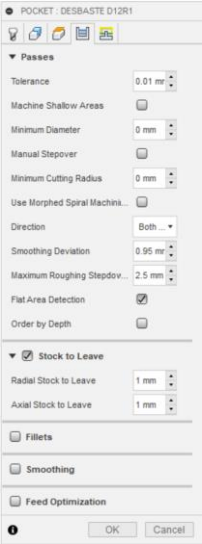
- velocidade de rotação
- velocidade de avanço
- velocidade de entrada e saída
- velocidade de mergulho
- refrigeração



CAM

Parametrização de estratégias

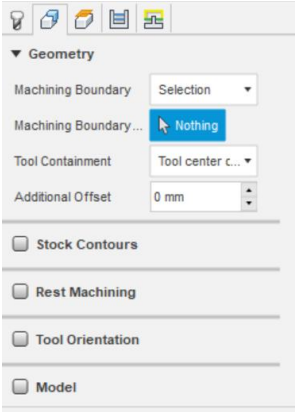
- percurso de corte
- sobre-espessuras (stock)



CAM

Criação de fronteiras

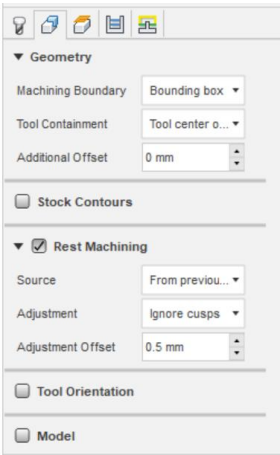
Permite aplicar estratégias de maquinagem apenas a partes do modelo limitadas por uma fronteira



CAM

Rest machining

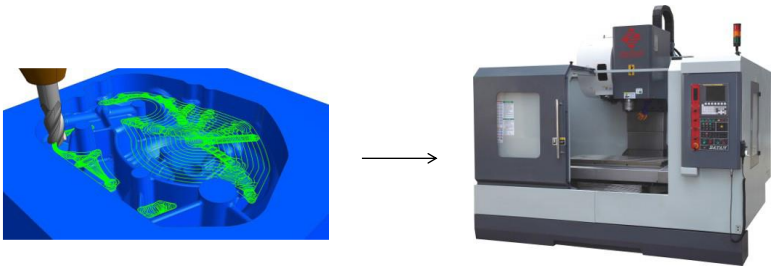
Limita a operação para apenas maquinar onde existe stock deixado pelas operações anteriores.



CAM

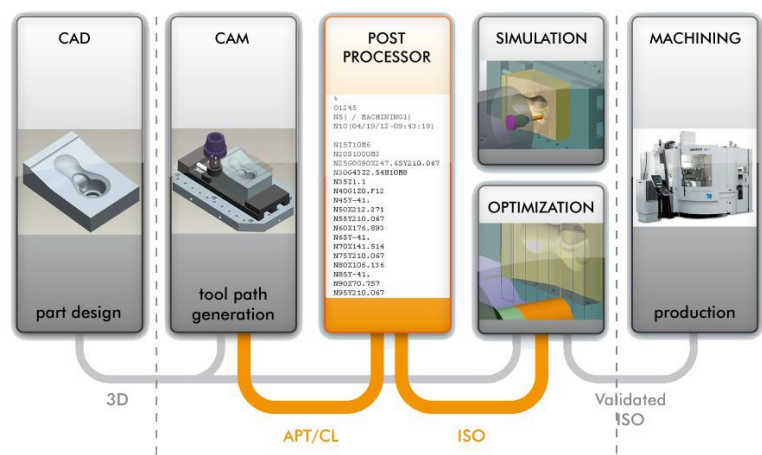
Pós processamento de um programa NC

preparar o conjunto de estratégias de maquinagem definidas no CAM para serem executadas numa máquina CNC



CAM

Pós processamento de um programa NC



CAM

Pós processamento de um programa NC

The screenshot shows the 'Post Process' dialog box in Autodesk Fusion 360. It is divided into several sections: Configuration Folder, Post Configuration, Output folder, and Program Settings. The Configuration Folder is set to 'C:\Users\icardo.torcalto\AppData\Local\Autodesk\Fusion 360\CAM\cache\px'. The Post Configuration section shows 'Hedenhain' as the selected post-processor. The Output folder is set to 'C:\Users\icardo.torcalto\AppData\Local\Fusion 360\CAM\nc'. The Program Settings section shows '1001' as the program name or number. The 'Post' button is highlighted.

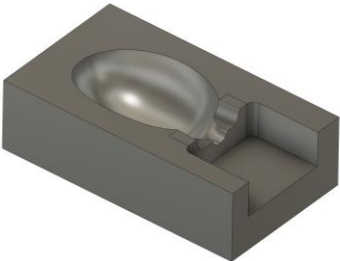
Annotations:

- pós processador
- localização do ficheiro
- nome do programa

CAM

Executar o exercício WingMirrorDie

- Re-desbaste
- Estratégias 2D
- Seleção de ferramentas reais (de catálogos de fornecedores, por ex. Dijet, Iscar, Sandvik, Kennametal, Mitsubishi) adequadas à estratégia e ao material a maquinar.
- Definição de parâmetros de corte adequados à ferramenta selecionada e ao material a maquinar.



Material da peça: Aço carbono de baixa dureza
Ferramentas a utilizar (sugestão de geometria, na seleção poderão fazer pequenos ajustes em função das ferramentas disponíveis no catálogo):

- D40R6
- D16R3.5
- D16R0
- D10R1
- D6R3
- ESC14.1 (Escareador)

- Estratégias a utilizar:
- Pocket Clearing
 - Face
 - 2D Contour
 - Horizontal
 - Contour
 - Parallel
 - 2D Chamfer

CAM

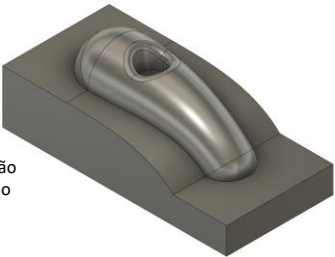
Executar o exercício Cowling

Material da peça: Aço carbono de baixa dureza

Ferramentas a utilizar (sugestão de geometria, na seleção poderão fazer pequenos ajustes em função das ferramentas disponíveis no catálogo):

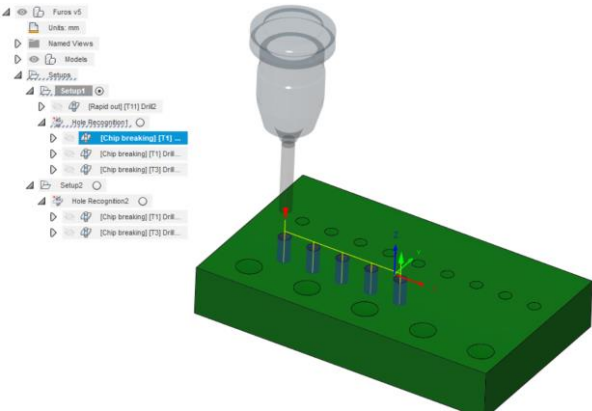
- D20R3.5
- D12R1
- D10R1
- D10R5
- D10R0
- D6R3
- ESC14.1 (Escareador)
- Outras?

- Estratégias a utilizar:
- Pocket Clearing
 - Ramp
 - Scallop
 - Parallel
 - Horizontal
 - Pencil
 - 2D Chamfer



CAM

Maquinagem de furos

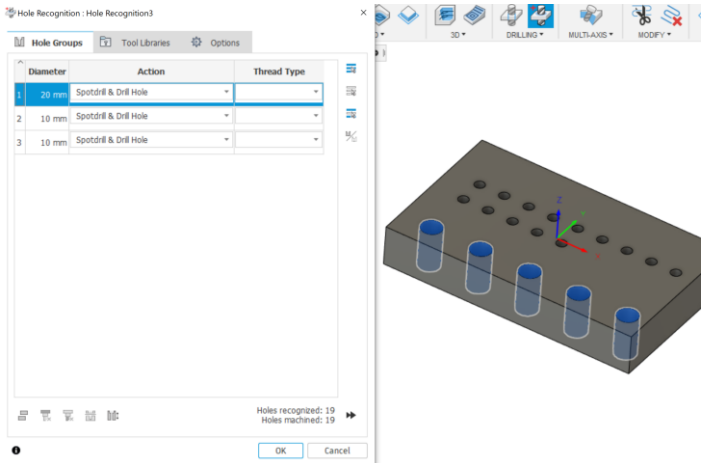


ESAN - LEA – LM – 2º semestre 2023/2024

41

CAM

Deteção e edição de furos na peça



ESAN - LEA – LM – 2º semestre 2023/2024

42