



S I S T E M A  
N A C I O N A L  
D E Q U A L I F I C A Ç Õ E S

Qualificação Profissional

**USINAGEM**

MET003\_3

**Família Profissional Metalomecânica**

## Índice

<b>PERFIL PROFISSIONAL</b> .....	3
<b>UNIDADES DE COMPETÊNCIA (UC)</b> .....	4
<b>UC1:</b> Operar máquinas/ ferramentas pelo processo de corte com levantamento de aparas (UC191_3).....	4
<b>UC2:</b> Operar máquinas/ ferramentas pelo processo de erosão (UC192_3) .....	8
<b>UC3:</b> Operar máquinas/ ferramentas pelo processo de conformação (UC193_3) .....	12
<b>UC4:</b> Programar e preparar máquinas de comando numérico (CNC) para usinagem (UC194_3) ..	15
<b>PROGRAMA FORMATIVO DA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL</b> .....	19
<b>MÓDULOS FORMATIVOS (MF)</b> .....	20
<b>MF1:</b> Usinagem pelo processo de corte com levantamento de aparas (MF191_3) .....	20
<b>Unidade Formativa 1:</b> UF298 – Interpretação das Especificações Técnicas nos Processos de Usinagem .....	20
<b>Unidade Formativa 2:</b> UF299 – Metrologia.....	23
<b>Unidade Formativa 3:</b> UF300 – Prevenção de Riscos Profissionais e Ambientais na Usinagem .....	26
<b>Unidade Formativa 4:</b> UF301 – Usinagem pelo processo de corte com levantamento de aparas .....	29
<b>MF2:</b> Usinagem pelo processo de erosão (MF192_3) .....	33
<b>Unidade Formativa 1:</b> UF302 – Interpretação das especificações técnicas nos processos de erosão .....	33
<b>Unidade Formativa 2:</b> UF299 – Metrologia.....	36
<b>Unidade Formativa 3:</b> UF300 – Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem .	39
<b>Unidade Formativa 4:</b> UF303 – Usinagem pelo processo de erosão .....	42
<b>MF3:</b> Conformação dos materiais (MF193_3).....	46
<b>Unidade Formativa 1:</b> UF304 – Interpretação das especificações técnicas nos processos de conformação .....	46
<b>Unidade Formativa 2:</b> UF299 – Metrologia.....	49
<b>Unidade Formativa 3:</b> UF300 – Prevenção de Riscos Profissionais e Ambientais na usinagem	52
<b>Unidade Formativa 4:</b> UF305 – Conformação dos materiais .....	55
<b>MF4:</b> Programação e preparação de máquinas de usinagem por CNC (MF194_3) .....	58
<b>Unidade Formativa 1:</b> UF298 – Interpretação das especificações técnicas nos processos de usinagem.....	58
<b>Unidade Formativa 2:</b> UF299 – Metrologia.....	61
<b>Unidade Formativa 3:</b> UF300 – Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem .	64
<b>Unidade Formativa 4:</b> UF306 – Preparação de máquinas de usinagem por CNC .....	67
<b>Unidade Formativa 5:</b> UF307 – Programação de máquinas de usinagem por CNC .....	70
<b>MÓDULO FORMATIVO EM CONTEXTO REAL DE TRABALHO</b> .....	73

# **PERFIL PROFISSIONAL**

**MET003\_3**

**USINAGEM**

PERFIL PROFISSIONAL			
<b>Código</b>	MET003_3	<b>Denominação</b>	USINAGEM
<b>Nível</b>	3	<b>Família Profissional</b>	Metalomecânica
<b>COMPETÊNCIA GERAL</b>	Realizar os processos de usinagem, controlar os produtos obtidos, realizar a manutenção de primeiro nível em máquinas e equipamentos, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e de protecção ambiental em vigor.		
<b>UNIDADES DE COMPETÊNCIA</b>	<b>N.º</b>	<b>Denominação</b>	<b>Código</b>
	1	Operar máquinas/ferramentas pelo processo de corte com levantamento de aparas.	UC191_3
	2	Operar máquinas/ferramentas pelo processo de erosão.	UC192_3
	3	Operar máquinas/ferramentas pelo processo de conformação.	UC193_3
	4	Programar e preparar máquinas de comando numérico (CNC) para usinagem.	UC194_3
<b>AMBIENTE PROFISSIONAL</b>	<b>Âmbito profissional:</b> Desenvolve a sua actividade profissional em grandes, médias e pequenas empresas, como empregado ou autónomo, em funções de execução da usinagem por corte com levantamento de aparas, usinagem por conformação, usinagem por abrasão, electro-erosão e procedimentos especiais, em máquinas convencionais ou de comando numérico (CNC).		
	<b>Sectores produtivos:</b> Esta qualificação está localizada na indústria de fabricação de produtos mecânicos, excepto máquinas e equipamentos.		
	<b>Ocupações e postos de trabalho relacionados:</b>		
	<b>Ocupações da Classificação Nacional de Profissões:</b> 7223. Reguladores e operadores de máquinas/ferramentas para trabalhar metais. 7224. Rectificadores de rodas metálicas, polidores e afiadores de metais. 7221.1 Forjador e ferreiro. 7221.2 Operador de prensa e estampador.		
	<b>Ocupações propostas:</b> Programadores de máquinas CNC. Preparadores ou ajustadores de máquinas/ferramentas para trabalhar metais. Operadores de máquinas fresadora com controlo numérico. Operadores de máquina limadora. Operadores de máquina rectificadora. Operadores de engenho de furar. Preparadores ou ajustadores de máquinas/ferramentas C.N.C. Fresador. Mandrillador. Torneiro. Electroerosionador.		

**UNIDADES DE COMPETÊNCIA (UC)****UC1: OPERAR MÁQUINAS/ FERRAMENTAS PELO PROCESSO DE CORTE COM LEVANTAMENTO DE APARAS****Código: UC191\_3****Nível: 3****Elementos de competência (EC) e Critérios de Desempenho (CD)**

**EC 1: Elaborar um plano de trabalho de acordo com o projecto, de modo a cumprir as normas e regulamentos de qualidade, saúde, higiene e segurança no trabalho (SHST) e ambiente, em vigor.**

- CD 1.1.** Os materiais, a forma, dimensões, tolerâncias superficiais, dimensionais e geométricas da peça a obter são determinados no plano de fabricação.
- CD 1.2.** As variáveis de maquinação são calculadas de acordo com as ferramentas, materiais, dimensões e acabamento.
- CD 1.3.** Os tratamentos térmicos e superficiais a submeter a peça assim como o material e dimensões de partida da peça para a usinagem são determinadas no plano de fabricação.
- CD 1.4.** A máquina-ferramenta é seleccionada de acordo com as operações de usinagem com base na forma geométrica, tamanho, quantidade e qualidade necessárias das peças.
- CD 1.5.** O material, o tipo e as características das ferramentas de corte são determinados em função da máquina, tipo de operação de usinagem, do material e das características da peça a trabalhar.
- CD 1.6.** Os parâmetros de usinagem como velocidade, avanço e profundidade de corte são determinados em função:
- da máquina;
  - do material da peça;
  - das características da peça a trabalhar, tais como forma geométrica, dimensões, precisão;
  - das características das ferramentas de corte, tais como material, tipo, forma;
  - tipo de operação de usinagem;
- CD 1.7.** O plano descreve as fases, as ferramentas de corte, os instrumentos de medição, parâmetros de corte e o tempo da usinagem otimizando os custos de produção.
- CD 1.8.** As normas e regulamentos de saúde, higiene e segurança no trabalho (SHST) e ambiente, e os equipamentos de protecção individual e segurança são seleccionados em função do trabalho a ser executado.

**EC 2: Seleccionar e preparar os acessórios e ferramentas para a usinagem por despreendimento de aparas, em função da peça e do processo estabelecido, cumprindo os regulamentos de qualidade e normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 2.1.** Os acessórios e ferramentas são seleccionados de acordo com o tipo de material, operação e qualidade exigida na usinagem.
- CD 2.2.** As ferramentas e acessórios são seleccionados de modo a otimizar o tempo e o custo da usinagem.
- CD 2.3.** Os acessórios seleccionados garantem a fixação da peça e ferramentas com segurança, viabilizando e otimizando o processo.
- CD 2.4.** Os acessórios e ferramentas são preparados de acordo com as características da operação a ser executada e as tolerâncias a serem alcançadas.
- CD 2.5.** As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas na preparação de acessórios e ferramentas.
- CD 2.6.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 3: Preparar a máquina e montar acessórios e ferramentas para a usinagem por desprendimento de aparas, de acordo com o processo estabelecido, cumprindo os regulamentos de qualidade e normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 3.1. Os parâmetros de usinagem, como velocidade, avanço e profundidade de corte são regulados na máquina de acordo com o plano de trabalho.
- CD 3.2. A máquina é verificada relativamente à sua lubrificação que permite o seu funcionamento.
- CD 3.3. O fluido de corte está em condições de uso em segurança.
- CD 3.4. As montagens dos acessórios são realizadas com ferramentas adequadas, garantindo condições de higiene e segurança.
- CD 3.5. As ferramentas de corte são verificadas relativamente a seu bom estado de afiação e conservação.
- CD 3.6. As ferramentas, porta-ferramentas e acessórios de fixação das peças são regulados em função da operação a executar.
- CD 3.7. O posicionamento das ferramentas de corte é definido de acordo com a operação, otimizando os custos, garantindo a sua segurança.
- CD 3.8. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas na preparação da máquina e montagem de acessórios e ferramentas.
- CD 3.9. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 4: Montar as peças na máquina para a usinagem por desprendimento de aparas, utilizando as ferramentas e procedimentos adequados, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 4.1. Os dispositivos de fixação são montados de modo a garantir os apertos de acordo com a forma, dimensões e processo de usinagem sem danificar a peça.
- CD 4.2. As montagens são realizadas com as ferramentas adequadas para garantir segurança.
- CD 4.3. A centragem e alinhamento da peça são realizados com a precisão exigida no processo.
- CD 4.4. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas na montagem e fixação das peças.
- CD 4.5. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 5: Operar máquinas/ferramentas pelo processo de corte com levantamento de aparas, de acordo com a qualidade exigida e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 5.1. A substituição ou afiação da ferramenta de corte é realizada quando detectadas irregularidades superficiais e dimensionais, garantindo segurança e qualidade da peça.
- CD 5.2. Os deslocamentos das ferramentas ou peças são corrigidos em função do desgaste da ferramenta de corte.
- CD 5.3. As dimensões, forma e acabamento superficial da peça obtida são adequadas às tolerâncias de fabricação especificadas no projecto.
- CD 5.4. As aparas são removidas durante o processo de usinagem em conformidade com as características do material e ferramenta de corte.
- CD 5.5. As ferramentas de corte são utilizadas de acordo com a operação a executar.
- CD 5.6. Os fluidos de corte são utilizados de acordo com as especificações técnicas do material e ferramenta.
- CD 5.7. Os parâmetros de usinagem como velocidade, avanço e profundidade de corte são adequados à máquina, ao material da peça, ao processo e à ferramenta utilizada.
- CD 5.8. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de usinagem são

aplicadas no decorrer da operação.

**CD 5.9.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 6: Verificar dimensionalmente as peças usinadas por desprendimento de aparas, de acordo com o projecto, a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

**CD 6.1.** Os instrumentos de medição e verificação são calibrados garantindo a fiabilidade dos resultados.

**CD 6.2.** Os instrumentos de medição utilizados na verificação são adequados às dimensões, forma e tolerâncias especificadas no plano de trabalho.

**CD 6.3.** Os procedimentos requeridos na utilização de cada instrumento de medição são cumpridos de modo a evitar erros de medida.

**CD 6.4.** As peças são medidas para verificar que estão dentro das tolerâncias, formas, dimensões e acabamento de acordo com o projecto.

**CD 6.5.** Os instrumentos de medição e verificação são conservados em todo o processo de trabalho.

**CD 6.6.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são usados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 7: Realizar manutenção de primeiro nível do posto de trabalho (máquina, equipamentos e espaço), com a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

**CD 7.1.** Os instrumentos de medição utilizados no processo de usinagem são verificados e calibrados de acordo com os parâmetros de padronização, garantindo a fiabilidade da medida.

**CD 7.2.** As máquinas, equipamentos e espaços são arrumados garantindo as condições de saúde, higiene, segurança e ambiente.

**CD 7.3.** Os elementos desgastados são substituídos para garantir o bom funcionamento da máquina.

**CD 7.4.** Os depósitos de fluidos lubrificantes e refrigerantes são mantidos com os níveis e as características adequadas garantindo a sua funcionalidade.

**CD 7.5.** As operações de manutenção de primeiro nível tais como lubrificação e limpeza das máquinas são realizadas de acordo com as características da máquina, o plano de trabalho e as especificações do manual do fabricante.

**CD 7.6.** Os componentes susceptíveis de lubrificação são lubrificados com a periodicidade estabelecida pelo fabricante.

**CD 7.7.** As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente, do processo de manutenção são aplicadas no decorrer do trabalho.

**CD 7.8.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são usados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

## **Contexto profissional**

### **Meios de produção**

Máquinas/ferramentas de corte com levantamento de aparas (torno, fresadora, engenho de furar). Ferramentas de corte. Sistemas de fixação. Elevadores e meios de transporte. Equipamento de Protecção Individual. Instrumentos de medição e de teste. Acessórios de usinagem. Ferramentas manuais. Equipamentos de Protecção Ambiental.

### **Produtos e resultados**

Produtos usinados por corte com levantamento de aparas de diferentes materiais, formas e acabamentos.

**Informação utilizada ou gerada**

Planos de fabricação. Catálogos de materiais e ferramentas. Manuais de máquinas e acessórios. Parâmetros de corte. Acessórios. Padrões de qualidade. Regulamentos de prevenção de riscos profissionais. Folha de instruções para usinar. Características de lubrificantes e refrigerantes. Tabelas oficiais.

**UC2: OPERAR MÁQUINAS/ FERRAMENTAS PELO PROCESSO DE EROSÃO**

**Código: UC192\_3**

**Nível: 3**

**Elementos de competência (EC) e Critérios de Desempenho (CD)**

**EC 1: Elaborar um plano de trabalho de acordo com o projecto de modo a cumprir as normas e regulamentos de qualidade, saúde, higiene e segurança no trabalho (SHST) e ambiente, em vigor.**

- CD 1.1. As operações de usinagem são determinadas pela forma geométrica, dimensões, quantidade e qualidade necessárias e apropriadas à máquina.
- CD 1.2. Os materiais, a forma, dimensões, tolerâncias superficiais, dimensionais e geométricas da peça a obter são determinados no plano de fabricação.
- CD 1.3. As variáveis de erosão são calculadas de acordo com os materiais, dimensões e acabamento.
- CD 1.4. Os tratamentos térmicos e superficiais a submeter a peça assim como o material e dimensões de partida da peça para a erosão são determinadas no plano de fabricação.
- CD 1.5. A máquina-ferramenta é seleccionada de acordo com as operações de erosão com base na forma geométrica, dimensões, quantidade e qualidade necessárias das peças.
- CD 1.6. Os parâmetros de erosão como velocidade, avanço, profundidade, intensidade de corrente, tempo de pulso, tempo de pausa, etc. são determinados em função:
  - da máquina;
  - do material, tais como tipo e forma da peça;
  - das características da peça a trabalhar;
  - do tipo de operação;
  - das características das ferramentas, tais como material, tipo, forma, etc;
- CD 1.7. O plano descreve as fases, as ferramentas, os instrumentos de medição, os parâmetros e o tempo da erosão optimizando os custos de produção.
- CD 1.8. As normas e regulamentos de saúde, higiene, segurança no trabalho (SHST) e ambiente e equipamentos de protecção individual são seleccionados em função do trabalho a ser executado.

**EC 2: Seleccionar, preparar os acessórios e ferramentas para usinagem por erosão, em função da peça e do processo, cumprindo os regulamentos de qualidade e normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 2.1. As características das ferramentas e acessórios de fixação são seleccionados de acordo com o tipo de material, operação e qualidade exigida na usinagem de modo a optimizar o tempo e o custo.
- CD 2.2. Os acessórios seleccionados garantem a fixação da peça e ferramentas com segurança, viabilizando e optimizando o processo.
- CD 2.3. As ferramentas e acessórios são preparados de acordo com as características da operação a ser executada e as tolerâncias a serem alcançadas.
- CD 2.4. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas na preparação de acessórios e ferramentas.
- CD 2.5. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são usados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 3: Preparar a máquina, montar acessórios e ferramentas de acordo com o processo estabelecido cumprindo os regulamentos de qualidade e normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 3.1. Os parâmetros de usinagem como velocidade de deslocamento, caudal, pressão são

regulados na máquina de acordo com o plano de trabalho.

- CD 3.2. Os parâmetros como velocidade, força, pressão, intensidade de corrente são verificados utilizando instrumentos adequados.
- CD 3.3. Os apertos dos binários do porta-abrasivos são realizados em conformidade com as normas.
- CD 3.4. A montagem dos acessórios é realizada com ferramentas adequadas, e garantindo condições de higiene e segurança.
- CD 3.5. Às ferramentas e acessórios são verificados o estado de rectificação e conservação de acordo com o processo de erosão.
- CD 3.6. As ferramentas, porta-ferramentas e acessórios de fixação das peças são regulados em função da operação a executar
- CD 3.7. O posicionamento das ferramentas é definido de acordo com a posição destes em relação à peça.
- CD 3.8. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de erosão são aplicadas no decorrer do trabalho.
- CD 3.9. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 4: Montar as peças na máquina, utilizando as ferramentas e procedimentos adequados, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 4.1. A fixação, preparação da peça e eléctrodo se realizam garantindo a exactidão do processo de erosão.
- CD 4.2. Os dispositivos de fixação são montados de modo a garantir os apertos de acordo com a forma, dimensões e processo de erosão sem danificar a peça.
- CD 4.3. As montagens são realizadas com ferramentas adequadas cumprindo apertos recomendados pelo fabricante da máquina.
- CD 4.4. A centragem e alinhamento da peça são realizados com a precisão exigida no processo.
- CD 4.5. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de montagem das peças são aplicadas no decorrer da operação.
- CD 4.6. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 5: Operar com máquinas/ferramentas pelos processos abrasivos, com a qualidade exigida e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 5.1. As ferramentas abrasivas são corrigidas periodicamente para garantir o alinhamento e a qualidade do produto.
- CD 5.2. O posicionamento da ferramenta (mó) é adequado ao material de trabalho e garante a uniformidade da superfície da peça e qualidade exigida.
- CD 5.3. As ferramentas abrasivas são rectificadas ou substituídas quando se observa desgaste e deformação das mesmas.
- CD 5.4. As velocidades de corte, rotação, avanço e profundidade, são adequados ao processo de usinagem.
- CD 5.5. O tipo e a granulação do abrasivo são adequados para garantir a qualidade superficial requerida.
- CD 5.6. As dimensões, forma e acabamento superficial da peça obtida são adequadas às tolerâncias especificadas no projecto.
- CD 5.7. O fluido refrigerante é adequado para garantir as características mecânicas da peça, a vida útil da ferramenta e remoção de micro-aparas.
- CD 5.8. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de erosão são aplicados no decorrer do trabalho.

**CD 5.9.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 6: Operar com máquinas ferramentas pelo processo de electro-erosão e de usinagem por procedimentos especiais (jacto de abrasivo, jacto de água, plasma, ultra-sons), com a qualidade exigida e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

**CD 6.1.** O posicionamento do eléctrodo (ferramenta) ou da peça são regulados em função da superfície da peça a ser usinada.

**CD 6.2.** Os parâmetros de usinagem como intensidade da corrente, tempo de impulso e pausa, abrasivos são regulados para garantir a produção de peças com qualidade estabelecida e otimizando o tempo e o custo.

**CD 6.3.** O posicionamento do eléctrodo (ferramenta) ou da peça são mantidos entre si constante, durante a operação, corrigindo em função do desgaste do eléctrodo.

**CD 6.4.** As micro-aperas devem ser removidas para evitar a formação de incrustações entre o eléctrodo e a peça, garantindo a qualidade da usinagem

**CD 6.5.** A fixação e preparação de eléctrodos e peças são realizados em função da estrutura da máquina, garantindo a qualidade desejada.

**CD 6.6.** O caudal de arranque de micro-aperas é adequado ao material da peça e ao eléctrodo utilizado.

**CD 6.7.** O produto obtido está em conformidade com a forma, dimensões, rugosidade superficial, e especificações técnicas estabelecidas no plano de trabalho.

**CD 6.8.** As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de electro-erosão são aplicados no decorrer do trabalho.

**CD 6.9.** Os equipamentos de protecção individual (EPI's) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 7: Verificar dimensionalmente as peças usinadas por erosão de acordo com o projecto, a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

**CD 7.1.** Os instrumentos de medição e verificação são calibrados garantindo a fiabilidade dos resultados.

**CD 7.2.** Os instrumentos de medição utilizados na verificação, são adequados às dimensões, forma e tolerâncias especificadas no plano de trabalho.

**CD 7.3.** Os procedimentos requeridos na utilização de cada instrumento de medição são cumpridos de modo a evitar erros de medida.

**CD 7.4.** As peças são medidas para verificar que estão dentro das tolerâncias, formas, dimensões e acabamento de acordo com o projecto.

**CD 7.5.** Os instrumentos de medição e verificação são conservados em todo o processo de trabalho.

**CD 7.6.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são usados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 8: Realizar manutenção de primeiro nível do posto de trabalho (máquina, equipamentos e espaço), com a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

**CD 8.1.** Os instrumentos de medição utilizados na usinagem pelo processo de erosão são verificados e calibrados de acordo com os parâmetros de padronização, garantindo a fiabilidade da medida.

**CD 8.2.** Os depósitos são limpos periodicamente para eliminação de micro-aperas de erosão garantindo a funcionalidade do sistema.

**CD 8.3.** Os elementos desgastados são substituídos para garantir o bom funcionamento da

máquina.

- CD 8.4.** Os depósitos de fluidos dieléctricos, lubrificante e refrigerantes são mantidos com os níveis e as características adequadas garantindo a sua funcionalidade.
- CD 8.5.** As máquinas, equipamentos e espaços são arrumados garantindo as condições de saúde, higiene, segurança e ambiente.
- CD 8.6.** As operações de manutenção de primeiro nível, tais como lubrificação e limpeza das máquinas, são realizadas de acordo com as características da máquina, o plano de trabalho e as especificações do manual do fabricante.
- CD 8.7.** Os componentes susceptíveis de lubrificação são lubrificados com a periodicidade estabelecida pelo fabricante.
- CD 8.8.** As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente, do processo de manutenção, são aplicadas no decorrer do trabalho.
- CD 8.9.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

## Contexto profissional

### Meios de produção

Máquinas/ferramentas por abrasão (rectificadoras cilíndricas, rectificadoras planas, rectificadoras excêntricas, rectificadoras verticais). Máquinas de electro-erosão por penetração, electro-erosão por fio. Sistemas de fixação. Ferramentas abrasivas. Acessórios de usinagem. Ferramentas manuais. Instrumentos de medição e de teste. Elevadores e meios de transporte. Equipamento de Protecção Individual. Máquinas especiais (jacto de abrasivo, jacto de água, plasma, ultra-sons). Equipamentos de Protecção Ambiental.

### Produtos e resultados

Produtos usinados pelos processos de erosão, electro-erosão e procedimentos especiais de diferentes materiais, formas e acabamentos.

### Informação utilizada ou gerada

Planos de fabricação. Catálogos de materiais e ferramentas. Manuais de máquinas e acessórios. Acessórios. Padrões de qualidade. Regulamentos de prevenção de riscos profissionais. Folha de instruções para usar. Especificações do procedimento. Características de refrigerantes.

**UC3: OPERAR MÁQUINAS/ FERRAMENTAS PELO PROCESSO DE CONFORMAÇÃO**

**Código: UC193\_3**

**Nível: 3**

**Elementos de competência (EC) e Critérios de Desempenho (CD)**

**EC 1: Elaborar um plano de trabalho de acordo com o projecto de modo a cumprir as normas e regulamentos de qualidade, saúde, higiene e segurança no trabalho (SHST) e ambiente, em vigor.**

- CD 1.1. Os materiais, a forma, dimensões, tolerâncias superficiais, dimensionais e geométricas da peça a obter são determinados no plano de fabricação.
- CD 1.2. As variáveis de conformação são calculadas de acordo com os acessórios, materiais, dimensões e acabamento.
- CD 1.3. Os tratamentos térmicos e superficiais a submeter a peça assim como o material e dimensões de partida da peça para a erosão são determinadas no plano de fabricação.
- CD 1.4. A máquina-ferramenta é seleccionada de acordo com o processo de conformação baseando na forma geométrica, tamanho, quantidade e qualidade necessárias das peças.
- CD 1.5. Os parâmetros de conformação como velocidade, avanço, profundidade, cadência de golpe, pressão e área são determinados em função:
  - da máquina;
  - do material e das características da peça a trabalhar;
  - dos acessórios;
  - do tipo de operação;
- CD 1.6. O plano descreve as fases, acessórios, instrumentos de medição, parâmetros e tempo da conformação otimizando os custos de produção.
- CD 1.7. As normas e regulamentos de saúde, higiene, segurança no trabalho (SHST) e ambiente, e os equipamentos de protecção individual e segurança são seleccionados em função do trabalho a ser executado.

**EC 2: Seleccionar e preparar acessórios para a conformação, em função da peça e do processo, cumprindo os regulamentos de qualidade e normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 2.1. Os acessórios e ferramentas são seleccionados de acordo com o tipo de material, operação e qualidade exigida na conformação.
- CD 2.2. Os acessórios são seleccionados de modo a otimizar o tempo e o custo da conformação.
- CD 2.3. Os acessórios seleccionados garantem a fixação da peça com segurança, viabilizando e otimizando o processo.
- CD 2.4. Os acessórios são preparados de acordo com as características da operação a ser executada e as configurações a serem alcançadas.
- CD 2.5. Os acessórios são testados realizando uma prova de conformação garantindo a fluidez e qualidade do produto.
- CD 2.6. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas durante o processo de seleção e preparação de acessórios e ferramentas, em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.
- CD 2.7. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 3: Preparar a máquina e montar acessórios de acordo com o processo estabelecido cumprindo os regulamentos de qualidade e normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 3.1. Os parâmetros de conformação como velocidade, avanço, profundidade, caudal e pressão

são regulados na máquina de acordo com o plano de trabalho.

- CD 3.2. A lubrificação da máquina é verificada garantindo o bom funcionamento.
- CD 3.3. As montagens dos acessórios são realizadas com as ferramentas adequadas, garantindo condições de higiene e segurança.
- CD 3.4. Os acessórios e componentes da máquina são verificados quanto ao estado de conservação.
- CD 3.5. Os acessórios de fixação das peças são regulados em função da operação a executar.
- CD 3.6. Os parâmetros como velocidade, força e pressão são verificados utilizando instrumentos adequados.
- CD 3.7. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas na preparação da máquina e montagem de acessórios e ferramentas em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.
- CD 3.8. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 4: Montar as peças e acessórios na máquina, utilizando as ferramentas e procedimentos adequados, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 4.1. Os dispositivos de fixação são montados de modo a garantir os apertos de acordo com a forma, dimensões e processo de conformação sem danificar a peça.
- CD 4.2. As montagens são realizadas com as ferramentas adequadas otimizando o processo e garantindo segurança.
- CD 4.3. A centragem e alinhamento da peça são realizados com a precisão exigida no processo garantindo qualidade e segurança.
- CD 4.4. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas na montagem e fixação das peças em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.
- CD 4.5. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são usados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 5: Operar máquinas/ferramentas pelo processo de conformação, de acordo com a qualidade exigida e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 5.1. A forma e dimensões do elemento de impacto são ajustadas à matriz tendo em conta a espessura do material a ser conformado, garantindo a qualidade da peça.
- CD 5.2. As dimensões, forma e acabamento superficial da peça obtida são ajustadas às tolerâncias de fabricação, garantindo rigor e qualidade.
- CD 5.3. A conformação é realizada à temperatura que permite a deformação do corpo de prova, garantindo a forma e dimensões requeridas no projecto.
- CD 5.4. A localização das áreas de aquecimento dos elementos sujeitos à conformação é definida de acordo com o processo de trabalho.
- CD 5.5. A temperatura máxima permitida pelas especificações técnicas é garantida durante o processo de conformação, utilizando o critério das cores ou na utilização de medidores de temperatura.
- CD 5.6. O produto final obtido por aplicação do processo da conformação garante rigidez, dimensões, ângulos e posicionamento de acordo com as exigências requeridas.
- CD 5.7. O posicionamento dos materiais é feito em conformidade com os requisitos do processo de conformação e limitações, devido às características dos materiais.
- CD 5.8. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de conformação são aplicadas no decorrer da operação em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.
- CD 5.9. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e de segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 6: Verificar dimensionalmente as peças usinadas por conformação, de acordo com o projecto e a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 6.1. Os instrumentos de medição e verificação são calibrados garantindo a fiabilidade dos resultados.
- CD 6.2. Os instrumentos de medição utilizados na verificação, são adequados às dimensões, forma e tolerâncias especificadas no plano de trabalho.
- CD 6.3. Os procedimentos requeridos na utilização de cada instrumento de medição são cumpridos de modo a evitar erros de medida.
- CD 6.4. As peças são medidas para verificar que estão dentro das tolerâncias, formas, dimensões e acabamento de acordo com o projecto.
- CD 6.5. Os instrumentos de medição e verificação são conservados em todo o processo de trabalho.
- CD 6.6. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são usados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 7: Realizar manutenção de primeiro nível do posto de trabalho (máquina, equipamentos e espaço), com a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 7.1. Os instrumentos de medição utilizados no processo de conformação são verificados e calibrados de acordo com os parâmetros de padronização, garantindo a fiabilidade.
- CD 7.2. As máquinas, equipamentos e espaços são arrumados garantindo as condições de saúde, higiene, segurança e ambiente.
- CD 7.3. Os elementos desgastados são substituídos para garantir o bom funcionamento da máquina.
- CD 7.4. Os depósitos de fluidos lubrificantes e refrigerantes são mantidos com os níveis e as características adequadas garantindo a sua funcionalidade.
- CD 7.5. As operações de manutenção de primeiro nível tais como lubrificação e limpeza das máquinas são realizadas de acordo com as características da máquina, o plano de trabalho e as especificações do manual do fabricante.
- CD 7.6. Os componentes susceptíveis de lubrificação são lubrificados com a periodicidade estabelecida pelo fabricante.
- CD 7.7. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de manutenção são aplicados no decorrer do trabalho em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.
- CD 7.8. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**Contexto profissional:**

**Meios de produção**

Máquinas/ferramentas de conformação (martelos, prensas, laminadores, quinadeira, calandras e fieiras). Acessórios de conformação. Sistemas de fixação. Elevadores e meios de transporte. Equipamento de Protecção Individual. Instrumentos de medição e de teste. Ferramentas manuais. Equipamentos de Protecção Ambiental.

**Produtos e resultados**

Produtos conformados de diferentes materiais, formas e acabamentos.

**Informação utilizada ou gerada**

Planos de fabricação. Catálogos de materiais e ferramentas. Manuais de máquinas e acessórios. Parâmetros de conformação. Acessórios. Padrões de qualidade. Regulamentos de prevenção de riscos profissionais. Folha de instruções para conformar. Características de lubrificantes. Tabelas oficinais.

**UC4: PROGRAMAR E PREPARAR MÁQUINAS DE COMANDO NUMÉRICO (CNC) PARA USINAGEM (UC194\_3)**

**Código: UC194\_3**

**Nível: 3**

**Elementos de competência (EC) e Critérios de Desempenho (CD)**

**EC 1: Realizar o programa de computação de controlo numérico (CNC) para usinagem, a partir do projecto.**

- CD 1.1.** A programação da máquina é feita com base no tipo de usinagem, tipo de ferramenta, velocidade de trabalho e material.
- CD 1.2.** A trajetória da ferramenta é definida de acordo com a estratégia dos movimentos de usinagem.
- CD 1.3.** O programa CNC é realizado tendo em conta:
- As características da máquina, tais como potência, velocidade, etc;
  - As características do controlo numérico como tipo do controlo, codificação das funções;
  - As dimensões de partida da peça a trabalhar;
  - O tamanho da série, a forma geométrica e os acabamentos superficiais da peça a trabalhar;
  - O “zero” máquina/ peça;
  - O tipo da ferramenta e os acessórios necessários;
  - O armazenamento e a alimentação automática das ferramentas;
- CD 1.4.** Os parâmetros da operação de usinagem, tais como velocidade, avanço, profundidade de corte, posição da ferramenta, são determinados de acordo com as características do material e do procedimento estabelecido.
- CD 1.5.** O programa CNC estabelece com sucesso a ordem cronológica das operações, as ferramentas utilizadas, os parâmetros de funcionamento e as trajetórias.
- CD 1.6.** O programa é simulado ou testado em vazio na máquina para verificar se a usinagem é viável e se desenvolve numa sequência lógica.
- CD 1.7.** A programação da máquina permite variar ou ajustar alguns parâmetros de modo a adaptar a outros trabalhos.
- CD 1.8.** O referencial inicial definido no programa CNC é adequado à posição da peça na máquina e a trajetória, cumprindo com os requisitos das especificações do projecto.
- CD 1.9.** O movimento da peça, a alternância sequencial das ferramentas e a velocidade de usinagem de cada fase são estabelecidos no programa.
- CD 1.10.** O programa CNC é introduzido na máquina através de dispositivos periféricos ou transferidos de outro computador.

**EC 2: Montar as ferramentas e sistemas de fixação das peças na máquina, de acordo com o processo estabelecido e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 2.1.** As ferramentas e acessórios são preparados de acordo com características da operação a ser executada e em conformidade com as tolerâncias a serem alcançadas.
- CD 2.2.** A máquina é verificada relativamente à sua lubrificação que permite o seu funcionamento.
- CD 2.3.** O fluido de corte está em condições de uso em segurança.
- CD 2.4.** As montagens dos acessórios são realizadas com ferramentas adequadas, garantindo condições de segurança.
- CD 2.5.** As ferramentas de corte são verificadas relativamente a seu bom estado de afiação e conservação.

- CD 2.6. As ferramentas e acessórios de fixação das peças são regulados em função da operação a executar.
- CD 2.7. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente, do processo de montagem de ferramentas, são aplicadas no trabalho.
- CD 2.8. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 3: Montar as peças na máquina, utilizando as ferramentas e procedimentos adequados, com a qualidade exigida e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 3.1. Os dispositivos de fixação são montados de modo a garantir os apertos de acordo com a forma, dimensões e processo de usinagem sem danificar a peça.
- CD 3.2. As montagens são realizadas com ferramentas adequadas cumprindo os apertos recomendados pelo fabricante da máquina.
- CD 3.3. A centragem e alinhamento da peça são realizados com a precisão exigida no processo.
- CD 3.4. As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente são aplicadas na montagem e fixação das peças.
- CD 3.5. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 4: Verificar dimensionalmente as peças usinadas de acordo com o projecto e a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 4.1. Os instrumentos de medição e verificação são calibrados garantindo a fiabilidade dos resultados.
- CD 4.2. Os instrumentos de medição utilizados na verificação são adequados às dimensões, forma e tolerâncias especificadas no plano de trabalho.
- CD 4.3. Os procedimentos requeridos na utilização de cada instrumento de medição são cumpridos de modo a evitar erros de medida.
- CD 4.4. As peças são medidas para verificar que estão dentro das tolerâncias, formas, dimensões e acabamento de acordo com o projecto.
- CD 4.5. A conservação e os cuidados com os instrumentos de medição e verificação são aplicados em todo o processo de trabalho; Os instrumentos de medição e verificação são conservados em todo o processo de trabalho.
- CD 4.6. Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são usados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

**EC 5: Realizar manutenção de primeiro nível do posto de trabalho (máquina, equipamentos e espaço), com a qualidade exigida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

- CD 5.1. Os instrumentos de medição utilizados no processo de usinagem são verificados e calibrados de acordo com os parâmetros de padronização, garantindo a fiabilidade.
- CD 5.2. As máquinas, equipamentos e espaços são arrumados garantindo as condições de saúde, higiene, segurança e ambiente.
- CD 5.3. Os elementos desgastados são substituídos para garantir o bom funcionamento da máquina.
- CD 5.4. Os depósitos de fluidos lubrificantes e refrigerantes são mantidos com os níveis e as características adequadas garantindo a sua funcionalidade.
- CD 5.5. Os componentes susceptíveis de lubrificação são lubrificados com a periodicidade estabelecida pelo fabricante.
- CD 5.6. As operações de manutenção de primeiro nível tais como lubrificação e limpeza das máquinas são realizadas de acordo com as características da máquina, o plano de trabalho e as especificações do manual do fabricante.

- CD 5.7.** As medidas de saúde, higiene, segurança e ambiente do processo de manutenção são aplicadas no decorrer do trabalho em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.
- CD 5.8.** Os equipamentos de protecção individual (EPI) e segurança são utilizados em conformidade com as normas e regulamentos em vigor.

### **Contexto profissional:**

#### **Meios de produção**

Equipamentos e *software* de programação. Dispositivos periféricos da comunicação CNC. Ferramentas de corte. Instrumentos de medição e de teste. Sistemas de fixação. Máquinas/ferramentas de CNC (torno, fresadora, engenho de furar). Grampos e ferramentas de fixação. Elevadores e meios de transporte. Equipamento de Protecção Individual. Acessórios de usinagem. Ferramentas manuais. Equipamentos de Protecção Ambiental.

#### **Produtos e resultados**

Programas de comando numérico (CNC). Produtos usinados por máquinas de comando numérico de diferentes materiais, formas e acabamentos.

#### **Informação utilizada ou gerada**

Planos de fabricação. Catálogos de materiais e ferramentas. Manuais de máquinas. Programação de comando numérico (CNC). Acessórios. Padrões de qualidade. Regulamentos de prevenção de riscos profissionais. Folha de instruções para usinagem. Características de lubrificantes e refrigerantes. Tabelas oficiais.

## **PROGRAMA FORMATIVO ASSOCIADO AO PERFIL PROFISSIONAL**

**MET003\_3**

**USINAGEM**

<b>PROGRAMA FORMATIVO DA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL</b>			
<b>Código</b>	MET003_3	<b>Denominação</b>	USINAGEM
<b>Nível</b>	3	<b>Família Profissional</b>	Metalomecânica
<b>Duração indicativa (Horas)</b>		1.200	
<b>Unidades de competência</b>	<b>N.º</b>	<b>Denominação</b>	<b>Código</b>
	1	Operar máquinas/ferramentas pelo processo de corte com levantamento de aparas.	UC191_3
	2	Operar máquinas/ferramentas pelo processo de erosão.	UC192_3
	3	Operar máquinas/ferramentas pelo processo de conformação.	UC193_3
	4	Programar e preparar máquinas de comando numérico (CNC) para usinagem.	UC194_3

<b>MÓDULOS FORMATIVOS</b>			<b>UNIDADES FORMATIVAS</b>	
<b>N.º</b>	<b>Denominação</b>	<b>Código</b>	<b>Denominação</b>	<b>Código</b>
1	Usinagem pelo processo de corte com levantamento de aparas. (380 h)	MF191_3	Interpretação das especificações técnicas nos processos de usinagem. (40 h)	UF298
			Metrologia. (60 h)	UF299
			Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem. (30 h)	UF300
			Usinagem pelo processo de corte com levantamento de aparas. (250 h)	UF301
2	Usinagem pelo processo de erosão. (280 h)	MF192_3	Interpretação das especificações técnicas nos processos de erosão. (40 h)	UF302
			Metrologia. (60 h)	UF299
			Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem. (30 h)	UF300
			Usinagem pelo processo de erosão. (150 h)	UF303
3	Conformação dos materiais. (280 h)	MF193_3	Interpretação das especificações técnicas nos processos de conformação. (40 h)	UF304
			Metrologia. (60 h)	UF299
			Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem. (30 h)	UF300
			Conformação dos materiais. (150 h)	UF305
4	Programação e preparação de máquinas de usinagem por CNC. (280 h)	MF194_3	Interpretação das especificações técnicas nos processos de usinagem. (40 h)	UF298
			Metrologia. (60 h)	UF299
			Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem. (30 h)	UF300
			Preparação de máquinas de usinagem por CNC. (70 h)	UF306
			Programação de máquinas de usinagem por CNC. (90 h)	UF307
<b>MT_MET003</b>			<b>Módulo formativo em contexto real de trabalho (360 horas)</b>	

## MÓDULOS FORMATIVOS (MF)

MF1: USINAGEM PELO PROCESSO DE CORTE COM LEVANTAMENTO DE APARAS		
Código: MF191_3	Nível: 3	Duração: 380 Horas
Associado à UC191_3: Operar máquinas/ferramentas pelo processo de corte com levantamento de aparas.		

### SUBDIVISÃO DO MÓDULO EM UNIDADES FORMATIVAS

	Código
■ UNIDADE FORMATIVA 1: INTERPRETAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS NOS PROCESSOS DE USINAGEM	UF298
■ UNIDADE FORMATIVA 2: METROLOGIA	UF299
■ UNIDADE FORMATIVA 3: PREVENÇÃO DE RISCOS PROFISSIONAIS E AMBIENTAIS NA USINAGEM	UF300
■ UNIDADE FORMATIVA 4: USINAGEM PELO PROCESSO DE CORTE COM LEVANTAMENTO DE APARAS	UF301

### UNIDADE FORMATIVA 1: UF298 – Interpretação das Especificações Técnicas nos Processos de Usinagem (40 HORAS)

#### Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)

**C1: Analisar a informação técnica utilizada na fabricação do produto a usinar por levantamento de aparas, identificando o material, as dimensões iniciais, as fases de operação, as máquinas e os meios necessários.**

CA 1.1. Interpretar as informações gráficas (simbologia, elementos normalizados, vistas, cortes, seções, detalhes, cotas, etc.) dos planos de fabricação que permitem a descrição dos processos de usinagem por levantamento de aparas.

CA 1.2. Relacionar as formas, dimensões e qualidades representadas no plano com os procedimentos de usinagem adequados para obtê-los.

CA 1.3. Identificar as máquinas e instrumentos de trabalho necessários para obter o produto representado nos planos de fabricação por levantamento de aparas.

**C2: Descrever o processo de usinagem, ordenando as operações de acordo com a sequência de produção, relacionando cada operação com as máquinas, os instrumentos de controlo de medição e verificação, os parâmetros e as especificações.**

CA 2.1. Descrever como obter as diferentes formas geométricas (cilindros, cones, furos, perfis, ranhuras, estrias, prismas, roscas, etc.) das peças por levantamento de aparas.

CA 2.2. Seleccionar a máquina apropriada para realizar as formas geométricas da usinagem por levantamento de aparas.

CA 2.3. Identificar os diferentes meios de verificação aplicáveis ao controlo das formas a obter por usinagem por levantamento de aparas.

**C3: Determinar os parâmetros de corte e as especificações de ferramentas e gerar um plano de execução das operações de usinagem.**

CA 3.1. Descrever as características fundamentais das ferramentas de corte e relacionar suas aplicações, assim como seu procedimento de fixação e regulação.

- CA 3.2.** Calcular os parâmetros de corte (velocidade de corte, avanço, profundidade ...) tendo em conta as variáveis que afetam a usinagem (material da peça, material da ferramenta, a qualidade da superfície, o fluido refrigerante, a operação, a tolerância e condições de funcionamento).
- CA 3.3.** Elaborar um plano de execução de usinagem, para obter uma peça por levantamento de aparas, partindo da informação gráfica contida no plano de fabricação, definindo:
- As etapas e fases;
  - As operações;
  - Os instrumentos de controlo;
  - As ferramentas de corte;
  - Os parâmetros de corte;
  - O processo de trabalho;

## Conteúdos:

### 1. Interpretação dos planos para usinagem.

- 1.1. A representação espacial e sistemas de representação:
  - 1.1.1. Métodos de representação.
  - 1.1.2. Simbologia, cotagem.
  - 1.1.3. Tolerâncias dimensionais e geométricas.
  - 1.1.4. Vistas, cortes e seções.
  - 1.1.5. Detalhes e roturas.
  - 1.1.6. Esboços de peças e esquemas.
- 1.2. Aplicação de elementos básicos de medição e verificação (paquímetro, micrómetro, goniómetro, relógio comparador, rugosímetro, verificadores, etc.).
- 1.3. Interpretação de catálogos e ofertas comerciais.

### 2. Ferramentas para levantamento de aparas.

- 2.1. Funções, formas e diferentes geometrias do corte.
- 2.2. Composição e revestimentos da ferramenta.
- 2.3. Elementos, estruturas e componentes das ferramentas.
- 2.4. Avanços das ferramentas.
- 2.5. Adequação de parâmetros:
  - 2.5.1. Velocidade de corte.
  - 2.5.2. Avanço.
  - 2.5.3. Penetração.
- 2.6. Desgaste e vida da ferramenta.
- 2.7. Otimização das ferramentas.
- 2.8. Estudo do fenómeno da formação de aparas:
  - 2.8.1. Os parâmetros que a definem.
  - 2.8.2. Defeitos na formação de aparas.

### 3. Acessórios e elementos auxiliares para fabricação de usinagem por levantamento de aparas.

- 3.1. Alimentadores de peças.
- 3.2. Descrição dos sistemas de fixação:
  - 3.2.1. Sistemas de fixação.
  - 3.2.2. Sistemas de suporte.
- 3.3. Descrição de acessórios de fixação de centrado:
  - 3.3.1. Sistemas automáticos de centralização.
  - 3.3.2. Centralização manual.
- 3.4. Instrumentos de verificação.

3.5. Sistemas de verificação de paralelismo, de planicidade e ângulos de uma peça.

#### **4. Tecnologia de usinagem por levantamento de aparas.**

4.1. Os processos de fabricação e controlo metrológico.

4.2. Formas e qualidades que são obtidos com as máquinas por levantamento de aparas:

4.2.1. Geometrias de usinagem.

4.2.2. Acabamentos superficiais.

4.3. Descrição das operações de usinagem:

4.3.1. Operações manuais.

4.3.2. Centrar, facear, cilindrar, punçoar, furar, escarear, roscar, etc.

4.3.3. Operações especiais de usinagem.

### **Requisitos básicos do contexto formativo**

#### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

#### **Professor / Formador:**

O professor ou formador deve:

- Possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- Ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- Ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

### **Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 2: UF299 – Metrologia (60 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Verificar que o material da peça tem as propriedades mecânicas e as dimensões requeridas na documentação técnica e no plano de execução.**

- CA 1.1. Verificar a propriedade mecânica da dureza do material da peça, por meio de ensaio de dureza, em comparação com os requisitos do processo técnico.
- CA 1.2. Selecionar o tipo de material e sua forma, em função das especificações técnicas do plano de execução (barra sólida, tubo, material de corte ou perfis).
- CA 1.3. Verificar que nas peças pré-conformadas se tem as condições necessárias (excesso de material ou excedente, etc.), para garantir a adequada usinagem da peça.

**C2: Identificar os instrumentos de medição e comparação especificados no plano de execução para cada uma das operações de usinagem.**

- CA 2.1. Descrever os instrumentos de medição e verificação relacionando-as com suas aplicações, sua amplitude de medição e a precisão necessária.
- CA 2.2. Selecionar os instrumentos de medição e verificação de acordo com as especificações técnicas exigidas no plano de execução.

**C3: Aplicar técnicas de medição e verificação das peças usinadas, garantindo a fiabilidade da recolha de dados e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 3.1. Descrever as condições ambientais e de limpeza que devem cumprir o espaço onde ele é medido, os instrumentos de verificação e a peça.
- CA 3.2. Associar os instrumentos de verificação, com os parâmetros a verificar.
- CA 3.3. Explicar os erros que ocorrem na medição, devido ao instrumento ou processo e como corrigi-los.
- CA 3.4. Descrever os procedimentos de verificação de acordo com os instrumentos.
- CA 3.5. Explicar a utilização e manutenção dos instrumentos de verificação.
- CA 3.6. Explicar os métodos de calibração, sua frequência e adequação (idoneidade) do equipamento de ensaio.
- CA 3.7. Verificar a calibragem dos equipamentos de verificação, mediante padrões, para garantir seu correto funcionamento e a precisão das medições.
- CA 3.8. Medir e verificar as peças, utilizando adequadamente os instrumentos de controlo e evitando os erros derivados da utilização dos instrumentos pelo verificador.
- CA 3.9. Numa situação prática, devidamente caracterizada, de medição e verificação de uma peça usinada:
  - Verificar as condições ambientais e de limpeza;
  - Manipular a peça garantindo que não haja danos;
  - Selecionar os instrumentos de medição e verificação em função das características a verificar e da peça;
  - Verificar que a calibração dos instrumentos de medição e verificação está atualizada;
  - Medir ou verificar a peça de acordo com os protocolos estabelecidos;
  - Manipular os instrumentos de verificação garantindo sua perfeita condição de conservação;
  - Inscrever as medidas realizadas no suporte especificado;
  - Estabelecer as ações corretivas para resolver os desvios detetados;
  - Manipular a peça e os instrumentos de medição e verificação cumprindo as normas de prevenção dos riscos profissionais e ambientais;

## Conteúdos:

### 1. Metrologia

- 1.1. Conceito de medição.
- 1.2. Sistemas de Unidades.
- 1.3. Medições lineares e angulares.
- 1.4. Medições especiais:
  - 1.4.1. Roscas.
  - 1.4.2. Engrenagens.
- 1.5. Procedimentos de medição e verificação.
- 1.6. Técnicas de medição:
  - 1.6.1. Dimensional.
  - 1.6.2. Trigonometria.
- 1.7. Formas geométricas.
- 1.8. Instrumentos de medição e comparação do produto usinado.
- 1.9. Instrumentos de medição direta:
  - 1.9.1. Paquímetro. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.2. Micrómetro de exteriores ou interiores. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.3. Suta ou goniómetro: tipos e funcionamento.
  - 1.9.4. Relógio Comparador: tipos e funcionamento.
  - 1.9.5. Normas de manutenção e conservação.
- 1.10. Instrumentos de verificação:
  - 1.10.1. Verificação de planicidade, paralelismo e magnitudes lineares.
  - 1.10.2. Verificadores de rosca, de ângulos e de folga.
  - 1.10.3. Bitolas.

### 2. Técnicas para verificação do produto usinado.

- 2.1. Simbologia de usinagem e acabamento superficial.
- 2.2. Técnicas de medição, instrumentos: goniómetro, comparadores, rugosímetro.
- 2.3. Acabamento superficial, parâmetros de rugosidade média e máxima.
- 2.4. Verificação da rugosidade de peças com rugosímetro: forma, tamanho e grau de acabamento.
- 2.5. Durómetro: Escalas de dureza aplicadas em função dos materiais.
- 2.6. Verificação de dureza com durómetros. Interpretação de tabelas.
- 2.7. Precisão e apreciação.
- 2.8. Erros de medição e de verificação.
- 2.9. Classificação dos erros:
  - 2.9.1. Erros relativo aos instrumentos de medição: calibração, estado de conservação e utilização inadequada.
  - 2.9.2. Erros relativos ao verificador: leitura falsa por erro de paralelismo e de paralaxe ou pressão de contato incorreta.
  - 2.9.3. Erros relativo à peça: forma geométrica e acabamento.
  - 2.9.4. Influência das condições ambientais: temperatura e humidade.
  - 2.9.5. Frequência das calibrações.

### 3. Controlo de qualidade do produto usinado.

- 3.1. Defeitos típicos de qualidade que apresentam as peças usinadas e as possíveis causas.

### Requisitos básicos do contexto formativo

#### Espaços:

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

#### Professor / Formador:

O professor ou formador deve:

- Possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- Ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- Ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

### Requisitos de acesso ao módulo formativo:

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 3: UF300 – Prevenção de Riscos Profissionais e Ambientais na Usinagem (30 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Analisar as medidas de prevenção, segurança e protecção ambiental nas acções de manipulação das instalações e dos equipamentos, contidos nos planos de segurança das empresas do sector.**

- CA 1.1. Especificar os aspectos da norma de prevenção e de segurança, relacionados com os riscos de manipulação das instalações e dos equipamentos.
- CA 1.2. Identificar e avaliar os factores de risco, assim como as medidas preventivas e correctivas para os mesmos, incluindo a conservação e correcta utilização dos equipamentos de protecção individual e colectiva.
- CA 1.3. Identificar os requisitos de protecção ambiental resultantes da utilização de produtos poluentes.
- CA 1.4. Descrever os requisitos das áreas de trabalho e os procedimentos para a sua preparação, identificação dos riscos laborais específicos e das acções correctivas apropriadas.
- CA 1.5. Analisar as medidas sanitárias básicas, técnicas de primeiros socorros e transporte de acidentados em diferentes tipos de acidentes.
- CA 1.6. Definir os direitos e deveres do empregado e da empresa em matéria de prevenção e segurança.
- CA 1.7. Analisar os protocolos de acção para possíveis emergências, tais como:
  - Identificar as pessoas responsáveis das tarefas específicas;
  - Informar das disfunções e casos perigosos observados;
  - Proceder à evacuação de edifícios, de acordo com os procedimentos estabelecidos, em caso de emergência.

**C2: Adoptar as medidas de segurança e controlar o seu cumprimento em todas as situações de trabalho da actividade de soldadura.**

- CA 2.1. Analisar os factores e situações de risco para a segurança e as medidas de prevenção e protecção aplicáveis na actividade de usinagem.
- CA 2.2. Identificar os riscos (corte, queimadura, traumatismo ...) e o nível de perigo que envolvem a manipulação das peças usinadas, acessórios, ferramentas manuais, equipamentos e na utilização das instalações empregadas no processo de usinagem.
- CA 2.3. Descrever os elementos de segurança (protecções, alarmes, medidas de emergência...) das instalações e equipamento assim como os sistemas (partidas, paragens,...) e o vestuário (calçados, protecção ocular, protecção auditiva, vestuário ...) a ser utilizado em diferentes operações efectuadas na usinagem.
- CA 2.4. Interpretar os aspectos mais relevantes do regulamento e dos planos de segurança relativos a direitos e deveres do trabalhador e da empresa, partilha de funções e responsabilidades, medidas preventivas, sinalizações, normas específicas, actuação em caso de acidente e de emergência.
- CA 2.5. Identificar as medidas de actuação em situações de emergência, em caso de acidentes, com a utilização de equipamentos de combate a incêndios, procedimentos de controlo, avisos e alarmes, técnicas sanitárias básicas e de primeiros socorros e planos de emergência e evacuação.
- CA 2.6. Numa situação prática, devidamente caracterizada por operações de usinagem:
  - Determinar as condições de segurança requeridas nas operações de preparação e processo de usinagem;
  - Estabelecer as medidas de segurança e de precaução a serem tomadas de acordo com as normas e instruções específicas aplicáveis às diversas operações;
- CA 2.7. Explicar os sistemas e procedimentos adequados para a gestão e eliminação de resíduos na actividade de usinagem.

**CA 2.8.** Identificar os efeitos ambientais dos resíduos contaminantes e outros efeitos originados da actividade de usinagem.

## Conteúdos:

### 1. Noções básicas sobre segurança e saúde no trabalho.

- 1.1. Trabalho e saúde.
- 1.2. Riscos profissionais.
- 1.3. Os factores de risco.
- 1.4. Consequências e danos resultantes do trabalho:
  - 1.4.1. Acidente de trabalho.
  - 1.4.2. Doença profissional.
  - 1.4.3. Outras patologias resultantes do trabalho.
  - 1.4.4. Repercussões económica e no funcionamento.
- 1.5. Legislação básica para a prevenção de riscos profissionais.
- 1.6. Os organismos públicos relacionados com a saúde e segurança no trabalho.

### 2. Riscos gerais e sua prevenção.

- 2.1. Risco na utilização das ferramentas e equipamentos.
- 2.2. Riscos na manipulação de sistemas e instalações.
- 2.3. Riscos no armazenamento e transporte de cargas.
- 2.4. Riscos associados ao ambiente de trabalho:
  - 2.4.1. A exposição a agentes físicos, químicos ou biológicos.
  - 2.4.2. Fogo.
- 2.5. Riscos decorrentes da carga de trabalho:
  - 2.5.1. A fadiga física.
  - 2.5.2. A fadiga mental.
  - 2.5.3. A insatisfação no trabalho.
- 2.6. A protecção da segurança e a saúde dos trabalhadores:
  - 2.6.1. A protecção colectiva.
  - 2.6.2. A protecção individual.
  - 2.6.3. Tipos de acidentes.
  - 2.6.4. Avaliação primária dos feridos.
  - 2.6.5. Primeiros socorros.
  - 2.6.6. Socorrismo.
  - 2.6.7. Emergências.
  - 2.6.8. Planos de emergência e de evacuação.
  - 2.6.9. Informações de apoio para acções de emergência.

### 3. Prevenção de riscos específicos na usinagem.

- 3.1. Identificar os riscos de manuseamento e armazenagem.
  - 3.1.1. Fogo.
  - 3.1.2. Explosão.
- 3.2. Identificar os riscos de equipamentos e instalações:
  - 3.2.1. Quedas.
  - 3.2.2. Projeção de partículas.
- 3.3. Os recursos de segurança nas máquinas:
  - 3.3.1. Proteções.
  - 3.3.2. Alarmes.
  - 3.3.3. Etapas de emergência.
- 3.4. O contacto com substâncias corrosivas.

- 3.5. Toxicidade e perigosidade ambiental (massas lubrificantes, lubrificantes e óleos).
- 3.6. Equipamentos de protecção colectiva (os exigidos pelo processo de usinagem).
- 3.7. Equipamento de protecção individual (botas de segurança, capacete, óculos, ...).

#### **4. Normas de prevenção de riscos laborais e meio ambientais na usinagem.**

- 4.1. Técnicas e elementos de protecção. Avaliação de riscos.
- 4.2. Gestão ambiental. Tratamento de resíduos.
- 4.3. Aspectos legislativos e normativos.
- 4.4. O impacto económico e desempenho.

### **Requisitos básicos do contexto formativo**

#### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

#### **Professor / Formador:**

O professor ou formador deve:

- Possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- Ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- Ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

### **Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 4: UF301 – Usinagem pelo processo de corte com levantamento de aparas (250 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Realizar as operações de preparação para usinagem por levantamento de aparas, empregando os equipamentos e meios necessários a partir de especificações, documentação técnica e do plano de execução elaborado, cumprindo com as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 1.1. Descrever os sistemas de fixação das peças para a usinagem por levantamento de aparas.
- CA 1.2. Explicar os procedimentos de montagem e alinhamento dos acessórios nas máquinas.
- CA 1.3. Explicar os processos de centragem e alinhamento da peça na máquina
- CA 1.4. Verificar e realizar os ajustes e a regulação da máquina.
- CA 1.5. Identificar os meios adequados para a manipulação de peças tendo em conta a forma, peso e dimensões.
- CA 1.6. Selecionar as ferramentas, de acordo com os requisitos de forma, de geometria e de dureza estabelecidos no plano de fabricação.
- CA 1.7. Numa situação prática de preparação da máquina-ferramenta para usinagem de uma peça:
  - Limpar a peça e acessórios de fixação para a correcta montagem;
  - Utilizar os elementos de transporte e de elevação de peças, de acordo com as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais;
  - Fixar a peça na máquina;
  - Aplicar os sistemas de centragem e alinhamento necessários que permitam a correcta orientação da peça para sua posterior usinagem;
  - Selecionar a ferramenta de acordo com a operação de usinagem;
  - Executar a afiação das ferramentas seguindo as normas estabelecidas;
  - Montar as ferramentas de corte na máquina;
  - Verificar o desgaste da ferramenta e efetuar os ajustes na máquina;
  - Centrar e alinhar os acessórios e a peça com os diferentes eixos da máquina;
  - Corrigir os parâmetros de usinagem em função da máquina e o acabamento a obter;
  - Preparar a máquina-ferramenta, ajustando os parâmetros, cumprindo as normas de segurança e usando os equipamentos de proteção individual exigidos;
  - Limpar e organizar a área de trabalho.

**C2: Operar máquinas-ferramenta para a usinagem de peças por levantamento de aparas, cumprindo com as especificações do plano de fabricação e execução, a qualidade exigida e as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 2.1. Explicar o funcionamento das máquinas-ferramenta por levantamento de aparas empregues na usinagem das peças.
- CA 2.2. Descrever as normas a cumprir para prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem.
- CA 2.3. Identificar as ações a realizar para a manutenção de primeiro nível das máquinas/ferramentas por levantamento de aparas.
- CA 2.4. Descrever os efeitos das tensões internas do material e possíveis consequências na usinagem.
- CA 2.5. Identificar os elementos que requerem manutenção:
  - Executar as operações de manutenção de primeiro nível (lubrificação, limpeza, ajustagens e regulação);
  - Verificar o nível do depósito de óleo.

**CA 2.6.** Numa situação prática de execução de usinagem de uma peça, a partir de um processo definido e dos planos de execução:

- Selecionar a matéria-prima que melhor se adequa, tanto em propriedades mecânicas como dimensionais, segundo as especificações do plano de fabricação;
- Fixar a peça;
- Identificar as ferramentas de corte necessárias para a usinagem;
- Preparar a geometria e dimensões da ferramenta de corte;
- Regular os mecanismos (velocidades, avanços, limitadores de fim de curso, etc.) das máquinas;
- Preparar e manipular a máquina e os acessórios, cumprindo as normas de segurança e usando os equipamentos de proteção individual exigidos;
- Regularizar as superfícies de centragem e/ou de referência em conformidade com o processo definido;
- Realizar nas máquinas, as operações necessárias para executar a usinagem, seguindo o plano de execução, e cumprindo as normas segurança;
- Verificar a centralização e alinhamento da peça em cada nova etapa;
- Usinar a peça;
- Corrigir as irregularidades do processo atuando sobre os parâmetros da máquina, a ferramenta de corte ou as condições de usinagem;
- Verificar as dimensões e a forma da peça antes de remove-la da fixação;
- Realizar a inspeção da peça usinada, identificando "defeitos" e causas que os provocam;
- Limpar e organizar a área de trabalho.

## Conteúdos:

### 1. Máquinas-ferramenta para a usinagem por levantamento de aparas:

#### 1.1. Torno:

1.1.1. Tipos de tornos, constituição e características.

1.1.2. Aplicações e operações principais de torneamento: cilindragem, mandrilagem, faceamento, furação, sangramento e rosqueamento.

1.1.3. Disposição de engrenagens na caixa Norton, a lira ou caixa de avanços.

#### 1.2. Fresadora:

1.2.1. Tipos de fresadora, constituição e características.

1.2.2. Aplicações e operações principais de fresagem: faceamento, furação, escateis, ranhuras, engrenagens, etc.

#### 1.3. Furadora: tipos e principais operações:

#### 1.4. Limadora.

#### 1.5. Escateladora.

#### 1.6. Mandriladora.

### 2. Acessórios auxiliares das máquinas-ferramenta para a usinagem.

#### 2.1. Sistemas de fixação das peças:

2.1.1. Mordentes: mecânicos, hidráulicos e pneumáticos.

2.1.2. Esquadro de fixação.

2.1.3. Prato magnético

2.1.4. Prato de grampos.

2.1.5. Lunetas.

2.1.6. Buxas de fixação.

2.1.7. Contra pontos.

#### 2.2. Sistemas de fixação de ferramentas:

2.2.1. Distinção segundo o tipo da máquina.

- 2.3. Avanços do sistema de centragem:
  - 2.3.1. Centreadores mecânicos, luminosos, digitais, laser.
- 2.4. Dispositivos das máquinas-ferramenta:
  - 2.4.1. De comando automático ou manual.
  - 2.4.2. De transmissão ou mecânico.
  - 2.4.3. De regulação.

### **3. Refrigeração:**

- 3.1. Tipos de fluidos de refrigeração.
- 3.2. Influência da refrigeração:
  - 3.2.1. No acabamento.
  - 3.2.2. No desgaste da ferramenta.
  - 3.2.3. Na conservação.

### **4. Afição e adaptação das ferramentas para a usinagem por levantamento de aparas.**

- 4.1. Tipos de máquinas de afiação:
  - 4.1.1. Afiadora.
  - 4.1.2. Retificadora plana.
  - 4.1.3. Retificadora cilíndrica.
  - 4.1.4. Esmeriladora.
- 4.2. Técnicas de afiação.
- 4.3. Avanços de mós.
- 4.4. Ângulos de corte da ferramenta.

### **5. Manutenção das máquinas.**

- 5.1. Objetivo da lubrificação.
- 5.2. Classificação dos produtos lubrificantes:
  - 5.2.1. Estado.
  - 5.2.2. Origem.
  - 5.2.3. Fabricação.
- 5.3. Normas básicas para lubrificação.
- 5.4. Sistemas de lubrificação:
  - 5.4.1. Utilização de massas lubrificantes.
  - 5.4.2. Bicos de lubrificação e depósito de lubrificantes.
  - 5.4.3. Bombas de lubrificação.

## **Requisitos básicos do contexto formativo**

### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

### **Professor / Formador:**

O professor ou formador deve:

- Possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- Ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- Ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

---

**Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

<b>MF2: USINAGEM PELO PROCESSO DE EROSÃO</b>		
<b>Código: MF192_3</b>	<b>Nível: 3</b>	<b>Duração: 280 Horas</b>
<b>Associado à UC192_3: Operar máquinas/ferramentas pelo processo de erosão.</b>		

### SUBDIVISÃO DO MÓDULO EM UNIDADES FORMATIVAS

	<b>Código</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 1:</b> INTERPRETAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS NOS PROCESSOS DE EROSÃO	<b>UF302</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 2:</b> METROLOGIA	<b>UF299</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 3:</b> PREVENÇÃO DE RISCOS PROFISSIONAIS E AMBIENTAIS NA USINAGEM	<b>UF300</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 4:</b> USINAGEM PELO PROCESSO DE EROSÃO	<b>UF303</b>

### **UNIDADE FORMATIVA 1: UF302 – Interpretação das especificações técnicas nos processos de erosão (40 HORAS)**

#### **Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Analisar a informação técnica utilizada na fabricação do produto a usinar por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais, determinando o material, dimensões da partida, fases de operação, máquinas e meios necessários.**

CA 1.1. Interpretar as informações gráficas (simbologia, elementos normalizados, vistas, cortes, secções, detalhes, cotas,...) dos planos de fabricação que permitem a descrição dos processos de usinagem por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais.

CA 1.2. Relacionar as formas, dimensões e qualidades representadas no plano com os procedimentos de usinagem por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais adequados para obtê-los.

CA 1.3. Identificar as máquinas e instrumentos de trabalho necessários para obter o produto representado nos planos de fabricação por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais.

**C2: Descrever o processo de usinagem por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais, ordenando as operações de acordo com a sequência de produção, relacionando cada operação com as máquinas, os instrumentos de controlo de medição e verificação, parâmetros e especificações.**

CA 2.1. Descrever como obter as diferentes formas geométricas das peças por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais.

CA 2.2. Seleccionar a máquina ou equipamentos apropriados para realizar as formas geométricas do usinagem por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais.

CA 2.3. Identificar os diferentes meios de verificação aplicáveis ao controlo das formas a obter por usinagem por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais.

CA 2.4. Determinar os acessórios e procedimentos de fixação e centralização das peças nas principais operações de usinagem por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais.

CA 2.5. Determinar, em função da geometria e das características da peça a usinar, o melhor procedimento, aplicando os critérios de rentabilidade (tempo de usinagem, os custos de consumíveis...).

**CA 2.6.** Identificar as aplicações dos diferentes procedimentos especiais de corte (eletroerosão, plasma, ultrassom, laser, jato de água...) e explicar as limitações de cada procedimento (alturas de trabalho, tipos de materiais maquináveis ...).

**C3: Determinar os parâmetros e as especificações de ferramentas e gerar um plano de execução das operações de usinagem por abrasão, eletroerosão ou procedimentos especiais.**

**CA 3.1.** Descrever as características fundamentais das ferramentas de corte (mós, eletrodos, fios, discos,...) e relacionar suas aplicações, assim como seu procedimento de fixação e regulação.

**CA 3.2.** Calcular os parâmetros de corte (velocidade de corte, avanço, profundidade, intensidade de corrente, tempo de impulso e intervalos...) tendo em conta as variáveis que afetam a usinagem (material da peça, material da ferramenta, a qualidade da superfície, tipo de tolerância e condições de funcionamento...).

**CA 3.3.** Estruturar e listar num plano de execução (etapas, fases, características, esboços de operação, instrumentos de controlo, parâmetros de corte...) os procedimentos de trabalho para obter uma peça por abrasão, electroeroção e procedimentos especiais, a partir das informações gráficas especificadas no plano de fabricação.

**Conteúdos:**

**1. Interpretação dos planos para usinagem por erosão.**

- 1.1. A representação espacial e sistemas de representação:
  - 1.1.1. Métodos de representação.
  - 1.1.2. Simbologia e cotação.
  - 1.1.3. Tolerâncias dimensionais e geométricas.
  - 1.1.4. Vistas, cortes e secções.
  - 1.1.5. Detalhes e roturas.
  - 1.1.6. Esboços de peças e esquemas.
- 1.2. Utilização de elementos básicos de medição (paquímetro, micrómetro, goniómetro, relógio comparador, rugosímetro, verificadores, etc....).

**2. Ferramentas para usinagem por abrasão, eletroerosão e procedimentos especiais.**

- 2.1. Funções, formas e diferentes geometrias do corte.
- 2.2. Composição da ferramenta.
- 2.3. Elementos, estruturas e componentes das ferramentas.
- 2.4. Avanços das ferramentas.
- 2.5. Adequação de parâmetros:
  - 2.5.1. Velocidade de corte.
  - 2.5.2. Avanço.
  - 2.5.3. Penetração.
  - 2.5.4. Intensidade de corrente.
  - 2.5.5. Tempo de impulso e pausa.
- 2.6. Materiais para as ferramentas (mós, eletrodos, fio,...).
- 2.7. Desgaste e vida da ferramenta.
- 2.8. Otimização das ferramentas.

**3. Acessórios e elementos auxiliares para fabricação de usinagem por abrasão, eletroerosão e procedimentos especiais.**

- 3.1. Alimentadores de peças.
- 3.2. Descrição dos acessórios de fixação:
  - 3.2.1. Sistemas de fixação.
  - 3.2.2. Sistemas de suporte.
  - 3.2.3. Tolerâncias dimensionais e geométricas.

- 3.2.4. Vistas, cortes e secções.
- 3.2.5. Detalhes e roturas.
- 3.2.6. Esboços de peças e esquemas.
- 3.3. Descrição de acessórios de centralização:
  - 3.3.1. Sistemas automáticos de centralização.
  - 3.3.2. Centralização manual.
- 3.4. Instrumentos de verificação.
- 3.5. Sistemas de verificação do paralelismo, da planicidade e dos ângulos de uma peça:

#### **4. Tecnologia de usinagem por abrasão, eletroerosão e procedimentos especiais.**

- 4.1. Os processos de fabricação e controlo metrológico.
- 4.2. Formas e qualidades que são obtidas com as máquinas por abrasão, eletroerosão e procedimentos especiais.
  - 4.2.1. Geometrias de usinagem.
  - 4.2.2. Acabamentos superficiais.
- 4.3. Descrição das operações de usinagem:
  - 4.3.1. Operações manuais.
  - 4.3.2. Penetração, rotação, esmerilado, corte, rectificação.
- 4.4. Operações especiais de usinagem.

#### **Requisitos básicos do contexto formativo**

##### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

##### **Professor / Formador:**

O professor ou formador deve:

- Possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- Ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- Ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### **Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 2: UF299 – Metrologia (60 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Verificar que o material da peça tem as propriedades mecânicas e as dimensões requeridas na documentação técnica e no plano de execução.**

- CA 1.1. Verificar a propriedade mecânica da dureza do material da peça, por meio de ensaio de dureza, em comparação com os requisitos do processo técnico.
- CA 1.2. Selecionar o tipo de material e sua forma, em função das especificações técnicas do plano de execução (barra sólida, tubo, material de corte ou perfis).
- CA 1.3. Verificar que as peças pré-conformadas se tem as condições necessárias (excesso de material ou excedente, etc.), para garantir a adequada usinagem da peça.

**C2: Identificar os instrumentos de medição e comparação especificados no plano de execução para cada uma das operações de usinagem.**

- CA 2.1. Descrever os instrumentos de medição e verificação relacionando-as com suas aplicações, sua amplitude de medição e a precisão necessária.
- CA 2.2. Selecionar os instrumentos de medição e verificação de acordo com as especificações técnicas exigidas no plano de execução.

**C3: Aplicar técnicas de medição e verificação das peças usinadas, garantindo a fiabilidade da recolha de dados e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 3.1. Descrever as condições ambientais e de limpeza que devem cumprir o espaço onde ele é medido, os instrumentos de verificação e a peça.
- CA 3.2. Associar os instrumentos de verificação, com os parâmetros a verificar.
- CA 3.3. Explicar os erros que ocorrem na medição, devido ao instrumento ou processo e como corrigi-los.
- CA 3.4. Descrever os procedimentos de verificação de acordo com os instrumentos.
- CA 3.5. Explicar a utilização e manutenção dos instrumentos de verificação.
- CA 3.6. Explicar os métodos de calibração, sua frequência e adequação (idoneidade) do equipamento de ensaio.
- CA 3.7. Verificar a calibragem dos equipamentos de verificação, mediante padrões, para garantir seu correto funcionamento e a precisão das medições.
- CA 3.8. Medir e verificar as peças, utilizando adequadamente os instrumentos de controlo e evitando os erros derivados da utilização dos instrumentos pelo verificador.
- CA 3.9. Numa situação prática, devidamente caracterizada, de medição e verificação de uma peça usinada:
  - Verificar as condições ambientais e de limpeza;
  - Manipular a peça garantindo que não haja danos;
  - Selecionar os instrumentos de medição e verificação em função das características a verificar e da peça;
  - Verificar que a calibração dos instrumentos de medição e verificação está atualizada;
  - Medir ou verificar a peça de acordo com os protocolos estabelecidos;
  - Manipular os instrumentos de verificação garantindo sua perfeita condição de conservação;
  - Inscrever as medidas realizadas no suporte especificado;
  - Estabelecer as ações corretivas para resolver os desvios detetados;
  - Manipular a peça e os instrumentos de medição e verificação cumprindo as normas de prevenção dos riscos profissionais e ambientais.

## Conteúdos

### 1. Metrologia.

- 1.1. Conceito de medição.
- 1.2. Sistemas de Unidades.
- 1.3. Medições lineares e angulares.
- 1.4. Medições especiais:
  - 1.4.1. Roscas.
  - 1.4.2. Engrenagens.
- 1.5. Procedimentos de medição e verificação.
- 1.6. Técnicas de medição:
  - 1.6.1. Dimensional.
  - 1.6.2. Trigonometria.
- 1.7. Formas geométricas.
- 1.8. Instrumentos de medição e comparação do produto usinado.
- 1.9. Instrumentos de medição direta:
  - 1.9.1. Paquímetro. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.2. Micrómetro de exteriores ou interiores. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.3. Suta ou goniómetro: tipos e funcionamento.
  - 1.9.4. Relógio Comparador: tipos e funcionamento.
  - 1.9.5. Normas de manutenção e conservação.
- 1.10. Instrumentos de verificação:
  - 1.10.1. Verificação de planicidade, paralelismo e magnitudes lineares.
  - 1.10.2. Verificadores de rosca, de ângulos e de folga.
  - 1.10.3. Bitolas.

### 2. Técnicas para verificação do produto usinado.

- 2.1. Simbologia de usinagem e acabamento superficial.
- 2.2. Técnicas de medição, instrumentos: goniómetro, comparadores, rugosímetro.
- 2.3. Acabamento superficial, parâmetros de rugosidade média e máxima.
- 2.4. Verificação da rugosidade de peças com rugosímetro: forma, tamanho e grau de acabamento.
- 2.5. Durómetro: Escalas de dureza aplicadas em função dos materiais.
- 2.6. Verificação de dureza com durómetros. Interpretação de tabelas.
- 2.7. Precisão e apreciação.
- 2.8. Erros de medição e de verificação.
- 2.9. Classificação dos erros:
  - 2.9.1. Erros relativo aos instrumentos de medição: calibração, estado de conservação e utilização inadequada.
  - 2.9.2. Erros relativos ao verificador: leitura falsa por erro de paralelismo e de paralaxe ou pressão de contato incorreta.
  - 2.9.3. Erros relativo à peça: forma geométrica e acabamento.
  - 2.9.4. Influência das condições ambientais: temperatura e humidade.
  - 2.9.5. Frequência das calibrações.

### 3. Controlo de qualidade do produto usinado.

- 3.1. Defeitos típicos de qualidade que apresentam as peças usinadas e as possíveis causas.

## Requisitos básicos do contexto formativo

### Espaços:

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

**Professor / Formador:**

O professor ou formador deve:

- Possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- Ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- Ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

**Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 3: UF300 – Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem (30 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Analisar as medidas de prevenção, segurança e protecção ambiental nas ações de manipulação das instalações e dos equipamentos de usinagem, contidos nos planos de segurança das empresas do setor.**

- CA 1.1. Especificar os aspectos da norma de prevenção e de segurança, relacionadas com os riscos de manipulação das instalações e dos equipamentos.
- CA 1.2. Identificar e avaliar os fatores de risco, assim como as medidas preventivas e corretivas para os mesmos, a conservação e correta utilização dos equipamentos de protecção individual e coletiva.
- CA 1.3. Identificar os requisitos de protecção ambiental resultantes da utilização de produtos poluentes.
- CA 1.4. Descrever os requisitos das áreas de trabalho e os procedimentos para a sua preparação, identificação dos riscos laborais específicos e das ações corretivas apropriadas.
- CA 1.5. Analisar as medidas sanitárias básicas, técnicas de primeiros socorros e transporte de acidentados em diferentes tipos de acidentes.
- CA 1.6. Definir os direitos e deveres do empregado e da empresa em matéria de prevenção e segurança.
- CA 1.7. Analisar os protocolos de ação para possíveis emergências, tais como:
  - Identificar as pessoas responsáveis das tarefas específicas;
  - Informar das disfunções e casos perigosos observados;
  - Proceder à evacuação de edifícios, de acordo com os procedimentos estabelecidos, em caso de emergência.

**C2: Adotar as medidas de segurança e controlar o seu cumprimento em todas as situações de trabalho da actividade de usinagem.**

- CA 2.1. Analisar os factores e situações de risco para a segurança e as medidas de prevenção e protecção aplicáveis na actividade de usinagem.
- CA 2.2. Identificar os riscos (corte, queimadura, traumatismo ...) e o nível de perigo que envolvem a manipulação das peças usinadas, acessórios, ferramentas manuais, equipamentos e na utilização das instalações empregadas no processo de usinagem.
- CA 2.3. Descrever os elementos de segurança (protecções, alarmes, medidas de emergência,...) das instalações e equipamento assim como os sistemas (partidas, paragens,...) e o vestuário (calçados, protecção ocular, vestuário ...) a ser utilizado em diferentes operações efectuadas na usinagem.
- CA 2.4. Interpretar os aspectos mais relevantes do regulamento e dos planos de segurança relativos a direitos e deveres do trabalhador e da empresa, partilha de funções e responsabilidades, medidas preventivas, sinalizações, normas específicas e actuação em caso de acidente e de emergência.
- CA 2.5. Identificar as medidas de actuação em situações de emergência, em caso de acidentes, com a utilização de equipamentos de combate a incêndios, procedimentos de controlo, avisos e alarmes, técnicas sanitárias básicas de primeiros socorros e planos de emergência e evacuação.
- CA 2.6. Numa situação prática, devidamente caracterizada por operações de usinagem:
  - Determinar as condições de segurança requeridas nas operações de preparação e processo de usinagem;
  - Estabelecer as medidas de segurança e de precaução a serem tomadas de acordo com as normas e instruções específicas aplicáveis às diversas operações.
- CA 2.7. Explicar os sistemas e procedimentos adequados para a gestão e eliminação de resíduos na actividade de usinagem.

**CA 2.8.** Identificar os efeitos ambientais dos resíduos contaminantes e outros efeitos originados da actividade de usinagem.

## Conteúdos

### 1. Noções básicas sobre segurança e saúde no trabalho.

- 1.1. Trabalho e saúde.
- 1.2. Riscos profissionais.
- 1.3. Os factores de risco.
- 1.4. Consequências e danos resultantes do trabalho:
  - 1.4.1. Acidente de trabalho.
  - 1.4.2. Doença profissional.
  - 1.4.3. Outras patologias resultantes do trabalho.
  - 1.4.4. Repercussões económica e no funcionamento.
- 1.5. Legislação básica para a prevenção de riscos profissionais.
- 1.6. Os organismos públicos relacionados com a saúde e segurança no trabalho.

### 2. Riscos gerais e sua prevenção.

- 2.1. Risco na utilização das ferramentas e equipamentos.
- 2.2. Riscos na manipulação de sistemas e instalações.
- 2.3. Riscos no armazenamento e transporte de cargas.
- 2.4. Riscos associados ao ambiente de trabalho:
  - 2.4.1. A exposição a agentes físicos, químicos ou biológicos.
  - 2.4.2. Fogo.
- 2.5. Riscos decorrentes da carga de trabalho:
  - 2.5.1. A fadiga física.
  - 2.5.2. A fadiga mental.
  - 2.5.3. A insatisfação no trabalho.
- 2.6. A protecção da segurança e a saúde dos trabalhadores:
  - 2.6.1. A protecção coletiva.
  - 2.6.2. A protecção individual.
  - 2.6.3. Tipos de acidentes.
  - 2.6.4. Avaliação primária dos feridos.
  - 2.6.5. Primeiros socorros.
  - 2.6.6. Socorrismo.
  - 2.6.7. Emergências.
  - 2.6.8. Planos de emergência e de evacuação.
  - 2.6.9. Informação de apoio para ações de emergência.

### 3. Prevenção de riscos específicos na usinagem.

- 3.1. Identificar os riscos de manuseamento e armazenagem.
  - 3.1.1. Fogo.
  - 3.1.2. Explosão.
- 3.2. Identificar os riscos de equipamentos e instalações.
  - 3.2.1. Quedas.
  - 3.2.2. Projeção de partículas.
- 3.3. Os recursos de segurança nas máquinas:
  - 3.3.1. Protecções.
  - 3.3.2. Alarmes.
  - 3.3.3. Etapas de emergência.
- 3.4. O contato com substâncias corrosivas.
- 3.5. Toxicidade e perigosidade ambiental (massas lubrificantes, lubrificantes e óleos).
- 3.6. Equipamentos de protecção coletiva (os exigidas pelo processo de usinagem).
- 3.7. Equipamento de protecção individual (botas de segurança, capacete, óculos.).

#### **4. Normas de prevenção de riscos laborais e meio ambientais na usinagem.**

- 4.1. Técnicas e elementos de protecção. Avaliação de riscos.
- 4.2. Gestão ambiental. Tratamento de resíduos.
- 4.3. Aspectos legislativos e normativos.
- 4.4. O impacto económico e desempenho.

#### **Requisitos básicos do contexto formativo**

##### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

##### **Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### **Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 4: UF303 – Usinagem pelo processo de erosão (150 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Executar as operações de preparação para a usinagem por abrasão, empregando os equipamentos e meios necessários a partir da documentação e especificações técnicas, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 1.1. Descrever os sistemas de fixação da peça para a usinagem por abrasão.
- CA 1.2. Explicar os procedimentos da montagem e alinhamento dos acessórios e fixação das peças.
- CA 1.3. Descrever as condições de limpeza das peças, acessórios e ferramentas para utilização e conservação.
- CA 1.4. Identificar os meios adequados para a manipulação das peças tendo em conta a forma, peso e dimensões.
- CA 1.5. Numa situação prática de montagem, balanceamento e reavivamento de ferramentas abrasivas, segundo as especificações técnicas e os processos de segurança estabelecidos:
  - Verificar que as características da ferramenta abrasiva selecionada são apropriadas para a operação a ser executada, em função do material e grau de acabamento da superfície;
  - Equilibrar a ferramenta abrasiva para eliminar as excentricidades e irregulares;
  - Determinar a frequência do reavivamento da ferramenta abrasiva para manter as formas e capacidade de corte;
  - Manipular as ferramentas e a máquina cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais;
  - Dar o formato ao perfil da mó necessário para conformação de perfis e secções especiais ou complexos.
- CA 1.6. Numa situação prática de preparação de uma retificadora para a usinagem de uma peça, segundo as especificações técnicas e os processos de segurança estabelecidos:
  - Fixar a peça na retificadora;
  - Montar as mós na retificadora;
  - Centrar e alinhar a ferramenta e a peça com os diferentes eixos da retificadora;
  - Verificar o desgaste da mó;
  - Manipular a peça e a máquina cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais;
  - Corrigir os parâmetros de usinagem em função da máquina e do acabamento da peça a retificar.

**C2: Operar máquinas/ferramentas para usinagem por abrasão, electro-erosão e procedimentos especiais, a partir das especificações do processo a obter e a qualidade requerida, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 2.1. Explicar a utilização das máquinas-ferramenta de abrasão empregadas na usinagem das peças.
- CA 2.2. Descrever os comportamentos necessários para cumprir as normas de prevenção de riscos profissionais e proteção ambiental.
- CA 2.3. Explicar os processos de verificação das peças usinadas por abrasão.
- CA 2.4. Identificar as ações a realizar para a manutenção de primeiro nível das máquinas/ferramentas por abrasão.
- CA 2.5. Identificar os elementos que requerem manutenção:
  - Executar as operações de manutenção de primeiro nível (lubrificação, limpeza).
  - Verificar o nível dos depósitos de lubrificação.
- CA 2.6. Numa situação prática de usinagem por abrasão de uma peça, a partir dos planos de fabricação e a peça pré-conformada:

- Identificar a ferramenta abrasiva necessária para a rectificação;
- Perfilar a ferramenta abrasiva (se necessário);
- Selecionar os parâmetros de corte (velocidade tangencial, profundidade de corte, avanço longitudinal...) a partir da documentação técnica;
- Regular os mecanismos (comes, excêntricos, final de curso,...) das máquinas;
- Executar as operações de fixação da peça, tendo em conta as características da máquina e do processo;
- Orientar e regular o fluxo (caudal) de refrigerante;
- Executar as operações de usinagem seguindo a folha de processo de abrasão;
- Verificar a centralização e alinhamento da peça;
- Retificar a peça;
- Verificar as dimensões e a forma da peça antes de remover o acessório de fixação;
- Manipular a peça e a máquina cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.

**C3: Executar as operações de preparação e usinagem por electro-erosão e procedimentos especiais (plasma, ultra-som, laser, jacto de água...), empregando os equipamentos e meios necessários a partir das especificações do processo, obtendo a qualidade requerida e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 3.1. Descrever os sistemas de fixação da peça para a mecanização por electro-erosão e procedimentos especiais.
- CA 3.2. Explicar os procedimentos de montagem e alinhamento dos utensílios de fixação de peças.
- CA 3.3. Explicar os processos de centragem e alinhamento das peças na *utilaje* de fixação e máquina de electro-erosão.
- CA 3.4. Descrever as condições de limpeza das peças, **utiles** e ferramentas para utilização e conservação.
- CA 3.5. Identificar os meios adequados para a manipulação as peças tendo em conta a forma, peso e dimensões.
- CA 3.6. Explicar os processos de verificação das peças usinadas por electro-erosão e procedimentos especiais.
- CA 3.7. Numa situação prática de usinagem por electro-erosão de uma peça, a partir de um processo definido e dos planos de fabricação:
- Identificar os eletrodos e equipamentos necessários para as operações;
  - Selecionar os parâmetros de regulação e controle;
  - Regular os parâmetros de usinagem (intensidade, tempo de descarga, tempo de descanso, avanço o eletrodo...) em função do plano de execução;
  - Montar, alinhar e posicionar o eletrodo para o material a ser usinado;
  - Executar as operações de usinagem seguindo o plano de execução;
  - Verificar o desgaste do eletrodo;
  - Verificar a rugosidade da superfície;
  - Verificar as dimensões e a forma da peça antes de mover do util de a fixação;
  - Manipular a peça e a máquina cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.

## Conteúdos

### 1. Usinagem por abrasão.

- 1.1. Ferramentas de retificação. Mós. Avanços e fatores de corte das mós.
- 1.2. Preparação de retificadora:
  - 1.2.1. Sistemas de fixação da peça. Montagem, alinhamento e centragem das peças e acessórios de fixação.
  - 1.2.2. Sistemas de fixação das mós.

- 1.2.3. Balanceamento de mós.
- 1.2.4. Meios de manipulação das peças.
- 1.2.5. Máquinas de usinagem por abrasão.
- 1.2.6. Tipos de retificação.
- 1.2.7. Componentes da retificadora.
- 1.2.8. Acionamentos da retificadora.
- 1.3. Refrigeração:
  - 1.3.1. Tipos de refrigerante.
  - 1.3.2. Bicos de refrigeração.
- 1.4. Técnicas operativas de retificação:
  - 1.4.1. Cilindros, Cones, Plano.
  - 1.4.2. Capacidades e limitações para a obtenção de formas.
  - 1.4.3. Operações de acabamento.
- 1.5. Prevenção de riscos laborais e proteção do meio ambiente nas retificadoras.
- 1.6. Manutenção do operador nas retificadoras.

## **2. Máquinas e abrasivos.**

- 2.1. Retificadora plana, cilíndrica, sem centros, de perfis e especiais.
- 2.2. Esmerilar. Máquinas de esmerilar.
- 2.3. Afiadora universal.
- 2.4. Formas geométricas possíveis.
- 2.5. Máquinas de acabamento e operações.
- 2.6. Abrasivos. Definição e classes:
  - 2.6.1. Tipos de mós.
  - 2.6.2. Características de uma mó.
  - 2.6.3. Condições de corte na retificação.
  - 2.6.4. Montagem de mós. Precauções gerais.
  - 2.6.5. Processo e importância do balanceamento.
  - 2.6.6. Reavivamento e perfis de mós.
  - 2.6.7. Fluidos de corte. Tipos e aplicações.
  - 2.6.8. Precauções no uso das mós.
  - 2.6.9. Cuidados na armazenagem das mós.
- 2.7. Sistemas de fixação de peças.
- 2.8. Dispositivos das máquinas-ferramenta:
  - 2.8.1. Manual ou automático.
  - 2.8.2. De transmissão ou de mecanismo.
  - 2.8.3. Regulação.

## **3. Usinagem por procedimentos especiais.**

- 3.1. Aplicações especiais e materiais empregados por:
  - 3.1.1. Corte por plasma.
  - 3.1.2. Corte por jacto de água.
  - 3.1.3. Corte a laser.
  - 3.1.4. Usinagem por laser.
  - 3.1.5. Usinagem por ultra-som.

## **4. Usinagem por electro-erosão das peças.**

- 4.1. Princípios de funcionamento.
- 4.2. Máquinas de electro-erosão empregadas na usinagem das peças.
- 4.3. Técnicas operacionais por electro-erosão empregadas na usinagem das peças: Preparação de máquina, Electro-erosão.
- 4.4. Capacidades e limitações para a obtenção de formas.
- 4.5. Material mais comum do electrodo.

- 4.6. Fixação da peça e electrodo.
- 4.7. Montagem, centragem e alinhamento do electrodo sobre a peça.
- 4.8. Parâmetros programáveis do gerador:
  - 4.8.1. Regulação.
  - 4.8.2. Controlo de profundidade.
  - 4.8.3. Erosão orbital: aplicações e características.
- 4.9. Líquidos dieléctricos.
- 4.10. Métodos de limpeza durante a usinagem. Eliminação de resíduos da área de usinagem por pressão ou aspiração.
- 4.11. Sistemas de fixação de peças. Meios de manipulação das peças.
- 4.12. Normas de protecção de riscos profissionais e ambientais empregadas no processo de electro-erosão.
- 4.13. Manutenção de primeiro nível das máquinas de electro-erosão:

## 5. Manutenção de máquinas.

- 5.1. Objetivo da lubrificação.
- 5.2. Classificação dos produtos lubrificantes:
  - 5.2.1. Estado.
  - 5.2.2. Origem.
  - 5.2.3. Obtenção.
- 5.3. Normas básicas para a lubrificação.
- 5.4. Sistemas de lubrificação:
  - 5.4.1. Utilização de lubrificadores.
  - 5.4.2. Anel e câmara de lubrificação.
  - 5.4.3. Banho de óleo.
  - 5.4.4. Bombeamento.
  - 5.4.5. Outros sistemas de engrase.

## Requisitos básicos do contexto formativo do Módulo

### Espaços:

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

### Professor / Formador:

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

## Requisitos de acesso ao módulo formativo:

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º, 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

<b>MF3: CONFORMAÇÃO DOS MATERIAIS</b>		
<b>Código: MF193_3</b>	<b>Nível: 3</b>	<b>Duração: 280 Horas</b>
<b>Associado à UC193_3: Operar máquinas/ferramentas pelo processo de conformação.</b>		

#### SUBDIVISÃO DO MÓDULO EM UNIDADES FORMATIVAS

	<b>Código</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 1:</b> INTERPRETAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS NOS PROCESSOS DE CONFORMAÇÃO	<b>UF304</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 2:</b> METROLOGIA	<b>UF299</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 3:</b> PREVENÇÃO DE RISCOS PROFISSIONAIS E AMBIENTAIS NA USINAGEM	<b>UF300</b>
■ <b>UNIDADE FORMATIVA 4:</b> CONFORMAÇÃO DOS MATERIAIS	<b>UF305</b>

**UNIDADE FORMATIVA 1: UF304** – Interpretação das especificações técnicas nos processos de conformação (40 HORAS)

#### Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)

**C1: Analisar a informação técnica utilizada na fabricação do produto por conformação, identificando o material, as dimensões iniciais, fases de operação, máquinas e meios necessários.**

CA 1.1. Interpretar as informações gráficas (simbologia, elementos normalizados, vistas, cortes, seções, detalhes, cotas, etc...) dos planos de fabricação que permitem a descrição dos processos de usinagem por conformação.

CA 1.2. Relacionar as formas, dimensões e qualidades representadas no plano com os procedimentos de usinagem por conformação adequados para obtê-los.

CA 1.3. Identificar as máquinas e instrumentos de trabalho necessários para obter o produto representado nos planos de fabricação por conformação.

**C2: Descrever o processo de usinagem por conformação, ordenando as operações de acordo com a sequência de produção, relacionando cada operação com as máquinas, os instrumentos de controlo de medição e verificação, parâmetros e especificações.**

CA 2.1. Descrever como obter as diferentes formas geométricas (furos, perfis, ângulos, ranhuras, embutidos, quinagem...) das peças por conformação.

CA 2.2. Selecionar a máquina apropriada para realizar as formas geométricas de usinagem por conformação.

CA 2.3. Identificar os diferentes meios de verificação aplicáveis ao controlo das formas a obter por usinagem por conformação.

**C3: Determinar os parâmetros e as especificações das ferramentas e gerar um plano de execução das operações de usinagem por conformação.**

CA 3.1. Descrever as características fundamentais das ferramentas e acessórios de conformação, suas aplicações, assim como seu procedimento de fixação e regulação.

CA 3.2. Calcular os parâmetros de conformação (velocidade de corte, pressão...) tendo em conta as variáveis que afetam a usinagem (material da peça, material da ferramenta, a qualidade da superfície, tipo de tolerância e condições de funcionamento... ).

CA 3.3. Elaborar um plano de execução de usinagem, para obter uma peça por conformação, partindo da informação gráfica contida no plano de fabricação, definindo:

- As etapas e fases;
- As operações;
- Os instrumentos de controlo;
- As ferramentas e acessórios;
- Os sistemas de fixação;
- Os parâmetros de conformação;
- O processo de trabalho.

## Conteúdos:

### 1. Interpretação dos planos para conformação.

- 1.1. A representação espacial e sistemas de representação:
  - 1.1.1. Métodos de representação.
  - 1.1.2. Simbologia e cotagem.
  - 1.1.3. Tolerâncias dimensões e geométricas.
  - 1.1.4. Vistas, cortes e seções.
  - 1.1.5. Detalhes e roturas.
  - 1.1.6. Esboços de peças e esquemas.
- 1.2. Utilização de elementos básicos de medição (paquímetro, micrometro,...).
- 1.3. Interpretação de catálogos e ofertas comerciais.

### 2. Ferramenta de fixação para conformação.

- 2.1. Definição dos acessórios.
- 2.2. Esboços de definição de acessórios.
- 2.3. Cálculo de secções.
- 2.4. Qualidade de fixação.
- 2.5. Tipos de união.

### 3. Processo de usinagem de corte e conformação.

- 3.1. Descrição das operações com máquinas-ferramenta para corte e conformação.
- 3.2. Obtenção de formas geométricas por conformação:
  - 3.2.1. Orifícios.
  - 3.2.2. Perfis.
  - 3.2.3. Ângulos
  - 3.2.4. Ranhuras.
- 3.3. Processos de conformação.
  - 3.3.1. Estampagem.
  - 3.3.2. Quinagem.
  - 3.3.3. Embutimento
  - 3.3.4. Trefilação
  - 3.3.5. Calandragem.
  - 3.3.6. Estiragem
- 3.4. Procedimentos de corte e de conformação.
- 3.5. Apertos empregados.
- 3.6. Verificação de formas obtidas.
- 3.7. Formas e qualidades que são obtidos com as máquinas de conformação.
- 3.8. Um plano de execução, folha de processo, folhas de instrução:
  - 3.8.1. Etapas.
  - 3.8.2. Fases e operações.
  - 3.8.3. Esboço das operações

- 3.9. Instrumentos de controlo.
- 3.10. Ferramentas de corte.
- 3.11. Formatos de conformação.
- 3.12. Parâmetros de conformação:
  - 3.12.1. Velocidades de corte.
  - 3.12.2. Trajetórias de corte.
  - 3.12.3. Pressão de ferramentas.
- 3.13. Tempos de operações de conformação:
  - 3.13.1. O tempo de preparação.
  - 3.13.2. Tempo de operações manuais.

### Requisitos básicos do contexto formativo do Módulo

#### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

#### **Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### Requisitos de acesso ao módulo formativo:

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 2: UF299 – Metrologia (60 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Verificar que o material da peça tem as propriedades mecânicas e as dimensões requeridas na documentação técnica e no plano de execução.**

- CA 1.1. Verificar a propriedade mecânica da dureza do material da peça, por meio de ensaio de dureza, em comparação com os requisitos do processo técnico.
- CA 1.2. Selecionar o tipo de material e sua forma, em função das especificações técnicas do plano de execução (barra sólida, tubo, material de corte ou perfis).
- CA 1.3. Verificar que as peças pré-conformadas se tem as condições necessárias (excesso de material ou excedente, etc.), para garantir a adequada usinagem da peça.

**C2: Identificar os instrumentos de medição e comparação especificados no plano de execução para cada uma das operações de usinagem.**

- CA 2.1. Descrever os instrumentos de medição e verificação relacionando-as com suas aplicações, sua amplitude de medição e a precisão necessária.
- CA 2.2. Selecionar os instrumentos de medição e verificação de acordo com as especificações técnicas exigidas no plano de execução.

**C3: Aplicar técnicas de medição e verificação das peças usinadas, garantindo a fiabilidade da recolha de dados e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 3.1. Descrever as condições ambientais e de limpeza que devem cumprir o espaço onde ele é medido, os instrumentos de verificação e a peça.
- CA 3.2. Associar os instrumentos de verificação, com os parâmetros a verificar.
- CA 3.3. Explicar os erros que ocorrem na medição, devido ao instrumento ou processo e como corrigi-los.
- CA 3.4. Descrever os procedimentos de verificação de acordo com os instrumentos.
- CA 3.5. Explicar a utilização e manutenção dos instrumentos de verificação.
- CA 3.6. Explicar os métodos de calibração, sua frequência e adequação (idoneidade) do equipamento de ensaio.
- CA 3.7. Verificar a calibragem dos equipamentos de verificação, mediante padrões, para garantir seu correto funcionamento e a precisão das medições.
- CA 3.8. Medir e verificar as peças, utilizando adequadamente os instrumentos de controlo e evitando os erros derivados da utilização dos instrumentos pelo verificador.
- CA 3.9. Numa situação prática, devidamente caracterizada, de medição e verificação de uma peça usinada:
  - Verificar as condições ambientais e de limpeza;
  - Manipular a peça garantindo que não haja danos;
  - Selecionar os instrumentos de medição e verificação em função das características a verificar e da peça;
  - Verificar que a calibração dos instrumentos de medição e verificação está atualizada;
  - Medir ou verificar a peça de acordo com os protocolos estabelecidos;
  - Manipular os instrumentos de verificação garantindo sua perfeita condição de conservação;
  - Inscrever as medidas realizadas no suporte especificado;
  - Estabelecer as ações corretivas para resolver os desvios detetados;
  - Manipular a peça e os instrumentos de medição e verificação cumprindo as normas de prevenção dos riscos profissionais e ambientais.

## Conteúdos

### 1. Metrologia.

- 1.1. Conceito de medição.
- 1.2. Sistemas de Unidades.
- 1.3. Medições lineares e angulares.
- 1.4. Medições especiais:
  - 1.4.1. Roscas.
  - 1.4.2. Engrenagens.
- 1.5. Procedimentos de medição e verificação.
- 1.6. Técnicas de medição:
  - 1.6.1. Dimensional.
  - 1.6.2. Trigonometria.
- 1.7. Formas geométricas.
- 1.8. Instrumentos de medição e comparação do produto usinado.
- 1.9. Instrumentos de medição direta:
  - 1.9.1. Paquímetro. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.2. Micrómetro de exteriores ou interiores. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.3. Suta ou goniómetro: tipos e funcionamento.
  - 1.9.4. Relógio Comparador: tipos e funcionamento.
  - 1.9.5. Normas de manutenção e conservação.
- 1.10. Instrumentos de verificação:
  - 1.10.1. Verificação de planicidade, paralelismo e magnitudes lineares.
  - 1.10.2. Verificadores de rosca, de ângulos e de folga.
  - 1.10.3. Bitolas.

### 2. Técnicas para verificação do produto usinado.

- 2.1. Simbologia de usinagem e acabamento superficial.
- 2.2. Técnicas de medição, instrumentos: goniómetro, comparadores, rugosímetro.
- 2.3. Acabamento superficial, parâmetros de rugosidade média e máxima.
- 2.4. Verificação da rugosidade de peças com rugosímetro: forma, tamanho e grau de acabamento.
- 2.5. Durómetro: Escalas de dureza aplicadas em função dos materiais.
- 2.6. Verificação de dureza com durómetros. Interpretação de tabelas.
- 2.7. Precisão e apreciação.
- 2.8. Erros de medição e de verificação.
- 2.9. Classificação dos erros:
  - 2.9.1. Erros relativo aos instrumentos de medição: calibração, estado de conservação e utilização inadequada.
  - 2.9.2. Erros relativos ao verificador: leitura falsa por erro de paralelismo e de paralaxe ou pressão de contato incorreta.
  - 2.9.3. Erros relativo a peça: forma geométrica e acabamento
  - 2.9.4. Influência das condições ambientais: temperatura e humidade.
  - 2.9.5. Frequência das calibrações.

### 3. Controlo da qualidade do produto usinado.

- 3.1. Defeitos típicos de qualidade que apresentam as peças usinadas e as possíveis causas.

## Requisitos básicos do contexto formativo do Módulo

### Espaços:

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

**Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 3: UF300 – Prevenção de Riscos Profissionais e Ambientais na usinagem  
(30 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Analisar as medidas de prevenção, segurança e protecção ambiental nas acções de manipulação das instalações e dos equipamentos de usinagem, contidos nos planos de segurança das empresas do setor.**

- CA 1.1. Especificar os aspectos da norma de prevenção e de segurança, relacionadas com os riscos de manipulação das instalações e dos equipamentos.
- CA 1.2. Identificar e avaliar os factores de risco, assim como as medidas preventivas e correctivas para os mesmos, a conservação e correcta utilização dos equipamentos de protecção individual e coletiva.
- CA 1.3. Identificar os requisitos de protecção ambiental resultantes da utilização de produtos poluentes.
- CA 1.4. Descrever os requisitos das áreas de trabalho e os procedimentos para a sua preparação, identificação dos riscos laborais específicos e das acções correctivas apropriadas.
- CA 1.5. Analisar as medidas sanitárias básicas, técnicas de primeiros socorros e transporte de acidentados em diferentes cenários de acidentes.
- CA 1.6. Definir os direitos e deveres do empregado e da empresa em matéria de prevenção e segurança.
- CA 1.7. Analisar os protocolos de acção para possíveis emergências, tais como:
  - Identificar as pessoas responsáveis das tarefas específicas;
  - Informar das disfunções e casos perigosos observados;
  - Proceder à evacuação de edifícios, de acordo com os procedimentos estabelecidos, em caso de emergência.

**C2: Adoptar as medidas de segurança e controlar o seu cumprimento em todas as situações de trabalho da actividade de usinagem.**

- CA 2.1. Analisar os factores e situações de risco para a segurança e as medidas de prevenção e protecção aplicáveis na actividade de usinagem.
- CA 2.2. Identificar os riscos (corte, queimadura, traumatismo ...) e o nível de perigo que envolvem a manipulação das peças usinadas, acessórios, ferramentas manuais, equipamentos e na utilização das instalações empregadas no processo de usinagem.
- CA 2.3. Descrever os elementos de segurança (protecções, alarmes, medidas de emergência,...) das instalações e equipamento assim como os sistemas (partidas, paragens,...) e o vestuário (calçados, protecção ocular, vestuário...) a ser utilizado em diferentes operações efectuadas na usinagem.
- CA 2.4. Interpretar os aspectos mais relevantes do regulamento e dos planos de segurança relativos a: direitos e deveres do trabalhador e da empresa, partilha de funções e responsabilidades, medidas preventivas, sinalizações, normas específicas, actuação em caso de acidente e de emergência.
- CA 2.5. Identificar as medidas de actuação em situações de emergência, em caso de acidentes, com a utilização de equipamentos de combate a incêndios, procedimentos de controlo, avisos e alarmes, técnicas sanitárias básicas de primeiros socorros e planos de emergência e evacuação.
- CA 2.6. Numa situação prática, devidamente caracterizada por operações de usinagem:
  - Determinar as condições de segurança requeridas nas operações de preparação e processo de usinagem;
  - Estabelecer as medidas de segurança e de precaução a serem tomadas de acordo com as normas e instruções específicas aplicáveis às diversas operações.
- CA 2.7. Explicar os sistemas e procedimentos adequados para a gestão e eliminação de resíduos na actividade de usinagem.

**CA 2.8.** Identificar os efeitos ambientais dos resíduos contaminantes e outros efeitos originados da actividade de usinagem.

## Conteúdos

### 1. Noções básicas sobre segurança e saúde no trabalho.

- 1.1. Trabalho e saúde.
- 1.2. Riscos profissionais.
- 1.3. Os factores de risco.
- 1.4. Consequências e danos resultantes do trabalho:
  - 1.4.1. Acidente de trabalho.
  - 1.4.2. Doença profissional.
  - 1.4.3. Outras patologias resultantes do trabalho.
  - 1.4.4. Repercussões económicas e no funcionamento.
- 1.5. Legislação básica para a prevenção de riscos profissionais.
- 1.6. Os organismos públicos relacionados com a saúde e segurança no trabalho.

### 2. Riscos gerais e sua prevenção.

- 2.1. Risco na utilização das ferramentas e equipamentos.
- 2.2. Riscos na manipulação de sistemas e instalações.
- 2.3. Riscos no armazenamento e transporte de cargas.
- 2.4. Riscos associados ao ambiente de trabalho:
  - 2.4.1. A exposição a agentes físicos, químicos ou biológicos;
  - 2.4.2. Fogo;
- 2.5. Riscos decorrentes da carga de trabalho:
  - 2.5.1. A fadiga física;
  - 2.5.2. A fadiga mental;
  - 2.5.3. A insatisfação no trabalho;
- 2.6. A protecção da segurança e a saúde dos trabalhadores.
  - 2.6.1. A protecção coletiva.
  - 2.6.2. A protecção individual.
  - 2.6.3. Tipos de acidentes.
  - 2.6.4. Avaliação primária dos feridos.
  - 2.6.5. Primeiros socorros.
  - 2.6.6. Socorrismo.
  - 2.6.7. Emergências.
  - 2.6.8. Planos de emergência e de evacuação.
  - 2.6.9. Informações de apoio para acções de emergência.

### 3. Prevenção de riscos específicos na usinagem.

- 3.1. Identificar os riscos de manuseamento e armazenagem.
  - 3.1.1. Fogo.
  - 3.1.2. Explosão.
- 3.2. Identificar os riscos de equipamentos e instalações.
  - 3.2.1. Quedas.
  - 3.2.2. Projeção de partículas
- 3.3. Os recursos de segurança nas máquinas.
  - 3.3.1. Protecções.
  - 3.3.2. Alarmes
  - 3.3.3. Etapas de emergência
- 3.4. O contato com substâncias corrosivas.
- 3.5. Toxicidade e perigosidade ambiental (massas lubrificantes, lubrificantes e óleos).
- 3.6. Equipamentos de protecção coletiva (os exigidas pelo processo de usinagem).
- 3.7. Equipamento de protecção individual (botas de segurança, capacete, óculos).

#### **4. Normas de prevenção de riscos laborais e meio ambientais na usinagem.**

- 4.1. Técnicas e elementos de protecção. Avaliação de riscos.
- 4.2. Gestão ambiental. Tratamento de resíduos.
- 4.3. Aspectos legislativos e normativos.
- 4.4. O impacto económico e desempenho.

#### **Requisitos básicos do contexto formativo do Módulo**

##### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

##### **Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### **Requisitos de acesso ao módulo formativo:**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 4: UF305 – Conformação dos materiais (150 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Realizar as operações de preparação para conformação, empregando os equipamentos, ferramentas e meios necessários a partir de especificações e documentação técnica e o plano de execução elaborado, cumprindo com as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 1.1. Identificar os sistemas de fabricação por conformação.
- CA 1.2. Descrever os defeitos mais comuns na conformação de peças e as causas subjacentes.
- CA 1.3. Descrever os procedimentos utilizados no ajuste dos acessórios de conformação (matrizes, punções, embutidores).
- CA 1.4. Realizar a fixação das peças, assegurando seu perfeito aperto, tendo em conta as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.
- CA 1.5. Descrever os acessórios de fixação das peças e o procedimento de aperto e de centragem empregado nos processos de conformação.
- CA 1.6. Numa situação prática de conformação e partindo de uma ferramenta defeituosa, realizar as operações de acabamento necessárias na ferramenta para executar a peça dentro das tolerâncias especificadas no plano de fabricação:
  - Identificar que fatores conduzem ao desgaste da ferramenta;
  - Descrever as máquinas e técnicas características de retificação das ferramentas, assim como as medidas de segurança e precauções a empregar;
  - Descrever as operações de montagem e ajuste dos punções e matrizes;
  - Descrever a importância do jogo entre matriz e punção no processo de corte e sua repercussão sobre a qualidade de corte e desgaste da ferramenta.

**C2: Operar máquinas-ferramenta para a usinagem de peças por conformação, cumprindo com as especificações do plano de fabricação e execução, a qualidade exigida e as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 2.1. Descrever o processo de conformação explicando os fenômenos físicos que se produzem.
- CA 2.2. Explicar o funcionamento das máquinas-ferramenta por conformação empregadas na usinagem das peças.
- CA 2.3. Relacionar os diferentes parâmetros do procedimento de conformação e os resultados que se pretendam obter.
- CA 2.4. Descrever as normas a cumprir para prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem por conformação.
- CA 2.5. Explicar os processos de verificação das peças conformadas.
- CA 2.6. Identificar as ações a realizar para a manutenção de primeiro nível das máquinas/ferramentas por conformação.
- CA 2.7. Identificar os elementos que requerem manutenção:
  - Executar as operações de manutenção de primeiro nível (lubrificação, limpeza, regulação e ajustes);
  - Verificar o nível do óleo no depósito.
- CA 2.8. Numa situação prática de conformação de um conjunto de chapas e perfis, previamente marcados e traçados, partindo dos planos de fabricação e das especificações técnicas:
  - Selecionar as proteções pessoais e ambientais estabelecidas no plano de prevenção de riscos profissionais e ambientais;
  - Selecionar adequadamente o punção e a matriz, comprovando que formam um jogo adequado e que não apresentam defeitos;
  - Comprovar a correta centragem do punção e da matriz;

- Realizar as manobras para a montagem, fixação tendo em conta as características da peça;
- Executar as operações necessárias, variando os parâmetros para alcançar a qualidade exigida, realizando a operação de lubrificação necessária e utilizando os equipamentos de proteção adequados;
- Verificar as dimensões da qualidade exigida.

## Conteúdos

### 1. Máquinas de conformação.

- 1.1. Funcionamento das máquinas/ferramentas para conformação.
- 1.2. Punçoadora.
- 1.3. Prensa.
- 1.4. Martelo.
- 1.5. Quinadeira (convencionais).
- 1.6. Guilhotina.
- 1.7. Calandra.
- 1.8. Fieira.
- 1.9. Trefiladora
- 1.10. Rebordadora.

### 2. Sistemas de fixação de peças no processo de conformação.

- 2.1. Fixação das peças mediante as formas e dimensões.
- 2.2. Obtenção de formas por corte e conformação.
- 2.3. Fixação e centralização correta.
- 2.4. Deformação plástica dos metais.

### 3. Máquinas-ferramenta de corte.

- 3.1. Factores que causam o desgaste de ferramentas.
- 3.2. Afiamento de ferramentas em condições de segurança.
- 3.3. Verificação de acessórios (matrizes, ferramentas de corte, ferramentas de dobrar, conformar).
- 3.4. Montagem e ajuste de punções e matrizes.
- 3.5. Operações manuais de acabamento (limar, amolar, pulir).
- 3.6. Importância do jogo matriz e punção no processo de corte.

### 4. Acessórios e ferramentas de corte e conformação.

- 4.1. Modificação na matriz e moldes para corrigir os desvios na qualidade de produto obtido.
- 4.2. Capacidades e limitações para a obtenção das formas.
- 4.3. Outros procedimentos para a obtenção das formas.
- 4.4. Riscos no manuseio de equipamentos e máquinas.
- 4.5. Operações normais de acabamento: limar, polir, brunir, lapidar, talhar ....
- 4.6. Desgaste da ferramenta (material de trabalho, número de punçoados, material da ferramenta, Diâmetro do punção, jogo de corte, lubrificação).

### 5. Manutenção das máquinas.

- 5.1. Objetivo da lubrificação.
- 5.2. Classificação dos produtos lubrificantes:
  - 5.2.1. Estado.
  - 5.2.2. Origem.
  - 5.2.3. Fabricação
- 5.3. Normas básicas para lubrificação.
- 5.4. Sistemas de lubrificação:
  - 5.4.1. Utilização de massas lubrificantes.
  - 5.4.2. Bicos de lubrificação e depósito de lubrificantes.

#### 5.4.3. Bombas de lubrificação.

#### Requisitos básicos do contexto formativo do Módulo

##### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

##### **Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### Requisitos de acesso ao módulo formativo:

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

MF4: PROGRAMAÇÃO E PREPARAÇÃO DE MÁQUINAS DE USINAGEM POR CNC		
Código: MF194_3	Nível: 3	Duração: 290 Horas
Associado à UC194_3: Programar e preparar máquinas de comando numérico (CNC) para usinagem.		

#### SUBDIVISÃO DO MÓDULO EM UNIDADES FORMATIVAS:

	Código
■ UNIDADE FORMATIVA 1: INTERPRETAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS NOS PROCESSOS DE USINAGEM	UF298
■ UNIDADE FORMATIVA 2: METROLOGIA	UF299
■ UNIDADE FORMATIVA 3: PREVENÇÃO DE RISCOS PROFISSIONAIS E AMBIENTAIS NA USINAGEM	UF300
■ UNIDADE FORMATIVA 4: PREPARAÇÃO DE MÁQUINAS DE USINAGEM POR CNC	UF306
■ UNIDADE FORMATIVA 5: PROGRAMAÇÃO DE MÁQUINAS DE USINAGEM POR CNC	UF307

**UNIDADE FORMATIVA 1: UF298** – Interpretação das especificações técnicas nos processos de usinagem (40 HORAS)

#### Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)

**C1: Analisar a informação técnica utilizada na fabricação do produto a usinar por levantamento de aparas, identificando o material, as dimensões iniciais, as fases de operação, as máquinas e os meios necessários.**

CA 1.1. Interpretar as informações gráficas (simbologia, elementos normalizados, vistas, cortes, seções, detalhes, cotas, etc.) dos planos de fabricação que permitem a descrição dos processos de usinagem por levantamento de aparas.

CA 1.2. Relacionar as formas, dimensões e qualidades representadas no plano com os procedimentos de usinagem adequados para obtê-los.

CA 1.3. Identificar as máquinas e instrumentos de trabalho necessários para obter o produto representado nos planos de fabricação por levantamento de aparas.

**C2: Descrever o processo de usinagem, ordenando as operações de acordo com a sequência de produção, relacionando cada operação com as máquinas, os instrumentos de controlo de medição e verificação, os parâmetros e as especificações.**

CA 2.1. Descrever como obter as diferentes formas geométricas (cilindros, cones, furos, perfis, ranhuras, estrias, prismas, roscas, etc.) das peças por levantamento de aparas.

CA 2.2. Seleccionar a máquina apropriada para realizar as formas geométricas da usinagem por levantamento de aparas.

CA 2.3. Identificar os diferentes meios de verificação aplicáveis ao controlo das formas a obter por usinagem por levantamento de aparas.

**C3: Determinar os parâmetros de corte e as especificações de ferramentas e gerar um plano de execução das operações de usinagem.**

CA 3.1. Descrever as características fundamentais das ferramentas de corte e relacionar suas aplicações, assim como seu procedimento de fixação e regulação.

CA 3.2. Calcular os parâmetros de corte (velocidade de corte, avanço, profundidade...) tendo em conta as variáveis que afetam a usinagem (material da peça, material da ferramenta, a

qualidade da superfície, o fluido refrigerante, a operação, a tolerância e condições de funcionamento).

**CA 3.3.** Elaborar um plano de execução de usinagem, para obter uma peça por levantamento de aparas, partindo da informação gráfica contida no plano de fabricação, definindo:

- As etapas e fases;
- As operações;
- Os instrumentos de controle;
- As ferramentas de corte;
- Os parâmetros de corte;
- O processo de trabalho;

## Conteúdos:

### 1. Interpretação dos planos para usinagem.

- 1.1. A representação espacial e sistemas de representação.
  - 1.1.1. Métodos de representação.
  - 1.1.2. Simbologia, cotagem.
  - 1.1.3. Tolerâncias dimensionais e geométricas.
  - 1.1.4. Vistas, cortes e seções.
  - 1.1.5. Detalhes e roturas.
  - 1.1.6. Esboços de peças e esquemas.
- 1.2. Aplicação de elementos básicos de medição e verificação (paquímetro, micrómetro, goniómetro, relógio comparador, rugosímetro, verificadores, etc.).
- 1.3. Interpretação de catálogos e ofertas comerciais.

### 2. Ferramentas para levantamento de aparas.

- 2.1. Funções, formas e diferentes geometrias do corte.
- 2.2. Composição e revestimentos da ferramenta.
- 2.3. Elementos, estruturas e componentes das ferramentas.
- 2.4. Avanços das ferramentas.
- 2.5. Adequação de parâmetros:
  - 2.5.1. Velocidade de corte.
  - 2.5.2. Avanço.
  - 2.5.3. Penetração.
- 2.6. Desgaste e vida da ferramenta.
- 2.7. Otimização das ferramentas.
- 2.8. Estudo do fenómeno da formação de aparas:
  - 2.8.1. Os parâmetros que a definem.
  - 2.8.2. Defeitos na formação de aparas.

### 3. Acessórios e elementos auxiliares para fabricação de usinagem por levantamento de aparas.

- 3.1. Alimentadores de peças.
- 3.2. Descrição dos sistemas de fixação:
  - 3.2.1. Sistemas de fixação.
  - 3.2.2. Sistemas de suporte.
- 3.3. Descrição de acessórios de fixação de centrado:
  - 3.3.1. Sistemas automáticos de centralização.
  - 3.3.2. Centralização manual.
- 3.4. Instrumentos de verificação.
- 3.5. Sistemas de verificação de paralelismo, de planicidade e ângulos de uma peça.

#### 4. Tecnologia de usinagem por levantamento de aparas.

- 4.1. Os processos de fabricação e controlo metrológico.
- 4.2. Formas e qualidades que são obtidos com as máquinas por levantamento de aparas:
  - 4.2.1. Geometrias de usinagem.
  - 4.2.2. Acabamentos superficiais.
- 4.3. Descrição das operações de usinagem:
  - 4.3.1. Operações manuais.
  - 4.3.2. Centrar, facear, cilindrar, punçoar, furar, escarear, roscar, etc.
  - 4.3.3. Operações especiais de usinagem.

#### Requisitos básicos do contexto formativo

##### Espaços:

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

##### Professor / Formador:

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 2: UF299 – Metrologia (60 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Verificar que o material da peça tem as propriedades mecânicas e as dimensões requeridas na documentação técnica e no plano de execução.**

- CA 1.1. Verificar a propriedade mecânica da dureza do material da peça, por meio de ensaio de dureza, em comparação com os requisitos do processo técnico.
- CA 1.2. Selecionar o tipo de material e sua forma, em função das especificações técnicas do plano de execução (barra sólida, tubo, material de corte ou perfis).
- CA 1.3. Verificar que as peças pré-conformadas se tem as condições necessárias (excesso de material ou excedente, etc.), para garantir a adequada usinagem da peça:

**C2: Identificar os instrumentos de medição e comparação especificados no plano de execução para cada uma das operações de usinagem.**

- CA 2.1. Descrever os instrumentos de medição e verificação relacionando-as com suas aplicações, sua amplitude de medição e a precisão necessária.
- CA 2.2. Selecionar os instrumentos de medição e verificação de acordo com as especificações técnicas exigidas no plano de execução.

**C3: Aplicar técnicas de medição e verificação das peças usinadas, garantindo a fiabilidade da recolha de dados e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

- CA 3.1. Descrever as condições ambientais e de limpeza que devem cumprir o espaço onde ele é medido, os instrumentos de verificação e a peça.
- CA 3.2. Associar os instrumentos de verificação, com os parâmetros a verificar.
- CA 3.3. Explicar os erros que ocorrem na medição, devido ao instrumento ou processo e como corrigi-los.
- CA 3.4. Descrever os procedimentos de verificação de acordo com os instrumentos.
- CA 3.5. Explicar a utilização e manutenção dos instrumentos de verificação.
- CA 3.6. Explicar os métodos de calibração, sua frequência e adequação (idoneidade) do equipamento de ensaio.
- CA 3.7. Verificar a calibragem dos equipamentos de verificação, mediante padrões, para garantir seu correto funcionamento e a precisão das medições:
- CA 3.8. Medir e verificar as peças, utilizando adequadamente os instrumentos de controlo e evitando os erros derivados da utilização dos instrumentos pelo verificador.
- CA 3.9. Numa situação prática, devidamente caracterizada, de medição e verificação de uma peça usinada:
  - Verificar as condições ambientais e de limpeza;
  - Manipular a peça garantindo que não haja danos;
  - Selecionar os instrumentos de medição e verificação em função das características a verificar e da peça;
  - Verificar que a calibração dos instrumentos de medição e verificação está atualizada;
  - Medir ou verificar a peça de acordo com os protocolos estabelecidos;
  - Manipular os instrumentos de verificação garantindo sua perfeita condição de conservação;
  - Inscrever as medidas realizadas no suporte especificado;
  - Estabelecer as ações corretivas para resolver os desvios detetados;
  - Manipular a peça e os instrumentos de medição e verificação cumprindo as normas de prevenção dos riscos profissionais e ambientais.

## Conteúdos:

### 1. Metrologia.

- 1.1. Conceito de medição.
- 1.2. Sistemas de Unidades.
- 1.3. Medições lineares e angulares.
- 1.4. Medições especiais:
  - 1.4.1. Roscas.
  - 1.4.2. Engrenagens.
- 1.5. Procedimentos de medição e verificação.
- 1.6. Técnicas de medição:
  - 1.6.1. Dimensional.
  - 1.6.2. Trigonometria.
- 1.7. Formas geométricas.
- 1.8. Instrumentos de medição e comparação do produto usinado.
- 1.9. Instrumentos de medição direta:
  - 1.9.1. Paquímetro. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.2. Micrómetro de exteriores ou interiores. Tipos, funcionamento e manejo.
  - 1.9.3. Suta ou goniómetro: tipos e funcionamento.
  - 1.9.4. Relógio Comparador: tipos e funcionamento.
  - 1.9.5. Normas de manutenção e conservação.
- 1.10. Instrumentos de verificação:
  - 1.10.1. Verificação de planicidade, paralelismo e magnitudes lineares.
  - 1.10.2. Verificadores de rosca, de ângulos e de folga.
  - 1.10.3. Bitolas.

### 2. Técnicas para verificação do produto usinado.

- 2.1. Simbologia de usinagem e acabamento superficial.
- 2.2. Técnicas de medição, instrumentos: goniómetro, comparadores, rugosímetro.
- 2.3. Acabamento superficial, parâmetros de rugosidade média e máxima.
- 2.4. Verificação da rugosidade de peças com rugosímetro: forma, tamanho e grau de acabamento.
- 2.5. Durómetro: Escalas de dureza aplicadas em função dos materiais.
- 2.6. Verificação de dureza com durómetros. Interpretação de tabelas.
- 2.7. Precisão e apreciação.
- 2.8. Erros de medição e de verificação.
- 2.9. Classificação dos erros:
  - 2.9.1. Erros relativo aos instrumentos de medição: calibração, estado de conservação e utilização inadequada.
  - 2.9.2. Erros relativos ao verificador: leitura falsa por erro de paralelismo e de paralaxe ou pressão de contato incorreta.
  - 2.9.3. Erros relativo a peça: forma geométrica e acabamento.
  - 2.9.4. Influencia das condições ambientais: temperatura e humidade.
  - 2.9.5. Frequencia das calibrações.

### 3. Controlo da qualidade do produto usinado.

- 3.1. Defeitos típicos de qualidade que apresentam as peças usinadas e as possíveis causas.

### Requisitos básicos do contexto formativo

#### Espaços:

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

#### Professor / Formador:

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

### Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 3: UF300 – Prevenção de riscos profissionais e ambientais na usinagem  
(30 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Analisar as medidas de prevenção, segurança e protecção ambiental nas ações de manipulação das instalações e dos equipamentos de usinagem, contidos nos planos de segurança das empresas do setor.**

- CA 1.1. Especificar os aspectos da norma de prevenção e de segurança, relacionados com os riscos de manipulação das instalações e dos equipamentos.
- CA 1.2. Identificar e avaliar os factores de risco, assim como as medidas preventivas e correctivas para os mesmos, a conservação e correcta utilização dos equipamentos de protecção individual e colectiva.
- CA 1.3. Identificar os requisitos de protecção ambiental resultantes da utilização de produtos poluentes.
- CA 1.4. Descrever os requisitos das áreas de trabalho, os procedimentos para a sua preparação, identificação dos riscos laborais específicos e as acções correctivas apropriadas.
- CA 1.5. Analisar as medidas sanitárias básicas, técnicas de primeiros socorros e transporte de acidentados em diferentes cenários de acidentes.
- CA 1.6. Definir os direitos e deveres do empregado e da empresa em matéria de prevenção e segurança.
- CA 1.7. Analisar os protocolos de acção para possíveis emergências, tais como:
  - Identificar as pessoas responsáveis das tarefas específicas;
  - Informar das disfunções e casos perigosos observados;
  - Proceder à evacuação de edifícios, de acordo com os procedimentos estabelecidos, em caso de emergência;

**C2: Adoptar as medidas de segurança e controlar o seu cumprimento em todas as situações de trabalho da actividade de usinagem.**

- CA 2.1. Analisar os factores e situações de risco para a segurança e as medidas de prevenção e protecção aplicáveis na actividade de usinagem.
- CA 2.2. Identificar os riscos (corte, queimadura, traumatismo ...) e o nível de perigo que envolvem a manipulação das peças usinadas, acessórios, ferramentas manuais, equipamentos e na utilização das instalações empregadas no processo de usinagem.
- CA 2.3. Descrever os elementos de segurança (protecções, alarmes, medidas de emergência,) das instalações e equipamento assim como os sistemas (partidas, paragens,...) e o vestuário (calçados, protecção ocular, vestuário ...) a ser utilizado em diferentes operações efectuadas na usinagem.
- CA 2.4. Interpretar os aspectos mais relevantes do regulamento e dos planos de segurança relativos a: direitos e deveres do trabalhador e da empresa, partilha de funções e responsabilidades, medidas preventivas, sinalizações, normas específicas, actuação em caso de acidente e de emergência.
- CA 2.5. Identificar as medidas de actuação em situações de emergência, em caso de acidentes, com a utilização de equipamentos de combate a incêndios, procedimentos de controlo, avisos e alarmes, técnicas sanitárias básicas de primeiros socorros e planos de emergência e evacuação.
- CA 2.6. Numa situação prática, devidamente caracterizada por operações de usinagem:
  - Determinar as condições de segurança requeridas nas operações de preparação e processo de usinagem;
  - Estabelecer as medidas de segurança e de precaução a serem tomadas de acordo com as normas e instruções específicas aplicáveis às diversas operações.
- CA 2.7. Explicar os sistemas e procedimentos adequados para a gestão e eliminação de resíduos na actividade de usinagem.

**CA 2.8.** Identificar os efeitos ambientais dos resíduos contaminantes e outros efeitos originados da actividade de usinagem.

## Conteúdos

### 1. Noções básicas sobre segurança e saúde no trabalho.

- 1.1. Trabalho e saúde.
- 1.2. Riscos profissionais.
- 1.3. Os factores de risco.
- 1.4. Consequências e danos resultantes do trabalho:
  - 1.4.1. Acidente de trabalho.
  - 1.4.2. Doença profissional.
  - 1.4.3. Outras patologias resultantes do trabalho.
  - 1.4.4. Repercussões económicas e no funcionamento.
- 1.5. Legislação básica para a prevenção de riscos profissionais.
- 1.6. Os organismos públicos relacionados com a saúde e segurança no trabalho.

### 2. Riscos gerais e sua prevenção.

- 2.1. Risco na utilização das ferramentas e equipamentos.
- 2.2. Riscos na manipulação de sistemas e instalações.
- 2.3. Riscos no armazenamento e transporte de cargas.
- 2.4. Riscos associados ao ambiental de trabalho:
  - 2.4.1. A exposição a agentes físicos, químicos ou biológicos.
  - 2.4.2. Fogo.
- 2.5. Riscos decorrentes da carga de trabalho:
  - 2.5.1. A fadiga física.
  - 2.5.2. A fadiga mental.
  - 2.5.3. A insatisfação no trabalho.
- 2.6. A protecção da segurança e a saúde dos trabalhadores.
  - 2.6.1. A protecção coletiva.
  - 2.6.2. A protecção individual.
  - 2.6.3. Tipos de acidentes.
  - 2.6.4. Avaliação primária dos feridos.
  - 2.6.5. Primeiros socorros.
  - 2.6.6. Socorrismo.
  - 2.6.7. Emergências.
  - 2.6.8. Planos de emergência e de evacuação.
  - 2.6.9. Informações de apoio para acções de emergência.

### 3. Prevenção de riscos específicos na usinagem.

- 3.1. Identificar os riscos de manuseamento e armazenagem.
  - 3.1.1. Fogo.
  - 3.1.2. Explosão.
- 3.2. Identificar os riscos de equipamentos e instalações.
  - 3.2.1. Quedas.
  - 3.2.2. Projeção de partículas.
- 3.3. Os recursos de segurança nas máquinas.
  - 3.3.1. Protecções.
  - 3.3.2. Alarmes.
  - 3.3.3. Etapas de emergência.
- 3.4. O contato com substâncias corrosivas.
- 3.5. Toxicidade e perigosidade ambiental (massas lubrificantes, lubrificantes e óleos).
- 3.6. Equipamentos de protecção coletiva (os exigidas pelo processo de usinagem).

3.7. Equipamento de proteção individual (botas de segurança, capacete, óculos).

#### **4. Normas de prevenção de riscos laborais e meio ambientais na usinagem.**

- 4.1. Técnicas e elementos de protecção. Avaliação de riscos.
- 4.2. Gestão ambiental. Tratamento de resíduos.
- 4.3. Aspectos legislativos e normativos.
- 4.4. O impacto económico e desempenho.

#### **Requisitos básicos do contexto formativo**

##### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

##### **Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### **Requisitos de acesso ao módulo formativo**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 4: UF306 – Preparação de máquinas de usinagem por CNC (70 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Preparar as máquinas, equipamentos e ferramentas para realizar a usinagem por levantamento de aparas, segundo do plano de execução ou programa CNC, cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

CA 1.1. Identificar os sistemas de fabricação e determinar os elementos das máquinas, acessórios, ferramentas e processo de montagem.

CA 1.2. Relacionar os fatores de qualidade, tolerâncias, material, tempo e rentabilidade com a escolha das máquinas, ferramentas e acessórios.

CA 1.3. Montar ferramentas, acessórios e material a usinar, a partir de um processo definido e dos planos de fabricação:

- Calibrar as ferramentas;
- Executar os apertos de ferramentas e acessórios com os parâmetros adequados;
- Manter as ferramentas e acessórios em boas condições de conservação;
- Ajustar a pressão e direccionar fluxos do refrigerante, de acordo com o processo de usinagem;
- Montar e fixar o material a usinar;
- Montar e calibrar os acessórios de fixação (mordentes, garras, brida, entrepontos...), em função do processo de usinagem;
- Manipular a peça, ferramentas, acessórios e a máquina cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.

CA 1.4. Realizar a manutenção de primeiro nível de elementos de máquinas (lubrificação, refrigerantes, filtros, proteção geral).

**C2: Definir as origens do movimento e as informações necessárias das peças para usinar de acordo com o programa CNC.**

CA 2.1. Definir as superfícies de referência, centrar e definir a origem de movimento, de acordo com o programa CNC.

CA 2.2. Carregar o programa CNC de usinagem utilizando os programas de transmissão de dados se necessário e verificar seu conteúdo.

**Conteúdos**

**1. Verificação de ferramentas e acessórios na usinagem.**

- 1.1. Verificação do estado das ferramentas de corte:
  - 1.1.1. Afição.
  - 1.1.2. Lubrificação.
- 1.2. Verificação de ferramentas e acessórios de fixação.
- 1.3. Manutenção de primeiro nível das máquinas.
  - 1.3.1. Ajustes.
  - 1.3.2. Lubrificação e lubrificantes.
  - 1.3.3. Refrigerantes.
  - 1.3.4. Limpeza.
  - 1.3.5. Descartes de resíduos.
  - 1.3.6. Tensão de correias.
- 1.4. Proteção geral.

**2. Montagem de sistemas de fabricação de ferramentas e acessórios.**

- 2.1. Montagem de sistemas de aperto e fixação: Mordentes, pratos, garras, divisores, entrepontos, tabelas magnéticas, etc.
- 2.2. Fixação de ferramentas e acessórios.

- 2.3. Preparação da montagem: ferramentas e acessórios necessários na usinagem.
- 2.4. Regulação da pressão e direcionamento do caudal de lubrificação.
- 2.5. Regulação de acessórios.
- 2.6. Manutenção de primeiro nível das ferramentas e acessórios.
- 2.7. Usinagem do acessório porta-peças (se necessário).

### **3. Calibração de ferramentas e acessórios para a usinagem.**

- 3.1. Medição dos parâmetros das ferramentas.
  - 3.1.1. Longitude.
  - 3.1.2. Diâmetro
- 3.2. Introdução de parâmetros de medida na tabela de ferramentas:
  - 3.2.1. Longitude.
  - 3.2.2. Diâmetro.
  - 3.2.3. Raio.
  - 3.2.4. Códigos de forma.
  - 3.2.5. Excedente.
  - 3.2.6. Desgaste.
- 3.3. Preparação e ajuste de acessórios de fixação.
  - 3.3.1. Mordentes.
  - 3.3.2. Garras.
  - 3.3.3. Tabela magnética.
  - 3.3.4. Entrepontos.
  - 3.3.5. Nivelamento de ferramentas de corte.

### **4. Posicionamento de peças para a usinagem.**

- 4.1. Definição das superfícies de referência e posicionamento da peça.
- 4.2. Centragem.
- 4.3. Alinhamento.
- 4.4. Origem de movimentos (zero de peça).
- 4.5. Aperto ótimo da peça.
- 4.6. Técnicas de traçagem de peças.
- 4.7. Acessórios e ferramentas.
- 4.8. Precauções.
- 4.9. Execução de traçagem de la peças.
- 4.10. Centros de taladros.
- 4.11. Eixos.
- 4.12. Limites de usinagem.
- 4.13. Linhas de referência.

## **Requisitos básicos do contexto formativo**

### **Espaços:**

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

### **Professor / Formador:**

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.

- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### **Requisitos de acesso ao módulo formativo**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

**UNIDADE FORMATIVA 5: UF307 – Programação de máquinas de usinagem por CNC (90 HORAS)**

**Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)**

**C1: Desenvolver os programas CNC para a fabricação de peças a partir da ordem e processo de fabricação.**

CA 1.1. Aplicar a ordem cronológica correta, da usinagem por CNC para a fabricação das peças.

CA 1.2. Relacionar as funções da linguagem do CNC com as operações de usinagem.

CA 1.3. Codificar e sequenciar as operações de usinagem, a partir das informações que constam (planos, plano de execução, ordem de fabricação,...).

**C2: Programar máquinas de CNC em função do tipo de usinagem, ferramentas, velocidade de trabalho, esforços e tipo de materiais usinados.**

CA 2.1. Identificar as diferentes linguagens do CNC.

CA 2.2. Analisar os fatores de usinagem que determinam a otimização do material da peça, tipo de usinagem, velocidade de corte, profundidade de corte, revoluções da peça ou ferramenta, lubrificantes, acessórios, etc.

CA 2.3. Criar a estrutura do programa CNC (blocos, funções, sintaxe, formato de uma linha de programa).

- Sistemas de coordenadas (cotas absolutas ou incrementais);
- Selecionar as funções auxiliares: Funções e códigos;
- Identificar as funções preparatórias: arredondamento, chanfragens, entradas e saídas tangenciais;
- Compensação da ferramenta;
- Linhas de comando e de controlo: variáveis ou parâmetros, execução de blocos, sub-rotinas, salto, de repetição;
- Ciclos fixos: Tipos e definição.

**C3: Selecionar o tipo de usinagem mais adequada à peça.**

CA 3.1. Identificar a trajetória ótima de usinagem de CNC.

CA 3.2. Determinar a máquina-ferramenta cujas características são otimamente adaptadas para a operação de usinagem.

CA 3.3. Identificar possíveis colisões nas ferramentas ou acessórios.

**C4: Simular a usinagem e otimizar o programa CNC.**

CA 4.1. Otimizar os defeitos detetados na simulação de usinagem:

- Analisar os erros de sintaxe do programa e corrigir a usinagem;
- Eliminar os erros de colisão ou de movimentos rápidos perigosos;
- Identificar melhorias para aumentar a produtividade.

CA 4.2. Armazenar e transmitir dados do programa de CNC na máquina através de dispositivos periféricos:

- Utilizar suportes de informação e armazenamento de informação das máquinas de CNC;
- Identificar as características dos programas de transmissão de dados.

**Conteúdos**

**1. Programação cronológica de usinagem de CNC.**

- 1.1. Planificação do trabalho.
- 1.2. Planos.
- 1.3. Planos de execução.
- 1.4. Ordem de fabricação.

- 1.5. Relação de funções de programação de CNC e operações de usinagem.
- 1.6. Codificação e sequenciação das operações de usinagem.

## **2. Elaboração dos programas de CNC para a usinagem.**

- 2.1. Linguagens de CNC.
- 2.2. Identificação de linguagens de CNC.
- 2.3. Conversão de um programa de CNC em diferentes linguagens.
- 2.4. Otimização de programas de usinagem de CNC.
- 2.5. Factores que influenciam os programas.
- 2.6. Construção e estrutura de um programa: blocos, sintaxes, formato de uma linha de um programa.
- 2.7. Nomenclaturas normalizadas de eixos e movimentos.
- 2.8. Definição dos sistemas de coordenadas, cotas absolutas ou cotas incrementais.
- 2.9. Definição de orgens e sistemas de referência.
- 2.10. Seleção de planos de trabalho.
- 2.11. Descrição, execução e códigos de funções auxiliares.
- 2.12. Tipos de movimentos: lineares e circulares.
- 2.13. Compensação de ferramentas: conceito e exemplos.
- 2.14. Programação de funções preparatórias: arredondamentos, chanfragens, saídas e entradas tangenciais.
- 2.15. Subrotinas, saltos, repetições.
- 2.16. Ciclos fixos: tipos, definição e variáveis.

## **3. Simulação em PCs da usinagem.**

- 3.1. Utilização a nível de usuário de Pc's.
- 3.2. Configuração e uso de programas de simulação.
- 3.3. Menus de acesso a simulações na máquina.
- 3.4. Otimização do programa após observação de defeitos na simulação.
- 3.5. Correção de erros de sintaxes do programa.
- 3.6. Verificação e eliminação de erros por colisão.
- 3.7. Otimização dos parâmetros para um aumento da produtividade.

## **4. Transmissão de dados à máquina CNC.**

- 4.1. Introdução aos programas de CNC de usinagem de máquinas-ferramenta.
  - 4.1.1. Programas de transmissão de dados.
  - 4.1.2. Verificação de conteúdos.
- 4.2. Descrição de dispositivos.
  - 4.2.1. Disquete.
  - 4.2.2. Periférico.
  - 4.2.3. Computador.
  - 4.2.4. USB.
  - 4.2.5. PCMCIA.
  - 4.2.6. *Ethernet*.
- 4.3. Identificação de sistemas de transmissão e armazenamento de dados das máquinas de CNC.
  - 4.3.1. Comunicação com as máquinas CNC.

### Requisitos básicos do contexto formativo do Módulo

#### Espaços:

Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Regulamentar nº2/2011, de 24 de Janeiro; Boletim Oficial nº4; I Série).

#### Professor / Formador:

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos, comprovada nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

#### Requisitos de acesso ao módulo formativo:

As condições de acesso ao módulo formativo constam no Artigo 15º, 16º, 17º 18º e 19º do Decreto-Lei nº 66/2010, de 27 de Dezembro (Cf. Boletim Oficial nº 50/2010; I Série, de 27 de Dezembro).

<b>MÓDULO FORMATIVO EM CONTEXTO REAL DE TRABALHO</b>		MT_MET003
Nível: 3	Duração indicativa: 360 Horas	
<b>Associado a todas as Unidades de Competência</b>		

### Capacidades (C) e critérios de avaliação (CA)

**C1: Analisar os planos de fabricação, das peças, a fim de determinar o procedimento mais adequado para a realização do usinagem.**

- CA 1.1. Identificar as simbologias relevantes para o processo.
- CA 1.2. Explicar o processo definido.
- CA 1.3. Definir as máquinas-ferramentas, os acessórios e as ferramentas necessárias.
- CA 1.4. Colaborar na determinação das fases e sequências das operações necessárias para o processo de usinagem.
- CA 1.5. Participar no calculo dos parâmetros de corte (velocidade de corte, cadências, avanço, profundidade de corte, pressão ...) tendo em conta as variáveis que afetam a usinagem (material da peça, material da ferramenta, a qualidade da superfície, a tolerância, tipo e condições de operação ...).

**C2: Preparar as máquinas-ferramentas e acessórios para usinagem.**

- CA 2.1. Colaborar no processo de identificação dos elementos das máquinas, acessórios, ferramentas, processos de montagem e regulação das peças.
- CA 2.2. Realizar nas operações de manutenção (engraxe, lubrificação, refrigeração e proteção geral).
- CA 2.3. Colaborar na preparação das máquinas de usinagem, montagem e calibração de todos os elementos.
- CA 2.4. Ajudar na definição dos parâmetros de velocidades, comparação, definição de zero peça e carga dos programas CNC.
- CA 2.5. Colaborar na realização, verificação e otimização dos programas de CNC.
- CA 2.6. Participar na manipulação e transporte das peças.

**C3: Operar as máquinas/ferramentas para mecanizar por levantamento de aparas em diferentes processos.**

- CA 3.1. Seguir o processo de fabricação estabelecido, verificando o montagem coreto das ferramentas e das peças.
- CA 3.2. Intervir na adaptação dos programas de CNC nos diferentes processos de usinagem e/ou fabricação.
- CA 3.3. Manter a produção com as tolerâncias (dimensionais e de forma) estabelecidas no processo.
- CA 3.4. Colaborar na manutenção das máquinas, ferramentas e equipamentos (revistação dos níveis dos depósitos tanto de lubrificação como de refrigerante, enchendo-se necessário).

**C4: Manipular as máquinas/ferramentas para mecanizar por abrasão, eletroerosão os procedimentos especiais em diferentes processos.**

- CA 4.1. Aplicar o processo de fabricação estabelecido, verificando a correta montagem do útil abrasivo e da peça.
- CA 4.2. Verificar na mecanização por electro-erosão, a orientação correcta do eléctrodo, a posição vertical e posicionamento relativo ao material, assim como os parâmetros de usinagem introduzidos na máquina.
- CA 4.3. Intervir na adaptação dos programas de CNC nos diferentes processos de usinagem e/ou fabricação.

- CA 4.4. Manter a produção com as tolerâncias (dimensionais e de forma) estabelecidas no processo.
  - CA 4.5. Colaborar na manutenção das máquinas-ferramentas e equipamentos (revisação os níveis dos depósitos tanto de lubrificação como de refrigerante, enchendo-se necessário).
  - CA 4.6. Verificar o estado correcto dos elementos de filtro, a limpeza ou substituição, se necessário.
- C5: Participar nos processos de trabalho da empresa, seguindo as normas e instruções estabelecidas no local de trabalho.**
- CA 5.1. Comportar-se responsabilmente tanto nas relações humanas como no trabalho a realizar.
  - CA 5.2. Respeitar os procedimentos e normas do local de trabalho.
  - CA 5.3. Empreender com diligência as tarefas e instruções recebidas.
  - CA 5.4. Integrar-se nos processos de produção no local de trabalho.
  - CA 5.5. Utilizar os canais de comunicação estabelecidos.
  - CA 5.6. Respeitar sempre as medidas de prevenção de riscos, saúde laboral e proteção ambiental.

## Conteúdos:

### 1. Interpretação dos planos de usinagem.

- 1.1. Interpretação da simbologia e especificações necessárias para realizar a usinagem.
- 1.2. Identificação do processo definido.
- 1.3. Identificação das especificações técnicas necessárias para a fabricação das peças.

### 2. Processos de mecanização.

- 2.1. Modo de obtenção de distintas formas geométricas por corte e conformação.
- 2.2. Acessórios de fixação de peças.
- 2.3. Características fundamentais das ferramentas de corte e conformação.
- 2.4. Cálculo de parâmetros de corte. (velocidades de corte, pressão,...).
- 2.5. Descrição de plano de execução.

### 3. Montagem e preparação de máquinas-ferramenta.

- 3.1. Preparação de máquina-ferramenta.
- 3.2. Meios auxiliares do processo de usinagem.
- 3.3. Operações de manutenção de primeiro nível.
- 3.4. Criação de programas de CNC.
- 3.5. Melhora de usinagens, modificação de parâmetros ou programas de CNC.
- 3.6. Carregamento de programas de CNC em máquina.
- 3.7. Instalação de meios estruturais de automatização.
- 3.8. Regulação dos meios estruturais de automatização.

### 4. Operação com máquinas-ferramenta convencionais e CNC.

- 4.1. Seguimento do plano de execução.
- 4.2. Comprovação da correcta montagem da ferramenta e embride da peça.
- 4.3. Modificações nos processos para solucionar possíveis contingências.
- 4.4. Substituição de ferramentas ou plaquetas desgastadas.
- 4.5. Modificação e correção das ferramentas, para obter as peças dentro das tolerâncias dimensionais estabelecidas no processo.
- 4.6. Eliminação de rebabas das peças a usar.
- 4.7. Limpeza do local de trabalho, dos acessórios de embride e da peça a usar.

**5. Integração e comunicação no local de trabalho.**

- 5.1. Comportamento responsável no local de trabalho.
- 5.2. Respeito aos procedimentos e normas do local de trabalho.
- 5.3. Interpretação e execução com diligência das instruções recebidas.
- 5.4. Reconhecimento do processo de produção e da organização.
- 5.5. Utilização dos canais de comunicação estabelecidos no local de trabalho.
- 5.6. Produção com qualidade e racionalização dos tempos das operações.
- 5.7. Seguimento dos regulamentos de prevenção de riscos profissionais e proteção ambiental.

