



# HIMACROW

Harmonized Personnel Training for Macro and Microscopic  
Metallographic Examination of Structural Materials

## O2 Currículo harmonizado para o pessoal europeu de exame metalográfico macroscópico e microscópico

*Projeto N° KA220-VET-364E0C77*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação reflecte apenas a opinião do autor e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida. ERASMUS+: Projeto n° KA220-VET-364E0C77.*



Pessoal responsável pelo exame metalográfico macroscópico e microscópico dos materiais de base e das suas uniões efectuadas por soldadura e técnicas afins

#### Perfil profissional Descrição geral

O Pessoal responsável pelo Exame Metalográfico Macroscópico e Microscópico de Materiais de Base e suas Juntas por Soldadura e Técnicas Afins é responsável pelas seguintes actividades

- Preparar a amostra (provete) para o exame metalográfico macroscópico e microscópico;
- Efetuar o exame metalográfico macroscópico e microscópico;
- Avaliar e elaborar um relatório sobre as conclusões identificadas (por exemplo, imperfeições) de acordo com as normas pertinentes.

Estes profissionais são também responsáveis pela aplicação do exame metalográfico de juntas dos seguintes materiais estruturais:

- aços não ligados e aços ligados,
- ferros fundidos,
- ligas de alumínio e cobre,
- ligas de titânio,
- ligas de níquel,
- termoplásticos.

#### Requisitos de entrada/condições de acesso

-Todos os candidatos devem apresentar provas de um exame visual satisfatório, em conformidade com os requisitos da norma EN ISO 17637 (última edição).

#### Funções do cargo

-Realizar a preparação do material.

#### Actividades necessárias para o trabalho

- Descrever o passo a passo da preparação da amostra.
- Selecionar o processo correto de acordo com os materiais utilizados para a preparação da amostra.
- Preparar a amostra de acordo com a técnica escolhida (análise de imagem e microscopia de varrimento).
- Ajustar as técnicas de polimento ou gravura para obter uma análise metalográfica adequada ou ultrapassar quaisquer desafios que possam surgir ao efetuar o exame macro e microscópico.
- Manter-se a par dos códigos e normas de soldadura mais recentes, bem como de quaisquer alterações ou actualizações no domínio dos exames metalográficos, no que diz respeito aos requisitos e à tecnologia da indústria, para garantir que a preparação do material é efectuada em conformidade.



## UNIDADES DE COMPETÊNCIA

O programa de estudos do pessoal de exame metalográfico macroscópico e microscópico europeu está estruturado da seguinte forma (síntese):

UNIDADES DE COMPETÊNCIA	MÍNIMO HORAS DE CONTACTO <sup>1</sup>	EXPECTATIVAS CARGA DE TRABALHO <sup>2</sup>
<b>NÍVEL NORMAL</b>		
CU1: INTRODUÇÃO À METALOGRAFIA MACRO E MICROSCÓPICA EXAME	14	28
CU2: MÉTODOS ESPECÍFICOS DE PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA EXAME MACRO E MICROSCÓPICO	24.5	49
CU3: DEMONSTRAÇÕES DE EXAME MACRO E MICROSCÓPICO	28	56
<b>TOTAL</b>	<b>66.5</b>	<b>133</b>
<b>NÍVEL GLOBAL</b>		
CU3: DEMONSTRAÇÕES DE EXAME MACRO E MICROSCÓPICO	7	14
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>14</b>

CU/ULO - CU1: INTRODUÇÃO AO EXAME METALOGRÁFICO MACRO E MICROSCÓPICO	
NÍVEL	EQF 4 - EWF INDEPENDENTE (BASIC)
TÍTULO DO ASSUNTO	HORAS DE CONTACTO MÍNIMAS
Os tipos de exame metalográfico; condições de segurança no trabalho durante a preparação de amostras para exames metalográficos	3.5 (T)
Métodos de preparação de amostras para exame macro e microscópico	3.5 (T)
Exame macroscópico e sua aplicação na tecnologia de soldadura	3.5 (T)
Exame microscópico e sua aplicação na tecnologia de soldadura	3.5 (T)
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>
<b>CARGA DE TRABALHO PREVISTA</b>	<b>28</b>

RESULTADOS DA APRENDIZAGEM - CU1: INTRODUÇÃO À METALOGRAFIA MACRO E MICROSCÓPICA EXAME	
NÍVEL	EQF 4 - EWF INDEPENDENTE (BASE)
<b>CONHECIMENTO</b>	Conhecimento factual e alargado de: -Condições de segurança no trabalho -Regras de saúde e segurança -Tipos de exame metalográfico - Métodos de preparação dos espécimes -Exame macroscópico e sua aplicação na tecnologia da soldadura -Exame microscópico e sua aplicação na tecnologia da soldadura



RESULTADOS DA APRENDIZAGEM - CU1: INTRODUÇÃO À METALOGRAFIA MACRO E MICROSCÓPICA EXAME	
NÍVEL	EQF 4 - EWF INDEPENDENTE (BASE)
<b>HABILIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Utilizar o material adequado para embutimento a quente, de acordo com as regras de segurança, ao efetuar exames macro e microscópicos</li> <li>-Preparar os materiais de montagem de acordo com a ordem de fabrico aquando da realização de exames macro e microscópicos</li> <li>-Escolher os materiais para efetuar a trituração das amostras para exame macro e microscópico</li> <li>-Efetuar o desbaste e o polimento manual das amostras de exame macro e microscópico</li> <li>-Utilizar a máquina de lixar e polir para preparar as amostras de exame macro e microscópico</li> <li>-Identificar as características visuais de uma soldadura ao efetuar um exame macroscópico</li> <li>-Determinar se a soldadura cumpre os requisitos da norma ao efetuar o exame macroscópico</li> </ul>

CU2: MÉTODOS ESPECÍFICOS DE PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA ANÁLISE MACRO E MICROSCÓPICA EXAME		
	NÍVEL	EQF 6 - EWF ADVANCED (ABRANGENTE)
TÍTULO DO ASSUNTO		HORAS DE CONTACTO MÍNIMAS
Polimento eletrolítico, polimento químico, gravação a cores - finalidade e aplicação		7 (T)
Demonstração do polimento eletrolítico e da gravação a cores		3.5 (P)
A análise de imagens como ferramenta no exame metalográfico		3.5 (T)
Demonstração das capacidades do programa para análise de imagens		3.5 (P)
Introdução à microscopia de varrimento		3.5 (T)
Demonstração das capacidades do microscópio de varrimento		3.5 (P)
<b>TOTAL</b>		<b>24.5</b>
<b>CARGA DE TRABALHO PREVISTA</b>		<b>49</b>

RESULTADOS DA APRENDIZAGEM - CU2: MÉTODOS ESPECÍFICOS DE PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA MACRO E EXAME MICROSCÓPICO	
NÍVEL	EQF 6 - EWF ADVANCED



<b>CONHECIMENTO</b>	<p><b>Conhecimentos avançados de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-A gravação e a cor resultante em função da microestrutura</li><li>-Polimento eletrolítico, polimento químico, gravação a cores - objetivo, aplicação e demonstração</li><li>-As principais ferramentas de análise metalográfica (microscópio ótico e microscópio eletrônico de varrimento)</li><li>-O potencial do software para análise metalográfica (por exemplo, aquisição de imagens, processamento de imagens, aplicação específica para medição da granulometria, quantificação de fases, avaliação de inclusões)</li><li>-Microscópio Eletrónico de Varrimento (MEV) e suas potencialidades (imagens obtidas por sinais secundários ou retrodifusão)</li><li>-Princípios da microanálise EDS e introdução a outros tipos de sondas disponíveis (EBSD, WDX)</li><li>-Exame fractográfico e morfologia principal dos danos e do mecanismo de fratura (fratura frágil ou dúctil, fadiga, fratura intergranular)</li></ul>
---------------------	---



**RESULTADOS DA APRENDIZAGEM - CU2: MÉTODOS ESPECÍFICOS DE PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA MACRO E EXAME MICROSCÓPICO**

**NÍVEL** EQF 6 - EWF ADVANCED

**HABILIDADES**

- Apoiar o processo de polimento eletrolítico e de gravação a cores para materiais metálicos soldados
- Descrever a aplicação específica do polimento eletrolítico, do polimento químico e do ataque químico colorido, explicando as suas diferenças, na preparação e análise de materiais
- Adaptar o processo de polimento e decapagem aos materiais metálicos e às suas juntas soldadas
- Explicar as diferenças entre o ataque eletrolítico, o ataque químico e o ataque colorido em termos de acabamento da superfície e de microestrutura da amostra quando se escolhe o processo de exame
- Explicar o funcionamento do microscópio ótico e as suas potencialidades para o estudo das ligas metálicas aquando da realização de exames macro e microscópicos
- Explicar o SEM e o seu potencial para o estudo de ligas metálicas e das suas juntas soldadas

**CU/ULO - CU3: DEMONSTRAÇÕES DE EXAME MACRO E MICROSCÓPICO**

NÍVEL	EQF 5 - EWF ESPECIALIZADA (NORMAL)	EQF 6 - EWF ADVANCED (ABRANGENTE)
TÍTULO DO ASSUNTO	MÍNIMO HORAS DE CONTACTO	MÍNIMO HORAS DE CONTACTO
Demonstração da avaliação de amostras macroscópicas de articulações	3.5 (P)	-
Formação prática na identificação sem ajuda de imperfeições de soldadura em amostras macroscópicas	7 (P)	-
Formação prática na preparação de amostras	3.5 (P)	-
Normas para a avaliação da qualidade das juntas efectuadas por soldadura e técnicas afins	3.5 (T)	-
Formação prática para a identificação da estrutura de espécimes microscópicos	3.5 (P)	-
Demonstração de diferentes tipos de estruturas microscópicas	3.5 (P)	3.5 (P)
Demonstração dos modos de preparação de amostras para exame metalográfico	3.5 (P)	3.5 (P)
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>7</b>
<b>CARGA DE TRABALHO PREVISTA</b>	<b>56</b>	<b>14</b>



RESULTADOS DA APRENDIZAGEM - CU3: DEMONSTRAÇÕES EM EXAMES MACRO E MICROSCÓPICOS		
NÍVEL	EQF 5 - EWF ESPECIALIZADO (STANDARD)	EQF 6 - EWF ADVANCED (COMPREHENSIVE)
<b>CONHECIMENTO</b>	<p><b>Conhecimento abrangente e especializado de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Método de preparação de amostras para exame macro e microscópico</li> <li>-Processos de gravura</li> <li>-A norma relativa à avaliação da qualidade das juntas soldadas</li> <li>-Capacidade de determinação de falhas com comparação de imagens de referência (padrão)</li> <li>-Avaliação dos aspectos macro e microscópicos dos provetes e das suas juntas soldadas</li> <li>-Identificação de imperfeições de soldadura em amostras macroscópicas</li> <li>-Identificação de estruturas em amostras microscópicas</li> </ul>	<p><b>Conhecimentos avançados de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Classificação dos principais tipos de estruturas metalográficas (por exemplo, ferrite, austenite, martensite, etc.) observadas ao microscópio ótico</li> <li>-Interpretação das diferentes regiões de uma junta de soldadura (metal de base, zona afetada pelo calor, zona de soldadura) nas diferentes ligas metálicas (aço carbono e aço de baixa liga, aço inoxidável, liga de alumínio, liga de cobre, liga de titânio)</li> <li>-Gravura colorida aplicada à classificação das estruturas metalográficas especiais (análise da imagem e percentagem da estrutura metalográfica)</li> <li>-Identificação de características específicas (por exemplo, sulfito, carbita, óxido) na precipitação (por exemplo, tamanho, número)</li> </ul>
<b>HABILIDADES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Preparar o provete para o exame macroscópico de acordo com o tipo de material (metal ou polímero)</li> <li>-Preparar o provete para o exame microscópico</li> <li>-Analisar uma amostra macroscópica de uma junta soldada de material metálico</li> <li>-Explicar a qualidade da soldadura com base nas características visuais do aspeto da soldadura em correlação com os requisitos da norma de soldadura (de acordo com a WPS)</li> <li>-Analisar uma amostra macroscópica de uma soldadura</li> <li>-Identificar a imperfeição de soldadura e determinar a sua causa presente na amostra macroscópica de acordo com a norma de qualidade (ISO 6520 e ISO 5817)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Determinar os princípios da preparação micrográfica (corte, retificação, polimento e gravação) aquando da realização do exame metalográfico</li> <li>Interpretar as estruturas metalográficas das principais ligas metálicas (aço-carbono e aço de baixa liga, aço inoxidável, liga de alumínio, liga de cobre, liga de titânio) em função do material e do estado do material</li> <li>-Explicar as transformações metalúrgicas ocorridas na junta de soldadura aquando do exame metalográfico</li> <li>-Explicar os principais problemas críticos que ocorrem na junta de soldadura aquando da realização do exame metalográfico</li> <li>-Explicar o funcionamento do microscópio ótico aquando do exame metalográfico</li> <li>-Explicar as potencialidades do MEV para o estudo de ligas metálicas aquando da realização de exames metalográficos</li> </ul>