



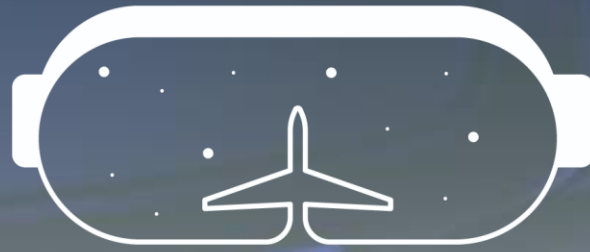
# areola

## Orientações para a Implementação de Blended-Learning

---



Financiado pela União Europeia. No entanto, os pontos de vista e opiniões expressos são da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Comissão Europeia. Nem a União Europeia nem a Comissão Europeia podem ser responsabilizadas pelos mesmos. O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui uma aprovação do seu conteúdo, que reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida.



# areola

Revisão	Data	Autor/Organização	Descrição
1ª	02.10.2023	Líder PR5 - EWF	Conceção de um modelo para orientação no desenvolvimento do PR5
2ª		Todos os parceiros	Contribuições para o resultado final
3ª	09.02.2034	Líder PR5 - EWF	Harmonização
4ª	14.02.2024	Todos os parceiros	Validação da proposta a enviar para revisão
5ª	19.02.2024	MTC	Revisão
6ª	27.02.2024	Todos os parceiros	Versão final

## Conteúdo

1. Introdução.....	3
2. Enquadramento do B-learning ou aprendizagem combinada.....	3
3. Objetivos do projeto AREOLA e sua implementação.....	7
3.1. Aprendizagem combinada no Sistema Internacional de Qualificação do Fabrico Aditivo - Estado da Arte .....	7
3.2 Proposta do projeto AREOLA para a implementação do ensino combinado no IAMQS.....	11
3.3 Recomendações para a realização da aprendizagem combinada utilizando as ferramentas xR .....	12
4. Transferibilidade e sustentabilidade.....	19
5. Conclusões .....	22
<b>Anexo.....</b>	<b>23</b>

## Quadro de figuras

Figura 1: Valor acrescentado da aprendizagem combinada na formação .....	5
Figura 2: Rastreamento BL/xR.....	6
Figura 3: Aspectos-chave da diretriz IAB - 195 sobre aprendizagem combinada .....	8
Figura 4: Visão geral das unidades de competência para o perfil profissional de Operador de Metal PBF-LB.....	15
Figura 5: Orientação para a unidade de competência 18.....	16
Figura 6: Descrição do processo de transferência do saber-fazer do projeto AREOLA para outras qualificações .....	21

## 1. Introdução

O objetivo deste relatório é apoiar a futura formação europeia em Manufatura Aditiva (MA) a ser ministrada com metodologias inovadoras de Blended Learning (B-learning) ou na tradução para português, aprendizagem combinada, em alinhamento com os requisitos do Sistema Internacional de Qualificação do Fabrico Aditivo, ou na sua língua original, International Additive Manufacturing Qualification System (IAMQS). O conteúdo deste relatório inclui uma abordagem abrangente à metodologia de aprendizagem combinada, aponta os métodos de ensino que podem ser utilizados neste regime de educação e formação, bem como o valor acrescentado da sua utilização.

Além disso, o relatório mostra os resultados do projeto AREOLA e a sua implementação no sistema IAMQS. Ao incluir materiais teóricos e ferramentas de formação virtual, adaptados aos operadores de PBF-LB no sector aeroespacial, aumentando a atratividade do IAMQS entre diferentes sectores. Além disso, o projeto AREOLA aumenta a atratividade da formação profissional, alargando o âmbito da formação, tendo em conta as suas necessidades específicas e fornecendo materiais de formação inovadoras. As ferramentas de Realidade Alargada (xR) desenvolvidas foram validadas pelos formandos durante as atividades-piloto, através de uma avaliação prática e de questionários de feedback. Além disso, a fim de validar a abordagem, as atividades-piloto incluíram uma comparação entre os métodos de ensino prático e de ferramentas xR.

Finalmente, é apresentado um conjunto de recomendações, baseadas nas lições aprendidas com as atividades piloto desenvolvidas no PR4 - Comparação entre as diferentes estratégias de ensino e aprendizagem. O relatório conclui com uma abordagem passo a passo sobre como transferir os resultados do projeto AREOLA para outras qualificações, proporcionando um plano verdadeiramente sustentável para o projeto.

## 2. Enquadramento do B-learning ou aprendizagem combinada

A aprendizagem combinada tradicional mistura duas formas de aprendizagem, a aprendizagem online e a aprendizagem presencial, com as duas formas de aprendizagem fundidas didaticamente num único conceito de aprendizagem. Num esquema ideal de aprendizagem, ambas as formas são utilizadas, por exemplo, para transmitir conhecimentos factuais numa fase de autoaprendizagem através da aprendizagem online e depois aprofundá-los e colocá-los em prática na fase presencial.

Em resposta à pandemia do coronavírus, a Comissão Europeia publicou, em agosto de 2021, uma proposta de recomendação do Conselho sobre a aprendizagem combinada para um ensino primário e secundário inclusivo e de qualidade [CELEX 52021DC0455, página 4]. De acordo com esta proposta, a definição de aprendizagem combinada foi alargada compreendendo agora a formação dada segundo um processo de aprendizagem com mais do que uma abordagem:

- Combinação de ambiente escolar e de ensino à distância;
- Combinação de diferentes ferramentas de aprendizagem, que podem ser digitais (incluindo inline) e não digitais, como parte do processo de aprendizagem.

A substituição dos exercícios práticos por ferramentas xR escolhidas no projeto AREOLA deve, portanto, ser entendida também como aprendizagem combinada, independentemente da formação ter lugar em sala de aula ou online, em diferentes locais de aprendizagem.

Existem vários métodos de ensino que podem ser utilizados no ensino misto:

- Presencial (relação tradicional aluno-professor)
- Rotação (os alunos passam de uma estação/atividade para outra)
- Flexibilidade (os estudantes determinam o seu próprio percurso de aprendizagem - o professor atua como um mentor)
- Gamificação (com elementos de jogo: por exemplo, os alunos competem uns contra os outros e saltam de nível para nível)
- Laboratório online (usando a aprendizagem online para aprofundar os seus conhecimentos)
- Auto-construção (participação de estudantes interessados em livros brancos, blogues, tutoriais em vídeo, etc.)

A aprendizagem combinada introduz abordagens inovadoras na formação, além de ser também uma forma potencial de ministrar a formação de forma mais flexível, melhorando a experiência do formando ao mesmo tempo que mantém e garante a qualidade. Uma síntese do valor acrescentado da aprendizagem combinada na formação é apresentada na Figura 1 abaixo.

Colaboração global e troca de conhecimentos	Integração de tecnologias emergentes	Otimização dos recursos de formação
<ul style="list-style-type: none"><li>- A aprendizagem combinada quebra as barreiras geográficas</li><li>- Integração de diversas perspectivas de peritos internacionais.</li><li>- Facilitado por plataformas online.</li><li>- Aumenta a riqueza dos programas de formação.</li><li>- A abordagem colaborativa garante a relevância global.</li><li>- Alinha as qualificações com os avanços recentes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Integração sem falhas das tecnologias emergentes nos programas de formação.</li><li>• Utilização de simulações virtuais e de módulos interactivos.</li><li>• Ajuda os profissionais a manterem-se a par dos avanços nos processos de AM, materiais e tecnologias digitais.</li><li>• Assegura uma formação prática, envolvente e reflexiva.</li><li>• Reflecte os últimos avanços da indústria.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Optimiza a utilização dos recursos de formação.</li><li>• Abordagem económica e escalável.</li><li>• Utilização estratégica dos recursos.</li><li>• Assegura a acessibilidade a um público mais vasto.</li><li>• Abre oportunidades para parcerias com líderes do sector.</li><li>• Aproveita os conhecimentos especializados para melhorar a experiência de formação.</li></ul>

*Figura 1: Valor acrescentado da aprendizagem combinada na formação*

A abordagem seguida no projeto AREOLA consiste em dar a formação de operadores PBF-LB, em específico para o setor aeroespacial, fazendo uso da formação online em algumas partes. É aqui que entram em ação as ferramentas xR como forma de substituição de elementos de formação prática por aulas online. O procedimento passo-a-passo é apresentado na Figura 2 e pode ser consultado em pormenor no relatório do PR1.

AREOLA Course Objectives		CU Analysis				Comments
Content	Contact Hours	Training	Norms	Didactics	XR	
PBF-LB Process Principles	2h		x	x		
PBF-LB System - Hardware and Software	4h	x	x	x	x	shorter!
PBF-LB Parameters	3h	x	x	x		shorter!
PBF-LB Feedstock	2h		x	x		shorter!
PBF-LB Consumables	2h		x	x		shorter!
Post Processing	1h	x	x	x	x	

Figura 2: Rastreo BL/xR

Cada conteúdo de aprendizagem foi avaliado em termos das abordagens que poderiam ser implementadas, nomeadamente:

- Formação (formação presencial física)
- Didática (conceitos de aprendizagem como o e-Learning)
- xR (conteúdos de realidade alargada (aumentada e virtual))

Além disso, a conformidade do respetivo conteúdo de aprendizagem com a norma ISO/ASTM 52942 no texto original "Additive manufacturing - Qualification principles - Qualification of machine operators of laser metal powder bed fusion systems and equipment used in aerospace" foi verificada, na medida do possível, com base nos dados disponíveis. As ferramentas podem então ser utilizadas para complementar as aulas invertidas<sup>1</sup> / ferramentas de simulação e virtuais (avaliação) ou aprendizagem baseada em problemas, por exemplo.

<sup>1</sup> A Sala de Aula Invertida é uma abordagem de ensino inovadora que inverte o modelo de aprendizagem tradicional, em que os professores apresentam e dão instruções durante a aula. Numa sala de aula invertida, os alunos recebem materiais pré-aula, que podem incluir vídeos ou leituras. Durante as aulas, os alunos participam ativamente em debates, na resolução de problemas e na aplicação de conhecimentos, com os professores a servirem de guias.

### 3. Objetivos do projeto AREOLA e sua implementação

Uma das motivações do projeto AREOLA é acelerar a transição digital no ensino profissional. Para atingir este objetivo, o projeto AREOLA desenvolveu materiais teóricos e ferramentas virtuais de formação, que podem ser implementadas online, especificamente concebidos para operadores de PBF-LB, em particular para os que trabalham no sector aeroespacial. Foram realizadas duas fases diferentes: pilotos teóricos e pilotos práticos, estes últimos utilizando ferramentas xR. Durante a implementação dos pilotos, as principais preocupações foram garantir a conformidade das unidades de competência e os procedimentos para ministrar a formação.

#### 3.1. Aprendizagem combinada no Sistema Internacional de Qualificação do Fabrico Aditivo - Estado da Arte

Os fundamentos do projeto AREOLA baseiam-se no Sistema Internacional de Qualificação do Fabrico Aditivo (IAMQS). Este sistema engloba uma gama de qualificações adaptadas a diferentes níveis de proficiência no domínio das tecnologias de manufatura aditiva (MA), que são firmemente fundamentadas nos requisitos da indústria e validadas por peritos. O sistema de qualificação é gerido pela Federação Europeia de Soldadura (EWF) e abrange as Qualificações AM de Metal para Operadores, Designers, Supervisores, Coordenadores e Engenheiros, bem como uma Qualificação MA de Polímeros para Designers.

O Sistema de Qualificação utiliza uma estrutura modular organizada em unidades de resultados de aprendizagem, que definem os conhecimentos e as competências que os formandos devem adquirir após a conclusão com êxito dos cursos de formação. Para cada nível de qualificação é estabelecido um plano de estudos único, complementado por um sistema harmonizado de avaliação e garantia de qualidade baseado nas normas do sector.

Este sistema harmonizado garante que os formandos recebem as mesmas qualificações independentemente do país onde efetuam a formação, promovendo uma colaboração mais estreita entre os centros de formação e as empresas de MA envolvidas no Sistema. O Sistema Internacional de Qualificação do Fabrico Aditivo engloba de forma abrangente todos os procedimentos e diretrizes necessários para estabelecer um sistema de garantia de qualidade para os prestadores de formação MA em toda a Europa. Integra diretrizes internacionais de formação que podem ser desenvolvidas ou adaptadas com base no feedback das partes interessadas, incluindo organizações de ensino e formação profissional, formandos e o Conselho Internacional de Qualificações MA.

Relativamente ao ensino combinado, atualmente o IAMQS prevê que todas as unidades de competência teóricas possam ser ministradas em ensino combinado. A exceção é o processo de avaliação, que deve ser presencial.



Para realizar o ensino combinado, os centros de formação autorizados têm de cumprir um conjunto de requisitos para garantir a qualidade da aprendizagem. Estes requisitos estão refletidos na diretriz IAB - 195. Esta diretriz foi preparada, avaliada e formulada pelo grupo de trabalho "Educação, Formação e Qualificação" do Conselho Internacional de Autorização (IAB) do Instituto Internacional de Soldadura (IIW) e fornece a abordagem utilizando técnicas de aprendizagem combinada / E-Learning. Uma das principais preocupações deste documento de referência é garantir que a qualidade dos cursos ministrados em regime de aprendizagem combinada seja equivalente à dos cursos presenciais. Para tal, a diretriz IAB - 195 reflete os requisitos mínimos para a educação, formação, exame e qualificação. O esquema abaixo resume os pontos-chave incluídos nesta diretriz (ver Figura 33).



Figura 3: Aspectos-chave da diretriz IAB - 195 sobre aprendizagem combinada

### *Definição/ Nomenclatura*

Esta secção garante que o âmbito das orientações é claro para todos os utilizadores. Algumas das definições são apresentadas em seguida:

**Avaliação** - Instrumento de controlo do processo de aprendizagem.

**Aprendizagem combinada (BL)** - Termo que descreve a aprendizagem, que mistura várias atividades incluindo apresentações presenciais em sala de aula e estudo autónomo.

**Formação em sala de aula** - A formação em sala de aula em geral (alunos fisicamente presentes na sala de aula), as conferências Web, os seminários online e as videoconferências são considerados como formação em sala de aula.

**Ensino à distância (EAD)** - O ensino à distância é a educação de estudantes que não estão fisicamente presentes numa escola ou centro de formação (incluindo, por exemplo, e-Learning, vídeo, multimédia interativo).

**E-Learning (EL)** - A tecnologia educativa é definida como "o estudo e a prática ética de facilitar a aprendizagem e melhorar o desempenho através da criação, utilização e gestão de processos e recursos tecnológicos adequados".

**Avaliação progressiva** - Vários métodos de avaliação, incluindo questionários e exercícios, que são adicionais ao material de formação fornecido, e são utilizados para monitorizar os progressos do formando. Estas avaliações são preenchidas pelo formando e devolvidas à organização de formação para avaliação.

### *Duração Máxima De BL ou Ensino Combinado*

A duração de uma Unidade de Competência (UC) é definida com base nos requisitos mínimos necessários para atingir os resultados de aprendizagem descritos. As UCs indicam as horas de contacto (ensino) a dedicar à sua aquisição. As horas de contacto recomendadas são distribuídas entre aulas teóricas (A), projetos/exercícios (B) e formação prática em workshops (C).

De acordo com as diretrizes do IAMQS, as UCs teóricas podem ser lecionadas em contexto de BL, utilizando tecnologias digitais no ensino à distância. No projeto AREOLA, a inovação prende-se com a utilização destas tecnologias na formação prática, permitindo que partes da formação prática possam ser ministradas remotamente, por exemplo, através da utilização de ferramentas xR.

### *Organização e Gestão da Formação*

Para utilizar eficazmente as técnicas de ensino combinado, os centros de formação necessitam de recursos e procedimentos específicos para implementar estes cursos de uma forma aceitável e eficaz. Estes recursos e procedimentos incluem:

- um plano de estudo / esquema pormenorizado para cada disciplina
- auxiliares de formação adequados para a aprendizagem combinada
- procedimentos e materiais para a avaliação do progresso dos alunos
- uma estrutura de gestão eficaz que abranja a supervisão dos estudantes, a comunicação eletrónica, os procedimentos de exame interno, a distribuição do material didático e o apoio aos estudantes.

Além disso, as ferramentas a oferecer aos estudantes são:

- avaliação periódica do material didático e dos métodos de ensino,

- procedimentos para garantir que o conteúdo dos pacotes de aprendizagem combinada /e-Learning segue as diretrizes para o grau de qualificação adequado.

### *Métodos de Aprendizagem*

A aprendizagem combinada pode ser efetuada através de vários métodos de ensino. Estes métodos de ensino incluem sessões presenciais, trabalhos laboratoriais e práticos e métodos de aprendizagem combinada. Podendo ser uma combinação de várias opções.

Os cursos podem utilizar uma percentagem maior de formação em sala de aula (para além dos níveis mínimos estabelecidos nas diretrizes). Os métodos de ensino escolhidos devem ser devidamente equilibrados, a fim de garantir que os resultados da aprendizagem sejam equivalentes aos obtidos numa sala de aula tradicional.

### *Monitorização do Progresso dos Formandos*

Para além da autoavaliação, são efetuadas avaliações periódicas para cada módulo a fim de avaliar os progressos dos formandos. Estas avaliações fornecem feedback à organização de formação para avaliar o progresso dos formandos. Alguns exemplos podem ser questionários ou estudos de caso.

### *Monitorização, Presença e Participação*

O controlo da assiduidade é obrigatório. Para efeitos de assiduidade, o formando deve assistir a pelo menos 60% das sessões.

### *Standards*

A formação deve garantir que os formandos têm acesso às normas aplicáveis, se relevantes para o âmbito de cada item e conforme exigido pela diretriz.

### Avaliação

A avaliação no ensino combinado é feita através de um número de perguntas por hora letiva para autoavaliação. A implementação da diretriz, no entanto, não inclui a formação prática. Para o IAMQS, uma das limitações e preocupações é como garantir que a qualidade dos cursos ministrados em ensino misto é equivalente à dos cursos ministrados de forma tradicional, incluindo a formação em sala de aula e a formação prática.

As qualificações do IAMQS são concebidas com base nos requisitos da indústria e constantemente validadas por especialistas. O conhecimento detalhado e os resultados de aprendizagem no currículo estão alinhados com os padrões exigidos pela indústria, sendo esta, a forma mais segura de garantir que a formação está a ser ministrada com os mesmos padrões.

## 3.2 Proposta do projeto AREOLA para a implementação do ensino combinado no IAMQS

O projeto AREOLA tinha como objetivo testar se a formação ministrada em regime de blended learning ou aprendizagem combinada, na versão portuguesa, correspondia aos mesmos requisitos que a formação presencial.

As principais conclusões retiradas do relatório dos pilotos do projeto indicam que a **incorporação do método xR na formação prática de pilotos para operadores de máquinas PBF-LB é uma estratégia viável**. O método pode ser aplicado utilizando exclusivamente o xR para tarefas complexas e arriscadas ou fornecendo informações essenciais aos formandos antes do contacto prático com a máquina real. Esta abordagem visa aumentar a segurança, evitar acidentes e otimizar a atribuição de tempo, minimizando a necessidade de fornecer informações básicas durante as sessões práticas. Isto indica que uma abordagem mista, combinando a tecnologia xR com métodos de formação tradicionais, pode ser benéfica.

O "relatório de comparação dos métodos xR e *Hands-on*", desenvolvido no Resultado 4 do Projeto, mostrou que **os formandos adquirem geralmente conhecimentos ao mesmo nível com estes dois métodos**. Além disso, os formandos consideraram que o método xR é pedagogicamente adequado em termos de **eficácia, interatividade, incentivo à aprendizagem e reforço da confiança**. Concluiu-se que o método é suscetível de ser utilizado **em diferentes faixas etárias e níveis de conhecimentos tecnológicos**. Os formadores também revelaram apoiar estes métodos em termos de **interatividade, segurança e eficácia dos materiais xR na captação da atenção** dos formandos.

Existem várias vantagens na utilização deste método. Por exemplo, o método xR permite uma aprendizagem ao seu próprio ritmo, a possibilidade de formação à distância, a redução do tempo e dos custos de formação e a prevenção de danos ou prejuízos aquando do primeiro contacto com a máquina. Esta perceção de eficácia e o reconhecimento de várias vantagens são promissores para a integração das ferramentas xR na formação prática.

No entanto, apesar das suas vantagens, o método tem algumas barreiras. Por exemplo, os formandos precisam de se familiarizar com a tecnologia xR antes de iniciarem a formação. Além disso, o ambiente de formação deve estar bem organizado, garantindo espaço suficiente para a formação e, finalmente, a própria ferramenta xR deve ser construída com boa qualidade e resolução. Estes avisos devem ser tidos em conta pelos formadores que planeiam ministrar formação através de ferramentas xR.

O sucesso e a eficácia do método xR na formação prática de operadores de máquinas PBF-LB podem ser generalizados para informar uma abordagem de aprendizagem combinada mais alargada. A principal conclusão é que **a integração de tecnologias imersivas, como a xR, na formação prática produz resultados positivos**. Os resultados sugerem que uma abordagem de aprendizagem mista, combinando métodos tradicionais com a tecnologia xR, pode melhorar os resultados da formação, otimizando o **tempo, aumentando a segurança e proporcionando um ambiente de aprendizagem proactivo**.

Tendo em conta a integração bem-sucedida da tecnologia xR na formação prática, surgem várias ideias que podem servir de base a uma abordagem mais generalizada da aprendizagem combinada:

- Em primeiro lugar, **reconhecendo a versatilidade da xR, os prestadores de formação, em diversos domínios, devem considerar a incorporação de tecnologias imersivas nas suas experiências de aprendizagem combinada**.
- O método xR, quer seja utilizado exclusivamente para tarefas complexas ou para fornecer informações essenciais antes do envolvimento prático, **oferece um modelo promissor para combinar métodos tradicionais com tecnologia de ponta**. Enfatizar a segurança, a otimização do tempo e a preparação proactiva, como demonstrado pelo xR, devem ser componentes integrais das estratégias de aprendizagem combinada.
- Além disso, a formação e as diretrizes abrangentes são essenciais para que os formandos utilizem com competência as tecnologias emergentes. O **sucesso da xR em proporcionar uma aprendizagem ao seu próprio ritmo, o potencial de formação remota e a eficiência em termos de custo/tempo realçam as vantagens que podem ser aproveitadas em diversos cenários de formação**.
- Ao abordar desafios como a familiarização e a organização do ambiente, a principal conclusão é a necessidade de uma **abordagem de aprendizagem combinada equilibrada, adaptável e em constante evolução** que aproveite as vantagens das tecnologias emergentes para melhorar os resultados globais da formação.

### 3.3 Recomendações para a realização da aprendizagem combinada utilizando as ferramentas xR

Num sentido básico, a aprendizagem combinada refere-se à capacidade de complementar a formação presencial tradicional com a aprendizagem à distância, tornada viável atualmente pelas modernas redes de Internet de banda larga. Isto permitiu que qualquer pessoa no mundo partilhe áudio e vídeo com outras

peçoas, faça apresentações, partilhe conteúdos no ambiente de trabalho, conceda o controlo de computadores a outras peçoas a milhares de quilómetros de distância, tudo em tempo real e com maior fidelidade.

O projeto AREOLA partiu precisamente desta realidade e desenvolveu atividades-piloto no seu seio para avaliar a aplicabilidade do conceito de aprendizagem combinada no domínio da manufatura aditiva. Para tal, foram desenvolvidos e testados conteúdos digitais e aplicações de realidade alargada (xR) com peçoas reais. Neste sentido, o projeto AREOLA procurou atuar como um "ensaio" para o potencial de fornecer conteúdos tradicionalmente presenciais através de modalidades digitais. Esta realização foi possível através da implementação de dois tipos de atividades-piloto:

- Pilotos teóricos: foram desenvolvidos e testados conteúdos alinhados com as unidades de competência do perfil de operador PBF-LB no âmbito do sistema IAMQS, tanto à distância como, nalguns casos, presencialmente. Este facto permitiu testar a capacidade de transmissão e entrega de conteúdos técnicos através de meios digitais.

Nesta perspetiva, é crucial notar que o valor destes projetos-piloto teóricos não se limitou a testar remotamente apresentações baseadas em diapositivos. A metodologia de formação remota e a capacidade de partilhar áudio e vídeo a partir de fontes adicionais foram significativas (por exemplo, em algumas atividades-piloto, os formadores podiam apresentar partes reais durante a formação, partilhando sinais de vídeo das suas próprias câmaras). Essencialmente, **estas metodologias permitem certos níveis de criação/edição em tempo real durante as sessões de formação, passando de um ensino exclusivamente baseado no formador para uma abordagem de transmissão de conteúdos.**

- Pilotos práticos: baseavam-se no desenvolvimento de aplicações de realidade virtual, reproduzindo e permitindo a execução de operações num ambiente virtual, que anteriormente só eram possíveis em ambientes reais.

Estes pilotos práticos têm um valor intrínseco significativo, uma vez que foram construídos com base em novas aplicações de realidade virtual desenvolvidas pelos parceiros do projeto AREOLA. Os exemplos anteriores neste domínio eram escassos, o que representa um valor altamente exemplar na demonstração da capacidade de replicar operações práticas num ambiente digital virtual.

Vale a pena aprofundar esta experiência prática dos pilotos, que tem uma componente inovadora que torna os seus resultados particularmente significativos. O projeto AREOLA realizou um trabalho significativo no PR4 que pode ser considerado muito relevante para avaliar o impacto da integração de recursos digitais para a formação em competências com uma vertente prática proeminente. Os resultados obtidos neste esforço apontam nestas direções:

- Os resultados obtidos nos inquéritos realizados aos indivíduos que participaram nas atividades de piloto sugerem que **não houve uma diferença significativa no desempenho entre os participantes que receberam formação prática e os que receberam formação baseada em xR.** Tanto no exame como no questionário de avaliação, os participantes que utilizaram a tecnologia xR obtiveram resultados semelhantes aos dos que receberam formação prática. Para além disso, os participantes que obtiveram formação através de xR relataram maior satisfação com a

formação e maior motivação para aprender. Estes resultados sugerem que **a formação baseada em xR pode ser uma ferramenta eficaz para melhorar a formação profissional em manufatura aditiva, proporcionando uma experiência de aprendizagem prática satisfatória para os participantes.**

- Além disso, considerando que as aplicações xR foram executadas em hardware autónomo e de baixo custo, é evidente que a tecnologia xR oferece vantagens significativas em termos de acessibilidade e flexibilidade na formação prática. **Esta tecnologia permite que os participantes acessem à formação a partir de locais remotos e com horários mais flexíveis.** Além disso, a formação tendo por base a tecnologia xR pode proporcionar uma **experiência de aprendizagem altamente imersiva, aumentando potencialmente a retenção de conhecimentos e a motivação para aprender.**
- Existe um valor adicional na formação conduzida através das tecnologias xR: a sua capacidade de complementar a formação prática tradicional, quer seja utilizada antes ou depois da mesma. Neste sentido, o potencial destas tecnologias e aplicações para preparar um indivíduo antes da sua interação com a máquina real ou, pelo contrário, para permitir a repetição ilimitada de atividades após o contacto "real" é de imenso valor.

Os resultados são claros, atribuindo às **tecnologias xR a capacidade de serem verdadeiras alternativas para virtualizar e fornecer remotamente competências que tradicionalmente requerem acesso a equipamento frequentemente dispendioso e, por conseguinte, têm sido tradicionalmente realizadas presencialmente.**

Tendo em conta o que precede, é evidente que o **projeto AREOLA constituiu um marco na demonstração da possibilidade de criar esquemas de formação que reduzam a dependência da presença física, favorecendo assim a implementação de sistemas de aprendizagem combinada.** O passo seguinte seria refletir sobre a possibilidade de evoluir para estes sistemas no âmbito da formação e da acreditação dos profissionais de manufatura aditiva de forma normalizada. O modelo tomado como base no projeto AREOLA foi, desde o início, o fornecido pelo IAMQS, no qual o perfil profissional de referência seria o perfil "Metal Additive Manufacturing Operator Powder Bed Fusion - Laser Beam" na tradução para português Operador Internacional de Fusão em Cama de Pós - Feixe de Laser (PBF - LB). Tal como noutros perfis deste esquema de reconhecimento, são definidas as unidades de competência que um indivíduo necessita completar, para que a sua formação seja reconhecida. No caso do operador de metal PBF-LB as unidades de competência são as seguintes:

UNIDADES DE COMPETÊNCIA	I MAM O PBF-LB	
	Horas de contacto recomendadas	Carga de trabalho prevista **
CU 00: Visão geral do processo de manufatura aditiva	3,5	7
CU 15: Processo PBF-LB	14	28
UC 16: Garantia de qualidade em PBF-LB	7	14
UC 17: Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA) no PBF-LB	3,5	7
CU 18: Configuração de hardware, software e ficheiro de construção para PBF-LB	14	28
CU 19: Monitorização e gestão do fabrico de peças PBF-LB	3,5	7
CU 20: Pós-processamento de peças PBF-LB	7	14
CU 21: Manutenção de sistemas PBF-LB	7	14
<b>Subtotal (sem as UC opcionais)</b>	<b>60</b>	<b>120</b>
CU 48: Manuseamento de pós	7	14
CU 49: Caracterização de feixes de laser	7	14
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>148</b>

Figura 4: Visão geral das unidades de competência para o perfil profissional de Operador de Metal PBF-LB

Este é o primeiro nível na definição de cada uma das unidades de competência. Cada uma destas unidades de competência é, depois, detalhada em pormenor no que diz respeito aos conteúdos, horas de contacto recomendadas (formação em sala de aula), atividades esperadas para o perfil e resultados de aprendizagem esperados, traduzidos em conhecimentos e competências.

#### CU 18: Configuração de hardware, software e ficheiro de construção para PBF-LB

CU 18: Configuração de hardware, software e ficheiro de construção para PBF-LB	Horas de contacto recomendadas
TÍTULO DO ASSUNTO	
Requisitos de configuração da máquina PBF-LB	4
Lista de controlo pré-construção	3
Consumíveis, pedras de alimentação e substrato	3
Construir ficheiros	1
Documentação de trabalho	2
Aplicação prática dos procedimentos de HSE (durante a montagem e a instalação da máquina)	1
<b>Total</b>	<b>14</b>
<b>CARGA DE TRABALHO</b>	<b>28</b>

CU	NÍVEL DO QE/Q/FSE	FUNÇÕES DO TRABALHO	ACTIVIDADES NECESSÁRIAS PARA O TRABALHO	HORAS DE CONTACTO	CARGA DE TRABALHO
Configuração de hardware, software e	4 Independente	Instalar e preparar o hardware, o software e	Verificação da configuração do sistema PBF-LB de acordo com o procedimento determinado pelo fabricante da máquina e com as condições de funcionamento exigidas	14	28



ficheiro de construção para PBF-LB		o ficheiro de construção para o PBF-LB	Preparação e verificação do substrato de construção e das condições da matéria-prima		
			Realização: carregamento de ficheiros de compilação, preparação do processo, início do processo, observação do processo e deteção e atenuação de funções incorretas		
			Observação do fabricado		
			Cumprir os procedimentos de HSE durante a preparação da máquina e do ficheiro de construção		

Resultados de Aprendizagem - UC 18: Configuração de hardware, software e ficheiros de construção para PBF-LB	
<b>CONHECIMENTO</b>	<p>Conhecimento factual e alargado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variáveis do PBF-LB e parâmetros das condições operacionais relacionadas.</li> <li>- Requisitos do equipamento para PBF-LB.</li> <li>- Materiais utilizados para PBF-LB.</li> <li>- Tipo de ficheiros e documentação de trabalho.</li> <li>- Procedimentos de HSE no âmbito do PBF-LB.</li> </ul>
<b>COMPETÊNCIAS</b>	<p>Preparar a máquina para funcionar, de acordo com a especificação do procedimento AM</p> <p>Preparar a matéria-prima, a plataforma de construção e a máquina de acordo com o material a utilizar</p> <p>Verificar se a máquina PBF-LB está em conformidade com o fabricante da máquina e/ou com as especificações internas</p> <p>Carregar ficheiros para a máquina PBF-LB</p> <p>Verificar se a máquina PBF-LB está a funcionar de acordo com a especificação do trabalho, em termos de parâmetros do processo</p> <p>Cumprir os procedimentos de HSE associados às máquinas PBF-LB</p> <p>Interpretar informações técnicas relacionadas com o processo e as máquinas PBF-LB</p>

*Figura 5: Orientação para a unidade de competência 18*

De todos estes **elementos** descritos nas diferentes **unidades de competência** que compõem o perfil, talvez a secção com **maior potencial de análise** na perspetiva do ensino combinado seja a definição das **competências** associadas a **cada unidade de competência**. Desta forma, podem ser avaliadas as possibilidades, os prós e os contras a considerar no desenvolvimento de ferramentas que permitam a aplicação efetiva do ensino misto em diferentes casos.

Por conseguinte, as recomendações de implementação de BL no sistema IAMQS resultam de uma análise efetuada com base nos princípios abaixo, aplicados a cada uma das competências:

- **Avaliação numérica**, numa escala de 1 a 5, em que 1 representa um benefício mínimo ou nulo e 5 representa um benefício máximo, aplicada a cada competência de forma a avaliar se a mesma representa um potencial benefício, no quadro de uma aprendizagem combinada.
- Foram apresentados **comentários** adicionais, que fornecem justificações e informações complementares ao valor numérico apresentado.

A avaliação é apresentada de seguida, de forma resumida:

CU 21: Manutenção de Sistemas de Fusão em cama de pós - Feixe de laser (PBF-LB)						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
1. Substituir a lente de proteção e limpe o bocal	1	2	3	<b>4</b>	5	O conceito é simples e facilmente transferível através de conteúdos digitais, embora a visualização direta numa máquina real aumente a capacidade de detetar sujidade presente no sistema.
2. Avaliar a necessidade de efetuar operações de manutenção no sistema PBF-LB	1	2	3	4	<b>5</b>	Numa máquina desta natureza, a maior parte da manutenção será preventiva, mas o operador precisa de conhecer os eventos que indicam a necessidade de antecipar essa manutenção ou de efetuar uma manutenção corretiva. Trata-se de conhecimento altamente teórico que pode ser adquirido através de conteúdos digitais.
3. Efetuar operações de manutenção no sistema PBF-LB	1	2	<b>3</b>	4	5	Esta competência engloba um conjunto de operações que podem ser perfeitamente identificadas através de meios digitais. A execução destas operações pode implicar, por vezes, verificações, mas também a manipulação de vários elementos, pelo que a aquisição completa da competência através de meios exclusivamente digitais pode ter certas limitações.
4. Identificar os consumíveis para as diferentes peças da máquina	1	2	3	4	<b>5</b>	Esta competência é predominantemente teórica, o que a torna perfeitamente compatível com a aquisição por meios digitais.
5. Comunicar a necessidade de efetuar uma manutenção específica	1	2	3	4	<b>5</b>	Consultar a competência 2 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
6. Apoiar outros técnicos durante a manutenção do sistema	1	2	3	<b>4</b>	5	O conjunto de conhecimentos necessários para adquirir esta competência pode ser extenso, mas considera-se que é possível obter uma boa base através de meios digitais.

7. Verificar a limpeza do sistema ótico	1	2	3	<b>4</b>	5	O conceito é simples e facilmente transferível através de conteúdos digitais, embora a visualização direta numa máquina real aumente a capacidade de detetar sujidade presente no sistema.
8. Verificar se o sistema ótico está a funcionar corretamente	1	2	3	<b>4</b>	5	As operações de verificação da potência e de calibração do laser podem ser adquiridas teoricamente e são parcialmente virtualizáveis. No entanto, sistemas de verificação específicos como o EOS SMARTCAL podem exigir a utilização de hardware complementar, o que significa que os pormenores completos da sua utilização e aplicação podem ter de ser adquiridos através de experiência prática.
9. Monitorização e calibração	1	2	3	<b>4</b>	5	Consultar a competência 8 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
10. Verificar o nível de desgaste de um componente mecânico	1	2	3	<b>4</b>	5	As verificações necessárias são perfeitamente transferíveis através de conteúdos digitais, embora verificações específicas beneficiem da experiência prática (por exemplo, verificar o nível de desgaste de uma lâmina de revestimento).
11. Verificar o fluxo de gás do sistema	1	2	3	<b>4</b>	5	As verificações necessárias são perfeitamente transferíveis através de conteúdos digitais, embora algumas verificações específicas beneficiem da experiência prática (por exemplo, a verificação dos caudais de gás).
12. Rotinas de manutenção adequadas ao tipo de material	1	2	3	<b>4</b>	5	O conjunto de conhecimentos necessários para adquirir esta competência pode ser extenso, mas considera-se que os princípios básicos podem ser adquiridos através de meios digitais.
13. Verificação e utilização de equipamento de proteção individual	1	<b>2</b>	3	4	5	É possível adquirir este conhecimento teoricamente através de meios digitais, mas a sua aplicação prática requer uma abordagem prática.

**Recomendações sobre BL para esta UC**

É possível adquirir toda a base de conhecimentos contida nesta unidade de competência através de meios digitais, mas, sem dúvida, a maioria das competências requer uma experiência prática com uma máquina real para garantir que o formando compreende as operações, compreende os riscos, sabe utilizar o equipamento de proteção individual, etc.

Em resumo, as recomendações do projeto AREOLA para a formação prática e teórica são as seguintes

**Formação prática:**

- Desenvolver ferramentas xR com excelente qualidade e alta resolução;
- Preparar os formandos para a utilização, navegação e controlo da ferramenta xR antes da formação;
- Assegurar espaço físico suficiente para atividades de formação imersiva em xR;
- Integrar os métodos xR antes da formação prática para melhorar a progressão da aprendizagem;
- Utilizar os métodos xR para a formação em ambientes ou cenários de alto risco.

**Formação teórica:**

- As sessões de formação teórica não devem exceder uma hora, uma vez que os formandos se distraem facilmente;
- Se a formação teórica for ministrada online, devem ser integrados na sessão de formação alguns materiais de aprendizagem interativos. Os formandos não devem ser destinatários passivos.

## 4. Transferibilidade e sustentabilidade

Este capítulo tem como objetivo fornecer uma visão geral sobre o potencial de transferência dos resultados do projeto AREOLA, assegurando a sua sustentabilidade após a conclusão do projeto. A razão para explorar a transferibilidade dos resultados do AREOLA para o sistema IAMQS baseia-se no facto deste sistema de qualificação estar presente em dez países, não só na Europa mas em todo o mundo. O seu impacto direto e assumido nestes dez países está garantido, no entanto, cada país tem um impacto potencial, com base nos centros de formação que se ramificam na rede de formação.

Por conseguinte, foi concebido um roteiro (Figura 6), centrado na descrição do processo de transferência do know-how adquirido com o projeto AREOLA para outras qualificações; na identificação de possíveis qualificações adequadas à nova abordagem; e num plano de ação para a realização da transferência, no âmbito do sistema IAMQS. Assim, o IAMQS será o principal pilar do projeto AREOLA para a transferibilidade dos seus resultados, assegurando a sua implementação e aplicabilidade contínuas em toda a Europa.

Como ponto de partida, o projeto AREOLA abordou a diretriz de formação internacional e harmonizada, para o **Operador de Metal PBF-LB**. Especificamente, o desenvolvimento de ferramentas xR para a implementação das partes práticas da formação da **Unidade de Competência (CU) 21 Manutenção de sistemas PBF-LB**. Os parceiros do projeto LZH Laser Akademie GmbH (LAK) e IDONIAL já implementaram (partes da) qualificação para o Operador de Metal PBF-LB e/ou outras que contêm a CU21, que é transversal às qualificações do Operador Internacional de Manufatura Aditiva de Fusão em Cama de Pós Metálicos– Feixe de Laser. Portanto, **o primeiro passo para assegurar a transferibilidade dos resultados do projeto AREOLA será a integração das ferramentas xR, por parte dos parceiros e nas suas próprias ações de formação** envolvendo a CU 21.

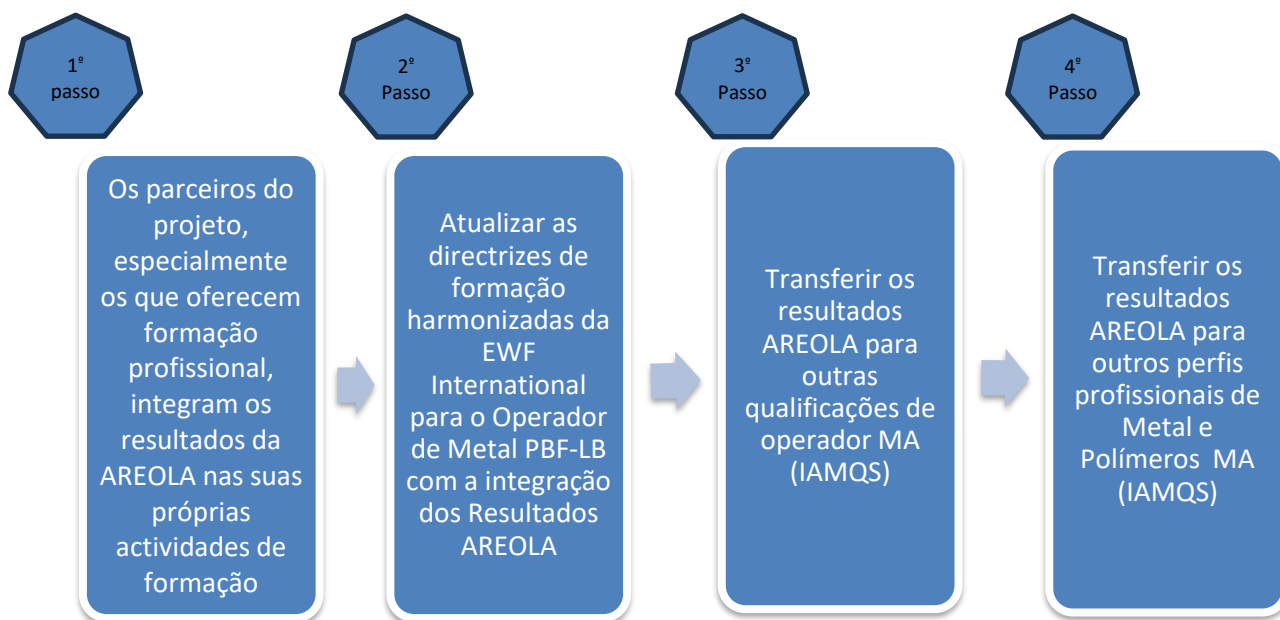
Uma vez que o sistema IAMQS já implementou um currículo de Operador de Metal PBF-LB e um percurso de qualificação de aprendizagem combinada, o **segundo passo será atualizar a qualificação PBF-LB do Operador Metal AM através da implementação dos resultados do projeto AREOLA, em particular para a formação CU21, para os tópicos "Recoater blade replacement" e "Laser power measurement"** na versão original em Inglês. Para que isto aconteça, os resultados do projeto AREOLA serão apresentados e a proposta de integração será levada à Assembleia Geral (AG) da EWF.

A AG da EWF consiste numa reunião formal onde os membros da EWF tomam decisões sobre o desenvolvimento do sistema internacional harmonizado para a educação, formação e qualificação no domínio das tecnologias de união e fabrico aditivo. Na AG, os membros refletem também sobre a inovação do sistema e, para isso, são formalizados grupos de trabalho especializados. Os resultados do projeto AREOLA serão apresentados à AG da EWF, em maio de 2024, onde será realizada uma votação, pelos membros da EWF, para avaliar se o Grupo de Trabalho (GT) existente assumirá os resultados do projeto AREOLA, com o objetivo de os transferir para o currículo existente do Operador de Metal PBF-LB. Após uma nova votação na Assembleia Geral da EWF, desta vez, em outubro de 2024, os membros da EWF votarão para aprovar a integração da diretriz atualizada no sistema IAMQS. Assim, os resultados serão transferidos para os centros de formação que os utilizarão nas suas atividades formativas.

Uma vez concluída a implementação dos resultados do projeto AREOLA para a formação do Operador de Metais PBF-LB, **o passo seguinte será replicar e transferir os resultados do projeto AREOLA para outras Qualificações de Operadores de MA (DED-LB, DED-Arc, PBF-EB) no âmbito do IAMQS**. Para tal, será aplicado o mesmo processo descrito anteriormente. Assim, uma vez que este esquema tenha sido apresentado e aprovado pelos membros da EWF na Assembleia Geral, o GT definido trabalhará no sentido de utilizar a análise e a investigação realizadas no PR1 (Relatório sobre a Análise das Necessidades de Validação) e no PR4 (Comparação entre as diferentes estratégias de ensino e aprendizagem); a transferência das ferramentas xR desenvolvidas no PR3 (Desenvolvimento de ferramentas de RV/AR para ministrar a prática de Operador de Metal PBF-LB); e a metodologia utilizada no PR2 (Desenvolvimento de materiais para ministrar a teoria de Operador de Metal PBF-LB) para as diretrizes de formação teórica online. Em resumo, assim que a proposta de atualização das orientações para os operadores for aceite pelos membros da EWF na próxima AG, esta poderá ser aplicada no IAMQS.

Todos os resultados do AREOLA (PR1 a PR5) têm o potencial de serem transferidos para outras qualificações de manufatura aditiva, bem como para outros sectores de produção, tais como a soldadura,

a união e as tecnologias relacionadas. Devido aos resultados generalizáveis do projeto AREOLA, será possível promover a excelência no ensino e formação profissional e melhorar os sistemas de garantia de qualidade se as abordagens do projeto utilizadas nos PR1 a PR5 forem depois utilizadas como modelo de benchmarking para outros processos e/ou materiais MA (por exemplo, para o sector automóvel). Assim, **o quarto passo será transferir os resultados do AREOLA para outros perfis profissionais de MA de metais e polímeros (IAMQS)**, seguindo o mesmo processo identificado acima para os Operadores. Adicionalmente, todos os parceiros do projeto assegurarão que as medidas apropriadas serão tomadas, em particular através dos centros de educação e formação profissional envolvidos, integrando os resultados nas suas atividades de formação.



*Figura 6: Descrição do processo de transferência do saber-fazer do projeto AREOLA para outras qualificações*

Globalmente, os resultados do projeto AREOLA terão um impacto significativo em todo o sistema, para os formandos, que terão acesso a uma formação online inovadora de qualidade num sector emergente, e para os prestadores de ensino e formação profissional, que terão acesso a ferramentas de formação inovadoras e atrativa. Por conseguinte, assegurar que os materiais e ferramentas de formação do projeto AREOLA são integrados e utilizados no sistema IAMQS, tornando-se parte dos seus documentos de apoio à qualificação e ferramentas amplamente utilizadas em toda a rede europeia de prestadores de ensino e formação profissional em MA.

Além disso, o consórcio AREOLA irá contactar as partes interessadas europeias nos domínios da formação profissional, nomeadamente a Associação Europeia de Institutos de Formação Profissional (EVBB), a Associação Europeia para a Educação de Adultos (EAEA) e o Fórum Europeu para a Educação e Formação

Profissional (EfVET), com os quais os parceiros já têm boas relações de trabalho, para garantir que estão familiarizados com os resultados do projeto AREOLA e o seu potencial de implementação.

## 5. Conclusões

Em conclusão, este relatório apresenta-se como um recurso vital para o avanço da formação europeia em Manufatura Aditiva (MA), impulsionando metodologias inovadoras de aprendizagem combinada alinhadas com os requisitos do sistema IAMQS. Oferece uma exploração abrangente da metodologia de aprendizagem combinada, destacando os seus métodos de ensino e valor na formação. Além disso, o relatório aprofunda os objetivos e a implementação do projeto AREOLA no âmbito do IAMQS, apresentando os seus materiais teóricos adaptados e as ferramentas de formação virtual destinadas aos operadores de PBF-LB no sector aeroespacial. A implementação faseada do projeto, que inclui pilotos teóricos e práticos utilizando ferramentas xR, sublinha o seu empenho em aumentar a atratividade do ensino profissional. Através das lições aprendidas com as atividades-piloto, são fornecidas recomendações fundamentais, abrindo caminho para uma transferência sustentável dos resultados do projeto AREOLA para outras qualificações. Esta abordagem passo a passo assegura o impacto duradouro e o legado do projeto AREOLA na definição do futuro da formação em MA na Europa.

## Anexo.

Matriz de avaliação: aplicabilidade de metodologias de aprendizagem combinada no perfil profissional "Operador de Fabrico Aditivo de Metais Fusão em Cama de Pós - Feixe Laser" (Sistema Internacional de Qualificação do Fabrico Aditivo).

Apresenta-se de seguida uma avaliação exaustiva da aplicabilidade das metodologias de Blended Learning (BL) nas unidades de competência que compõem o perfil profissional "Operador de Fabrico Aditivo de Metais - Fusão em Cama de Pós - Feixe Laser", tal como definido pelo sistema IAMQS .

CU 00: Visão geral do processo de fabrico aditivo						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
1. Distinguir peças produzidas por diferentes processos de AM	1	2	3	4	5	As diferenças entre peças (reais) fabricadas com tecnologias diferentes podem ser visíveis a olho nu, mas, em muitos casos, são subtis. Características como rugosidade, texturas, marcas de fabrico, etc., são difíceis de transmitir para além de fotografias/vídeos de alta qualidade. No entanto, numa perspetiva de aprendizagem combinada, existe a possibilidade do e-formador ter um conjunto de amostras de peças para mostrar na câmara e fazer vários comentários sobre elas.
2. Enumerar as vantagens e limitações dos processos de AM do ponto de vista da cadeia do processo de fabrico	1	2	3	4	5	A discussão das vantagens e limitações das tecnologias AM (em geral e especificamente) é essencialmente teórica.
3. Indicar a aplicabilidade dos diferentes processos de AM, de acordo com as características de cada processo	1	2	3	4	5	A exploração da aplicabilidade das diferentes tecnologias AM é essencialmente teórica.
Recomendações sobre BL para esta UC						
A CU00 é uma unidade de competência essencialmente teórica, com o objetivo de fornecer uma visão geral do conceito de fabrico aditivo, a sua aplicabilidade, vantagens e desvantagens, ao mesmo tempo que apresenta as diferentes tecnologias capazes de implementar este conceito de fabrico. Neste sentido, a apresentação dos conteúdos pode ser efetuada de forma eficaz em modelos de formação à distância. O <i>ponto fraco</i> reside, sem dúvida, na exemplificação e diferenciação de peças feitas com diferentes tecnologias de AM. No entanto, isto pode ser parcialmente resolvido se o e-formador apresentar peças reais aos alunos através de uma câmara e em streaming, enquanto discute as características particulares de cada tecnologia. É importante notar, no entanto, que para apreciar as diferenças mais subtis pode ser necessário que os alunos toquem fisicamente nas peças reais para						



compreenderem todas as especificidades. Alguns pormenores (rugosidade, marcas, diferenciação de camadas, etc.) podem não ser perceptíveis através de formação remota.

CU 15: Processo PBF-LB						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
1. Descrever os sistemas PBF-LB, incluindo os componentes e as suas funções	1	2	3	<b>4</b>	5	Um equipamento PBF-LB é uma máquina de certa complexidade, com um grande número de elementos e subsistemas, pelo que, embora seja possível uma abordagem teórica, a vantagem de ter acesso a uma máquina real é inegável. No entanto, a possibilidade de gerar um modelo virtual de uma máquina, que pode ser manipulado pelo aluno (por exemplo, um <i>walk-around</i> que permite abrir e fechar vários módulos, visualizar certos elementos básicos, etc.), pode ser um bom substituto da máquina real.
2. Reconhecer as características da plataforma de construção PBF-LB, da matéria-prima e de outros consumíveis	1	2	<b>3</b>	4	5	É perfeitamente possível obter um conhecimento bastante completo dos consumíveis utilizados pela máquina e das orientações gerais para o seu manuseamento através de abordagens teóricas. No entanto, a perceção dos riscos e os aspetos específicos do seu manuseamento podem requerer uma abordagem que exija uma componente presencial.
3. Reconhecer os parâmetros de PBF-LB e a influência do seu ajuste na peça construída	1	2	<b>3</b>	4	5	A compreensão dos conceitos relacionados com os parâmetros do processo é possível através de uma abordagem teórica. No entanto, a avaliação dos efeitos de vários parâmetros pode exigir a observação da forma como a máquina os aplica (por exemplo, padrões de aplicação e permutação do percurso do laser entre camadas) ou o seu impacto nas peças (acabamentos, defeitos,

						etc.). Estes pormenores são complexos de reproduzir num ambiente virtual ou de verificar sem peças físicas.
4. Reconhecer a interação da fonte de calor do processo com a matéria-prima	1	2	<b>3</b>	4	5	Consultar a competência 4 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
5. Identificar os problemas associados à preparação e configuração inadequadas da plataforma de construção, ao manuseamento e armazenamento da matéria-prima e à aplicação dos gases utilizados no PBF-LB	1	2	<b>3</b>	4	5	Consultar a competência 2 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
<b>Recomendações sobre BL para esta UC</b>						
A unidade de competência 15 tem uma componente teórica significativa, uma vez que a aquisição de cada uma das suas capacidades exige uma base de conhecimentos que pode ser perfeitamente obtida teoricamente. No entanto, dentro desta unidade de competência, há vários aspetos em que a possibilidade de manipular fisicamente vários elementos, observar locais e ferramentas reais, examinar peças fabricadas para rever os efeitos dos parâmetros, etc., pode aconselhar a presença física. A disponibilidade de um modelo de máquina completo para a interação virtual (como descrito nos comentários da competência 1) seria, em todo o caso, um apoio fundamental para se familiarizar com as características físicas da máquina e dos seus elementos acessórios.						

<b>UC 16: Garantia de qualidade (GQ) no PBF-LB</b>						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
1. Reconhecer a utilização mais alargada da GQ no âmbito da engenharia	1	2	3	4	<b>5</b>	Trata-se de uma unidade de competência predominantemente teórica que pode ser totalmente adquirida através de meios digitais.
2. Reconhecer o âmbito da qualificação de operador do PBF-LB no sector da AM	1	2	3	4	<b>5</b>	Trata-se de uma unidade de competência predominantemente teórica que pode ser totalmente adquirida através de meios digitais.
3. Apoiar os procedimentos de qualificação e requalificação do equipamento PBF-LB	1	2	3	<b>4</b>	5	Esta unidade de competência é essencialmente teórica, embora a visualização direta do equipamento e das instalações possa ser relevante para consolidar os processos e conceitos relacionados.
4. Identificar os principais procedimentos, equipamentos e respetivo papel	1	2	3	<b>4</b>	5	Consultar a competência 4 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
5. Elaborar relatórios de ensaio com base nos requisitos especificados pelo fabricante	1	2	3	4	<b>5</b>	Embora tenha uma componente prática, esta é sobretudo

						documental, pelo que pode ser totalmente adquirido através de meios digitais.
6. Le um plano de fabrico	1	2	3	4	<b>5</b>	Esta competência é altamente teórica, embora a visualização direta do equipamento e das instalações possa ser relevante para a consolidação dos processos e conceitos relacionados.
7. Comparar a geometria e as dimensões especificadas nos desenhos técnicos com as peças construídas	1	<b>2</b>	3	4	5	A interpretação de um desenho técnico tem um aspeto claramente teórico, mas a comparação com peças reais é predominantemente prática. Este aspeto específico não pode ser substituído por materiais de formação digitais.
8. Utilizar dispositivos e técnicas de medição simples para efetuar uma inspeção visual básica da peça construída	<b>1</b>	2	3	4	5	A medição de uma peça requer uma manipulação física em todos os casos.
9. Identificar problemas nas peças construídas, distinguindo entre imperfeições e defeitos	1	<b>2</b>	3	4	5	Mesmo que o e-formador tenha um conjunto de peças para mostrar na câmara, vários problemas podem surgir. O desenvolvimento de conteúdos puramente digitais que refletem de forma realista todos os defeitos possíveis.
10. Comunicar os defeitos sugerindo a sua eliminação através de operações de pós-processamento, de uma nova inspeção ou da eliminação da peça	1	2	<b>3</b>	<b>4</b>	5	Embora a apresentação de todos os defeitos possa recomendar uma formação presencial, a base de conhecimentos para compreender como reparar ou tratar defeitos e acabamentos pode ser transmitida teoricamente, o que a torna altamente compatível com uma abordagem de aprendizagem combinada.

Recomendações sobre BL para esta UC

De um modo geral, a Garantia da Qualidade é uma unidade de conhecimentos com uma forte componente teórica, em que os conceitos e metodologias fundamentais podem ser inteiramente adquiridos através de conteúdos digitais. Algumas competências específicas requerem claramente uma abordagem prática (como todas as operações de medição), enquanto outras podem também beneficiar da capacidade de "tocar" e verificar peças reais.

UC 17: Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA) no PBF-LB

Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
1. Identificar os principais perigos e medidas de segurança associados aos sistemas PBF-LB	1	2	3	<b>4</b>	5	Do ponto de vista exclusivo da identificação, esta competência pode ser adquirida de forma 100% teórica e pode também beneficiar muito da utilização de modelos 3D manipuláveis, em torno dos quais se podem identificar determinados riscos (elétricos, de manipulação, etc.). No entanto, a capacidade de perceção dos riscos associados ao manuseamento de partículas em pó ou de elementos pesados depende da experiência prévia do aluno com os mesmos, o que torna potencialmente necessária uma experiência prática/presencial.
Recomendações sobre BL para esta UC						
Os principais conceitos e informações desta unidade de competência podem ser adquiridos através de modalidades não presenciais, mas a perceção do "risco real" e a aprendizagem sobre a utilização de equipamento de proteção individual são mais complexas de substituir. Mesmo que pudessem ser digitalizados/virtualizados, os procedimentos e as sensações reais do Equipamento de Proteção Individual (EPI) no corpo não podem ser reproduzidos.						

CU 18: Configuração de hardware, software e ficheiro de construção para PBF-LB						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
1. Preparar a máquina de acordo com a especificação do procedimento AM	1	2	3	<b>4</b>	5	Os aspetos fundamentais da preparação de uma máquina para o seu funcionamento podem ser descritos e recriados em suportes digitais, podendo mesmo ser criados ambientes virtuais onde o aprendente tem de realizar várias operações básicas. Neste sentido, é sem dúvida complexo ou impossível recriar todos os pormenores ou sensações, mas o seu valor como ferramenta para consolidar o processo antes de utilizar uma máquina real é inegável

2. Preparar a matéria-prima, a plataforma de impressão e a máquina de acordo com o material a utilizar	1	<b>2</b>	3	4	5	A utilização de meios digitais (mesmo que recreados através de meios virtuais) tem limitações práticas quando é necessária uma elevada componente manipulativa, especialmente em operações que impliquem a manipulação de pesos consideráveis.
3. Verificar se a máquina PBF-LB está em conformidade com as especificações internas e/ou do fabricante da máquina	1	2	3	<b>4</b>	5	Esta competência traduz-se no conhecimento, por parte do formando, da lista de verificação que permite identificar se uma máquina está pronta a trabalhar ou se está a funcionar dentro da sua gama operacional em condições adequadas. Trata-se de uma competência que pode ser adquirida sobretudo através de meios teóricos, tendo em conta que a própria verificação exige a oportunidade de utilizar equipamentos reais num dado momento.
4. Carregar os ficheiros para as máquinas PBF-LB	1	2	3	4	<b>5</b>	A manipulação e o carregamento de ficheiros é uma operação efetuada através de software, pelo que os conceitos e a mecânica associada podem ser adquiridos por meios digitais.
5. Verificar se as máquinas PBF-LB estão a funcionar de acordo com as especificações do trabalho, em termos de parâmetros de processo	1	2	3	<b>4</b>	5	Consultar a competência 3 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
6. Cumprir os procedimentos de HSE associados às máquinas PBF-LB	1	<b>2</b>	3	4	5	A utilização e o manuseamento dos equipamentos de proteção individual têm uma componente teórica (pelo menos no que diz respeito à definição dos EPI necessários), mas a sua utilização correta é um aspeto difícil de transmitir sem uma sessão prática
7. Interpretar informações técnicas relacionadas com o processo e com as máquinas de PBF-LB	1	2	3	<b>4</b>	5	A capacidade de observar como uma máquina PBF-LB gera informação em tempo real é interessante, mas a maior parte da informação e da documentação requer uma análise cuidada. Por conseguinte, esta competência tem uma

						elevada componente teórica e pode ser muito bem-adaptada a uma abordagem de formação puramente digital.
Recomendações sobre BL para esta UC						
Vários aspetos do manuseamento ou interpretação da informação gerada por uma máquina PBF-LB envolvem uma elevada componente de software, ou requerem conhecimento e compreensão de conteúdos teóricos, o que os torna inteiramente transferíveis para um ambiente de formação digital. Por outro lado, há uma componente manipulativa muito evidente nesta unidade de competência, que pode ser replicada, em certa medida, através de meios digitais. Em última análise, exigirá a presença do formando no ambiente da máquina, manipulando os seus elementos acessórios e os EPI associados.						

CU 19: Monitorização e gestão do fabrico de peças PBF-LB						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
Carregar o pó seguindo os procedimentos de segurança obrigatórios	1	<b>2</b>	3	4	5	A realização desta atividade requer uma compreensão teórica dos procedimentos e das medidas de segurança, mas a sua execução (devido à natureza do material) é difícil de simular através de meios digitais.
Aplicar os procedimentos de HSE no fabrico de peças	1	2	<b>3</b>	4	5	A aplicação de medidas de segurança e de saúde é vasta, abrangendo medidas gerais como a ventilação, o ar condicionado, etc., até à utilização de equipamento de proteção individual mais completo. Os aspetos teóricos destes conhecimentos podem ser adquiridos através de meios digitais, mas a aplicação de muitas destas medidas requer prática.
Interpretar a documentação técnica relacionada com os requisitos das peças construídas	1	2	3	4	<b>5</b>	Os requisitos associados às peças podem variar, levando à documentação de medições, testes, ensaios, etc. Estes conceitos podem ser adquiridos através de conteúdos digitais.
Identificar os principais motivos de falha durante o processo de fabrico	1	2	3	<b>4</b>	5	A maioria dos eventos que indicam um mau funcionamento pode ser interpretada a partir de verificações visuais ou dos dados gerados pelo equipamento, tornando altamente possível desenvolver listas e descrições dos problemas mais comuns e

						como detetá-los. Alguns dos problemas/defeitos podem ser mais evidentes quando visualizados numa máquina real, observando o processo (ou os seus dados) durante um período.
Preparar relatórios sobre o processo de fabrico, incluindo os problemas identificados	1	2	3	4	5	Trata-se de uma competência essencialmente teórica e documental, pelo que pode ser adquirida através de conteúdos digitais.

Recomendações sobre BL para esta UC

Embora possa parecer surpreendente, a monitorização e a gestão de um processo de fabrico aditivo requerem a aquisição de uma certa quantidade de conhecimentos em que os aspetos mais relevantes estão associados à teoria. Assim, uma boa parte destas competências pode ser adquirida, pelo menos parcialmente, através de conteúdos digitais. É fundamental ter em conta que, em qualquer caso, todas as tarefas que envolvam manipulação ou utilização intensiva de equipamentos de proteção individual não são totalmente substituíveis por conteúdos digitais. Isto porque envolvem operações, detalhes ou mesmo sensações que não podem ser percebidas sem uma experiência direta.

CU 20: Pós-processamento de peças PBF-LB						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
1. Retirar as peças e as placas de base da máquina aplicando os procedimentos HSE necessários	1	2	3	4	5	A operação básica pode ser compreendida através de uma abordagem teórica ou virtual. No entanto, a limpeza dos pós ou a perceção do peso das peças e das placas de base (embora a manipulação com um empilhador possa ser transferível) são difíceis de reproduzir.
2. Efetuar uma preparação manual simples de uma peça construída para diferentes métodos de pós-processamento	1	2	3	4	5	A operação básica é compreensível através de uma abordagem teórica ou virtual, mas a execução da operação em si é complexa sem a utilização de peças reais.
3. Retirar o pó do leito de pó e das peças seguindo os procedimentos de segurança obrigatórios	1	2	3	4	5	Consultar a competência 1 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
4. Separar as peças em bruto das placas de base, distinguindo a placa de base da peça segundo as especificações no desenho técnico e usando processos manuais simples	1	2	3	4	5	Consultar a competência 2 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).

Recomendações sobre BL para esta UC

O conhecimento das técnicas de pós-processamento aplicáveis às peças fabricadas com a tecnologia PBF-LB pode ser adquirido teoricamente (e, portanto, através de meios digitais). No entanto, a execução real destas operações pode não ser facilmente digitalizada ou virtualizada atualmente, exigindo a presença física para adquirir plenamente as competências.

CU 48: Manuseamento de pós						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
1. Completar a documentação técnica relacionada com pós para AM de metais	1	2	3	4	<b>5</b>	A documentação e a rastreabilidade dos pós é um processo algo complexo. No entanto, trata-se de um conhecimentos altamente teórico, totalmente transferível através de meios digitais.
2. Caracterizar os pós de acordo com as instruções do engenheiro	1	2	<b>3</b>	4	5	É possível adquirir um conhecimento básico dos processos de caracterização, mas a sua aplicação e a gestão da informação gerada, apesar de terem uma componente teórica, pode exigir experiência prática.
3. Assegurar o acondicionamento do pó de acordo com a especificação do procedimento AM	1	2	<b>3</b>	4	5	Consultar a competência 3 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
4. Controle a reutilização dos pós	1	2	<b>3</b>	4	5	A reutilização dos pós está intimamente relacionada com os seus processos de tratamento, caracterização e acondicionamento, pelo que os comentários incluídos nas competências 2 e 3 também se aplicam aqui.
5. Manusear os pós de acordo com os procedimentos de HSE	1	2	<b>3</b>	4	5	O manuseamento seguro de pós assenta num conhecimento teórico dos riscos e das medidas de segurança, a sua aplicação dificilmente pode ser substituída por meios digitais ou virtuais.
Recomendações sobre BL para esta UC						
A unidade de competência relacionada com o manuseamento de partículas em pó permite uma aquisição significativa de conhecimentos teóricos através de meios exclusivamente digitais. No entanto, tendo em conta a natureza dos processos de manuseamento e caracterização, é aconselhável incluir uma componente prática na formação.						



CU 49: Caracterização de feixes de laser						
Competências	Pode beneficiar de uma abordagem BL?					Comentários
	1	2	3	4	5	
Efetuar medições de potência com segurança, incluindo estabilidade de potência	1	2	3	<b>4</b>	5	As operações de verificação da potência e da calibração do laser podem ser adquiridas teoricamente e, em certa medida, virtualmente, embora sistemas de verificação específicos (por exemplo, EOS SMARTCAL) exijam a utilização de hardware complementar. Por conseguinte, a compreensão completa da sua utilização e aplicação pode ter de ser adquirida através de experiência prática direta.
Efetuar com segurança a perfilagem de vigas em diferentes áreas da plataforma de construção	1	2	3	<b>4</b>	5	Consultar a competência 1 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
Utilizar outro equipamento de medição para determinar outras propriedades do feixe laser	1	2	3	<b>4</b>	5	Consultar a competência 1 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
Efetuar medições de acordo com as normas existentes e/ou especificações internas	1	2	3	<b>4</b>	5	Consultar a competência 1 (o comentário feito sobre esta competência é considerado aplicável).
Recomendações sobre BL para esta UC						
É possível adquirir a maior parte, ou uma parte significativa, da base de conhecimentos teóricos necessários para tarefas de caracterização de laser através de meios digitais. No entanto, a aplicação prática de certos procedimentos ou métodos pode aconselhar uma experiência prática.						