



**REABILITAÇÃO URBANA**  
INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

**MANUAL DE INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE**

# **A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 4.0 E O SEU IMPACTO**

OS DESAFIOS E AS SOLUÇÕES NA REABILITAÇÃO URBANA 4.0

# **2022**

---

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciência e Tecnologia

Centro de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Civil e Qualidade

---

**COM A COLABORAÇÃO**

Universidade de Aveiro

Universidade do Minho

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

---



**AICCOPN**

Associação dos Industriais da Construção  
Civil e Obras Públicas



# R.U.-IS.

**REABILITAÇÃO URBANA**  
INTELIGENTE E SUSTENTÁVEL

Cofinanciado por

**COMPETE**  
**2020**

**PORTUGAL**  
**2020**



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

## **CAPÍTULO 1 – A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 4.0 E O SEU IMPACTO NAS ATIVIDADES DA CONSTRUÇÃO E REABILITAÇÃO**

### **1.1 As revoluções industriais**

Ao longo do tempo a indústria mundial tem sofrido uma evolução contínua e acelerada, marcada por períodos de mudanças muito significativas que são habitualmente designados por revoluções industriais. As revoluções industriais provocam profundas repercussões ao nível económico, social e ambiental, transformando as nossas rotinas diárias e o modo como vivemos em sociedade.

Em termos históricos considera-se a existência de três revoluções industriais, assistindo-se, desde meados da década passada, ao debate em torno da emergência da denominada Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 (ver Figura 1.1).

Neste âmbito, importa compreender as principais características e traços diferenciadores das três anteriores revoluções industriais, antes de se aprofundarem as questões associadas com a Quarta Revolução, a qual está a dar os primeiros passos e cujo impacto será certamente muito relevante em termos civilizacionais.

A **1ª Revolução Industrial - Revolução Mecânica** - principiou no fim do século XVIII, com o desenvolvimento das máquinas a vapor que possibilitaram acelerar a produção de forma mecânica. Com o aparecimento dos motores a vapor surgiram as primeiras fábricas, permitindo a mecanização das tarefas que se tornaram repetitivas e progressivamente mais céleres. Isto ajudou ao aumento da produtividade e à redução dos custos de produção, o que levou igualmente ao aumento dos padrões de vida e ao crescimento de cidades localizadas perto das fábricas. As máquinas a vapor também contribuíram para que a informação e as pessoas pudessem circular mais rapidamente, designadamente devido ao desenvolvimento da impressão e dos caminhos-de-ferro.

A **2ª Revolução Industrial - Revolução Elétrica** - iniciou no final do século XIX com o desenvolvimento das linhas de montagem e a utilização da eletricidade. As fábricas passaram a operar através de eletricidade gerada por fontes de energia como o petróleo e o gás, o que facilitou grandes ganhos de eficiência que se traduziram na produção de bens de forma rápida

e em massa. Com a generalização da eletricidade, nomeadamente com a iluminação dos espaços públicos, a vivência noturna das cidades teve um grande incremento.

A **3ª Revolução Industrial - Automatização** - emergiu a partir dos anos 70 do século passado, com o surgimento e a evolução de sistemas informatizados e da automatização dos processos, das máquinas e dos serviços. A utilização das tecnologias da informação e comunicação (computadores, aplicações eletrónicas, internet, etc.) foi progressivamente generalizada na indústria, o que aumentou a produtividade e criou novas oportunidades de desenvolvimento na economia, sobretudo ao nível da construção nas grandes cidades.

Os avanços tecnológicos resultantes da 3ª Revolução Industrial, nomeadamente com a propagação do ciberespaço como um meio de comunicação amplamente circunscrito à informática e à utilização da Internet, materializando a "era da informação" ou "era digital", possibilitou a chegada da referida 4ª Revolução Industrial, unindo os mundos físico, digital e biológico, por meio de múltiplas tecnologias que trabalham em conjunto.



Figura 1.1 - Características das Revoluções Industriais

Fonte: Adaptado de UNIDO (2017)

A **4ª Revolução Industrial - Indústria 4.0** - nasce em meados da segunda década do século XXI como um novo paradigma marcado pela informação digital, a qual se torna parte preponderante dos processos industriais e das decisões que são tomadas de forma automática a partir do uso de um grande conjunto de dados armazenados, no chamado de Big Data. Baseia-se assim na integração de diversas tecnologias inovadoras (Big Data Analytics, computação em nuvem,

robôs automatizados, simulações, manufatura aditiva avançada, realidade aumentada ou a internet das coisas) que transitam para sistemas industriais inteligentes, onde o mundo físico da indústria convencional é integrado com o mundo virtual da tecnologia digital e da internet, no que também se designa por “smart factory”, “intelligent factory” ou “factory of the future”.

Como referem Cavalcanti, V. et al. (2018), estas tecnologias inovadoras do mundo híbrido (físico e imaterial) conduzem a expressivos benefícios nos processos industriais ao possibilitarem a interoperabilidade (entre o homem e a máquina), a virtualização (monitorização dos processos), a descentralização da tomada de decisão (por via humana ou digital), a atuação em tempo real, a orientação para o serviço ou a modulação na produção.

Estes benefícios correspondem a ganhos de eficiência e de tempo, e à poupança de recursos e de custos, ou seja traduzem-se em ganhos de produtividade para as empresas e para a economia em geral.

Desta forma, a Indústria 4.0 constitui uma enorme evolução dos sistemas produtivos tradicionais da indústria, permitindo que as fábricas do futuro sejam muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e operacionais do que as atuais, o que acarreta melhorias consideráveis nas distintas etapas das cadeias de valor. Como foi referido, um objetivo fundamental da Indústria 4.0 é uma produção totalmente conectada entre o mundo material e o mundo digital, o que, entre outras vantagens, permite conseguir que a Indústria 4.0 ofereça em grande quantidade produtos personalizados e individualizados, mas elaborados da mesma forma como se se tratasse de uma produção em série.

Assim, tal como aconteceu nas três primeiras revoluções industriais, a 4ª Revolução Industrial estendeu-se rapidamente a diferentes latitudes e a todos setores de atividade, induzindo repercussões muito significativas e de limites ainda não circunscritos.

No entanto, deve sublinhar-se que existem notórias diferenças entre a 4ª Revolução Industrial e as revoluções industriais anteriores. Em particular, realce-se o facto de os ganhos de produtividade decorrentes das três primeiras revoluções industriais terem sido conseguidos essencialmente através da utilização exaustiva de recursos naturais. Em contrapartida, na 4ª Revolução Industrial existe uma grande preocupação com o ambiente, pelo que os ganhos de produtividade resultam do emprego de novas tecnologias emergentes que visam acelerar a transição para uma economia verde, circular e descarbonizada.

Deste modo, a Indústria 4.0 poderá provocar grandes mudanças na sociedade, provavelmente superiores às produzidas nas revoluções industriais anteriores, levando a transformações e inovações disruptivas muito importantes para o nosso futuro coletivo. Como refere Klaus Schwab, presidente executivo do Fórum Económico Mundial (Schwab, K. 2016), a atual revolução tecnológica está a transformar o modo como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos.

No caso do setor da construção, a integração de diversas tecnologias inovadoras na forma de projetar, construir e gerir as obras fez emergir a Construção e a Reabilitação 4.0.

## **1.2 A Construção e a Reabilitação 4.0**

Neste contexto, a Construção e a Reabilitação 4.0 surgem como a ramificação da Indústria 4.0 ao setor da construção e da reabilitação. Assim, ao longo da cadeia produtiva da construção e em todo o tipo de empresas, vai-se assistindo à introdução de diferentes tecnologias inovadoras, afirmando a Construção e a Reabilitação 4.0 como o caminho natural para aumentar a competitividade e a produtividade do setor, reduzindo a sua ineficiência e os seus custos.

Com efeito, no início do século XXI em resultado do desenvolvimento da Indústria 4.0 estão a surgir grandes oportunidades e enormes desafios para os setores da construção e reabilitação urbana, que são setores tradicionalmente com níveis de investimento em Investigação e Desenvolvimento (I&D) e inovação relativamente baixos face a outros setores da atividade industrial. É relevante assinalar que numa altura em que se consolida a Indústria 4.0, existe quem aponte que a indústria da construção e reabilitação não chegou ainda a experienciar no seu âmago a 3ª Revolução Industrial. No entanto, e face aos desafios atuais, começa a ser consensual que o salto tem de ser dado para a introdução paulatina da 4ª Revolução Industrial nestes setores. Efetivamente, o contexto global fortemente marcado pela 4ª Revolução Industrial, pelo aumento da competitividade empresarial, pelo crescente reconhecimento das alterações climáticas no planeta e pela necessidade da adoção de políticas de desenvolvimento sustentável, tem provocado intensas pressões no sentido da transformação dos sectores da construção e reabilitação urbana. O recurso à tecnologia e à inovação, a capacitação dos recursos humanos, a procura de soluções inteligentes e sustentáveis constituem hoje realidades indispensáveis para as empresas, as quais valorizam cada vez mais a economia circular nas suas estratégias de atuação.

Assim sendo, e de forma resumida, salientam-se alguns dos principais fatores que na atualidade influenciam a evolução do setor em direção à Construção e Reabilitação 4.0:

- As novas realidades associadas à 4ª revolução industrial, marcadas pela preponderância das “máquinas inteligentes” onde as várias tecnologias são utilizadas cada vez mais em conjunto, possibilitando unir o mundo físico, o mundo digital e o mundo biológico, sendo a informação o bem mais valioso;
- As alterações climáticas verificadas no planeta e a necessidade do crescimento da economia verde;
- A importância da reabilitação para a requalificação e valorização urbanística das cidades;
- O aumento da concorrência e competitividade empresarial a todos os níveis;
- A imprescindibilidade do recurso à tecnologia e à inovação;
- A relevância da capacitação dos recursos humanos, designadamente para responder à evolução tecnológica;
- A crescente procura de soluções inteligentes e sustentáveis;
- A valorização da Economia Circular e da Construção Circular;
- A forma como estão definidas as prioridades dos fundos comunitários, alicerçadas em documentos como a Estratégia Europa 2020, o Roteiro para a Energia 2050, ou a Estratégia Portugal 2030;
- A adoção de sistemas de certificação da qualidade de empresas de Construção e Reabilitação 4.0.

Em termos concretos, e como se observa da Figura 1.2, a Construção 4.0 assenta fundamentalmente no desenvolvimento de 10 vertentes de cariz tecnológico na construção:

- 1- Pré-fabricação e construção modular;
- 2- Materiais de construção avançados;
- 3- Impressão 3D e manufatura aditiva;
- 4- Construção autónoma;
- 5- Realidade aumentada e virtualização;
- 6- Big data e análise preditiva;
- 7- Monitorização wireless e equipamento conectado;
- 8- Cloud e colaboração em tempo real;
- 9- Fotogrametria e scanarização 3D;
- 10- Building Information Modeling (BIM).



Figura 1.2 - Vertentes de cariz tecnológico da Construção e da Reabilitação 4.0

Fonte: World Economic Forum, Boston Consulting Group

O desenvolvimento destas 10 vertentes de cariz tecnológico da Construção e da Reabilitação 4.0, assim como de outras, tem vindo a realizar-se de forma gradual, de acordo com o estado evolutivo das tecnologias em cada País e com a disponibilidade para a sua incorporação das empresas construtoras.

No caso português, existem já muitas empresas nas quais a Construção e a Reabilitação 4.0 é uma realidade visível nas suas atividades. Com efeito, a cada dia que passa é maior o uso de ferramentas tecnológicas em tarefas como os cálculos estruturais, a georreferenciação, a gestão integrada de projetos, a instalação de estaleiros de obras, ou a pré-fabricação de módulos para edifícios.

Existem também algumas empresas, embora em menor número, que apostam em iniciativas mais arrojadas, como sejam o recurso a drones para o acompanhamento das obras, a impressão em 3D de componentes construtivas ou a utilização de equipamentos robotizados para a execução de tarefas, sobretudo em estaleiro. Contudo, são ainda iniciativas algo tímidas, que necessitam de tempo e carecem de maior incentivo e apoio na sua divulgação e aplicação no sector da construção em Portugal, em particular entre as empresas de reduzida dimensão e menor capacidade financeira.

No nosso País, muitas empresas de construção possuem ainda uma mentalidade e um comportamento conservador, observável na considerável inércia organizacional e operacional que as caracteriza. Para impedir esta situação, as empresas precisam de promover uma cultura de mudança e de valorização do conhecimento, respaldada pelas suas chefias, implementando processos contínuos e iterativos de modernização tecnológica e melhoria das cadeias produtivas. Entre outras, isto envolve as seguintes medidas:

- Estabelecimento de uma cultura de empresa orientada para a Construção e a Reabilitação 4.0, nomeadamente ao nível da missão, dos valores, dos objetivos e das práticas;
- Incremento dos apoios do Estado e dos organismos públicos, promovendo uma mudança efetiva para a Construção e a Reabilitação 4.0, sobretudo nas pequenas e médias empresas do setor;
- Implementação de uma tomada de decisão operacional e descentralizada, tão perto quanto possível dos clientes;
- Reconhecimento e valorização do mérito dos colaboradores que apostem na criatividade e na inovação no desempenho das suas funções;
- Aumento do diálogo, interação e colaboração entre todos os intervenientes no processo construtivo;
- Promoção da transferência de conhecimento de projeto para projeto, de modo a não se perder o saber e a experiência anteriormente adquiridas;
- Motivação dos colaboradores para os desafios do futuro, aumentando a sua autoestima e identificação com os objetivos da empresa;
- Instituição de uma política de contratação de colaboradores que aposte nos jovens talentos e que valorize os conhecimentos tecnológicos e a capacidade de inovação;
- Aumento do investimento em investigação, desenvolvimento e inovação, o que implica a aquisição de tecnologia e de recursos humanos especializados;
- Criação de parcerias com outras empresas, universidades e centros de investigação, desenvolvendo trabalho de colaboração em rede, designadamente direcionado para inovação e a modernização.

Atendendo às dificuldades com que se debatem as empresas de construção em Portugal, a implementação destas medidas que visam o crescimento e consolidação da Construção 4.0 deve

ser progressiva e iniciar-se pelas tecnologias já disponíveis e acerca das quais existe algum conhecimento e experiência no mercado. Muitas das tecnologias têm atualmente custos acessíveis e estão facilmente disponíveis, pelo que a sua implementação nas empresas é mais simples e factível. Assim, após estas estarem estáveis e permitirem bons resultados é possível dar novo passo no sentido da implantação de outras tecnologias mais avançadas. Agindo desta forma, as empresas estarão mais preparadas e serão mais competitivas e sustentáveis para enfrentar os desafios do futuro.

### **1.3 Enfrentar os desafios, preparar o amanhã da construção e da reabilitação**

A fileira da construção e reabilitação está num processo complexo de transformação e evolução para a Construção e Reabilitação 4.0. Diferentes inovações estão a ser aplicadas em todas as fases dos empreendimentos construtivos, desde o momento da conceção até ao fim da vida útil, com o objetivo de melhorar a qualidade e de reduzir os custos e riscos das obras.

O potencial de crescimento das 10 vertentes anteriormente elencadas no setor da construção e da reabilitação é enorme, no entanto é preciso criar estruturas para consolidar o seu desenvolvimento. De facto, não basta que as empresas de construção incorporem as tecnologias da 4ª Revolução Industrial, presentemente em curso. É igualmente necessário que ao nível dos recursos humanos, e nas mais variadas funções, se mudem os comportamentos e as atitudes e se aumentem os conhecimentos e as competências de todos aqueles que, de forma direta ou indireta, intervêm no setor da construção e da reabilitação.

Com efeito, é reconhecido que o défice de uma cultura digital e de competências específicas neste campo constitui o maior desafio que as empresas de engenharia e construção de todo o mundo têm de enfrentar na implantação dos conceitos da Indústria 4.0.

Muitos profissionais do setor da construção não possuem ainda as informações adequadas sobre os reais benefícios da Construção 4.0 e têm receio de investir no desenvolvimento tecnológico das suas empresas. Essas dificuldades acabam por condicionar o potencial de crescimento da Construção 4.0, limitando o aumento da produtividade no setor e a melhoria da qualidade construtiva.

Neste sentido, torna-se imperioso o incentivo e apoio das entidades governamentais à inovação nas empresas (ao nível dos recursos humanos, da gestão, dos processos ou da tecnologia),

nomeadamente através das oportunidades que possibilitam o Plano de Recuperação e Resiliência ou o próximo Quadro Comunitário de Apoio – Portugal 2020-2030.

Importa sublinhar que até ao final desta década, Portugal irá receber um montante de cerca de 61 mil milhões de € de apoio financeiro vindo da Europa, já denominado de “bazuca financeira”.

Trata-se de uma quantia extraordinária que resulta do somatório de 16,6 mil milhões de € provenientes do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), de 29,8 mil milhões de € dos fundos comunitários do próximo quadro plurianual da União Europeia 2030, de 12,8 mil milhões de € do atual quadro comunitário Portugal 2020 que podem ser utilizadas até 2023 e, ainda, de 1,8 mil milhões de € do reforço da coesão através do REACT/EU (Assistência de Recuperação para a Coesão e os Territórios da Europa).

Estes valores poderão ainda ser ampliados, dada a possibilidade de Portugal poder recorrer a empréstimos da União Europeia de cerca de 15,7 mil milhões de € em condições muito vantajosas em termos de exigências e de juros.

Em termos do PRR, por exemplo, o seu valor é repartido por três dimensões (Resiliência - 11,125 mil milhões de €, Transição Climática – 3,059 mil milhões de € e Transição Digital – 2,460 mil milhões de €, como resultado de uma crescente preocupação europeia com a sustentabilidade, a eficiência energética e inovação tecnológica, sendo a sua distribuição realizada através de 20 componentes da seguinte forma.

Tabela 1.1 – Valores das Componentes da Dimensão Resiliência (PRR)

<b>DIMENSÃO RESILIÊNCIA</b>	<b>Valor (M€)</b>
C1 - Serviço Nacional de Saúde	1 383
C2 - Habitação	2 733
C3 - Respostas Sociais	833
C4 - Cultura	243
C5 - Capitalização e Inovação Empresarial	2 914
C6 - Qualificações e Competências	1 324
C7 - Infraestruturas	690
C8 - Florestas	615
C9 - Gestão Hídrica	390
TOTAL	11 125

Fonte: <https://recuperarportugal.gov.pt/>

Tabela 1.2 – Valores das Componentes da Dimensão Transição Climática (PRR)

DIMENSÃO TRANSIÇÃO CLIMÁTICA	Valor (M€)
C10 - Mar	252
C11 - Descarbonização da Indústria	715
C12 - Bioeconomia Sustentável	145
C13 - Eficiência Energética dos Edifícios	610
C14 - Hidrogénio e Renováveis	370
C15 - Mobilidade Sustentável	967
TOTAL	3 059

Fonte: <https://recuperarportugal.gov.pt/>

Tabela 1.3 – Valores das Componentes da Dimensão Transição Digital (PRR)

DIMENSÃO TRANSIÇÃO DIGITAL	Valor (M€)
C16 - Empresas 4.0	650
C17 - Qualidade nas Finanças Públicas	406
C18 - Justiça Económica e Ambiente de Negócios	267
C19 - Administração Pública mais Eficiente	578
C20 - Escola Digital	559
TOTAL	2 460

Fonte: <https://recuperarportugal.gov.pt/>

Embora a maioria destas componentes implique investimentos na realização de obras, impõe-se, no entanto, **destacar as componentes C6 - Qualificações e Competências (1 324 milhões de €) e C16 - Empresas 4.0 (650 milhões de €) do PRR, as quais devem ser aproveitadas pelas empresas de Construção e de Reabilitação 4.0 para se qualificarem e modernizarem em termos dos seus recursos humanos e tecnológicos.**

No caso concreto do setor habitacional, como se observa na Tabela 1.4, para as intervenções apoiadas por investimento público estão assegurados 2 215 milhões de €, entre 2021 e 2026. Estes valores serão ainda reforçados por novos programas de apoio financeiros que estão a ser preparados em Bruxelas, sobretudo para a área da energia, aos quais se deve somar o investimento privado a realizar no setor.

Tabela 1.4 – Investimento público direcionado para o setor habitacional entre 2021 e 2026

<b>Apoio financeiro já assegurado para o setor habitacional (2021-2026)</b>	
Programa 1.º Direito - Programa de Apoio ao Acesso à Habitação	1 222 M€
Parque Público de Habitação a Custos Acessíveis	774 M€
Bolsa Nacional de Alojamento Urgente e Temporário	176 M€
Reabilitação do parque habitacional do IHRU	43 M€
<b>Total</b>	<b>2 215 M€</b>

Fonte: <https://www.portaldahabitacao.pt/web/guest/prr>

São, portanto, colocados à disposição do País recursos financeiros ímpares para resolver os problemas estruturais seculares que assolam o território nacional, sendo que uma grande parte deles serão canalizados direta ou indiretamente para o setor da Construção e Reabilitação.

É pois de esperar o lançamento de um grande volume de obras nos próximos anos, devendo para o efeito serem criadas as condições no que se refere aos recursos humanos, materiais e tecnológicos que permitam a sua execução. Neste sentido, **o Governo deve ter em consideração as dificuldades com que se debatem atualmente as empresas de construção e reabilitação nacionais (nomeadamente de escassez de mão-de-obra em quantidade e qualidade e de falta e custo dos materiais)**, auxiliando-as e proporcionando-lhes os meios para poderem responder aos desafios que se avizinham. De outra forma, **as metas do PRR, do Portugal 2030 ou dos programas habitacionais estarão em causa, bem como os objetivos de convergência real de Portugal com os países da União Europeia.**

É também tendo em atenção esta enorme disponibilidade de recursos financeiros para o desenvolvimento de Portugal e os desafios que neste âmbito se colocam à Construção 4.0 e, em particular, à Reabilitação 4.0, que este projeto de investigação foi elaborado.

Por um lado, pretende-se sensibilizar os promotores e as empresas de construção para a imprescindibilidade de se incrementar a aposta na Construção e na Reabilitação 4.0 em Portugal, como um fator decisivo para aumentar os níveis de competitividade e de produtividade do País, e de criar condições para enfrentar os desafios tecnológicos que o futuro coloca.

Por outro lado, este projeto pretende constituir um instrumento útil e atual para todos os intervenientes no setor da construção, auxiliando-os a aumentar o seu grau de conhecimento e

de competências associados com as diferentes vertentes da construção 4.0. Atendendo à progressiva relevância da reabilitação urbana, e ao grande papel desempenhado pela AICCOPN em prol do aumento da reabilitação em Portugal, ao longo do projeto será dado particular destaque às especificidades relacionadas com a Reabilitação 4.0.

Tendo em consideração este contexto, com o desenvolvimento do Projeto de Investigação e Capacitação das Empresas no Mercado de Reabilitação “*Manual de Inovação e Sustentabilidade - Os Desafios e as Soluções na Reabilitação Urbana 4.0 - Materiais, Tecnologias, Recursos Humanos e Segurança*” pretende-se **contribuir para a reorientação e melhoria das estratégias das empresas da construção e da reabilitação, respondendo às crescentes exigências e expectativas do mercado, através da implementação de novas soluções no âmbito da Reabilitação Urbana Inteligente e Sustentável.**

Assim sendo, o Projeto visa apoiar e capacitar os diferentes intervenientes no setor, possibilitando-lhes ferramentas e competências ao nível dos Materiais, das Tecnologias, dos Recursos Humanos e da Segurança e Saúde, de molde a poderem enfrentar mais eficientemente as oportunidades e os desafios, encontrando as melhores soluções na Reabilitação Urbana 4.0. Visa, igualmente, promover a divulgação de conhecimento sobre a Reabilitação Urbana 4.0, bem como aumentar as interações entre empresas, potenciando a criação de redes e de “clubes” vocacionados para a Reabilitação Urbana Inteligente e Sustentável, essenciais para a necessária resiliência do conjunto das empresas de âmbito Nacional em relação à esperada forte concorrência que será desenvolvida pelas grandes corporações, muitas delas multinacionais, que paulatinamente vão desenvolvendo as ferramentas necessárias à implementação no terreno da Reabilitação Urbana 4.0. Deste modo a incorporação destes novos desafios da Reabilitação 4.0 será fundamental para a futura sobrevivência e até crescimento de muitas empresas Portuguesas do setor.

Ou seja, o Projeto de Investigação e Capacitação das Empresas no Mercado de Reabilitação “*Manual de Inovação e Sustentabilidade - Os Desafios e as Soluções na Reabilitação Urbana 4.0 - Materiais, Tecnologias, Recursos Humanos e Segurança*” procura **ajudar as empresas de construção a responderem de forma mais competitiva e apropriada aos múltiplos desafios que o mercado de reabilitação urbana pressupõe**, tendo em conta os fatores políticos, económicos, sociais, ambientais e tecnológicos que marcam a atualidade.

Visando estes objetivos, este estudo está estruturado em 7 capítulos:

No primeiro capítulo, é apresentada uma breve descrição histórica do impacto civilizacional das revoluções industriais, perspetivando essencialmente as transformações provocadas pela 4ª Revolução Industrial e pelo desenvolvimento da Construção e da Reabilitação 4.0, num momento em que Portugal irá receber um apoio financeiro muito considerável proveniente da União Europeia e em que, como consequência, será confrontado com um previsível aumento do volume de obras.

De seguida, o segundo capítulo foca as questões do conforto e da sustentabilidade na Reabilitação 4.0, salientando a relevância da Economia Circular, da Eficiência Energética e do Conforto Interior dos Edifícios enquanto vetores essenciais na execução de obras.

O terceiro capítulo trata dos Materiais de Construção Avançados, caracterizando os materiais tradicionais e não tradicionais aplicados na reabilitação, identificando novos materiais (materiais sustentáveis, ecomateriais, nanomateriais, ...) e destacando os problemas que a sua utilização coloca, bem como soluções e propostas de melhoria possíveis para os materiais empregues nos processos de reabilitação.

As diversas vertentes tecnológicas da Reabilitação Urbana 4.0 são abordadas no quarto capítulo. Assim, são caracterizados os principais processos relacionados com a pré-fabricação e a construção modular, a impressão 3D e a manufatura aditiva, a construção autónoma, a Monitorização Wireless e o Equipamento Conectado, o Big data e Análise Preditiva, a Realidade Aumentada e a Virtualização, a Fotogrametria e o Varrimento Laser, e o Building Information Model (BIM).

Tratando-se de matérias extensas e complexas, no capítulo é realizada uma abordagem necessariamente breve e simples, recorrendo-se a exemplos didáticos de fácil compreensão. Pretende-se sobretudo que o leitor fique a conhecer as numerosas aplicações e os grandes benefícios da utilização destas ferramentas tecnológicas no setor da construção.

A temática dos recursos humanos enquanto fator decisivo para a Reabilitação Urbana 4.0 é desenvolvida no quinto capítulo. Neste sentido realiza-se um diagnóstico da situação presente, analisam-se os principais problemas relacionados com a carência e falta de preparação dos recursos humanos e identificam-se possíveis soluções. É assim salientada a importância de atrair e reter profissionais no setor, de disponibilizar cursos de formação específicos e de certificar as qualificações, dada a necessidade de adaptar os recursos humanos à Reabilitação 4.0. Está pois em causa a forma de recrutamento, a carreira profissional e a valorização profissional dos recursos humanos, ou seja debate-se o “Status social” dos trabalhadores da construção. De

referir ainda que neste capítulo merecem particular atenção dois assuntos de elevada sensibilidade, pertinência e relevância da atualidade como são a emigração/imigração de trabalhadores e a inclusão profissional das mulheres e dos jovens no setor.

O sexto capítulo centra-se nas questões da Segurança e Saúde na Reabilitação Urbana 4.0. Os novos materiais, as novas tecnologias e os novos processos construtivos utilizados com a Reabilitação Urbana 4.0, envolvem riscos não convencionais e implicam abordagens diferentes das tradicionais. Neste contexto, são avaliados os trabalhos associados com riscos especiais na Reabilitação 4.0, analisados os acidentes e doenças profissionais que podem provocar e indicados os princípios gerais de prevenção ao nível dos equipamentos de proteção individual (EPI) e dos equipamentos de proteção coletiva (EPC), bem como as medidas preventivas de segurança e saúde na Reabilitação 4.0.

Numa faceta diferente, mas igualmente essencial, o sexto capítulo incide sobre o uso das novas tecnologias 4.0 aplicadas à segurança e saúde, referindo em particular as aplicações e vantagens dos Veículos aéreos não tripulados, da realidade virtual através da modelagem da informação da construção (BIM), dos sensores vestíveis, do controlo informático e da monitorização eletrónica das obras e da Internet das Coisas, como uma nova realidade que se irá intensificar nos próximos anos.

Por último, o sétimo capítulo expõe as conclusões gerais do projeto de investigação, tendo em particular consideração os vetores conforto e sustentabilidade, materiais, tecnologias, recursos humanos, segurança e saúde. As ilações obtidas do trabalho realizado, e as reflexões posteriores de uma extensa equipa de 32 académicos oriundos de várias universidades possibilitou que se elencassem um conjunto de recomendações quer para as empresas da construção, quer para as entidades com responsabilidades pelo setor, as quais são certamente não só um contributo para a melhoria do setor da construção, mas igualmente uma mais-valia para o desenvolvimento e incremento da qualidade de vida do País.

O trabalho é ainda complementado com a inclusão de uma Separata, onde se sistematizam e agregam alguns dos principais conteúdos desenvolvidos ao longo do projeto de investigação, constituída por um conjunto de fichas técnicas com orientações úteis para as empresas de construção e reabilitação e por sumários executivos relativos aos respetivos capítulos.