

CoPromotor: Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal

Projeto FlexStone – Novas Tecnologias para a Competitividade da Pedra Natural (Projetos Demonstradores em Copromoção)

Código da operação: POCI-01-0247-FEDER-00637

## Formação em contexto Stone 4.0

**Paulo Brito e Nicolau Miguel Almeida**

Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal  
*Campus Politécnico, n.º 10, 7300-555 Portalegre*  
[pbrito@estgp.pt](mailto:pbrito@estgp.pt)

### Índice

<b>Resumo .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Indústria 4.0 vs. formação .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Situação do setor da pedra natural .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Formação Específica.....</b>	<b>8</b>
3.1. Sinopse.....	8
3.2. Cursos Técnicos Superiores Profissionais .....	9
3.3. Tecnólogo em processamento de pedra natural .....	10
<b>4. Conclusões .....</b>	<b>12</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>12</b>

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

## Resumo

O setor industrial mundial e, em particular, o setor da pedra natural está a começar a funcionar em termos de um contexto de indústria 4.0. Tal contexto, altamente tecnológico e com recurso a internet e digitalização, requer equipamentos com elevado grau de sofisticação tecnológica e recursos humanos com competências técnicas e transversais muito específicas. Não chega o desenvolvimento dos equipamentos, é necessário simultaneamente formar os recursos que os vão utilizar e explorar. Este trabalho enquadra-se num projeto de desenvolvimento de tecnologia de processamento de pedra natural, de elevada incorporação tecnológica e de digitalização, tendo como objetivo o de lançar as bases de uma oferta formativa que responda às necessidades de operadores que permitam tirar o máximo partido dos mesmos. No contexto formativo nacional, os cursos técnicos superiores profissionais apresentam características que permitem dar uma resposta a estes desafios. Por outro lado, e de forma relativamente original, pretende-se que estes cursos para este propósito possam funcionar com base em *Project-Base Learning*, metodologia que se julga muito apropriada para conferir competências transversais relevantes para a estratégia apresentada.

### 1. Indústria 4.0 vs. formação

Hoje, as empresas industriais em geral e as que atuam no sector da pedra natural são confrontadas por uma variedade de fatores externos que têm uma grande implicação no seu processo produtivo, tais como, uma necessidade crescente de pequenas produções personalizadas, uma crescente variedade de produtos produzidos, prazos de entrega cada vez mais curtos, elevados requisitos de qualidade, mercados cada vez mais globais.

Assim, a indústria, procurando responder de forma eficiente a estas questões, tem vindo a evoluir, quase de forma natural, numa nova abordagem de trabalho centrada na internet e no conceito de *Internet of Things*, a que se começa a denominar como a 4ª revolução industrial (Indústria 4.0). Este conceito surgiu na Alemanha, no princípio desta década, apresentando como grande pilar o desenvolvimento de fábricas inteligentes em que a web suporta todas as fases de desenvolvimento do produto e toda a cadeia de valor do mesmo. Para muitos, esta “revolução” não é mais que o evoluir natural da 3ª revolução industrial, iniciada nos anos 70 do século passado, onde houve uma forte incorporação da eletrónica e das tecnologias de informação na cadeia de valor

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

e nos produtos. Se as duas primeiras revoluções estão muito associadas a questões de energia, a 1ª revolução que surge, no final do século XVIII, com a produção mecanizada em larga escala, utilizando o carvão e o vapor como grande força motora, e a 2ª no início do século XX, promovida pelo uso da energia elétrica, estas últimas estão relacionadas com automação e informação.

Mover uma tal revolução implica uma preparação de ações chave a serem desenvolvidas a vários níveis e por vários atores. Não se pretendendo ser exaustivos, mas vários documentos estratégicos sobre o assunto destacam como aspetos a considerar: a necessidade de implementação de normalização de referência; criar condições nas entidades para gerir sistemas cada vez mais complexos; criar uma infraestrutura de banda larga confiável, abrangente e fiável; ter procedimentos que permitam dispor de forma eficiente e eficaz de recursos energéticos e materiais; e, ponto relevante neste trabalho, a necessidade de dispor de recursos humanos com competências e uma organização apropriadas.

Já é claro que o papel dos trabalhadores irá mudar significativamente neste tipo de abordagem onde as fábricas inteligentes apresentam uma grande centralidade. Efetivamente, nas áreas mais técnicas haverá uma cada vez maior valorização de outro tipo de competências que permitam, por exemplo, o trabalho em equipas multidisciplinares mais focado no *design* dos produtos e suas valências do que nos aspetos de produção que irão ser mais mecanizados.

Têm sido realizados alguns estudos sobre as competências que os trabalhadores deverão adquirir numa perspetiva de indústria 4.0. Na Tabela 1 encontra-se um resumo das competências requeridas, em diferentes categorias, produzido a partir do trabalho de Hecklaua, Galeitzkea, Flachsa, & Kohl (2016).

É interessante verificar que as competências técnicas, sendo importantes como ferramenta base de linguagem e pensamento, começam a ter que se harmonizar com um outro grande número de competências ao nível social, pessoal e de metodologia. Saber trabalhar em equipas multidisciplinares, dominar outras línguas, ter conhecimentos de informática, capacidade de investigar e tolerância traduzem aspetos que terão que ser trabalhados ao nível da formação dos jovens a todos os níveis.

**Tabela 1** – Competências requeridas por categoria para os trabalhadores da indústria 4.0.

Categorias	Competências requeridas
Competências técnicas	Conhecimento do estado-da-arte Aptidões técnicas Compreensão do processo Aptidões de mídia Aptidões de codificação Conhecimentos de segurança da IT
Competências metodológicas	Criatividade Pensamento empresarial Resolução de problemas Resolução de conflitos Tomada de decisão Aptidões analíticas Aptidões de pesquisa Orientação para a eficiência
Competências sociais	Competências interculturais Competências linguísticas Aptidões de comunicação Trabalho em rede Capacidade de trabalhar em equipe Capacidade de ser comprometedor e cooperativo Capacidade de transferir conhecimento
Competências pessoais	Flexibilidade Tolerância Motivação para aprender Capacidade de trabalhar sob pressão Mentalidade sustentável Conformidade

Está o ensino superior e profissional português preparado para dar este tipo de competências? Com o processo de Bolonha houve uma adequação da oferta formativa do ensino superior que procurou passar de um ensino baseado na transmissão de conhecimentos para um ensino baseado na aquisição e desenvolvimento de competências e primando muito o trabalho autónomo do aluno e o desenvolvimento de muitas outras tipologias trabalho, nomeadamente, a realização de estágio, projetos e trabalhos de campo. Apesar de a evolução ter sido muito significativa, ainda o

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

desenvolvimento dos currículos dos cursos está muito centrado na aquisição de competências técnicas, principalmente, nos cursos mais afetos à área das tecnologias. Houve de facto um grande incremento em termos de se promover o desenvolvimento de projetos e trabalhos muito aplicados, mas, na maioria dos casos, são projetos ainda muito compartimentados na área do saber da formação.

O tipo de competências que esta revolução indústria 4.0 requer leva-nos a olhar o ensino mais numa perspetiva de um ensino baseado no desenvolvimento de projetos (*Project-Based Learning*). Neste tipo de ensino os estudantes são desafiados a desenvolver um projeto com base numa situação real e durante um tempo significativo, por exemplo, um semestre. Tal estratégia de ensino obriga a que os estudantes tenham que investigar e estudar diferentes assuntos e integra-los. Estes projetos são muitas vezes realizados em grupos de estudantes de diferentes áreas, permitindo uma abordagem multidisciplinar. São vários os trabalhos que têm vindo a ser publicados sobre exemplos de aplicação desta metodologia a vários níveis de ensino, incluindo também o ensino superior das engenharias, sendo notório em todos eles a elevada motivação manifestada pelos estudantes no processo de aprendizagem (Balvea & Albert, 2015; Chu et al., 2017; Kapusuz & Cana, 2014).

A aplicação deste tipo de metodologia aplicada às áreas mais técnicas requer duas condições essenciais. A primeira é a de poder dispor de professores com elevada experiência prática nos assuntos abordados no sentido de levar os alunos a desenvolver soluções com interesse real para a indústria. Neste aspeto, refira-se a importância que os Especialistas têm neste modelo de desenvolvimento do ensino. Especialista é um título que é atribuído pelos institutos politécnicos que tem como base a avaliação em provas públicas do percurso profissional e a da qualidade dos trabalhos profissionais produzidos. A segunda condição é a existência de condições de utilização de infraestruturas que possam estar próximas da realidade industrial, dando aos estudantes uma perspetiva aplicada ao desenvolvimento dos seus projetos.

## **2. Situação do setor da pedra natural**

O setor da pedra natural a nível europeu, e também a nível nacional, passou por uma grande crise em resultado da crise da construção civil. Em Portugal, a crise da construção civil foi muito grande, tendo vindo a fechar a grande maioria das empresas

do setor que não se conseguiram internacionalizar, criando desemprego e, mais grave, levou a uma diminuição drástica nos jovens que se sentiam motivados para o estudo da engenharia civil e áreas técnicas afins. Tal situação trará consequências graves a médio prazo para o país, pois está a haver uma diminuição drástica de recursos humanos qualificados nessa área.

A situação de crise da construção que se verificou nesta última década, desde 2007, começou a sentir uma inversão a nível europeu a partir de 2014. Em Portugal, só agora começa a haver um aligeirar da crise no setor, sendo um indicador relevante da sua recuperação o aumento do emprego na construção civil sentido neste primeiro trimestre de 2017.

Apesar desta situação de crise do setor da construção civil, o setor da pedra natural em Portugal tem conseguido manter a sua quota de mercado internacional, situando-se de forma mais ou menos estável em torno dos 1,7%, o que ainda garante um lugar no top10, como apresentado na Tabela 2 a seguir apresentada. Refira-se que é a China que lidera os países mais exportadores, com uma evolução de crescimento nos últimos anos, seguida da Itália com alguma constância.

A variação do volume de vendas em termos nacionais está apresentada na Figura 1. As vendas apresentam uma tendência de crescimento desde 2012, o que é claramente um fator positivo para o setor. Estes números positivos vêm de uma estratégia definida no âmbito do *cluster*, que começa a dar frutos, e que passa, essencialmente, por uma afirmação internacional e uma modernização da produção no sentido de estar preparada para a indústria 4.0 no setor.

O setor da pedra natural em Portugal tem vindo a evoluir muito significativamente, em termos tecnológico desde os anos 70, do século passado, com o desenvolvimento de maquinaria que permitia uma produção em série, mas que tinha ainda problemas de cortes com elevada precisão. Nos anos 80, surgem as máquinas automáticas que apresentavam maior rigor de corte e menor intervenção dos operários. Nos anos 90 surgem as tecnologias CNC (*Computer Numeric Control*) e atualmente um conjunto de maquinaria de alta precisão de corte com diferentes tipos de corte e com perdas energéticas e de material extremamente pequenas.

De facto, nesta fase, assiste-se a uma revitalização do setor promovida pelos avanços tecnológicos, podendo produzir-se com grande diversidade e envolvendo produtos com

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

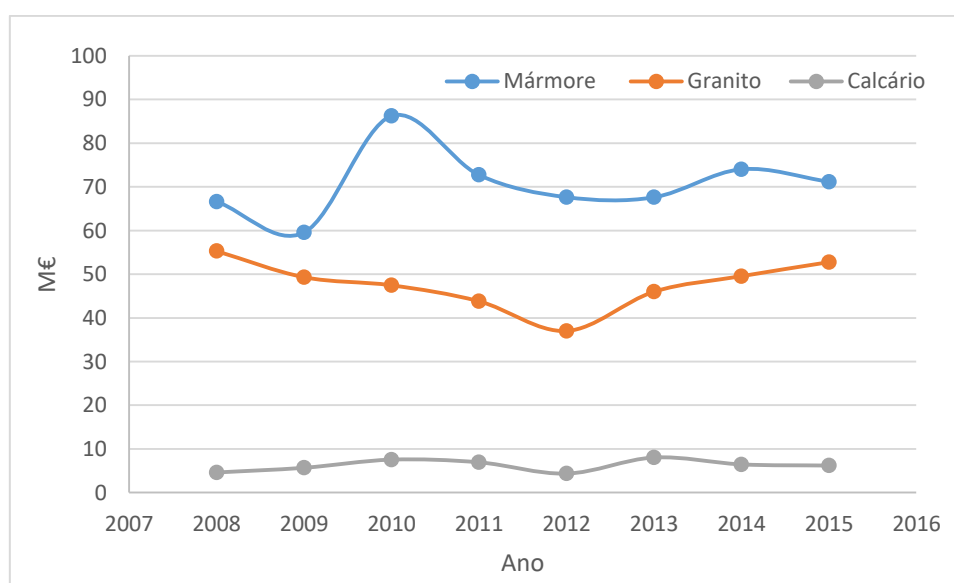
pormenores específicos, muito design e conjugação de diferentes tipos de matéria-prima (cores, padrões, texturas e formas).

Tabela 2 – Quota de mercado da pedra natural

País	Ano		
	2012	2013	2014
China	32,50	34,20	35,80
Itália	13,70	13,60	13,50
Turquia	12,10	12,90	12,10
India	10,80	10,30	10,80
Brasil	6,50	7,20	7,00
Espanha	5,00	4,80	4,40
Grécia	1,90	1,90	2,00
Egipto	2,20	2,10	1,80
Irão	1,10	1,10	1,80
Portugal	1,70	1,70	1,70

Fonte: Gussoni (2015)

Figura 1 – Evolução das vendas de produto nacional



Fonte: INE

Em termos tecnológicos, os equipamentos são cada vez menos específicos para um setor mas permitem aplicações onde é necessário diferentes tecnologias de corte, tais como, jato de água, faca, disco diamantado ou laser. Mas acima de tudo, estes equipamentos incorporam um conjunto muito significativo de ferramentas, tais como CAD/CAM, controladores CNC, visão assistida por computador, gestão WEB de equipamentos e processos, controlo de qualidade, robótica, manutenção remota. O projeto Flexstone é um exemplo do desenvolvimento de equipamentos que apresentam este nível de tecnologia.

### 3. Formação Específica

#### 3.1. Sinopse

Mas existe o constrangimento relacionado com a formação e qualificação de pessoas que possam, por um lado, ter competências para operar os equipamentos, mas, por outro, e muito mais que operar, que possam ajudar o empresário a tirar proveito das enormes capacidades das mesmas pessoas numa perspetiva de criar valor acrescentado em termos económicos. No fundo, é necessário ter técnicos que possuam as competências já identificadas anteriormente, que lhes permitam operara na industria 4.0.

Para além de competências técnicas (materiais, mecânica), são também necessárias competências em *design*, arquitetura e gestão num contexto de trabalho em equipa. Assim, é necessário outro tipo de formação em contexto de trabalho e de equipa, que permita explorar o desenvolvimento de novos produtos e soluções, tirando o maior partido da tecnologia desenvolvida. As aplicações de metodologias *Project-Based Learning* parecem ser bastante apropriadas.

No limite, pode afirmar-se que cada equipamento instalado requer um colaborador que tenha competências que permita potenciar no máximo o negocio a realizar com o mesmo.

Outra questão importante tem a ver com o nível de ensino apropriado para implementar esta estratégia. Os cursos técnicos superiores profissionais, designados muitas vezes em termos europeus como *short cycles*, curso superior de 2 anos, com uma forte componente aplicada e de aprendizagem em contexto de trabalho, são os mais apropriados. Isto não significa que não se crie uma fileira formativa completa para o



setor da pedra natural, onde se envolva licenciaturas, mestrados e doutoramentos, mas, claramente, o início da mesma deverá ocorrer com aquele tipo de cursos.

### **3.2. Cursos Técnicos Superiores Profissionais**

Tal como já antes introduzido, os cursos técnicos superiores profissionais são ciclos de estudos de formação superior, com duração de dois anos que incluem um estágio de seis meses numa empresa. A sua conclusão confere um Diploma de Técnico Superior Profissional, com qualificação de nível 5 do Quadro Nacional de Qualificações e 120 unidades de crédito (ECTS). A estrutura curricular integra componentes de formação geral e científica, técnica e em contexto de trabalho. A componente de formação em contexto de trabalho concretiza-se através do estágio de seis meses numa empresa, no final do ciclo de estudos.

Este tipo de formação tem vindo a crescer em toda a Europa, havendo, há cerca de 5 anos, já mais de 20 países a oferecer este tipo de formação e com quase 2.000.000 de estudantes a frequentá-los. Verifica-se que este tipo de formação está a cativar um público mais velho e mais maduro. A maioria dos cursos oferecidos, em termos europeus, é organizada por instituições públicas, nomeadamente de ensino superior, mas também por diversas entidades privadas, em particular, organizações que representam setores de atividade industrial ou ordens e sindicatos profissionais.

Muito embora a maior parte dos planos de estudo oferecidos sejam nas áreas da gestão, construção, turismo e engenharia mecânica, todavia, é interessante notar que novos planos estão sendo desenvolvidos em áreas como a logística, a ecologia, a silvicultura e a segurança. Efetivamente, verifica-se na Europa que a cooperação com a indústria e outros parceiros sociais tem sido muito valorizada nestas formações. Entre outros aspetos, esta cooperação manifesta-se na elevada lecionação por parte de professores com experiência prática na indústria e na existência de um estágio no final da formação. Também é claro que este tipo de formação responde muito rapidamente às necessidades da indústria, possibilitando depois uma elevada empregabilidade aos formandos.

Como já referido, em Portugal, estes cursos tiveram o seu início há três anos e são da responsabilidade do ensino superior politécnico, havendo, todavia, grande interesse da parte destas instituições em desenvolver este tipo de formação em conjugação com a indústria e setores de atividade, tendo sido a aposta portuguesa de oferecer cursos com

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

elevado grau de especialização.

### **3.3. Tecnólogo em processamento de pedra natural**

Os cursos técnicos superiores profissionais são formações muito aplicadas que requerem professores com elevada experiência profissional, permitindo uma focagem elevada na resolução das questões com relevância para as empresas. No caso em análise, o curso pode ser desenvolvido numa ótica de focagem na operação e exploração de capacidades dos equipamentos de transformação de pedra natural que permitem flexibilidade, maior produtividade, maior eficiência energética, menor desperdício de recursos e maior utilização de matéria-prima de menor qualidade, pela possibilidade de escolha da superfície para corte de tampos de cozinha e pela possibilidade de criar protótipos de produtos antes da sua produção em série.

O grau de sofisticação técnica dos equipamentos e as suas potencialidades, em termos de utilização em Indústria 4.0, requer técnicos que possuam competências em vários domínios. Na Tabela 3 a seguir apresentada é indicado um resumo das competências consideradas relevantes para os técnicos que irão operar estes equipamentos.

Para além das componentes técnicas apresentadas, e como referido no tópico anterior, há um conjunto de competências transversais que são essenciais aos técnicos, tais como as apresentadas na Tabela 1 anterior, para que possam tirar a máxima utilização do equipamento numa envolvente criativa de Indústria 4.0. Havendo várias formas metodológicas de adquirir este tipo de competências transversais, as metodologias de *Project-Base Learning* têm vindo a provar na aquisição destas competências. Assim, propõem-se que esta formação procure desenvolver projetos ao longo do percurso formativo que permitam aos estudantes adquirir competências técnicas e transversais.

Considera-se que o equipamento desenvolvido neste projeto é uma máquina com aplicações à produção de cozinhas, pelo que serão elaborados projetos para cozinhas de conceção, design, produção, programação e acabamento de pedras naturais. Assim, num primeiro semestre será realizado o estudo e *design* de uma cozinha, no segundo semestre a programação do equipamento e a logística dos materiais necessários, e num terceiro semestre a sua produção e controlo de qualidade.

Uma formação desta natureza é proposta para ser lecionada com uma carga horária diária de 6 horas, em que 2 horas serão de carácter teórico-prático e as outras 4 horas

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

serão utilizadas no desenvolvimento dos projetos em grupos e apoiados por professores.

**Tabela 3** – Áreas de competência dos técnicos

Ciências	Área de competência
Básicas	Matemática
	Física
	Materiais
	Programação
	Desenho/Design
Específicas - Tecnológicas	Mecânica
	Eletrónica
	CNC
	Técnicas de corte de pedra
	Tratamento de superfície
Específicas - Gestão	Controlo de qualidade
	Logística
	Gestão de operações
Complementares	Marketing e Vendas
	Inglês

Assumindo que a aposta formativa no âmbito do projeto Flexstone é a de técnicos que permitam operar os equipamentos nele desenvolvidos, com contributo para a criação de valor, existem, não obstante, outras áreas formativas que também se apresentam com relevância para garantir uma dinâmica de indústria 4.0 no setor da pedra natural em Portugal, nomeadamente:

- Design de produto
- Gestão da produção e logística
- Programação e CNC

Todavia, é claramente vantajoso que exista uma relação de interdisciplinaridade em todas as áreas de formação.

Cofinanciado por:



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

## 4. Conclusões

Com este trabalho pretende-se dar um contributo na questão da formação necessária em contexto de Indústria 4.0, pelo que se chega às seguintes conclusões:

- os Cursos Técnicos Superiores Profissionais são uma oferta formativa nacional, de dois anos e com carácter muito aplicado, que permitem responder aos desafios da indústria;
- a utilização de metodologias de *Project-Based Learning*, sendo a formação realizada com base em desenvolvimento de projetos e grupos de trabalho interdisciplinares, é apropriada à dinâmica que se exige aos técnicos.

O setor da pedra natural, estando em desenvolvimento a nível de volume de exploração e tecnológico, deve apostar na formação dos seus recursos humanos no sentido de obter o maior aproveitamento e benefício esperado possível dos bons recursos naturais que o país dispõe e do nível tecnológico já desenvolvido.

## Bibliografia

- Balvea, P., & Albert, M. (2015). Project-based learning in production engineering at the Heilbronn Learning Factory. *Procedia CIRP*, 32, 104–108.
- Chu, S. K. W., Zhang, Y., Chen, K., Chan, C. K., Lee, C. W. Y., Zou, E., & Lau, W. (2017). The effectiveness of wikis for project-based learning in different disciplines in higher education. *Internet and Higher Education*, 33, 49–60.
- Gussoni, M. (2015). *Annual Report and Prospects for the International Stone Trade*. Internazionale Marmi e Macchine Carrara.
- Hecklauer, F., Galeitzka, M., Flachsa, S., & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1–6.
- Kapusuz, K. Y., & Cana, S. (2014). A Survey on Lifelong Learning and Project-Based Learning Among Engineering Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 4187–4192.