



01-06-2020

Stone.pt|20-25

Impacto das Tecnologias Digitais na
Produtividade e Exportações do
Setor das Rochas Ornamentais
Portuguesas

Título | Impacto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações no Setor das Rochas Ornamentais em Portugal

Coordenação, Análise e Tratamento de Dados | CIIC-IPL - *Computer Science and Communication Research Centre*, Politécnico de Leiria e CEFAGE-EU - *Center for Advanced Studies in Management and Economics*, Universidade de Évora

Edição | Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Politécnico de Leiria

Produção | Cluster Português dos Recursos Minerais

Data | junho 2020

Resumo

O presente estudo visa dar resposta a uma questão atual do Setor das Rochas Ornamentais (RO) Português: “Qual o Impacto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações do Setor?”. Partindo do conhecimento concreto deste impacto (ou impactos), pretende-se contribuir para a definição de uma estratégia que incentive o desenvolvimento concertado e integrado de um Setor que em 2019 cresceu mais de 15% em exportações, identificando alguns dos fatores críticos que estão por detrás desta tendência de crescimento e, acima de tudo, projetar cenários futuros que possam ajudar a orientação das políticas públicas nos próximos anos. Por via de um modelo de análise da evolução da Produtividade e recorrendo a uma metodologia quantitativa, foi possível concluir que o investimento de 1€, num cenário moderado (ou médio), poderá aportar em termos médios, nos primeiros 5 anos após o investimento, um retorno de 5,26€, em Volume de Negócios e 7,29€, em Exportações. Analisando as projeções, a partir de um cenário pessimista, verifica-se que 1€ de investimento poderá gerar um retorno de 5€ nos primeiros 5 anos e, num cenário otimista, 12,5 € por cada Euro investido. Conclui-se com o presente estudo que, (i) com políticas publicas que incentivem a digitalização do Setor, (ii) com abertura das empresas “ao digital” e à (re)qualificação dos seus recursos humanos e (iii) com a monitorização e apoio à transição digital por parte das organizações setoriais, resultarão ganhos muito significativos para o Setor e, naturalmente, para a economia Portuguesa.

Abreviações e Acrónimos

AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
Assimagra	Associação Portuguesa dos Industriais de Mármore, Granitos e Ramos Afins
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
CAE	Classificação de Atividade Económica
CEFAGE	Centro de Estudos e Formação Avançada em Gestão e Economia
CEVALOR	Centro Tecnológico para o Aproveitamento e Valorização das Rochas Ornamentais e Industriais
CIIC	Computer Science and Communication Research Centre
D	Determinantes da Mudança
DD	Determinante Digital
EV	Empresas Verticais
EV_P.t.	Empresas Verticais Portuguesas
GPI	Gestão de Produção Integrada
I&D	Investigação e Desenvolvimento
I&DT	Investigação e Desenvolvimento Tecnológico
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
NC	Número de Colaboradores
ND	Nível Digital
PME	Pequenas e Médias Empresas
RO	Rochas Ornamentais
TCM	Tecnologias Colaborativas com <i>Marketplace</i>
TIO	Tecnologias de Gestão Integradas das Operações
TOI	Tecnologias de Operações Integradas
TPD	Tecnologias de Produção Digital
TPI	Tecnologias de Gestão de Produção Integrada
VExp	Volume de Exportações
VN	Volume de Negócios

Índice

Resumo	3
Abreviações e Acrónimos.....	4
Índice	5
Índice de figuras	8
Índice de tabelas	10
1. Introdução.....	12
2. O Caminho da Inovação das Rochas Ornamentais Portuguesas - 2004-2019.....	13
2.1. Projeto I&DT Mobilizador JETSTONE - 2004-2008 Desenvolvimento de Sistemas Automatizados para a Indústria das Rochas Ornamentais	13
2.2. Projeto I&DT Mobilizador INOVSTONE 2010-2013 Novas Tecnologias para a Competitividade da Pedra Natural	14
2.3. Projeto I&DT FLEXSTONE 2016-2018 Novas Tecnologias para a Competitividade da Pedra Natural.....	14
2.4. Projeto I&DT Mobilizador INOVSTONE4.0 2017-2020 Tecnologias Avançadas e Software para os Recursos Minerais	15
2.5. Evolução do Setor das Rochas Ornamentais Portuguesas 2004-2019.....	15
3. Metodologia.....	20
3.1. População e Amostra	21
3.2. Recolha de Dados e Questionário	24
3.3. Indicadores de Desempenho (KPI's)	25
3.4. Patamares Digitais das Empresas	28
4. Análise Comparativa dos KPI vs Nível Digital das Empresas	30
4.1. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#0.....	31
4.2. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#1	33
4.3. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#2.....	34

4.4. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#3.....	35
5. Análise dos Determinantes de Impacto na Produtividade do Trabalho e das Exportações	38
6. Determinação dos Ganhos resultantes da Transição de Nível Digital.....	41
6.1. Ganhos de Produtividade do Trabalho	41
6.2. Ganhos de Produtividade das Exportações	42
7. Investimentos necessários para a Transição de Nível Digital	42
7.1. Investimento para um Empresa Transitar do ND#0 para o ND #1	42
7.2. Investimento para a Empresa Transitar do ND#1 para o ND #2	43
7.3. Investimento para a Empresa Transitar do ND#2 para o ND #3	44
7.4. Investimento para a Empresa passar de ND#3 para ND#4.....	44
7.5. Investimento para a Empresa se Manter no ND#4	45
8. Cenários de desenvolvimento Digital das RO Portuguesas	46
8.1. Cenário #1 – Pessimista.....	48
8.2. Cenário #2 – Moderadamente Pessimista.....	49
8.3. Cenário #3 – Moderado	51
8.4. Cenário #4 – Moderadamente Otimista	53
8.5. Cenário #5 – Otimista	56
8.6. Cenário #6 – Muito Otimista	57
8.7. Projeções dos Resultados do VN e Exportações após o Investimento na Transição Digital	60
Conclusões.....	62
Limitações e Recomendações.....	65
Referências	67
Equipa Responsável pelo Estudo.....	69

Índice de figuras

Figura 1. Evolução das Exportações do setor das RO Português entre 2004 e 2019	15
Figura 2. Evolução do Turnover em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020).....	166
Figura 3. Evolução das Exportações em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020).....	177
Figura 4. Evolução da eficiência de consumo de matérias primas em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020).....	17
Figura 5. Evolução da eficiência energética em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020).....	188
Figura 6. Ganhos de eficiência potenciais do modo de operações Indústria 4.0 (Silva, 2018).....	199
Figura 7. Produtividade média para os dois grupos de empresas: tradicionais e digitais.	288
Figura 8. Evolução do Indicador Produtividade do Trabalho face ao ND	30
Figura 9. Evolução da Produtividade das Exportações face ao ND	31
Figura 10. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#0	322
Figura 11. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#1	333
Figura 12. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#2	355
Figura 13. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#3	366
Figura 14. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#4	377
Figura 15. Produtividade média do trabalho e das exportações por grupo de ND#	388
Figura 16. Estrutura do Setor das RO por grupo de ND#.....	477

Figura 17. Perfil de evolução do Impacto Direto para o cenário pessimista.....	488
Figura 18. Impactos Diretos para o cenário pessimista em valor monetário.....	499
Figura 19. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário moderadamente pessimista	50
Figura 20. Impactos Diretos para o cenário moderadamente pessimista em valor monetário.....	51
Figura 21. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário moderado	522
Figura 22. Impactos Diretos para o cenário moderado em valor monetário	533
Figura 23. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário moderadamente otimista.....	544
Figura 24. Impactos Diretos para o cenário moderadamente otimista em valor monetário	55
Figura 25. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário otimista	566
Figura 26. Impactos Diretos para o cenário pessimista em valor monetário.....	577
Figura 27. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário muito otimista	588
Figura 28. Impactos Diretos para o cenário muito otimista em valor monetário	599

Índice de tabelas

Tabela 1. Estratificação da amostra por distrito	233
Tabela 2. Representatividade da amostra relativamente ao volume de negócios, exportações e empregos diretos da população EV.Pt.....	244
Tabela 3. Indicadores de performance para os grupos de empresas tradicionais e empresas digitais.	277
Tabela 4. Definição dos Níveis Digitais das EV-PT	299
Tabela 5. Valores das Produtividades Médias do Trabalho e das Exportações por Nível Digital (ND).....	399
Tabela 6. Ganhos de produtividade do trabalho por evolução no ND#	41
Tabela 7. Ganhos de produtividade das exportações por evolução no ND#	42
Tabela 8. Determinantes dos ND#.....	42
Tabela 9. Investimento para Determinante Digital #1	433
Tabela 10. Investimento para Determinante Digital #2.....	444
Tabela 11. Investimento para Determinante Digital #3.....	444
Tabela 12. Investimento para Determinante Digital #4.....	455
Tabela 13. Investimento para manutenção no ND#4	466
Tabela 14. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário pessimista.....	499
Tabela 15. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário moderadamente pessimista	51
Tabela 16. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário moderado	533
Tabela 17. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário moderadamente otimista.....	555
Tabela 18. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário otimista	577

Tabela 19. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário muito otimista	599
Tabela 20: Cenário #1 – Pessimista Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital	60
Tabela 21: Cenário #2 – Moderadamente Pessimista Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital	60
Tabela 22: Cenário #3 – Moderado Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital	60
Tabela 23: Cenário #4 – Moderadamente Otimista Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital	61
Tabela 24: Cenário #5 – Otimista Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital	61
Tabela 25: Cenário #6 – Muito Otimista Projeções dos Resultado, cinco anos após a Transição Digital	61

1. Introdução

Os símbolos mais evidentes das Rochas Ornamentais Portuguesas são os inúmeros monumentos em pedra, construídos a partir do século XV por todo o mundo, utilizando engenharia, pedra portuguesa e pessoas, cujo saber-fazer foi transmitido de geração em geração. Talvez por fazer parte da cultura do país, no século XXI Portugal é considerado um produtor de classe mundial de produtos de pedra, completamente integrado numa cadeia de abastecimento muito competitiva e global que é a Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Apesar da sua pequena dimensão, Portugal possui uma reserva diversificada e significativa de pedras adequadas à utilização ornamental, pelo que, mais do que nunca, a capacidade de agregar valor por via da cocriação digital dos produtos em conjunto com clientes e arquitetos, a nível global, ainda em fase de conceção (projeto) da obra, deverá ser um dos focos fundamentais dos fornecedores portugueses de produtos de pedra.

Segundo dados disponibilizados pela Assimagra em 2018, o Setor das Rochas Ornamentais (RO) Português: (i) exportou para 116 países; (ii) ocupava a 9ª posição no *World International Stone Trade*; (iii) era o 2º país no mundo no comércio internacional *per capita*; (iv) as exportações cobriam importações em 660%; (v) 45% das exportações eram para países fora da Europa e (vi) apresentava um volume de negócios total de 1.230 milhões de Euros.

Constituído principalmente por pequenas e médias empresas (PME), o Setor das RO é relevante para a economia portuguesa, representando mais de 16.600 postos de trabalho diretos, sendo um dos principais geradores de emprego privado nas regiões do interior.

Este documento está organizado da seguinte forma: a primeira secção refere-se à Introdução. De seguida, é apresentado o contexto, a evolução e os impactos do caminho digital do Setor das RO entre 2004 e 2019, assim como a questão de investigação e objetivos do presente trabalho de investigação. Na terceira secção, é apresentada a metodologia para avaliação do impacto direto das tecnologias digitais na produtividade e nas exportações. A quarta secção apresenta os 5 patamares digitais em análise e na quinta secção, é realizada uma análise comparativa dos indicadores de performance adotadas por patamar de digitalização. A sexta secção aborda os determinantes dos impactos e na sétima secção são explorados os ganhos já realizados, dada a transição para o digital por parte das empresas em estudo. A oitava secção apresenta os níveis de investimento

necessários para a subida do nível digital das empresas e a nona secção avalia os impactos futuros do investimento através de 6 cenários. Por fim, são apresentadas as conclusões na décima secção.

2. O Caminho da Inovação das Rochas Ornamentais Portuguesas - 2004-2019

No Estudo Estratégico Prospetivo, apresentado pelo CEVALOR e pela Assimagra, em janeiro de 2004 foi realçada a necessidade de ser promovido no Setor um caminho estratégico lean e digital para as Rochas Ornamentais, o qual foi designado por Leanstone (Silva, 2018).

A adoção de tecnologias e técnicas Leanstone na fileira das Pedras Naturais aparenta ter funcionado como alavanca, no seu cabal desenvolvimento inovador e potencial competitivo da fileira das RO, incluindo empresas de RO, empresas de tecnologias e Centros de Investigação das Universidades. Com base nos resultados destas práticas o Cluster dos Recursos Minerais criou um modelo de operações designado por Cartilha Leanstone, estabelecida com base nas melhores práticas das empresas da fileira.

2.1. Projeto I&DT Mobilizador JETSTONE - 2004-2008 | Desenvolvimento de Sistemas Automatizados para a Indústria das Rochas Ornamentais

A primeira vaga de desenvolvimentos tecnológicos digitais para o caminho Leanstone, resultou do Consórcio JETSTONE, numa parceria de dez entidades empresariais e do sistema científico e tecnológico, do qual veio a resultar o Projeto Mobilizador com o mesmo nome. O resultado mais visível deste projeto foi o desenvolvimento de vários protótipos lean digitais e a sua respetiva validação em ambiente fabril. Praticamente todos estes desenvolvimentos se mantêm ainda hoje como estado-da-arte no setor e por isso mesmo utilizados por muitas empresas.

À data da assinatura do contrato de consórcio JETSTONE em 2004, estabeleceu-se como objetivo a prossecução de um impacto positivo na competitividade da fileira, baseado nos seguintes pressupostos:

- Aumentar a incorporação de valor nos produtos produzidos;
- Aumentar a competitividade da fileira nos mercados internacionais por via da diferenciação, qualidade, redução de desperdícios e captação de mão-de-obra qualificada.

Com as tecnologias desenvolvidas no âmbito do Projeto Mobilizador Jetstone é hoje possível às empresas de RO transformarem as matérias-primas de forma flexível e obter resultados expressivos na redução de desperdício das matérias-primas, convertendo-se em ganhos de produtividade e capacidade de resposta a micro encomendas no mercado doméstico e/ou europeu.

2.2. Projeto I&DT Mobilizador INOVSTONE 2010-2013 | Novas Tecnologias para a Competitividade da Pedra Natural

A segunda vaga de desenvolvimentos tecnológicos digitais para as Rochas Ornamentais Portuguesas resultou do Consórcio Inovstone. Uma parceria mobilizadora mais abrangente, envolvendo dezanove empresas e entidades do sistema científico e tecnológico, a qual apresentou o Projeto Mobilizador Inovstone.

No âmbito do Projeto Mobilizador Inovstone, foram desenvolvidas soluções tecnológicas e digitais de inovação disruptiva, as quais permitem ainda hoje às empresas de RO aumentos significativos de produtividade e eficiência.

Vários estudos recentes, realizados por autores de diferentes Universidades, têm concluído que a utilização das tecnologias desenvolvidas no âmbito do Inovstone, permitem responder a oportunidades comerciais de média dimensão, de forma flexível e competitiva nos mercados internacionais e, ainda, reduzir significativamente os desperdícios de matérias-primas e energia. Os mesmos estudos apontam também no sentido de que as tecnologias Inovstone têm permitido às empresas de RO uma aproximação significativa para tornarem as suas operações em Indústria 4.0.

2.3. Projeto I&DT FLEXSTONE 2016-2018 | Novas Tecnologias para a Competitividade da Pedra Natural

A terceira vaga de desenvolvimentos tecnológicos digitais para as RO, resultou do Projeto I&DT Flexstone. Dos desenvolvimentos realizados no âmbito deste projeto em consórcio, resultaram tecnologias que possibilitam hoje às empresas do Setor das RO responder de forma ótima e integrada a projetos customizados de qualquer escala, com adicional redução de desperdícios das matérias-primas, energia e pegada ecológica, para além de garantirem um aumento significativo de produtividade. Deste projeto resultaram inovações tecnológicas que permitem colocar as operações das empresas de RO num patamar próximo do nível da Indústria 4.0.

2.4. Projeto I&DT Mobilizador INOVSTONE4.0 2017-2020 | Tecnologias Avançadas e Software para os Recursos Minerais

A quarta vaga de desenvolvimentos tecnológicos de Indústria 4.0 para as RO encontra-se em estudo e desenvolvimento no Projeto Mobilizador Inovstone4.0. Embora ainda em curso, os protótipos desenvolvidos no âmbito do Inovstone4.0 já estão instalados e em testes, em ambiente industrial, nas fábricas das empresas de RO demonstradoras do consórcio.

Dos testes em ambiente industrial em curso nestas empresas, é já possível afirmar que os resultados dos protótipos irão exceder as expectativas apresentadas na candidatura e que por via destas soluções tecnológicas inovadoras, as empresas de RO poderão dar um passo significativo na direção do *collaborative manufacturing/smart manufacturing*. Orientadas para a cocriação de valor em *marketplace* digital, em particular com os utilizadores *Building Information Modelling* (BIM), as tecnologias Inovstone4.0 permitirão que clientes e fornecedores colaborem numa abordagem cocriativa crescente, personalizada e otimizada em oportunidades comerciais de qualquer escala.

2.5. Evolução do Setor das Rochas Ornamentais Portuguesas 2004-2019

O setor das RO Português tem registado um crescimento sustentado das exportações (vide Figura 1), colocando Portugal como o oitavo país no Comércio Internacional de RO e o segundo país do mundo no Comércio Internacional per capita.

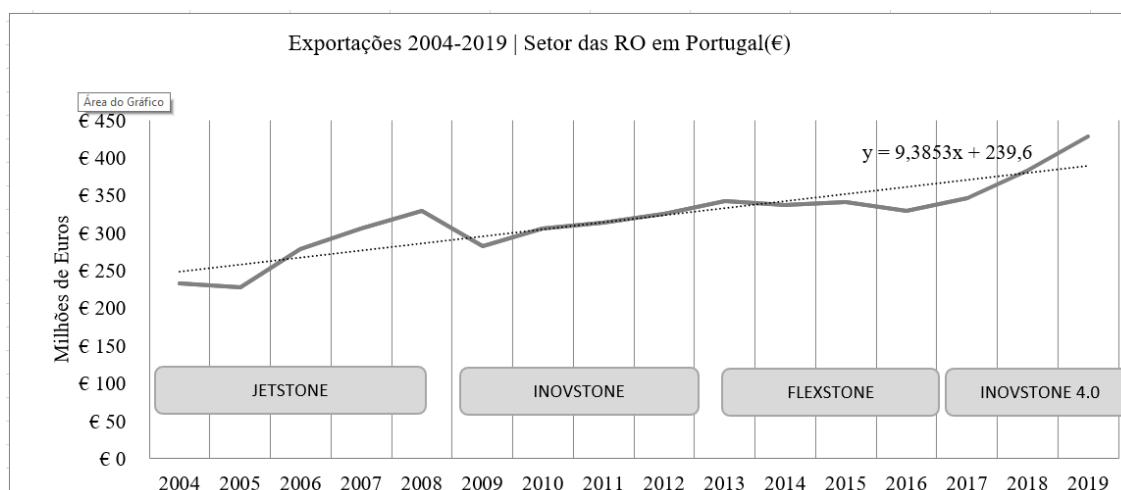


Figura 1. Evolução das Exportações do setor das RO Português entre 2004 e 2019

Têm sido vários os estudos que indicam que, tendencialmente, se verificam ganhos muito significativos em empresas que adotaram a Cartilha Leanstone nas suas operações, o que assinala um crescimento da digitalização das respetivas operações.

Um estudo já publicado em 2020 (Silva, Dionísio, & Coelho, 2020), mostra que o Volume de Negócios (VN) médio das empresas de RO em Portugal, que optaram pelas operações Leanstone no período entre 2010 e 2018, cresceram a uma taxa média anual de 4,82%, enquanto as restantes apresentaram uma tendência decrescente, com uma taxa anual média negativa de 0,23% (vide Figura 2).

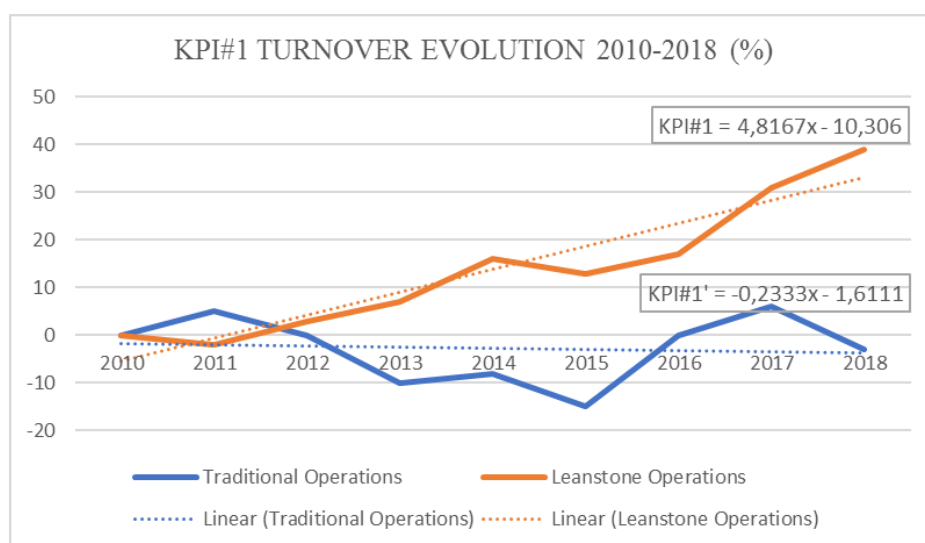


Figura 2. Evolução do Turnover em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020)

O mesmo estudo aponta para o facto de as empresas que adotaram a Cartilha Leanstone registarem um crescimento médio anual das suas exportações de 5,15%, enquanto as restantes registaram uma queda de 1,20%, no mesmo período homólogo (2010 a 2018) (vide Figura 3).

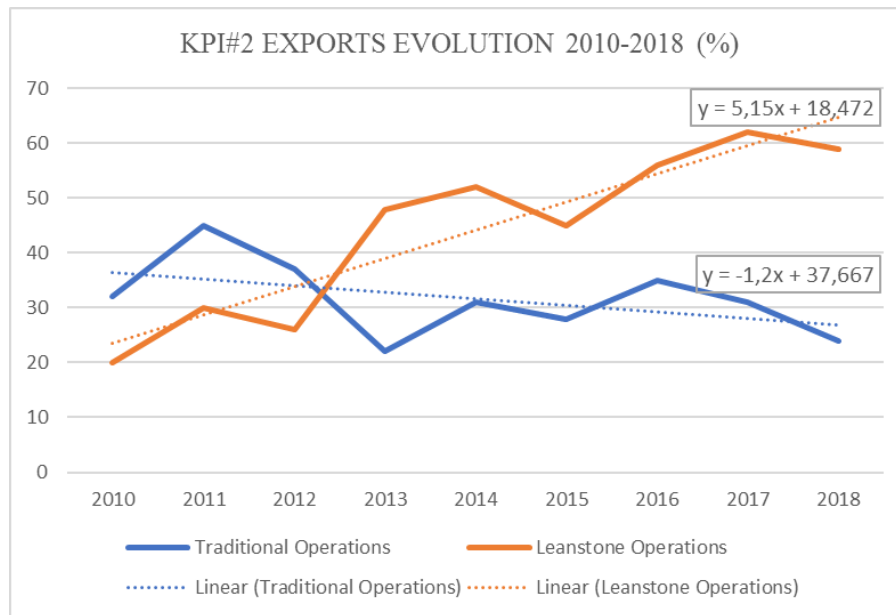


Figura 3. Evolução das Exportações em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020)

Ainda no âmbito deste mesmo estudo, os autores concluíram que os indicadores relacionados com o consumo específico de energia (vide Figura 4) e otimização das matérias-primas (vide Figura 5) têm vindo a evoluir de forma muito mais favorável à competitividade nas empresas que optaram pela Cartilha Leanstone, ou seja, que optaram pela digitalização das suas operações.

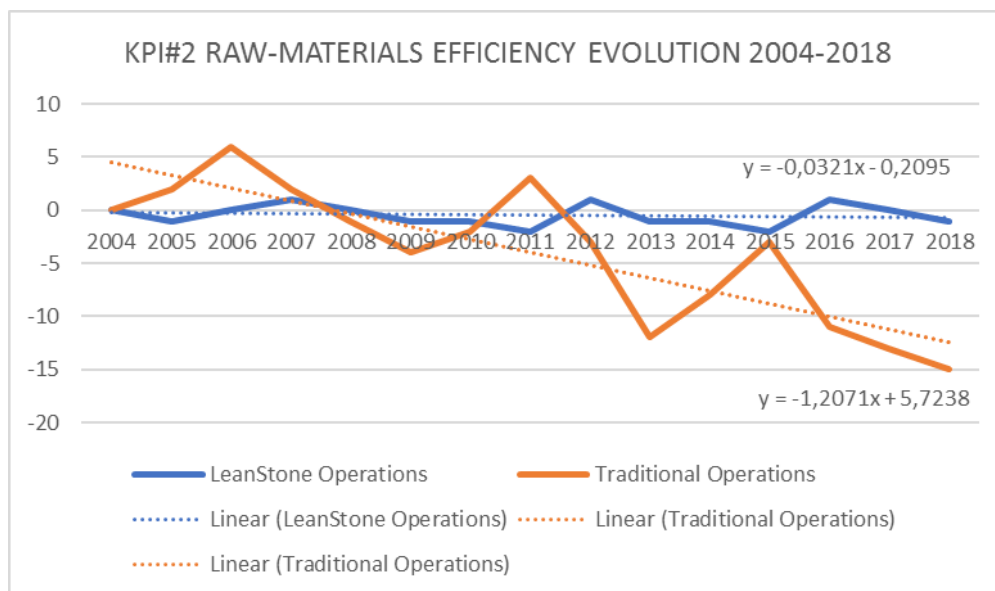


Figura 4. Evolução da eficiência de consumo de matérias primas em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020)

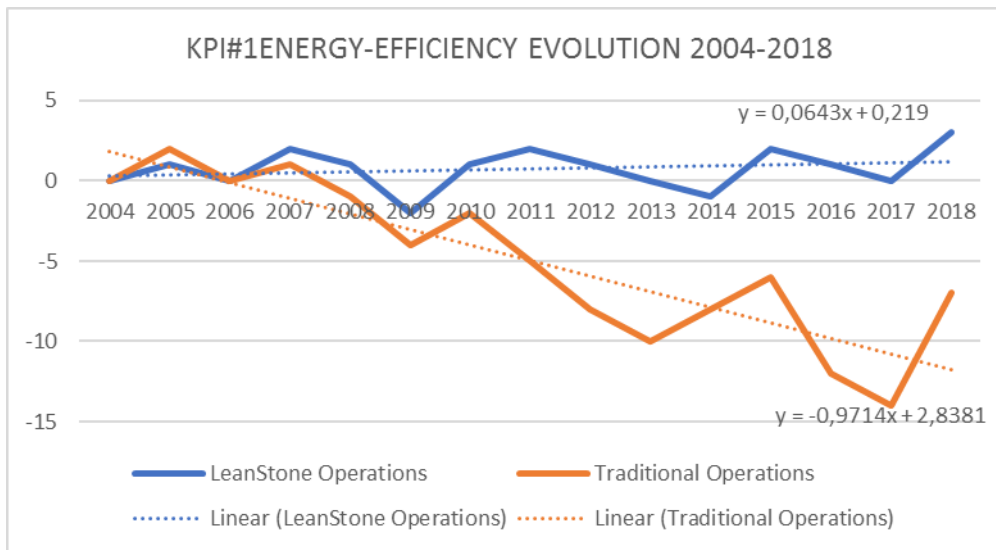


Figura 5. Evolução da eficiência energética em empresas que seguiram Cartilha Leanstone vs empresas com modus operandi tradicional (Silva et al., 2020)

O contexto de *marketplace* digital, resultante da potencial obrigatoriedade de utilização do BIM na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), poderá constituir uma ameaça à sobrevivência das empresas que mantiverem as suas operações tradicionais (I. Frazao, 2019; J. Frazao, 2018; Silva, 2018; Vilas-Boas, Mirmoori, Razi, & Silva, 2019).

Neste contexto particular, em que está em causa a sobrevivência de um Setor de grande importância para a economia nacional, estudos recentes (I. Frazao, 2019; J. Frazao, 2018; Silva, 2018; Vilas-Boas et al., 2019) têm vindo a apontar para o caminho da digitalização das empresas enquanto única abordagem à mudança de paradigma do *procurement* em contexto BIM na cadeia de abastecimento da AEC.

Um estudo baseado numa metodologia mista, realizado em 2018 (Silva, 2018), aponta para ganhos significativos nas RO que, em contexto de *marketplace* BIM, evoluíram de modo global o seu modelo de operações para digital (I4.0) (vide Figura 6).

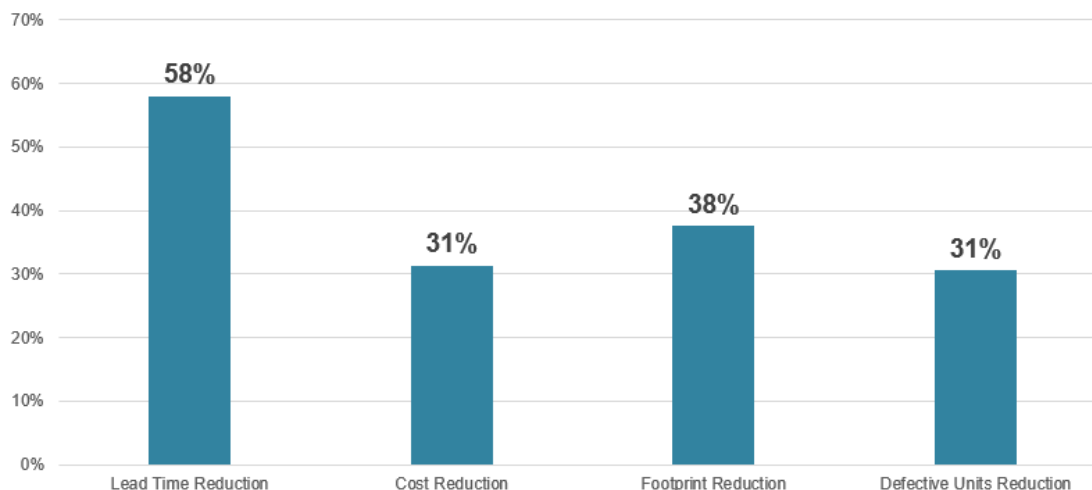


Figura 6. Ganhos de eficiência potenciais do modo de operações Indústria 4.0 (Silva, 2018)

Os resultados obtidos pelos estudos já referidos, apontam para a evidência que o caminho da digitalização das operações aportará competitividade e capacidade exportadora às empresas do Setor de Rochas Ornamentais Portuguesas. Mais ainda, poder-se-á concluir que o *marketplace* BIM pode tornar-se um grave problema para a sustentabilidade económica do Setor, se este não tornar as suas operações digitais, mas também uma oportunidade para que este importante Setor de atividade Português possa torna-se o fornecedor premium no mercado Europeu, e até mundial, de Rochas Ornamentais.

Colocam-se, porém, várias questões: (i) Como investir no digital? (ii) Quanto investir? (iii) Qual o retorno do investimento? (iv) Quais os ganhos diretos do investimento? e, (v) Quais os ganhos indiretos do investimento?

Foi neste contexto de incerteza, de risco e de oportunidade que o Cluster Português dos Recursos Minerais decidiu avançar para o presente estudo, convidando para o efeito dois Centros de Investigação de duas instituições nacionais do ensino superior Português, que desde há alguns anos têm produzido investigação relacionada com o Setor das Rochas Ornamentais - CEFAGE, Universidade de Évora e CIIC, Instituto Politécnico de Leiria.

Torna-se, então, vital o conhecimento e a exploração das oportunidades das tecnologias digitais no Setor das RO Português, sendo por isso pertinente dar resposta à seguinte questão:

“Qual o Impacto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações do Setor das RO Portuguesas?”

Neste contexto, são definidos e perspetivados enquanto objetivos deste trabalho, o desenvolvimento de um modelo de análise que permita medir e avaliar os resultados da

transição para o digital nas RO e analisar os resultados a uma amostra representativa deste mesmo Setor, enquanto forma de validação da proposta de modelo. A avaliação dos impactos na produtividade do trabalho e das exportações do Setor, através de um modelo conceptual, constitui uma via de análise para dar resposta à questão de investigação.

3. Metodologia

Os impactos do investimento em ferramentas digitais, sejam elas de chão-de-fábrica ou não, no Setor das RO Portuguesas, poderão ser medidos e avaliados de diversas formas. **Neste estudo optou-se por realizar esta avaliação por via da produtividade do trabalho e das exportações, dada a importância destes fatores para a economia nacional.**

Neste contexto são definidos e perspetivados os seguintes passos enquanto metodologia de trabalho:

- Desenvolver um modelo de análise que permita avaliar o resultado económico da transição para o digital nas RO;
- Recolher dados a partir de uma amostra de empresas suficientemente representativa da população;
- Avaliar os resultados através de indicadores de eficiência;
- Encontrar resposta ao Problema: Qual o Impacto Direto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações;
- Avaliar cenários de desenvolvimento do Setor.

Tendo por base o objetivo de avaliar de forma quantitativa a contribuição das tecnologias digitais para a evolução do volume de negócios (VN) e o volume de exportações (VExp) das empresas de Rochas Ornamentais em Portugal, foram empreendidos passos metodológicos, sendo que numa primeira fase, a obtenção de dados se revelou de importância muito elevada. Não só pela necessidade dos dados em si, mas pela urgente importância de os dados serem representativos do Setor em estudo.

O primeiro passo foi a identificação da população a estudar e a avaliação da representatividade da amostra, para que os resultados obtidos pudessem ser ilustrativos da população. Os dados foram obtidos presencialmente com o suporte de um guião.

3.1. População e Amostra

Constituído principalmente por pequenas e médias empresas (PME) o Setor das RO é extremamente relevante para a economia portuguesa, desde logo por gerar mais de 16.600 postos de trabalho diretos e ser um dos principais setores geradores de emprego privado nas regiões interiores.

De acordo com dados oficiais disponíveis, ainda relativos a 2018¹, trata-se de um Setor que, desde 2011, registou uma taxa de crescimento médio anual em VN de 5,13%, taxa de turbulência² reduzida e gerou cerca de 500 novos postos de trabalho entre 2016 e 2018.

Trata-se de um Setor com atividades *upstream*, designadas por atividades de “extração de rochas ornamentais e de outras pedras de construção” e atividades *downstream*, designadas por atividades de “serragem, corte e acabamento de rochas ornamentais e de outras pedras de construção”. Pese embora a contribuição das atividades *upstream* ser muito significativa em termos de VN do Setor³, o contributo para a riqueza nacional implica subir na cadeia de valor dos produtos vendidos e exportados, tarefas inerentes às empresas cujas atividades são maioritariamente *downstream*, as quais poderão ter, ou não, atividade extrativa, ou seja, pedreiras próprias.

Neste sentido, para efeitos deste estudo, decidiu-se dividir a população de empresas em dois grupos:

- a) Grupo I | (i) Empresas com atividade exclusivamente *upstream*; (ii) empresas de dimensão micro, na sua maioria, pequenas oficinas familiares e empresas localizadas nas Regiões Autónomas. Trata-se de um grupo constituído por empresas de múltiplos CAE (Classificação de Atividade Económica), o que dificulta a análise a partir dos dados oficiais. Nesse sentido, optou-se por uma contagem direta ao nível do território Nacional, tendo para isso sido contabilizadas 1.748 empresas, em território Nacional Continental.
- b) Grupo II | Empresas com atividade essencialmente *downstream*, as quais poderão ter ou não atividade extrativa e, que por isso mesmo, serão neste estudo designadas

¹ <https://www.gee.gov.pt/pt/documentos/publicacoes/estatisticas-setoriais/c-industrias-transformadoras/23-fabrico-de-outros-produtos-minerais-nao-metalicos/2222-237-serragem-corte-e-acabamento-rochas-ornamentais-out-pedras-construcao/file>

² Turbulence indicator: $| (x + y) / (x - y) |$; x = formation of companies (ner) and y = dissolution of companies (ner).

³ VN das empresas de extração de rochas ornamentais e de outras pedras de construção: 582 Mi€ em 2018

por Empresas Verticais (EV). Enquadráveis neste grupo, o número de empresas contabilizadas neste estudo foi de 802.

As empresas do Grupo I, na sua grande maioria, são microempresas; oficinas artesanais (menos de 3 trabalhadores) as quais num horizonte de 3-5 ano muito dificilmente conseguirão adquirir massa crítica para tirar partido da digitalização dos processos. Adicionalmente, fazem ainda parte do Grupo I, grandes empresas, exclusivamente extrativas, na sua maioria com dinâmicas muito particulares e específicas em termos de digitalização dos seus processos. Pese embora o contributo do desempenho do setor seja fundamental, a contribuição das tecnologias digitais para a evolução do volume de negócios e volume de exportações não é considerado neste estudo.

As empresas do Grupo II vendem produtos acabados ou semiacabados, sendo por isso a transformação das matérias-primas o *cuore*, não apenas do seu negócio, mas também da subida na *cadeia de valor* do Setor. É este tipo de empresas que mais acrescenta valor às matérias primas extraídas, muitas delas em pleno processo de migração das suas operações para o digital, em que já existem bons exemplos de operações Indústria 4.0.

Neste contexto, é às empresas do Grupo II que este estudo se dedica, no sentido de avaliar a contribuição das tecnologias digitais para o desenvolvimento do Setor das RO.

A Tabela 1 apresenta a estratificação da amostra pelos vários distritos de Portugal Continental.

Distrito	Total de empresas EV.Pt da amostra
Braga	72
Viana do Castelo	30
Vila Real	39
Bragança	11
Porto	105
Aveiro	35
Viseu	51
Guarda	31
Coimbra	33
Castelo Branco	12
Leiria	74
Santarém	43
Lisboa	79
Portalegre	2
Setúbal	8
Évora	23
Beja	4
Faro	17
Total	669

Tabela 1. Estratificação da amostra por distrito

A população em estudo é constituída por 802 empresas verticais Portuguesas (EV_P.t). Embora o pressuposto inicial deste trabalho de investigação fosse a obtenção de dados de todas estas empresas, abrangendo assim a população, tal não se verificou (por motivos essencialmente geográficos), pelo que a amostra em estudo é composta por 669 empresas localizadas em território de Portugal Continental, garantindo os seguintes critérios:

- a) Critério da Dimensão | garantir que todas as empresas média ou grande, localizadas no Continente, fizessem parte da amostra;
- b) Critério da Cobertura Territorial | garantir todos os distritos de Portugal Continental fizessem parte da amostra;
- c) Critério da Exportação | garantir que todas as empresas de matriz exportadora e localizadas em território de Portugal Continental fizessem parte da amostra.

Do total das 802 empresas verticais de RO portuguesas (EV-RO-P.t), a amostra será constituída por 669 dessas empresas, correspondendo a 83,42% do total da população. Considera-se que a população está devidamente representada nos diversos estratos já apontados (Tabela 2).

EV.Pt	População	Amostra	Representatividade
Volume de Negócios	792	723	91%
Exportações	347	338	97%
Empregos diretos	9788	8 871	91%

Tabela 2. Representatividade da amostra relativamente ao volume de negócios, exportações e empregos diretos da população EV.Pt

3.2. Recolha de Dados e Questionário

Tal como já referido, com o presente estudo pretendeu-se avaliar o impacto das tecnologias digitais na produtividade do trabalho e das exportações das empresas de Rochas Ornamentais em Portugal, utilizando para isso um modelo de análise que permitiu avaliar o resultado económico da transição para o digital nas RO, a partir de dados recolhidos de uma amostra de empresas representativa da população.

Todas as empresas da amostra foram visitadas e avaliadas presencialmente, entre janeiro e dezembro de 2019. Em cada uma delas foram colocadas as seguintes seis questões, a pelo menos um elemento da sua gerência:

1. Quantas pessoas trabalham a tempo inteiro na sua empresa?
2. Quanto faturou em 2018?
3. Qual a percentagem de exportações em 2018?
4. Quantas máquinas computadorizadas tem ao serviço da produção?
5. Possui sistema informático de gestão da empresa? Se sim, está integrado com as máquinas computadorizadas do chão-de-fábrica?
6. O seu sistema informático de gestão integra as máquinas em chão-de-fábrica com sistemas os sistemas utilizados pelos seus clientes, nomeadamente os sistemas BIM?

Adicionalmente ao inquérito, foi realizada uma visita às instalações da empresa, com o objetivo de constatar *in loco* a realidade digital da empresa.

Por acordo com os gerentes entrevistados, os nomes das suas empresas assim como os dados recolhidos em cada uma delas seriam tratados com total confidencialidade. E por

isso mesmo, não são mencionados neste trabalho em termos individuais, ficando, porém, depositados na base de dados do Cluster Português dos Recursos Minerais.

3.3. Indicadores de Desempenho (KPI's)

Nesta subsecção são apresentadas as medidas utilizadas enquanto indicadores de desempenho. Estas medidas, normalmente designadas por *Key Performance Indicators* (KPI's) constituem um barómetro fundamental na avaliação da performance de uma empresa/setor relativamente a diversos tópicos de interesse, nomeadamente a produtividade do trabalho e das exportações, globalmente e por grupos, com vista a análise.

- a) KPI - Produtividade Média do Trabalho:

$$EV.Pt_{PROD} = \frac{VN}{N.^{\circ} \text{colaboradores}} \quad (\text{Eq. 1})$$

- b) KPI - Produtividade Média das Exportações:

$$EV.Pt_{EXPORT} = \frac{VExp}{N.^{\circ} \text{colaboradores}} \quad (\text{Eq. 2})$$

- c) Coeficiente de Variação de Produtividade do Trabalho:

$$C.V.Pt_{PROD} = \frac{\sigma_{RO.Pt_{PROD}}}{EV.Pt_{PROD}} \quad (\text{Eq. 3})$$

- d) Coeficiente de Variação de Exportação Média:

$$C.V.Pt_{EXPORT} = \frac{\sigma_{RO.Pt_{EXPORT}}}{EV.Pt_{EXPORT}} \quad (\text{Eq. 4})$$

- Dados Globais da Amostra:
 - Volume total de Negócios (VN) = 723 390 000 €
 - Número de Colaboradores (NC) = 8.871
 - Volume de Exportações (VExp) = 338 239 400,00 €

- Resultados Globais da Amostra ao nível da Produtividade:
 - $EV.Pt_{PROD} = 81.545,00 \text{ €}$
 - $\sigma_{PROD_EV.Pt} = 12\,597,19 \text{ €}$
 - $C.V.Pt_{PROD} = 16,10\%$

Estes resultados apontam para uma forte dispersão da amostra em termos da produtividade média do trabalho, sendo o coeficiente de variação de 16,10%. Depreende-

se a existência de empresas com grandes diferenças no que toca à produtividade de trabalho.

Neste contexto pode colocar-se a seguinte questão: Na Amostra em estudo, que tipologia de empresa terá maior Produtividade ($EV.Pt_{PROD}$)?

- Resultados Globais da Amostra ao nível das Exportações Relativas:
 - $EV.Pt_{EXPORT} = 25\,402,83\text{ €}$
 - $\sigma_{EXPORT_EV.Pt} = 29\,287,09\text{ €}$
 - $C.V.Pt_{EXPORT} = 115,27\%$

Verificou-se que o desvio padrão da produtividade média das exportações é de 29 287,09 €, valor mais de 2 vezes superior ao desvio padrão da produtividade do trabalho, o que leva a concluir que existem empresas muito mais exportadoras do que outras. Esta conclusão é corroborada pelo coeficiente de variação, cujo valor ascende a 115,27%.

Desta conclusão coloca-se a questão: Na Amostra, que tipologia de empresa terá cariz exportador ($EV.Pt_{EXPORT}$)?

No seu processo de migração para o digital, é aceitável considerar-se que uma empresa, ao colocar a primeira máquina computadorizada ao serviço da sua produção, passe de imediato a ter o estatuto de “empresa digital”.

Importa perceber e compreender o comportamento destes indicadores em grupos diferenciados de empresas. Assim, podemos fazer uma primeira divisão das empresas da amostra, considerando por um lado as empresas que já iniciaram de alguma forma a transição para o digital (ND#1, ND#2 e ND#4) e, por outro lado, as empresas que mantêm à data as suas operações tradicionais (ND=#0). De referir que o número de empresas por grupo é o seguinte: ND#0: 414, ND#1: 121; ND#2: 94; ND#3: 25 e ND#4: 15 empresas. A Tabela 3 apresenta os indicadores para os dois grupos em análise.

<i>Empresas tradicionais (414 empresas)</i>	<i>Empresas digitais (255 empresas)</i>
<p><i>KPI - Produtividade do Trabalho</i></p> <p>$VN_{Trad} = 277\,580\,000 \text{ €}$</p> <p>$NC_{Trad} = 3\,739 \text{ Colaboradores}$</p> <p>$EV.Pt_{PROD_Trad} = 74\,239 \text{ €}$</p> <p>$\sigma_{PROD_EV-RO.Pt_Trad} = 10\,861,74 \text{ €}$</p> <p>$C.V.Pt_{PROD_trad} = 14,63\%$</p>	<p><i>KPI - Produtividade do Trabalho</i></p> <p>$VN_{Digit} = 445\,410\,000 \text{ €}$</p> <p>$NC_{Digit} = 5\,132 \text{ Colaboradores}$</p> <p>$EV.Pt_{PROD_Digit} = 86\,077,11 \text{ €}$</p> <p>$\sigma_{PROD_EV-RO.Pt_Digit} = 11\,698,62$</p> <p>$C.V.Pt_{PROD_Digit} = 13,59\%$</p>
<p><i>KPI – Produtividade das Exportações</i></p> <p>$VExp_{Trad} = 29\,056\,210 \text{ €}$</p> <p>$NC_{Trad} = 3\,739 \text{ Colaboradores}$</p> <p>$EV.Pt_{EXPORT_Trad} = 7\,771 \text{ €}$</p> <p>$\sigma_{EXPORT_EV.Pt_Trad} = 1\,543,11 \text{ €}$</p> <p>$C.V.Pt_{EXPORT_trad} = 6,98\%$</p>	<p><i>KPI – Produtividade das Exportações</i></p> <p>$VExp_{Digit} = 309\,183\,190 \text{ €}$</p> <p>$NC_{Digit} = 5\,132 \text{ Colaboradores}$</p> <p>$EV.Pt_{EXPORT_Digit} = 54\,113,62 \text{ €}$</p> <p>$\sigma_{EXPORT_EV.Pt_Digit} = 30\,242,69\text{€}$</p> <p>$C.V.Pt_{EXPORT_Digit} = 55,88\%$</p>

Tabela 3. Indicadores de performance para os grupos de empresas tradicionais e empresas digitais.

A Figura 7 mostra os patamares médios de volume de negócios por trabalhador em empresas tradicionais versus empresas digitais. É de evidenciar a diferença significativa a 1%, diferença alvo de teste de hipótese com uma estatística Z, sendo p-value =0,000).

Os resultados revelam que a produtividade média do trabalho e das exportações é significativamente superior no grupo de empresas não digitais.

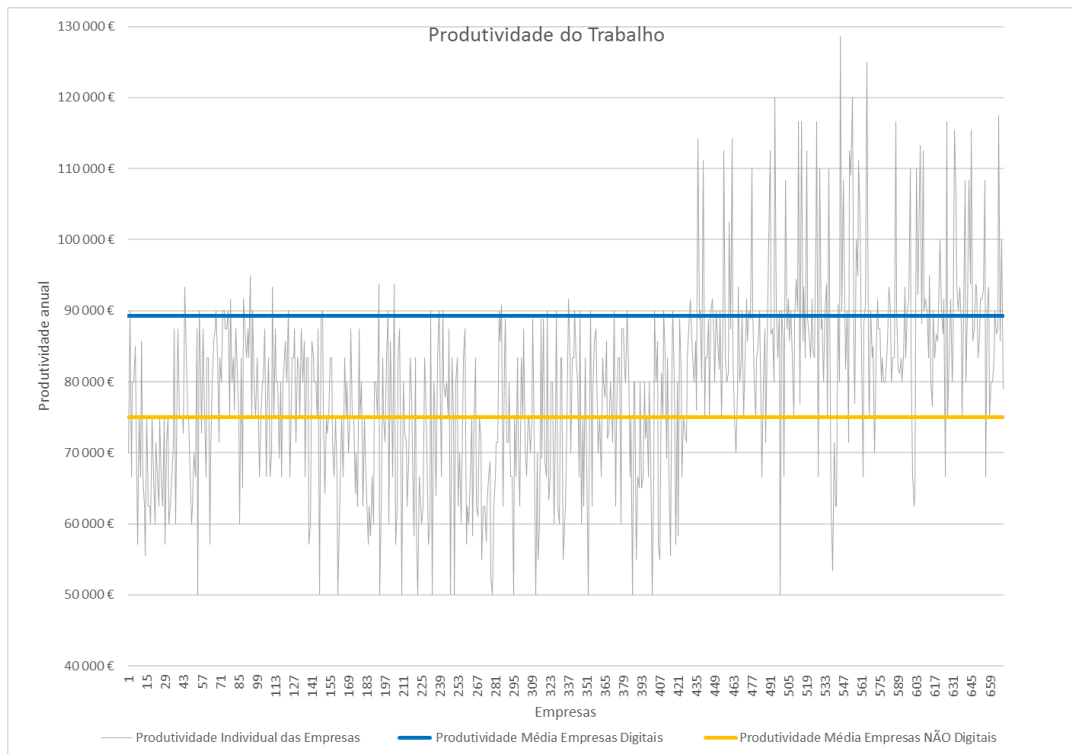


Figura 7. Produtividade média para os dois grupos de empresas: tradicionais e digitais.

Verificou-se, porém, que o desvio padrão da produtividade média das exportações das empresas digitais apresenta um valor muito elevado 30 263,97 €, o que sugere que dentro das empresas digitais, exista elevada dispersão. Com efeito, o coeficiente de variação assume um valor muito elevado (55,88%), o que revela fortes disparidades no grupo em análise. Tal pode ser explicado por este grupo integrar os subgrupos ND#1, ND#2, ND#3 e ND#4, cujos níveis de digitalização são muito diferentes.

Neste contexto, surge a terceira questão de investigação:

A partir desta conclusão, coloca-se a questão: Que grupo de empresas digitais são mais exportadoras?

As secções seguintes tentam dar resposta a estas questões de investigação.

3.4. Patamares Digitais das Empresas

No sentido de dar resposta às questões de investigação colocadas na secção anterior, dividiu-se a amostra em patamares de digitalização das suas operações.

O Nível Digital (ND) determina assim, o patamar em que a empresa se encontra em termos de utilização de tecnologias digitais. Este índice é determinado a partir do inquérito presencial e visita *in loco*, avaliando os equipamentos produtivos digitais existentes e utilizados pela empresa, os meios de gestão e integração com produção e, ainda, os meios colaborativos integrantes do *marketplace* digital.

- a) ND#0 | Classificação atribuída às empresas que não possuindo qualquer meio de produção computadorizado, se considera que ainda não iniciaram o caminho da digitalização.
- b) ND#1 | Classificação atribuída a empresas que já utilizam um equipamento computadorizado produtivo há mais de 1 ano e, por isso mesmo, se considera que já iniciaram o caminho da digitalização. Trata-se do primeiro patamar digital.
- c) ND#2 | Classificação atribuída a empresas que já consolidaram a utilização de equipamentos digitais na produção e, por isso mesmo, já possuem pelo menos duas máquinas computadorizadas no chão de fábrica. Trata-se do segundo patamar digital.
- d) ND#3 | Classificação atribuída a empresas que integram a informação gerada pelas máquinas computadorizadas em chão-de-fábrica com a gestão e engenharia industrial da empresa. Trata-se do terceiro patamar digital.
- e) ND#4 | Classificação atribuída a empresas que integram de forma Colaborativa os dados gerados pelas máquinas computadorizadas em chão-de-fábrica com a gestão e engenharia industrial e com o *marketplace* digital. Trata-se do quarto patamar digital.

De forma resumida, os critérios de definição dos ND são apresentados na Tabela 4.

Nível Digital	Tecnologias de Produção Digital (TPD)	TPD + Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI)	TPD + TPI + Tecnologias de Operações Integradas (TOI)	TPD + TPI + TIO Tecnologias Colaborativas com Marketplace (TCM)
0	Não	Não	Não	Não
1	Sim	Não	Não	Não
2	Dois ou mais	Sim	Não	Não
3	Dois ou mais	Sim	Sim	Não
4	Dois ou mais	Sim	Sim	Sim

Tabela 4. Definição dos Níveis Digitais das EV-PT

4. Análise Comparativa dos KPI vs Nível Digital das Empresas

É expectável que os KPI's em análise sejam tendencialmente crescentes, face ao nível digital das empresas, ainda assim é importante validar esta perceção.

Ao analisar as Figura 8 e Figura 9, verifica-se que o *KPI - EV.Pt_{PROD}* assim como o KPI *EV-Pt_{EXPORT}* das empresas da amostra seguem uma tendência crescente com declives positivos e acentuados, à medida que as empresas vão tornando as suas operações mais digitais, ou seja, quando evoluem do sentido ND#0 para ND#4.

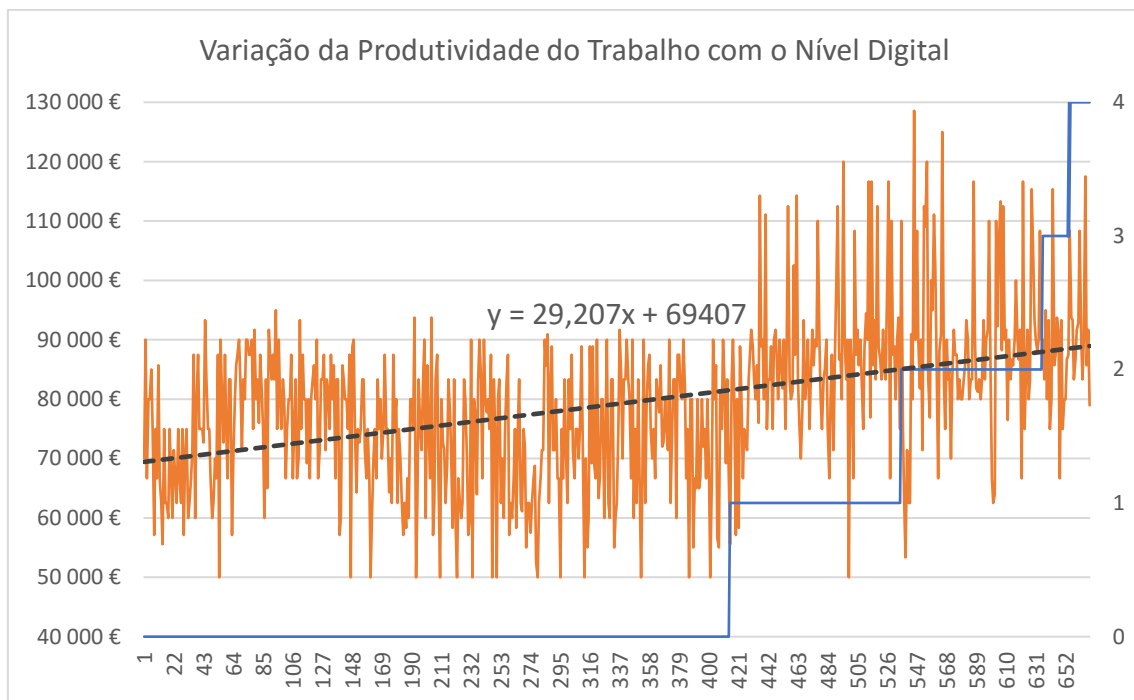


Figura 8. Evolução do Indicador Produtividade do Trabalho face ao ND

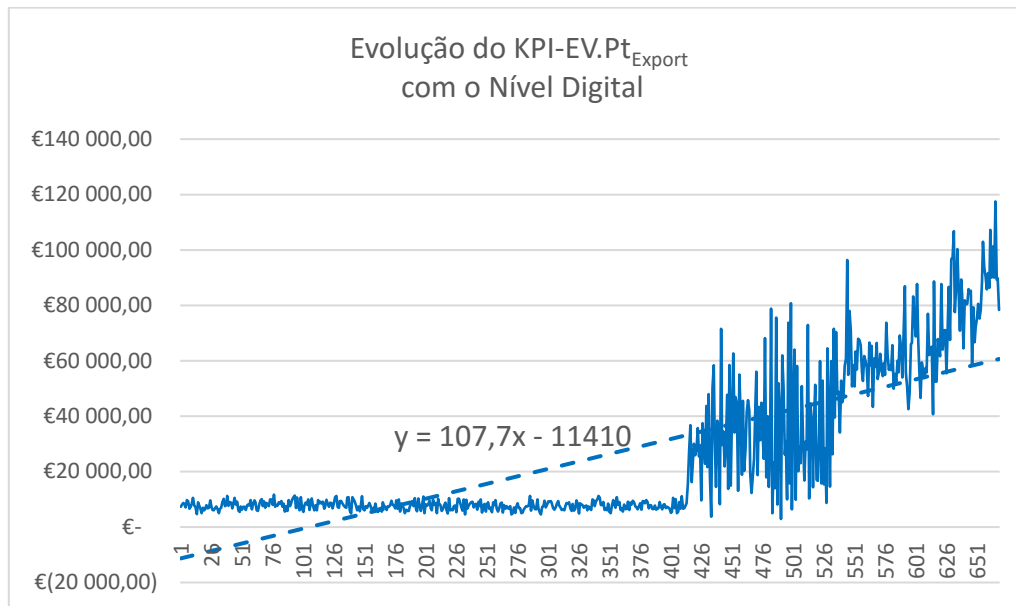


Figura 9. Evolução da Produtividade das Exportações face ao ND

Para dar forma a uma visão mais completa e profunda dos níveis digitais em estudo, apresenta-se de seguida a análise detalhada de cada um.

4.1. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#0

Neste grupo, formado por 414 empresas (das 669 da amostra total, pudemos verificar que a produtividade do trabalho é menor que a apresentada pela amostra como um todo. Ainda assim, é de realçar a diferença da produtividade das exportações que se mostra bastante significativa, sendo em termos médios, menos de metade da média do grupo total (Amostra).

- $EV.Pt_{PROD_Amostra} = 78\,621\,€$
- $EV.Pt_{EXPORT_Amostra} = 24\,671,04\,€$
- $EV.Pt_{PROD_ND\#0} = 73\,964\,€$
- $EV.Pt_{EXPORT_ND\#0} = 10\,862\,€$

A Figura 10, apresenta a distribuição normalizada dos indicadores de produtividade do trabalho e das exportações para as empresas do grupo ND#0.

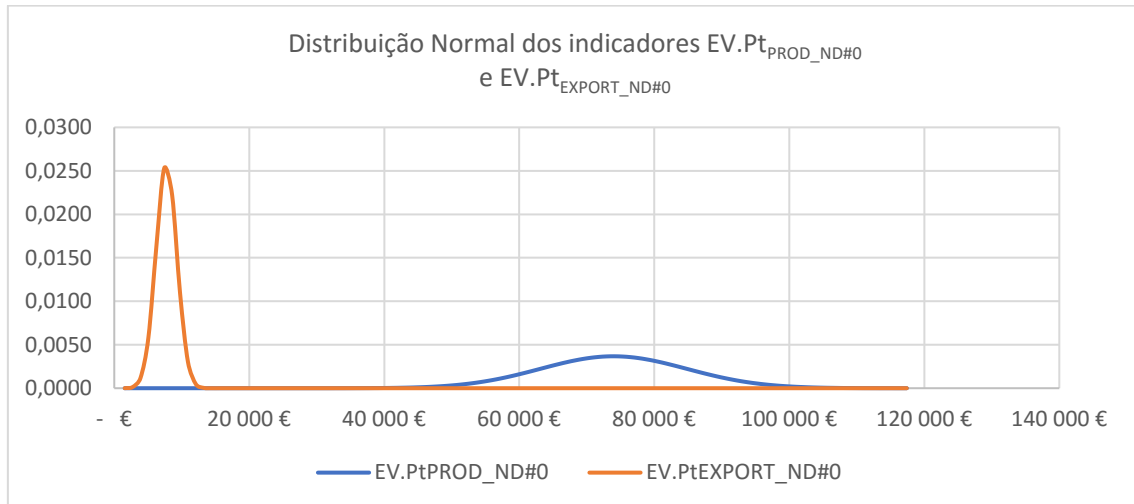


Figura 10. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#0

Pela análise destes resultados pode concluir-se que:

- A Produtividade Média do Trabalho das empresas ND#0 é inferior à Produtividade Média do Trabalho da amostra.
- A Produtividade Média das Exportações das empresas ND#0 é significativamente inferior à Produtividade Média das Exportações da amostra.

A Figura 10 revela que:

- A média da Produtividade do Trabalho está muito distante da média da Produtividade das Exportações, o que nos leva a concluir que se trata essencialmente de empresas não exportadoras.
- A verticalidade da distribuição da produtividade do trabalho, leva-nos a concluir que as empresas estão dentro de um modelo de operações que não permite diferenciação entre umas e outras. São todas de produtividade do trabalho próxima da média baixa.
- O achatamento leptocúrtico da distribuição da produtividade das exportações revela um nível de dispersão (desvio-padrão) muito elevado, o que nos indica a existência de empresas de cariz bastante mais exportador do que outras.

4.2. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#1

Neste grupo, formado por 125 empresas, pudemos verificar uma produtividade do trabalho maior que a apresentada pela amostra como um todo, assim como uma diferença também positiva na produtividade das exportações.

- $EV.Pt_{PROD_Amostra} = 78\,621\text{ €}$
- $EV.Pt_{EXPORT_Amostra} = 24\,671,04\text{ €}$
- $EV.Pt_{PROD_ND\#1} = 83\,091\text{ €}$
- $EV.Pt_{EXPORT_ND\#1} = 33\,971\text{ €}$

A Figura 11 apresenta a distribuição normal dos indicadores de produtividade do trabalho e das exportações para as empresas do grupo ND#1.

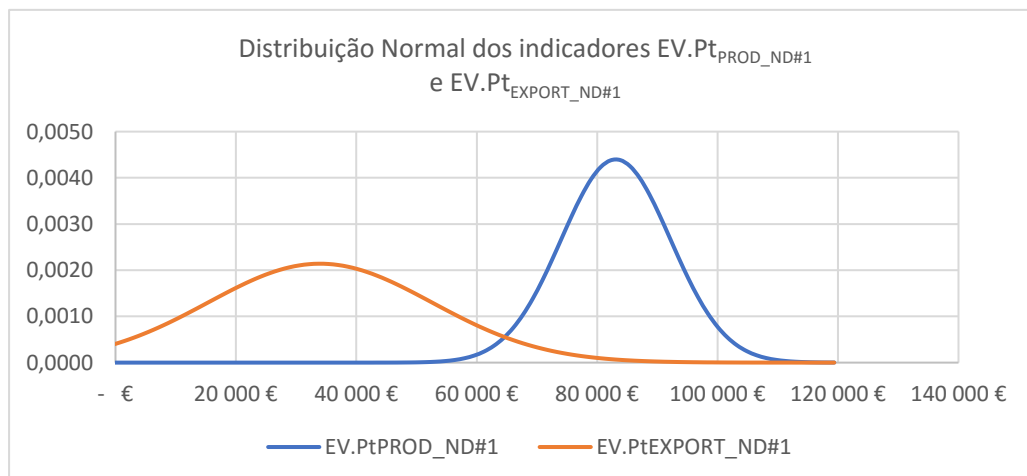


Figura 11. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#1

A análise destes resultados permite concluir que:

- A Produtividade Média do Trabalho das empresas ND#1 ultrapassou a Produtividade Média do Trabalho da amostra.
- A Produtividade das Exportações das empresas ND#1 ultrapassou a Produtividade Média das Exportações da amostra.

A Figura 11 leva-nos a verificar o seguinte:

- a) Quando comparada com a distribuição do ND#0, verificou-se que a média da Produtividade do Trabalho das empresas ND#1 se aproximou da média da Produtividade das suas Exportações, o que permite concluir que as empresas neste grupo entraram numa deriva para a exportação.
- b) As exportações só são possíveis se a empresa for competitiva e organizada.
- c) A distribuição da Produtividade do Trabalho perdeu alguma verticalidade o que significa que existem, neste grupo, empresas que tentam inovar, o que é um sinal muito positivo de dinamismo.
- d) A distribuição da Produtividade das Exportações revela uma tendência mais platicúrtica, o que indica que a dispersão é menor, confirmando a evidência de dinamismo.

4.3. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#2

O grupo ND#2 é formado por 94 empresas. Este grupo apresenta uma produtividade média do trabalho e das exportações, claramente acima da média da amostra global. As diferenças são mais significativas ao nível das exportações, verificando-se que neste grupo, o nível de exportação é bastante elevado.

- $EV.Pt_{PROD_Amostra} = 78\ 621\ €$
- $EV.Pt_{EXPORT_Amostra} = 24\ 671,04\ €$
- $EV.Pt_{PROD_ND\#2} = 87\ 331\ €$
- $EV.Pt_{EXPORT_ND\#2} = 61\ 212\ €$

A Figura 12 apresenta a distribuição normal para os indicadores produtividade do trabalho e das exportações para as empresas do grupo ND#2.

Os resultados obtidos apontam para algumas evidências, nomeadamente:

- a) A Produtividade Média do Trabalho das empresas ND#2 é já 11% superior à Produtividade Média do Trabalho da amostra, o que equivale a 8 710€.
- b) A Produtividade Média das Exportações das Empresas ND#2 ultrapassou a Produtividade Média das Exportações em 36 541€.

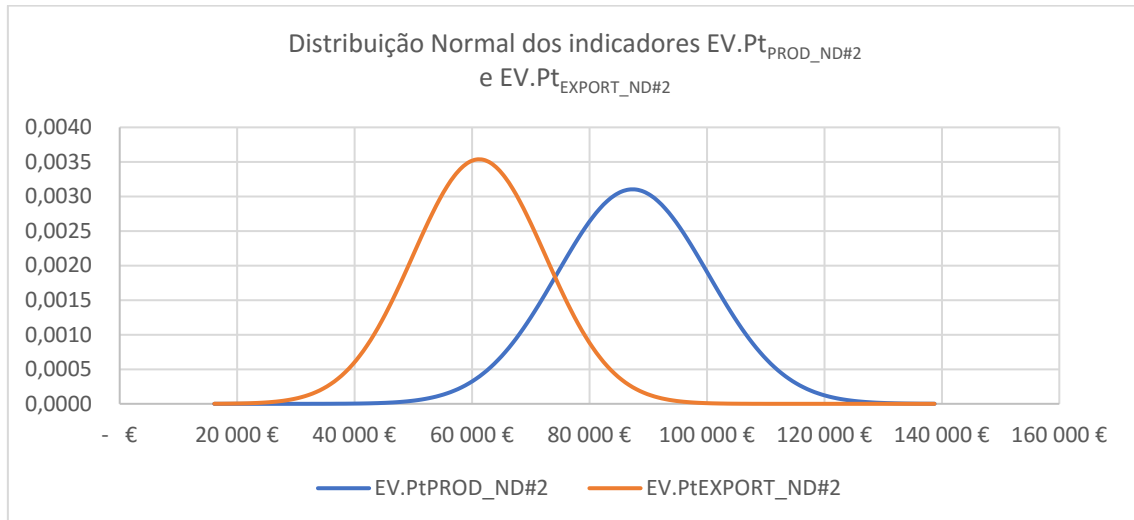


Figura 12. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#2

Analisando o gráfico das distribuições relativas a ND#2, verificou-se o seguinte:

- a) Que o valor médio da Produtividade do Trabalho das empresas ND#2 se aproximou da média da Produtividade das suas Exportações, o que nos permite concluir que as empresas adquiriram competitividade e com isso, sucesso nos mercados para onde exportam. O sucesso na exportação é de especial importância, dado que as exportações só são possíveis se a empresa for competitiva e organizada.
- b) A distribuição da produtividade do trabalho tem uma verticalidade semelhante à Produtividade das Exportações, apresentando ambas um nível de dispersão revelador de grande dinamismo.

4.4. Produtividade do Trabalho e das Exportações no Grupo de empresas ND#3

O grupo das empresas ND#3 é composto por 25 empresas e os valores da produtividade médias do trabalho e das exportações, claramente se destacam dos valores apresentados pela amostra:

- $EV.Pt_{PROD_Amostra} = 78\ 621\ €$
- $EV.Pt_{EXPORT_Amostra} = 24\ 671,04\ €$
- $EV.Pt_{PROD_ND\#3} = 90\ 838\ €$
- $EV.Pt_{EXPORT_ND\#3} = 81\ 676\ €$

Os resultados obtidos apontam para:

- A Produtividade Média do Trabalho das empresas ND# é já 12 217€ é superior à Produtividade Média do Trabalho da amostra.
- A Produtividade Média das Exportações das empresas ND#3 ultrapassou a Produtividade Média das Exportações em 57 005€.

Analisando o gráfico das distribuições relativas a ND#3, verificou-se o seguinte:

- A distribuição da produtividade do trabalho revela um nível de achatamento e simetria que a aproximam da curva de Gauss, revelando um nível de dispersão dinâmico.
- A distribuição da Produtividade das Exportações verticalizou-se, o que significa que as empresas são na sua grande maioria exportadoras.
- A Figura 13 apresenta a distribuição normal dos indicadores produtividade do trabalho e das exportações para as empresas do grupo ND#3.

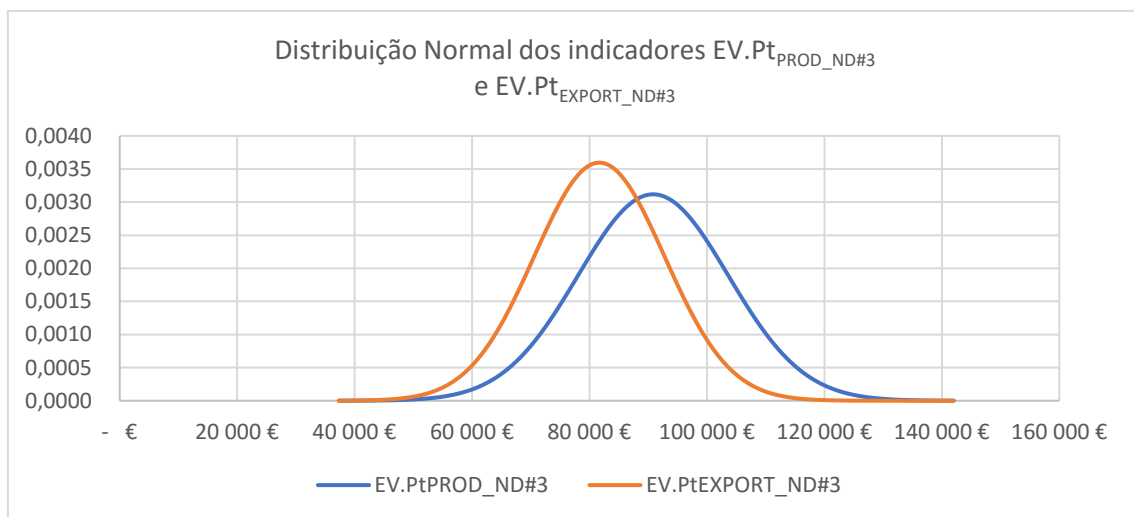


Figura 13. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#3

O grupo de empresas ND#4 é o menor, constituído por apenas 15 empresas. Os valores médios registados para a produtividade do trabalho e das exportações, indicam claramente um forte destacamento face à amostra global:

- $EV.Pt_{PROD_Amostra} = 78\,621\text{ €}$
- $EV.Pt_{EXPORT_Amostra} = 24\,671,04\text{ €}$
- $EV.Pt_{PROD_ND\#4} = 96\,149\text{ €}$
- $EV.Pt_{EXPORT_ND\#4} = 93\,542\text{ €}$

A Figura 14 apresenta a distribuição normalizada para os indicadores de produtividade do trabalho e das exportações para as empresas do grupo ND#4.

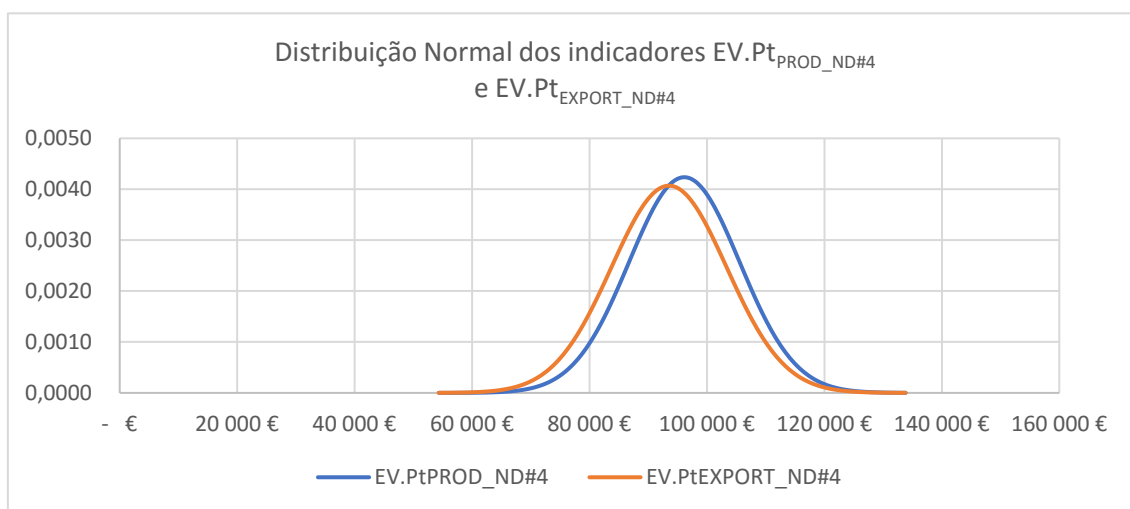


Figura 14. Distribuição normal dos indicadores da produtividade do trabalho e das exportações para o grupo de empresas ND#4

Analisando estes dados, conclui-se:

- A Produtividade Média do Trabalho das empresas ND#4 é 22% mais elevada que a Produtividade Média da amostra, equivalendo a 17 528€ por trabalhador por ano.
- A Produtividade Média das Exportações das empresas ND# é 280% superior à Produtividade Média das Exportações da amostra, equivalente a 68 871€ por trabalhador, por ano.

Analisando o gráfico das distribuições relativas a ND#4, verificou-se o seguinte:

- O valor médio da Produtividade do Trabalho das empresas ND#4 é praticamente coincidente com a Produtividade das suas Exportações, o que nos leva a concluir

que as empresas estão total e globalmente internacionalizadas, competindo a nível global.

- b) Ambas as distribuições são verticais, com um nível de dispersão baixo. Num mercado limitado, isto poderia levar a acomodação, porém, em contexto de mercado Global, que não tem limites e é muito dinâmico, considera-se que todas terão de ser competitivas.

5. Análise dos Determinantes de Impacto na Produtividade do Trabalho e das Exportações

Com vista a melhor visualizar a produtividade média de cada grupo de empresas ND#, veja-se a Figura 15.

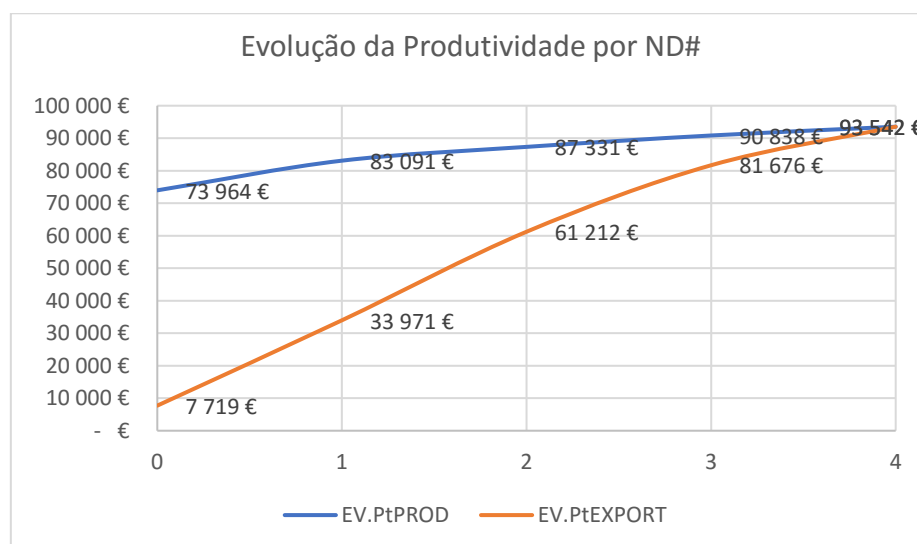


Figura 15. Produtividade média do trabalho e das exportações por grupo de ND#

De estudos já referidos anteriormente, a fileira das RO tem vindo a incorporar, desde 2004, tecnologias digitais desenvolvidas no âmbito dos vários Projetos Mobilizadores e outros projetos I&D em Co promoção, num caminho designado por Leanstone (veja-se a Secção 2). Neste contexto, desde o início da mudança preconizada em 2004, vários têm sido os autores a referir que os bons resultados do Setor das RO em Portugal resultam, em grande parte, da adoção progressiva de tecnologias digitais desenvolvidas no âmbito destes projetos pelas empresas, caminho iniciado a partir de um processo de fertilização cruzada com o Setor do Calçado em 2004. A utilização das diferentes tecnologias, desenvolvidas nestes Projetos têm-se revelado os Determinantes da Mudança (D), com

significativos impactos na otimização das matérias-primas, maior flexibilidade, gestão colaborativa interna e o *marketplace* digital, enquanto vetor para a captação de recursos qualificados e, conseqüentemente, aumento da produtividade.

Os indicadores presentes na Tabela 5 (calculados na Secção 4) evidenciam uma tendência crescente e acentuada de ambos os KPI's, à medida que as empresas evoluem em termos de ND#.

Nível Digital	<i>EV.Pt_{PROD}</i>	<i>EV.Pt_{EXPORT}</i>
0	73 964 €	7 719 €
1	83 091 €	33 971 €
2	87 331 €	61 212 €
3	90 838 €	81 676 €
4	93 542 €	93 542 €

Tabela 5. Valores das Produtividades Médias do Trabalho e das Exportações por Nível Digital (ND)

Neste contexto, podemos considerar os determinantes da produtividade da seguinte forma:

- a) Primeiro Determinante Digital (DD#1) - Caraterizado por Tecnologias de Chão-de-Fábrica Digitais (TPD) as quais potenciam a mudança do patamar ND#0 para o patamar ND#1.

As tecnologias que caracterizam este determinante foram desenvolvidas no âmbito do Projeto Mobilizador Jetstone, as quais possibilitam às empresas de RO a produção de forma mais flexível e a redução de desperdícios de matérias primas, convertendo em ganhos de produtividade e capacidade de resposta às micro encomendas no mercado doméstico e/ou europeu.

- b) Segundo Determinante Digital (DD#2) - Caraterizado por tecnologias de Chão-de-Fábrica Digitais + Tecnologias de Gestão de Produção Integrada (TPI) - potenciam a produção unitária em média escala e, conseqüentemente, a evolução do patamar ND#1 para o patamar ND#2.

As tecnologias que caracterizam o Determinante DD#2 foram desenvolvidas no âmbito do Projeto Mobilizador Inovstone, com as quais é possível às empresas de RO responder de forma flexível, otimizada e integrada a projetos de média escala,

obtendo uma redução significativa de desperdícios das matérias primas e aumento da capacidade de resposta a encomendas no mercado doméstico e/ou europeu. Trata-se do primeiro passo para se atingir o nível Indústria 4.0.

- c) Terceiro Determinante Digital (DD#3) - Caracterizado por tecnologias de Chão-de-Fábrica Digitais + Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI) + Tecnologias de Gestão Integrada das Operações (TOI), que potenciam a produção unitária em escala, da qual emerge a mudança de patamar de uma empresa ND#2 para uma empresa ND#3.

As tecnologias que caracterizam o Determinante DD#3 foram desenvolvidas no âmbito do Projeto Flexstone, as quais permitem às empresas responder de forma flexível, ótima e integrada a projetos com escala, obtendo-se uma significativa redução de desperdícios das matérias primas, incrementos de eficiência e grande capacidade de resposta a encomendas no mercado doméstico e/ou europeu. Trata-se de um nível de digitalização já próximo de Indústria 4.0.

- d) Quarto Determinante Digital (DD#4) - Caracterizado por tecnologias de Chão-de-Fábrica Digitais + tecnologias Gestão de Produção Integrada (GPI) + Tecnologias de Gestão Integrada das Operações (TIO) + Tecnologias de Integração Colaborativa com *marketplace* Digital (TCM), que permitem às empresas estar presentes de forma colaborativa no *marketplace* digital, potenciando a produção personalizada em grande escala e, da qual emerge a mudança de patamar de uma empresa ND#3 para uma empresa ND#4.

As tecnologias que caracterizam o DD#4 foram desenvolvidas no âmbito dos Projetos anteriormente referidos, contando com muitos contributos desenvolvidos no âmbito do Projeto Mobilizador Inovstone4.0, as quais permitem às empresas operar de forma colaborativa em *marketplace* digital, personalizando de forma cocriativa os produtos com cada cliente, de forma ótima e integrada, em projetos com qualquer escala. Permite ainda obter expressiva redução de desperdícios das matérias-primas, elevados níveis de eficiência e grande capacidade de resposta a encomendas no mercado doméstico e/ou europeu. Trata-se de um efetivo nível Indústria 4.0.

6. Determinação dos Ganhos resultantes da Transição de Nível Digital

Com vista à determinação e estimação dos ganhos resultantes da transição, são calculados os seguintes KPI's:

$$KPI.PROD_{DD\#N} = \frac{EV.Pt_{PROD_{ND\#N-1}}}{EV.Pt_{PROD_{ND\#N}}} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$KPI.EXPORT_{DD\#N} = \frac{EV.Pt_{EXPORT_ND\#N-1}}{EV.Pt_{EXPORT_ND\#N}} \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde $N=1, 2, 3$ e 4 .

As equações (5) e (6) foram aplicadas aos dados relativos à produtividade do trabalho e das exportações de cada nível digital, tendo sido obtidos os resultados adiante apresentados.

6.1. Ganhos de Produtividade do Trabalho

Os ganhos referentes à produtividade do trabalho são apresentados na Tabela 6.

Nível Digital	$EV.Pt_{PROD}$	$KPI.PROD_{DD\#1}$	$KPI.PROD_{DD\#2}$	$KPI.PROD_{DD\#3}$	$KPI.PROD_{DD\#4}$
0	73 964 €				
1	83 091 €	0,890			
2	87 331 €		0,951		
3	90 838 €			0,961	
4	93 542 €				0,945

Tabela 6. Ganhos de produtividade do trabalho por evolução no ND#

Verificou-se que os ganhos são relativamente mais expressivos na passagem do ND#0 para ND#1, sendo o maior valor de KPI obtido na evolução para o ND#3.

$$KPI.PROD_{DD\#1} = 0,890$$

$$KPI.PROD_{DD\#2} = 0,951$$

$$KPI.PROD_{DD\#3} = 0,961$$

$$KPI.PROD_{DD\#4} = 0,945$$

6.2. Ganhos de Produtividade das Exportações

Os ganhos referentes à produtividade das exportações são apresentados na Tabela 7.

Nível Digital	$EV.Pt_{EXPORT}$	$KPI.EXPORT_{DD\#1}$	$KPI.EXPORT_{DD\#2}$	$KPI.EXPORT_{DD\#3}$	$KPI.EXPORT_{DD\#4}$
0	7 719 €				
1	33 971 €	0,227			
2	61 212 €		0,555		
3	81 676 €			0,749	
4	93 542 €				0,873

Tabela 7. Ganhos de produtividade das exportações por evolução no ND#

Verificou-se que os ganhos de produtividade são mais expressivos na passagem para o ND#4.

$$KPI-EXPOR_{DD\#1} = 0,227$$

$$KPI-EXPOR_{DD\#2} = 0,555$$

$$KPI-EXPOR_{DD\#3} = 0,749$$

$$KPI-EXPOR_{DD\#4} = 0,873$$

7. Investimentos necessários para a Transição de Nível Digital

A Tabela 8 apresenta os determinantes dos níveis digitais em estudo neste trabalho. Pretende-se apresentar de forma clara os requisitos para a evolução em termos de nível digital.

Nível Digital	Tecnologias de Produção Digital (TPD)	TPD + Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI)	TPD + TPI + Tecnologias de Operações Integradas (TOI)	TPD + TPI + TIO Tecnologias Colaborativas com Marketplace (TCM)
0	Não	Não	Não	Não
1	Sim	Não	Não	Não
2	Dois ou mais	Sim	Não	Não
3	Dois ou mais	Sim	Sim	Não
4	Dois ou mais	Sim	Sim	Sim

Tabela 8. Determinantes dos ND#

7.1. Investimento para um Empresa Transitar do ND#0 para o ND #1

Tal como referido anteriormente, foram as tecnologias desenvolvidos no âmbito do Projeto Mobilizador Jetstone que permitiram às empresas dar o primeiro passo digital.

Representando o estado da arte ao nível do chão de fábrica, por via das tecnologias Jetstone, torna-se possível **às empresas de RO transformarem as matérias-primas de forma flexível e obter expressiva redução de desperdícios das matérias-primas, convertendo-se em ganhos de produtividade e capacidade de resposta a micro encomendas no mercado doméstico e/ou europeu.**

Neste sentido, é possível estimar o investimento associado ao Determinante Digital (DD#1) da seguinte forma (vide Tabela 9).

Determinantes Digitais	Origem das Tecnologias	Tipo de Tec Digitais a implementar nas empresas	Investimento para ascender ao ND seguinte
DD#1	Projeto Jetstone	Tecnologias de Produção Digital (TPD)	120
DD#2	Projeto Inovstone	Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI)	0
DD#3	Projeto Flexstone	Tecnologias de Operações Integradas (TOI)	0
DD#4	Projeto Inovstone4.0	Tecnologias Colaborativas com Marketplace (TCM)	0
Total (K€)			120

Tabela 9. Investimento para Determinante Digital #1

7.2. Investimento para a Empresa Transitar do ND#1 para o ND #2

O Segundo Determinante Digital (DD#2) - Caracterizado por Tecnologias de Chão-de-Fábrica Digitais + Tecnologias Gestão de Produção Integrada (GPI) - potenciando a produção unitária em média escala e que potenciam a mudança do patamar o ND#1 para o patamar ND#2.

As tecnologias que caracterizam o Determinante DD#2 foram desenvolvidas no âmbito do Projeto **Mobilizador Inovstone**, as quais possibilitam às empresas de RO responder de forma flexível, otimizada e integrada em projetos de média escala, obtendo expressiva redução de desperdícios das matérias primas e capacidade de resposta a encomendas no mercado doméstico e/ou europeu. Trata-se do primeiro passo para se atingir o nível Indústria 4.0.

Neste sentido, é possível estimar o investimento associado ao Determinante Digital, (DD#2) nos seguintes termos (vide Tabela 10).

Determinantes Digitais	Origem das Tecnologias	Tipo de Tec Digitais a implementar nas empresas	Investimento para ascender ao ND seguinte
DD#1	Projeto Jetstone	Tecnologias de Produção Digital (TPD)	20
DD#2	Projeto Inovstone	Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI)	165
DD#3	Projeto Flexstone	Tecnologias de Operações Integradas (TOI)	0
DD#4	Projeto Inovstone4.0	Tecnologias Colaborativas com Marketplace (TCM)	0
Total (K€)			185

Tabela 10. Investimento para Determinante Digital #2

7.3. Investimento para a Empresa Transitar do ND#2 para o ND #3

O terceiro Determinante Digital (DD#3) é caracterizado por Tecnologias de Chão-de-Fábrica Digitais + Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI) + Tecnologias de Gestão Integrada das Operações (TOI), que potenciam a produção unitária em escala.

As tecnologias que caracterizam o Determinante DD#3 foram desenvolvidas no âmbito do **Projeto Flexstone**, as quais permitem às empresas responder de forma flexível, ótima e integrada a projetos com escala, obtendo-se uma significativa redução de desperdícios das matérias primas, incremento de eficiência e grande capacidade de resposta a encomendas no mercado doméstico e/ou europeu. Trata-se de um nível de digitalização já próximo de Indústria 4.0. Neste sentido, é possível estimar o investimento associado ao Determinante Digital (DD#3), nos seguintes termos (Tabela 11).

Determinantes Digitais	Origem das Tecnologias	Tipo de Tec Digitais a implementar nas empresas	Investimento para ascender ao ND seguinte
DD#1	Projeto Jetstone	Tecnologias de Produção Digital (TPD)	10
DD#2	Projeto Inovstone	Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI)	20
DD#3	Projeto Flexstone	Tecnologias de Operações Integradas (TOI)	120
DD#4	Projeto Inovstone4.0	Tecnologias Colaborativas com Marketplace (TCM)	0
Total (K€)			150 K€

Tabela 11. Investimento para Determinante Digital #3

7.4. Investimento para a Empresa passar de ND#3 para ND#4

O quarto Determinante Digital (DD#4) é caracterizado por Tecnologias de Chão-de-Fábrica Digitais + Tecnologias Gestão de Produção Integrada (GPI) + Tecnologias de

Gestão Integrada das Operações (TIO) + Tecnologias de Integração Colaborativa com *marketplace* digital (TCM), que permitem às empresas estar presentes de forma colaborativa no *marketplace* digital, potenciando a produção personalizada em grande escala.

As tecnologias que caracterizam o DD#4 foram desenvolvidas no âmbito dos Projetos anteriores (Jetstone, Inovstone e Flexstone), contando com muitos contributos desenvolvidos no âmbito do Projeto Mobilizador Inovstone4.0, as quais permitem às empresas operar de forma colaborativa em *marketplace* digital, personalizando de forma criativa os produtos com cada cliente de forma ótima e integrada em projetos com qualquer escala. Trata-se de um efetivo nível Indústria 4.0. O investimento associado ao Determinante Digital (DD#4) é estimado da seguinte forma (vide Tabela 12):

Determinantes Digitais	Origem das Tecnologias	Tipo de Tec Digitais a implementar nas empresas	Investimento para ascender ao ND seguinte
DD#1	Projeto Jetstone	Tecnologias de Produção Digital (TPD)	10
DD#2	Projeto Inovstone	Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI)	10
DD#3	Projeto Flexstone	Tecnologias de Operações Integradas (TOI)	10
DD#4	Projeto Inovstone4.0	Tecnologias Colaborativas com Marketplace (TCM)	170
Total (K€)			200

Tabela 12. Investimento para Determinante Digital #4

7.5. Investimento para a Empresa se Manter no ND#4

Por fim, a manutenção no ND#4 pressupõe a constante atualização de sistemas, modos de trabalho e de organização. Considera-se que a permanente formação de colaboradores e o investimento em I&D constituem a base para a evolução sustentada e eficiente. Neste contexto, o investimento associado à manutenção no ND#4 é apurado da seguinte forma (vide Tabela 13).

Determinantes Digitais	Origem das Tecnologias	Tipo de Tec Digitais a implementar nas empresas	Investimento para manter o ND#4
DD#1	Projeto Jetstone	Tecnologias de Produção Digital (TPD)	10
DD#2	Projeto Inovstone	Tecnologias Gestão de Produção Integrada (TPI)	10
DD#3	Projeto Flexstone	Tecnologias de Operações Integradas (TOI)	30
DD#4	Projeto Inovstone4.0	Tecnologias Colaborativas com Marketplace (TCM)	110
Total (K€)			160

Tabela 13. Investimento para manutenção no ND#4

8. Cenários de desenvolvimento Digital das RO Portuguesas

Nesta secção, são desenhados e avaliados cenários para o desenvolvimento digital do Setor das RO português. Com vista a melhor compreender os resultados obtidos, é conveniente explicitar o processo de investigação adotado. Numa primeira fase, teve-se por base a atual estrutura de ND# do Setor, de modo a ter uma clara noção das necessidades de investimento e potencialidades de desenvolvimento, num prazo de 5 anos.

A atual estrutura piramidal do ND# do Setor das RO indica claramente o nível de investimento necessário e os esforços a realizar para a subida de patamares, por parte das empresas (vide Figura 16).

O investimento numa estratégia que vise a digitalização dos processos tem impactos diretos e indiretos que não são imediatos e que requerem a total implementação de processos, a formação e contratação de pessoas e que exigem novas posturas de produção e de gestão.

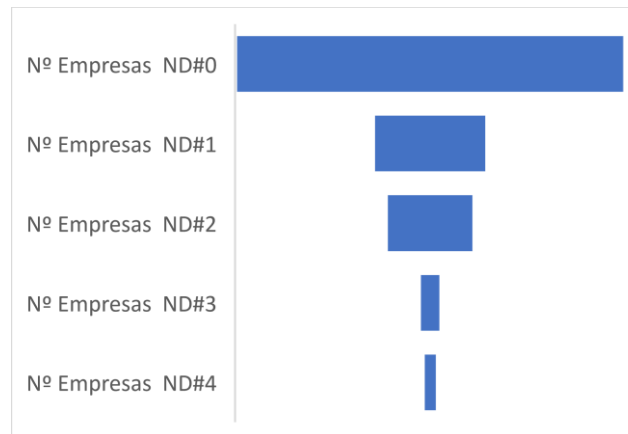


Figura 16. Estrutura do Setor das RO por grupo de ND#

Neste sentido, após o investimento em tecnologias digitais do ND# seguinte, cada empresa terá um perfil de evolução da produtividade diferente, em que algumas empresas conseguirão aumentar a produtividade e até ultrapassar os níveis de produtividade de empresas que já estão nesse novo patamar e, pelo contrário, outras poderão eventualmente nunca conseguir atingir estes objetivos, mesmo tendo à sua disposição as novas ferramentas digitais. Isto porque, como já foi referido, não basta ter as novas tecnologias disponíveis. Estas novas tecnologias são condições necessárias, mas não suficientes para o desenvolvimento digital das empresas. Há que empreender e investir em todos os níveis da empresa, a começar pelos recursos humanos.

Com vista a avaliar os impactos do investimento nas empresas, foram desenhados cenários de desenvolvimento distintos. Os diferentes cenários de desenvolvimento avaliados neste estudo tiveram por base um período de 5 anos após o investimento nas tecnologias digitais e dividem-se em dois blocos:

- a) Impactos diretos | diferentes declives nos 5 anos seguintes ao investimento.
- b) Impactos indiretos | apenas considerados nos cenários Otimista-Médio e Otimista.

Os declives em análise tiveram por base os valores estatísticos de cada patamar, tendo-se assumido a função densidade da distribuição normal, para gerar a curva de distribuição de base. De seguida, são apresentados 6 cenários: pessimista, moderadamente pessimista, moderado, moderadamente otimista, otimista e muito otimista.

8.1. Cenário #1 – Pessimista

No cenário pessimista, assume-se que os impactos indiretos são nulos, ou seja, potenciais ganhos indiretos relativos a aumentos de qualidade, rendimentos de matérias-primas e referentes a eficiência energética, são tidos como nulos ou insignificantes. Mais concretamente:

- Ganhos resultantes da Qualidade + Aproveitamento de M-Primas + Eficiência Energética = 0%;
- Incremento do VN das empresas exclusivamente extrativas + artesanais = 0%.

Em termos de impactos diretos, considerou-se a seguinte trajetória para as empresas do Setor das RO (vide Figura 17).

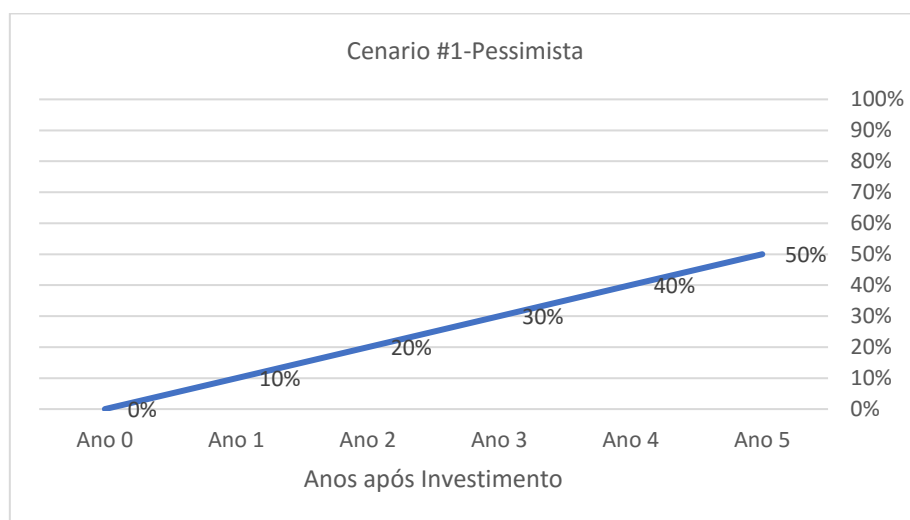


Figura 17. Perfil de evolução do Impacto Direto para o cenário pessimista

Como se pode verificar, considera-se um acréscimo de 10% após o investimento em tecnologias e sistemas de digitalização.

A Figura 18 apresenta a evolução do valor esperado (*EV*) do volume de negócio (*VN*) e das exportações (*Export*), para as empresas que invistam no ano 0 e encarem um cenário de fraco crescimento de vendas e atividade.

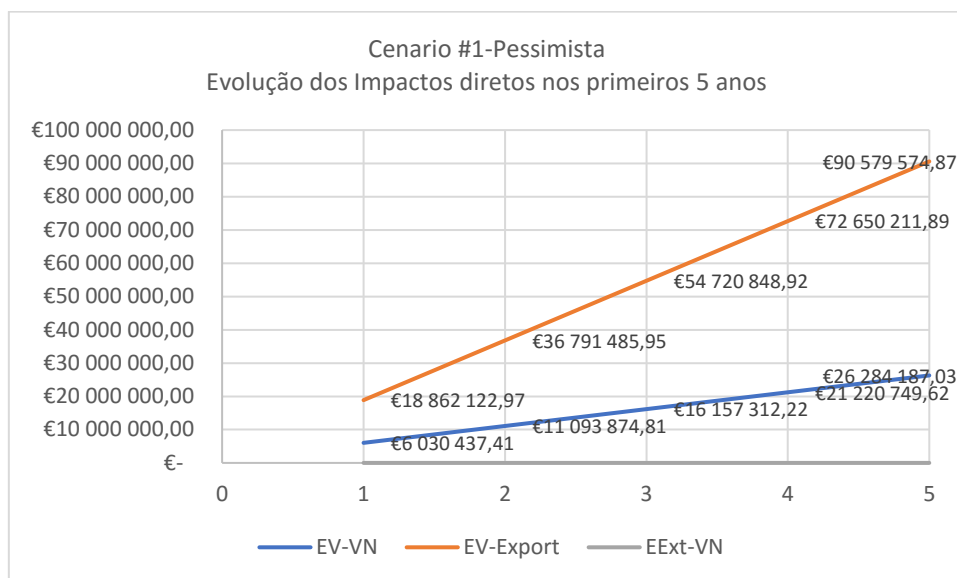


Figura 18. Impactos Diretos para o cenário pessimista em valor monetário

A linha *EExt-VN* refere-se ao volume de negócios das empresas puramente extrativas e artesanais, que não apresentam qualquer incremento de atividade e vendas neste contexto e terão tendência a desaparecer e/ou reduzir bastante a sua atividade.

A Tabela 14 mostra as taxas de retorno anuais do investimento e o valor gerado por cada euro investido na digitalização do Setor das RO nos próximos 5 anos. Os valores são relativamente baixos, mas a existência de retorno é inquestionável. Veja-se, por exemplo, que mesmo num cenário pessimista, espera-se que em termos de exportações haja um retorno de quase 5€ por cada euro investido.

Alavancagem Digital do Setor das RO	Taxa de Retorno Anual (Ganho Médio/Investimento)	Taxa de Retorno nos primeiros 5 anos (Ganho Médio/Investimento)	Por cada Euro Investido na Digitalização das RO. 5 anos depois o setor retribui ao País	
Volume de Negócios	0,281	1,41	1,41 €	Aumento das Vendas
Exportações	0,969	4,84	4,84 €	Aumento das Exportações

Tabela 14. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário pessimista

8.2. Cenário #2 – Moderadamente Pessimista

No cenário moderadamente pessimista, assume-se igualmente que os impactos indiretos são nulos, ou seja:

- Ganhos resultantes da Qualidade + Aproveitamento de M-Primas + Eficiência

Energética = 0%;

- Incremento do VN das empresas exclusivamente extrativas + artesanais = 0%.

Em termos de impactos diretos, considerou-se a seguinte trajetória para as empresas do Setor das RO (vide Figura 19).

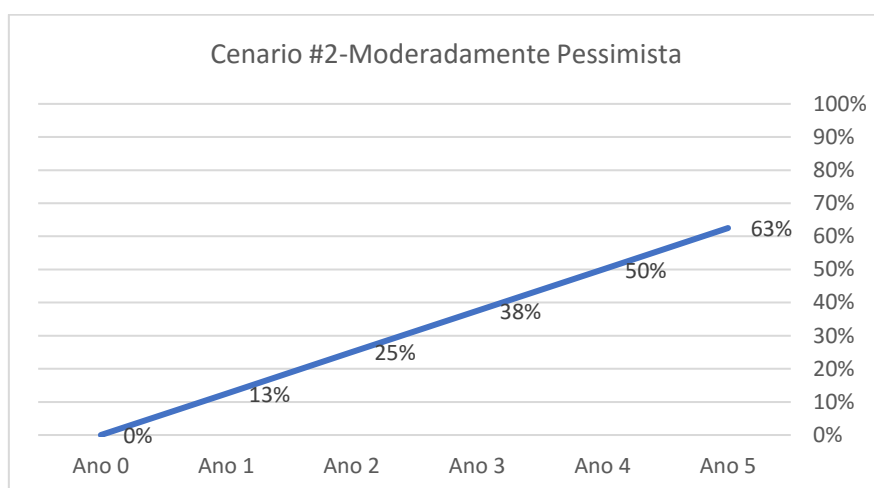


Figura 19. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário moderadamente pessimista

A Figura 20 apresenta a evolução do valor esperado do volume de negócio e das exportações, para as empresas que invistam no ano 0 e encarem um cenário de moderadamente pessimista, face ao crescimento de vendas e atividade. Os resultados mostram um crescimento mais acentuado das exportações, chegando o impacto a ascender a 100 000 000 €, no quinto ano. Novamente, a linha *EExt-VN* refere-se ao volume de negócios das empresas puramente extrativas e artesanais, que não apresentam qualquer incremento de atividade e vendas neste contexto e terão tendência a desaparecer e/ou reduzir bastante a sua atividade.

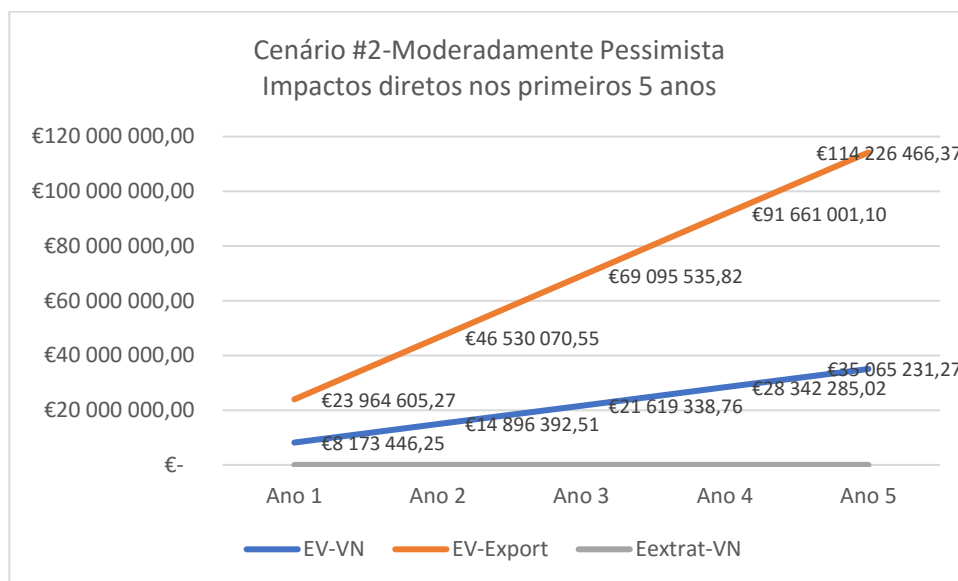


Figura 20. Impactos Diretos para o cenário moderadamente pessimista em valor monetário

A Tabela 15 mostra as taxas de retorno anuais do investimento e o valor gerado por cada euro investido na digitalização do Setor das RO, nos próximos 5 anos.

Alavancagem Digital do Setor das RO	Taxa de Retorno Anual (Ganho Médio/Investimento)	Taxa de Retorno nos primeiros 5 anos (Ganho Médio/Investimento)	Por cada Euro Investido na Digitalização das RO. 5 anos depois o setor retribui ao País	
Volume de Negócios	0,375	1,87	1,87 €	Aumento das Vendas
Exportações	1,221	6,11	6,11 €	Aumento das Exportações

Tabela 15. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário moderadamente pessimista

Os valores apontam para um retorno de cerca de 6€ em exportações e de 1,87€ em VN por cada euro investido.

8.3. Cenário #3 – Moderado

No cenário moderado, ou médio, assume-se igualmente que os impactos indiretos são nulos e que o crescimento anual do VN de empresas puramente extrativas e/ou artesanais será de 1%:

- Ganhos resultantes da Qualidade + Aproveitamento de M-Primas + Eficiência Energética = 0%;

- Incremento Anual do VN empresas exclusivamente extrativas + artesanais = 1,0% /Ano.

Em termos de impactos diretos, considerou-se a seguinte trajetória para as empresas do Setor das RO (vide Figura 21).

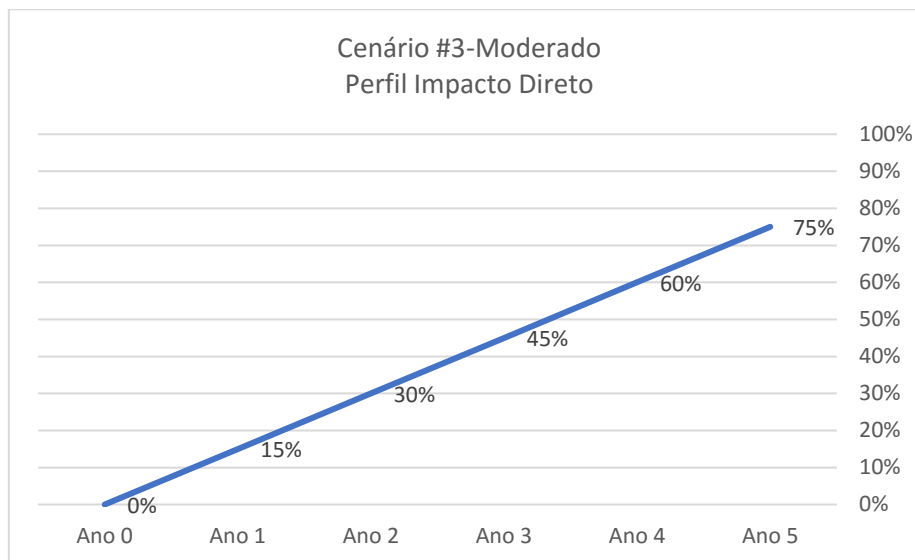


Figura 21. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário moderado

A Figura 22 apresenta a evolução do valor esperado do volume de negócio e das exportações para as empresas que invistam no ano 0 e encarem um cenário moderado, face ao crescimento de vendas e atividade. Os resultados mostram que as exportações assumem um destaque notável, face ao valor esperado do volume de negócios e ao volume de negócio das empresas puramente extrativas, que não sendo nulos, são diminutos no atual contexto. Compreende-se que são as exportações quem aporta riqueza ao Setor e que, mesmo num cenário moderado ou médio, as mesmas poderão ascender a valores próximos de 140 000 000 €, ao fim do quinto ano de investimento.

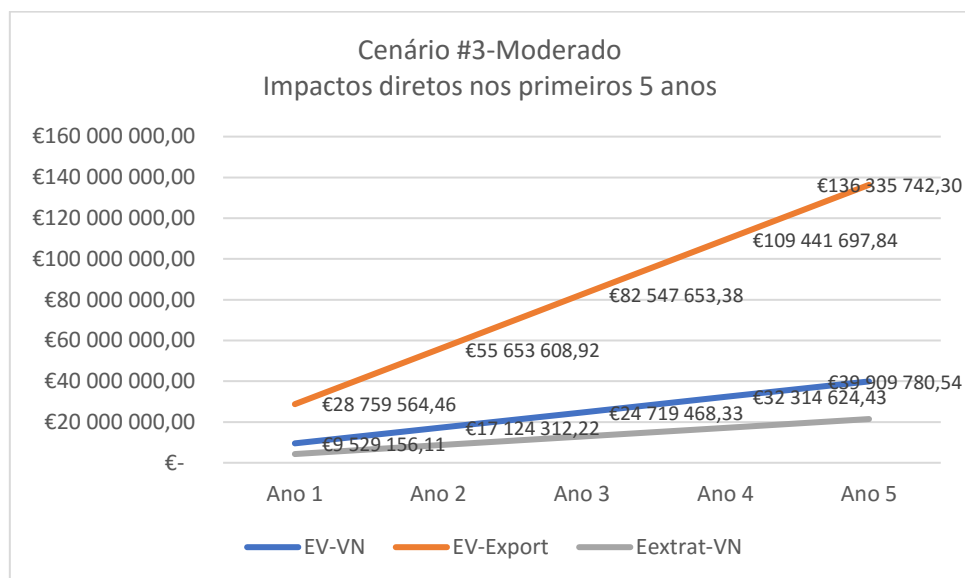


Figura 22. Impactos Diretos para o cenário moderado em valor monetário

A Tabela 16 apresenta as taxas de retorno anuais do investimento e o valor gerado por cada euro investido na digitalização do Setor das RO, nos próximos 5 anos, num cenário moderado ou médio.

Alavancagem Digital do Setor das RO	Taxa de Retorno Anual (Ganho Médio/Investimento)	Taxa de Retorno nos primeiros 5 anos (Ganho Médio/Investimento)	Por cada Euro Investido na Digitalização das RO. 5 anos depois o setor retribui ao País	
Volume de Negócios	1,053	5,26	5,26 €	Aumento das Vendas
Exportações	1,458	7,29	7,29 €	Aumento das Exportações

Tabela 16. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário moderado

Ainda que num contexto dito moderado, veja-se que em exportações é expectável um retorno de 7,29€ por cada euro investido e em VN 5,26€, em 5 anos.

8.4. Cenário #4 – Moderadamente Otimista

No cenário moderadamente otimista assume-se ainda a inexistência de impactos indiretos. Assume-se também que o crescimento anual do VN de empresas puramente extrativas e/ou artesanais será de 1,5%:

- Ganhos resultantes da Qualidade + Aproveitamento de M-Primas + Eficiência Energética = 0%;

- Incremento Anual do VN empresas exclusivamente extrativas + artesanais=1,5% /Ano.

Em termos de impactos diretos, considerou-se a seguinte trajetória para as empresas do Setor das RO (vide Figura 23).

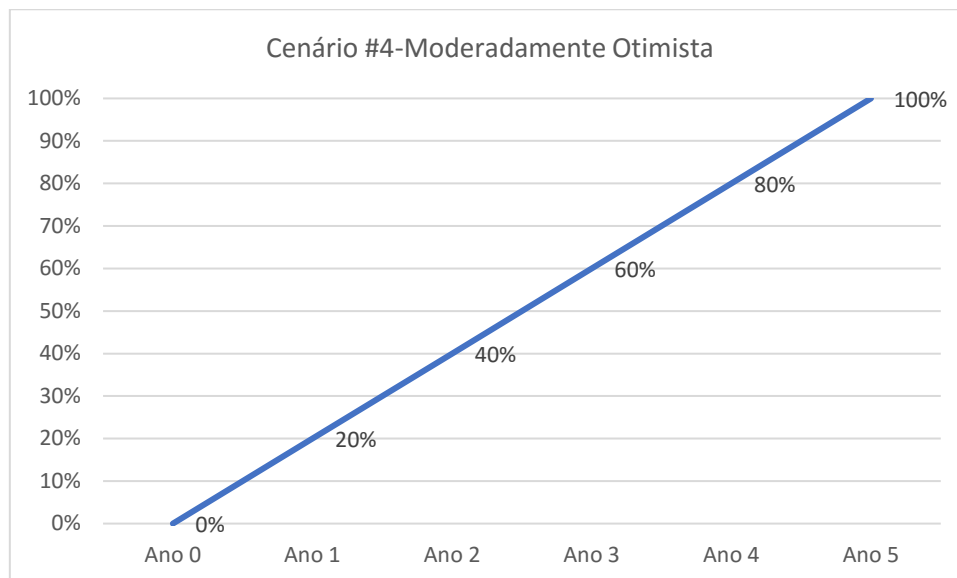


Figura 23. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário moderadamente otimista

Veja-se que, de acordo com as perspectivas deste cenário, há um acréscimo de 20% anual, o que permite chegar a 100%, ao fim de 5 anos.

A Figura 24 apresenta a evolução do valor esperado do volume de negócio e das exportações para as empresas que invistam no ano 0 e encarem um cenário moderadamente otimista, face ao crescimento de vendas e atividade.

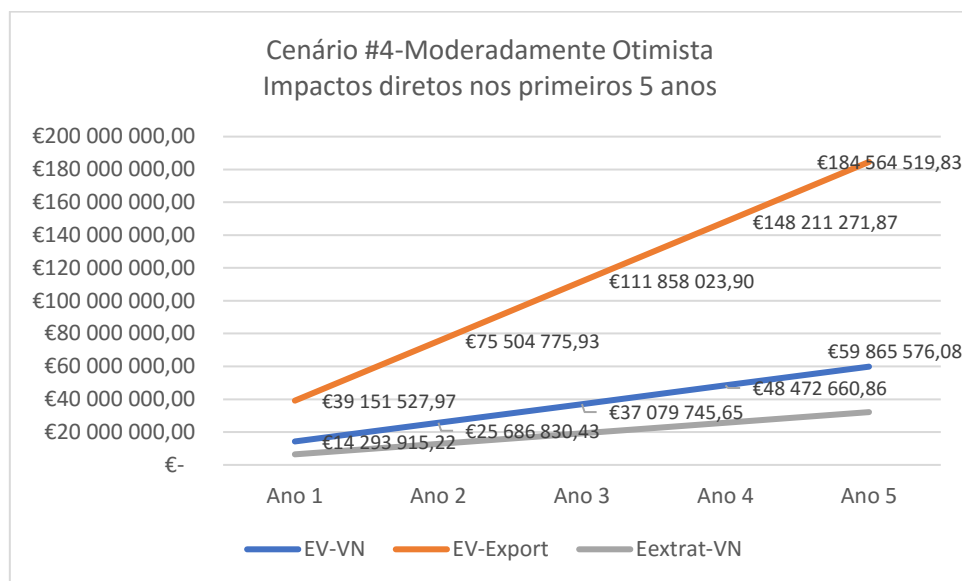


Figura 24. Impactos Diretos para o cenário moderadamente otimista em valor monetário

Os resultados mostram que as exportações assumem um destaque notável, face ao valor esperado do volume de negócios e ao volume de negócio das empresas puramente extrativas, que não sendo nulos, são diminutos no atual contexto. Veja-se que, num cenário de moderado otimismo, as empresas puramente extrativas e artesanais não ultrapassarão os 20 000 000 €, em termos de volume de negócios. Compreende-se que são as exportações quem aporta riqueza ao Setor e que, mesmo num cenário moderado ou médio, as mesmas poderão ascender a valores próximos de 185 000 000 €, ao fim do quinto ano de investimento.

De modo resumido, pode concluir-se que a taxa de retorno anual e o ganho por cada euro investido na digitalização do Setor das RO ascende a 7,90€ em termos de vendas e a 9,87€ em exportações ao fim de 5 anos (vide Tabela 17).

Alavancagem Digital do Setor das RO	Taxa de Retorno Anual (Ganho Médio/Investimento)	Taxa de Retorno nos primeiros 5 anos (Ganho Médio/Investimento)	Por cada Euro Investido na Digitalização das RO. 5 anos depois o setor retribui ao País	
Volume de Negócios	1,579	7,90	7,90 €	Aumento das Vendas
Exportações	1,973	9,87	9,87 €	Aumento das Exportações

Tabela 17. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário moderadamente otimista

8.5. Cenário #5 – Otimista

No cenário otimista, assume-se a existência de impactos indiretos na ordem de 1% e que o crescimento anual do VN de empresas puramente extrativas e/ou artesanais será de 2%:

- Ganhos resultantes da Qualidade + Aproveitamento de M-Primas + Eficiência

Energética = 1% / Ano;

- Incremento Anual do VN empresas exclusivamente extrativas + artesanais = 2,0% /Ano.

Em termos de impactos diretos, considerou-se a seguinte trajetória para as empresas do Setor das RO (vide Figura 25).

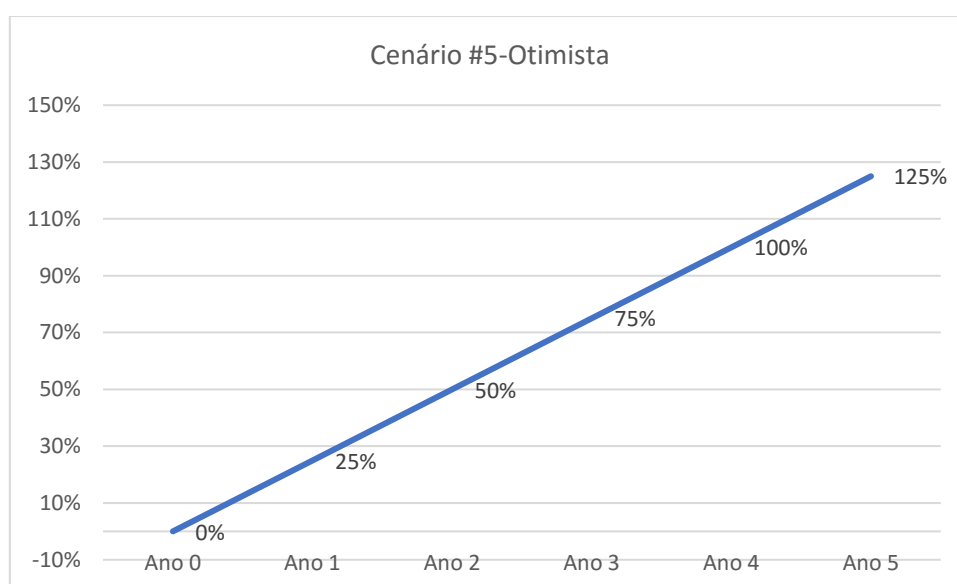


Figura 25. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário otimista

Veja-se que, de acordo com as perspetivas deste cenário, há um acréscimo de 25% anual, o que permite chegar a 125%, ao fim de 5 anos.

A Figura 26 apresenta a evolução do valor esperado do volume de negócio e das exportações, para as empresas que invistam no ano 0 e encarem um cenário otimista face ao crescimento de vendas e atividade. Os resultados mostram que as exportações assumem um destaque notável, face ao valor esperado do volume de negócios. Veja-se que, num cenário de otimismo, as empresas puramente extrativas e artesanais não ultrapassarão os 50 000 000 €, em termos de volume de negócios. Compreende-se que são as exportações quem mais aporta riqueza ao setor e que, mesmo num cenário otimista, as mesmas poderão ascender a valores próximos de 230 000 000 €, ao fim do quinto ano de investimento.

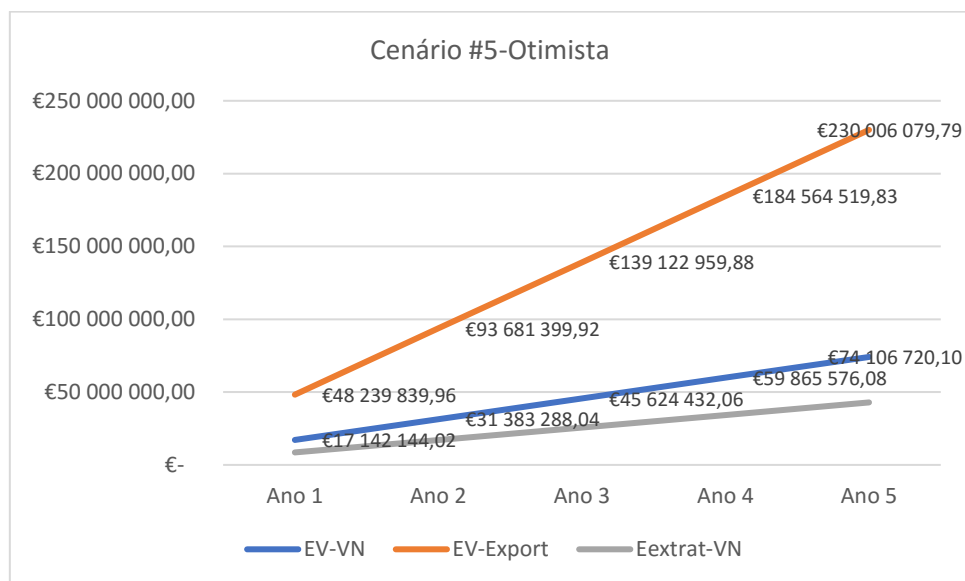


Figura 26. Impactos Diretos para o cenário pessimista em valor monetário

A Tabela 18 apresenta as taxas de retorno anuais do investimento e o valor gerado por cada euro investido na digitalização do Setor das RO, nos próximos 5 anos, num cenário otimista. Veja-se que os valores de retorno por cada euro investido ascendem a 10,22€ em termos de VN e 12,30€ em termos de exportações, num prazo de 5 anos.

Alavancagem Digital do Setor das RO	Taxa de Retorno Anual (Ganho Médio/Investimento)	Taxa de Retorno nos primeiros 5 anos (Ganho Médio/Investimento)	Por cada Euro Investido na Digitalização das RO. 5 anos depois o setor retribui ao País	
Volume de Negócios	2,045	10,22	10,22 €	Aumento das Vendas
Exportações	2,459	12,30	12,30 €	Aumento das Exportações

Tabela 18. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário otimista

8.6. Cenário #6 – Muito Otimista

No sexto e último cenário, cenário muito otimista, assume-se a existência de impactos indiretos na ordem de 1% e que o crescimento anual do VN de empresas puramente extrativas e/ou artesanais será de 2,5%:

- Ganhos resultantes da Qualidade + Aproveitamento de M-Primas + Eficiência

Energética = 1% / Ano;

- Incremento Anual do VN empresas exclusivamente extrativas + artesanais = 2,5% /Ano.

Em termos de impactos diretos, considerou-se a seguinte trajetória para as empresas do Setor das RO (vide Figura 27).

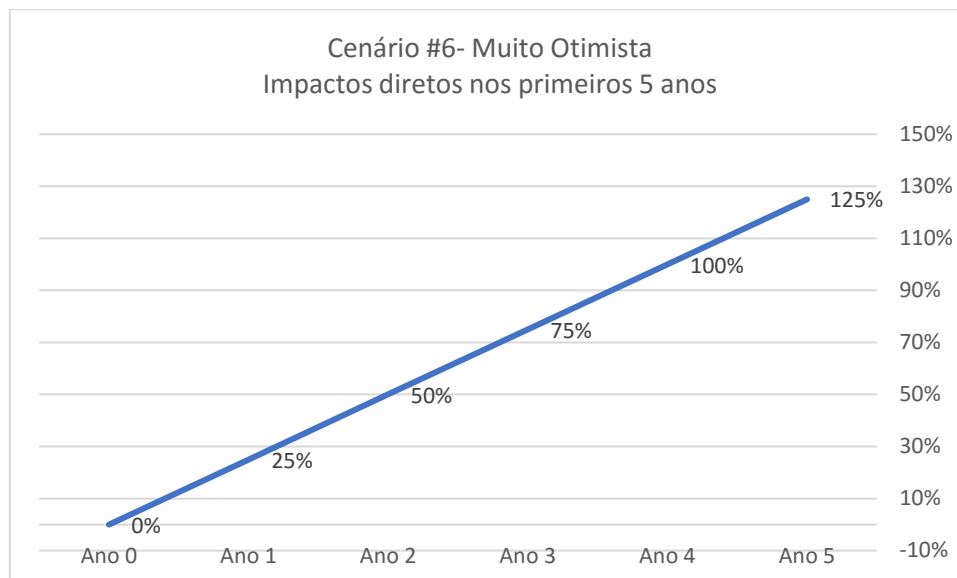


Figura 27. Perfil dos Impactos Diretos para o cenário muito otimista

Veja-se que, de acordo com as perspetivas deste cenário, há um acréscimo de 25% anual, o que permite chegar a 125%, ao fim de 5 anos. Neste contexto, não se registam diferenças face ao cenário anterior.

A Figura 28 apresenta a evolução do valor esperado do volume de negócio e das exportações para as empresas que invistam no ano 0 e encarem um cenário muito otimista, face ao crescimento de vendas e atividade. Os resultados mostram claramente que as exportações assumem o motor de crescimento, sendo que ao fim de 5 anos os seus impactos ascendem a cerca de 231 000 000€. Veja-se que, num cenário de elevado otimismo, as empresas puramente extrativas e artesanais não ultrapassarão os 50 000 000€ em termos de volume de negócios. É importante salientar a pequena diferença de valores deste cenário face ao anterior. Corresponde à zona da cauda da distribuição normal em que a probabilidade será menor, logo a precaução nas estimações e projeções.

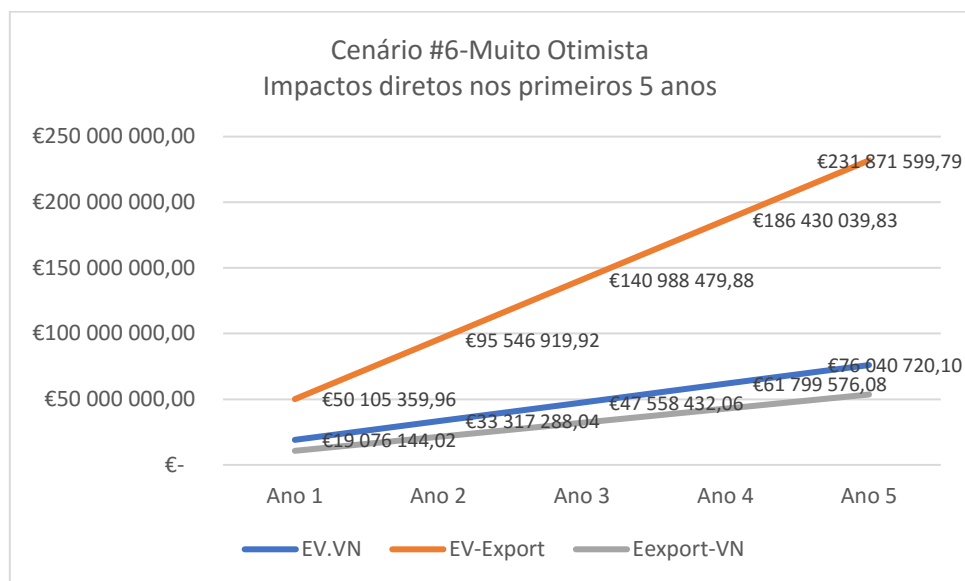


Figura 28. Impactos Diretos para o cenário muito otimista em valor monetário

A Tabela 19 apresenta as taxas de retorno anuais do investimento e o valor gerado por cada euro investido na digitalização do Setor das RO, nos próximos 5 anos, num cenário muito otimista. Veja-se que os valores de retorno por cada euro investido ascendem a 11,89€, em termos de VN, e 12,40€, em termos de exportações, num prazo de 5 anos. É certo que é um cenário de menor probabilidade, ainda assim, os valores aportados têm por base a definição de probabilidades, segundo a curva de Gauss.

Alavancagem Digital do Setor das RO	Taxa de Retorno Anual (Ganho Médio/Investimento)	Taxa de Retorno nos primeiros 5 anos (Ganho Médio/Investimento)	Por cada Euro Investido na Digitalização das RO. 5 anos depois o setor retribui ao País	
Volume de Negócios	2,378	11,89	11,89 €	Aumento das Vendas
Exportações	2,479	12,40	12,40 €	Aumento das Exportações

Tabela 19. Valor gerado por euro investido na digitalização do Setor das RO num período de 5 anos, cenário muito otimista

8.7. Projeções dos Resultados do VN e Exportações após o Investimento na Transição Digital

Para os diferentes Cenários anteriormente descritos, apresentamos as projeções para o ano 5, ou seja, cinco anos após o investimento em tecnologias digitais.

Cenário #1 – Pessimista Projeções dos Resultados cinco após a Transição Digital		Ano 0 (M€)	Ano 5 (M€)
Empresas Verticais	Volume de Negócios	795	824
	Exportações	371	471
Empresas exclusivamente extrativas + Empresas artesanais	Volume de Negócios	429	429
	Exportações	53	53
Total do Setor das RO Português	Volume de Negócios	1 224	1 253
	Exportações	424	524

Tabela 20: Cenário #1 – Pessimista | Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital

Cenário #2 – Moderadamente Pessimista Projeções dos Resultados cinco após a Transição Digital		Ano 0 (M€)	Ano 5 (M€)
Empresas Verticais	Volume de Negócios	795	833
	Exportações	371	497
Empresas exclusivamente extrativas + Empresas artesanais	Volume de Negócios	429	429
	Exportações	53	53
Total do Setor das RO Português	Volume de Negócios	1 224	1 262
	Exportações	424	550

Tabela 21: Cenário #2 – Moderadamente Pessimista | Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital

Cenário #3 – Moderado Projeções dos Resultados cinco após a Transição Digital		Ano 0 (M€)	Ano 5 (M€)
Empresas Verticais	Volume de Negócios	795	839
	Exportações	371	521
Empresas exclusivamente extrativas + Empresas artesanais	Volume de Negócios	429	493
	Exportações	53	53
Total do Setor das RO Português	Volume de Negócios	1 224	1 332
	Exportações	424	574

Tabela 22: Cenário #3 – Moderado | Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital

Cenário #4 – Moderadamente Otimista Projeções dos Resultados cinco após a Transição Digital		Ano 0 (M€)	Ano 5 (M€)
Empresas Verticais	Volume de Negócios	795	861
	Exportações	371	574
Empresas exclusivamente extrativas + Empresas artesanais	Volume de Negócios	429	526
	Exportações	53	53
Total do Setor das RO Português	Volume de Negócios	1 224	1 386
	Exportações	424	627

Tabela 23: Cenário #4 – Moderadamente Otimista | Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital

Cenário #5 – Otimista Projeções dos Resultados cinco após a Transição Digital		Ano 0 (M€)	Ano 5 (M€)
Empresas Verticais	Volume de Negócios	795	876
	Exportações	371	624
Empresas exclusivamente extrativas + Empresas artesanais	Volume de Negócios	429	558
	Exportações	53	53
Total do Setor das RO Português	Volume de Negócios	1 224	1 434
	Exportações	424	677

Tabela 24: Cenário #5 – Otimista | Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital

Cenário #6 – Muito Otimista Projeções dos Resultados cinco após a Transição Digital		Ano 0 (M€)	Ano 5 (M€)
Empresas Verticais	Volume de Negócios	795	878
	Exportações	371	626
Empresas exclusivamente extrativas + Empresas artesanais	Volume de Negócios	429	590
	Exportações	53	53
Total do Setor das RO Português	Volume de Negócios	1 224	1 468
	Exportações	424	679

Tabela 25: Cenário #6 – Muito Otimista | Projeções dos Resultados, cinco anos após a Transição Digital

Verifica-se que mesmo em cenários pessimistas ou moderadamente pessimistas, o investimento na digitalização de processos das empresas do Setor das RO Português, tem retorno significativo. Um realce especial para as exportações, cujo valor apresenta incrementos potenciais aquando a transição digital.

Conclusões

O primeiro objetivo do presente estudo centrou-se na procura de uma possível resposta a uma questão concreta e atual para o Setor das Rochas Ornamentais (RO) Português: “Qual o Impacto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações do Setor?”.

Como segundo objetivo, partindo do conhecimento concreto de tal impacto (ou impactos), pretendeu-se contribuir para a definição de uma estratégia que incentivasse o desenvolvimento concertado e integrado de um Setor que, desde 2004, regista uma clara tendência de crescimento nas suas exportações, as quais, aliás, cobrem as importações em mais de 700%.

E como terceiro objetivo, tencionou-se identificar alguns dos fatores críticos que estão por detrás desta tendência de crescimento das exportações e, acima de tudo, projetar diferentes cenários que pudessem ajudar a orientação das políticas públicas nos próximos anos.

Num mercado global e aberto, não se ganham encomendas por sermos grandes ou pequenos, mas sim, por sermos eficientes e inovadores, o que significa produzir o mesmo com menos recursos, conceito que Adam Smith (séc. XVIII) designou por “Produtividade”. Desde então, “Produtividade” e “Eficiência” tornaram-se termos diferentes que resultam no mesmo indicador, o “Preço”. Num mercado global e aberto, o preço é, e muito provavelmente continuará a ser, um dos principais parâmetros que leva os clientes a decidir a quem comprar e a quem não comprar.

Foi neste contexto, que os autores do presente estudo desenvolveram um modelo de análise com base na evolução da Produtividade, o qual, por via de uma metodologia quantitativa, permitiu medir a evolução da Produtividade aplicada ao Trabalho e às Exportações, à medida que as empresas tornam as suas operações mais digitais e mais colaborativas.

Registando um crescimento sustentável nas exportações desde 2004, não terá sido por acaso que em 2019 esta taxa foi superior a 15%, e, por isso mesmo, os autores do presente estudo começaram por analisar o histórico da evolução das operações desde 2004, por via da correlação entre o nível digital e as inovações resultantes dos sucessivos Projetos Mobilizadores, baseando-se em estudos recentemente publicados sobre este Setor, alguns dos quais em revistas científicas de topo.

De acordo com estes estudos, a evolução nas RO Portuguesas, entre 2004 e 2019, tem sido claramente marcada por etapas de desenvolvimentos tecnológicos disruptivos, resultantes de Projetos I&DT em consórcio. A incorporação das tecnologias decorrentes dos Projetos JetStone, Inovstone, Flexstone e Inovstone4.0, entre outros, têm vindo a permitir às empresas colocar nos mercados produtos personalizados, a partir de matérias-primas que até então eram consideradas de baixo valor ou mesmo desperdício.

Progressivamente, e a ritmos diferentes desde 2004, muitas empresas de RO Portuguesas têm vindo a mudar de paradigma, por via da implementação da Cartilha Leanstone, conceito que representa a adoção de técnicas e tecnologias resultantes dos Projetos acima referidos.

Como resultado desta evolução digital progressiva no Setor, o Volume de Negócios (VN) das empresas de RO, em Portugal, que optaram pela Cartilha Leanstone, cresceu à taxa média anual de 4,82%, enquanto as restantes apresentaram uma taxa negativa de - 0,23%, entre 2010 e 2018. Estes resultados estão em linha com as Exportações assinaladas no mesmo período, no qual as empresas Leanstone exibiram um crescimento médio anual de 5,15%, em contraponto com as restantes, que registaram uma queda de -1,20%.

A população do presente estudo é constituída pelas empresas transformadoras (*dowstream*) de RO, com ou sem atividade extrativa, as quais aqui são designadas por Empresas Verticais (EV). Não foram consideradas como parte da população estudada, (i) as oficinas artesanais com menos de 3 trabalhadores, as quais, na perspetiva dos autores, num horizonte de 3 a 5 anos, dificilmente conseguirão adquirir massa crítica para tirar partido das vantagens da digitalização; (ii) as empresas exclusivamente extrativas, algumas das quais são grandes empresas e possuem dinâmicas muito particulares e específicas em termos da digitalização das suas operações e, ainda, (iii) as empresas localizadas nas Regiões Autónomas que apresentam particularidades regionais, não enquadráveis na reduzida matriz exportadora.

De modo a tornar o estudo representativo da realidade do Setor das RO Portuguesas, foi constituída uma amostra composta por 669 empresas, localizadas em Portugal Continental, as quais representam em termos de VN 90,0% da população de EV's e 59,1% do total do Sector das RO e em termos de exportações 91,4% da população de EV's e 79,7% do valor total exportado por este Setor em Portugal.

Trata-se, portanto, de uma amostra claramente representativa, não apenas da população de EV's, mas também do Setor, em que a metodologia quantitativa utilizada revela que os indicadores (KPI's), associados à Produtividade do Trabalho e às Exportações, apontam de forma evidente para valores superiores, à medida que as empresas operam em níveis de digitalização mais consistente.

Neste contexto, o **Impacto das Tecnologias Digitais na Produtividade e Exportações das RO**, em termos da evolução futura do VN e das Exportações, é exposto sob a forma de seis cenários, sendo que num cenário moderado (ou médio), o investimento de 1€ poderá gerar em termos médios, durante os primeiros 5 anos após o investimento, um retorno de 5,26 €, em VN e 7,29 € em Exportações.

Mesmo num cenário pessimista, verifica-se que o impacto direto nas exportações poderá gerar um retorno de 4,84€, nos primeiros 5 anos, por cada euro investido, ou seja, em termos médios e em cada ano, as exportações crescem 1€, por cada Euro investido.

Analisando as projeções para um cenário otimista, os resultados concluem que cada Euro investido poderá gerar um retorno de 11,9€, em VN, e 12,4€ em exportações, nos primeiros 5 anos após o investimento, ou seja, anualmente e em termos médios, as exportações poderão crescer 2,5€, por cada Euro investido.

Embora perfeitamente aceitáveis, acresce referir que nos seis cenários apresentados neste estudo, apenas nos dois mais otimistas (cenários 5 e 6) foram considerados ganhos indiretos, tais como a eficiência energética, melhoria da qualidade ou aproveitamento das matérias primas, o que conduziu obviamente a ganhos potenciais menores nos restantes cenários, facto que, com certeza subestimarà a realidade. Ainda assim, o estudo teve subjacente a precaução nas projeções e a adoção de uma abordagem cautelosa.

Destes resultados, os autores concluem que é compensador para as empresas e para o país o investimento na digitalização das empresas de RO Portuguesas. Porém, o mero investimento em tecnologias digitais, não basta para tornar digitais as operações das empresas. A migração para o digital exige uma abordagem multidimensional na relação entre tecnologias digitais e gestão empresarial, para que destas resulte aumento da Eficiência/Produtividade.

Digitalizar as operações, significa integrar a informação em tempo real de todos os recursos da empresa, comprometendo os gestores a estarem disponíveis para adotar

políticas organizacionais que promovam a formação dos recursos humanos existentes e a abrir as portas a novos colaboradores com níveis de qualificação adequados. A mudança de cultura organizacional é também um fator fundamental neste processo, assim como a motivação para a mudança e para o conhecimento, que em conjunto, constituirão a base do crescimento das empresas que apostem no caminho da digitalização. Incentivar a digitalização das empresas de RO Portuguesas, tendo por base os resultados deste estudo, trará um retorno de curto/médio-prazo, desde que acompanhado, por parte das empresas, pela contratação de recursos humanos qualificados e pela requalificação dos perfis existentes.

Recomendam-se então, a partir deste estudo, políticas públicas que incentivem a digitalização do Setor das RO Portuguesas, por via do qual resultarão ganhos significativos para o Setor e, conseqüentemente, para a economia portuguesa.

Limitações e Recomendações

O presente estudo contém algumas limitações que convém salientar.

A primeira está relacionada com a taxa de turbulência do Setor. Analisando a síntese setorial relativa ao CAE 237 (Serragem, corte e acabamento de rochas ornamentais e de outras pedras de construção) publicada pelo Ministério da Economia, em 30 de março de 2020⁴, trata-se de um Setor que, desde 2011, registou uma taxa de crescimento médio anual em VN de 5,13%, uma taxa de turbulência⁵ reduzida, com exceção de 2018, gerou cerca de 500 novos postos de trabalho, entre 2016 e 2018, e a taxa de novas empresas constituídas tem vindo a superar a taxa de dissolução. Face a estes resultados oficiais, é credível que nos próximos anos, a diferença entre novas empresas e empresas que se dissolvem, seja positiva, situação que contribuirá para a robustez dos resultados apresentados neste estudo.

A segunda limitação está relacionada com os potenciais ganhos, resultantes da captação de recursos humanos qualificados, situação não considerada pelo presente estudo, mas que certamente acontecerá, pois, tornando-se tecnologicamente mais digitais, as empresas

⁴ <https://www.gee.gov.pt/pt/documentos/publicacoes/estatisticas-setoriais/c-industrias-transformadoras/23-fabrico-de-outros-produtos-minerais-nao-metalicos/2222-237-serragem-corte-e-acabamento-rochas-ornamentais-out-pedras-construcao/file>

⁵ Indicador de turbulência: $|(x+y)/(x-y)|$ com $x = n^{\circ}$ de sociedades constituídas e $y = n^{\circ}$ de sociedades dissolvidas.

são mais atrativas para jovens talentos; situação que em nada comprometerá os resultados obtidos no presente estudo, contribuindo sim para a robustez dos resultados apresentados.

A terceira limitação do estudo refere-se aos potenciais ganhos, resultantes da imagem e visibilidade das empresas, quando estas transitam para o digital, situação não considerada pelo presente estudo, mas que certamente acontecerá, pois, tornando-se tecnologicamente mais digitais, as empresas adquirem visibilidade global e tendencialmente melhoram as suas infraestruturas e documentação técnico-comercial.

A quarta limitação do estudo está relacionada com empresas que atualmente são exclusivamente extrativas e que se poderão tornar empresas verticais. Esta tendência tem sido uma realidade, pois nem toda a matéria prima extraída tem valor comercial se for vendida como tal, mas sendo transformada, com recurso a tecnologias digitais, poderá adquirir elevado valor comercial, próximo das matérias primas de boa qualidade. Tendo em conta tendência registada desde 2004, é credível que nos próximos anos, grandes e novas empresas verticais possam surgir por esta via, situação que contribuirá para a robustez dos resultados apresentados neste estudo.

A quinta limitação do estudo respeita às empresas artesanais que se poderão tornar verticais, muitas vezes, por motivação dos próprios filhos herdeiros. É credível que nos próximos anos, novas empresas verticais possam surgir por esta via, situação que contribuirá para a robustez dos resultados apresentados neste estudo.

A sexta limitação prende-se com o rigor dos dados referentes às exportações das empresas inquiridas, os quais foram obtidos a partir do questionário realizado aos gerentes, nos seguintes termos: (i) “Quanto faturou em 2018?” e, (ii) “Qual a percentagem de exportações em 2018?”. Tratando-se de uma informação em percentagem, é possível que as respostas representem um valor aproximado e, por isso mesmo, é possível que existam algumas diferenças entre o valor real exportado pela empresa e o valor determinado a partir da percentagem referenciada pelo seu gerente. Considerando que todos os dados foram tratados em termos de valores médios, as possíveis diferenças no valor exportado pelas empresas, em pouco ou nada alteram os resultados do presente estudo, desde logo porque a soma global das exportações está em linha com os dados oficiais publicados pela Assimagra.

Recomenda-se assim, com base nos resultados do presente estudo, políticas públicas que incentivem a digitalização do Setor das RO Portuguesas, por via da qual resultarão ganhos significativos para o Setor e, naturalmente, para a economia Portuguesa.

Referências

- Álvarez-Fernández, M. I., González-Nicieza, C., Álvarez-Vigil, A. E., & Alejano, L. R. (2012). Geometrical design of ornamental stone slabs cutting using the neutral region concept. *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, *52*, 31–39. <http://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2012.01.012>
- Carvalho, J., Lopes, C., Mateus, A., Martins, L., & Goulão, M. (2018). Planning the future exploitation of ornamental stones in Portugal using a weighed multi-dimensional approach. *Resources Policy*, *59*(August), 298–317. <http://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.001>
- Frazao, I. (2016). Tese Ines Frazão. ISG, Lisboa. Retrieved from https://www.dropbox.com/s/0kztpg2ipiclv9/TESE_DA_Manitz.pdf
- Frazao, I. (2019). Capacidade Dinâmica das Alianças no Cluster dos Recursos Minerais. *PhD Thesis - ISCTE*.
- Frazao, J. (2016). Evolução do Colaborador no Setor da Pedra. *Master's Thesis - Instituto Superior de Gestão*.
- Frazao, J. (2019). Evolução da Força de Trabalho do Setor dos Recursos Minerais no início da Era Digital. *PhD Thesis - ISCTE*.
- Galetakis, M., & Soutana, A. (2016). A review on the utilisation of quarry and ornamental stone industry fine by-products in the construction sector. *Construction and Building Materials*, *102*, 769–781. <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.204>
- Lakhani, R., Kumar, R., & Priyanka, T. (2014). Utilization of Stone Waste in the Development of Value Added Products: A State of the Art Review, *7*(3), 180–187.
- Rebello, T. A., Zulcão, R., Calmon, J. L., & Gonçalves, R. F. (2019). Comparative life cycle assessment of ornamental stone processing waste recycling , sand , clay and limestone filler. <http://doi.org/10.1177/0734242X18819976>
- Siegesmund, S., & Sneathlge, R. (2017). *Stone in Architecture: Properties, Durability, Fourth Edition*. (S. H. D. L. N. York, Ed.), *Jom* (Springer H, Vol. 7). <http://doi.org/10.1007/bf03377474>
- Silva, A. (2013). *Inovação Tecnológica lean para a Pedra Natural. Professional Thesis for the Title of Specialist in Engineering and Industrial Management DL/2006/2009-IPP*.
- Silva, A. (2014). *Tecnologias e práticas lean thinking na fileira das Rochas Ornamentais. Master's thesis Instituto Superior de Gestão*. Retrieved from https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/10828/1/Tese_Agostinho_Silva_Tecnologias_Lea_n_Thinking_no_setor_RO_08_11_2014_V6.pdf
- Silva, A. (2018). Improving Industry 4 . 0 Through Service Science. *PhD Thesis -*

Universidade de Évora.

- Silva, A., & Almeida, I. (2020). Towards INDUSTRY 4.0 | a case STUDY in ornamental stone sector. *Resources Policy*, 67(March), 101672. <http://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101672>
- Silva, A., Dionísio, A., & Coelho, L. (2020). Results in Engineering Flexible-lean processes optimization: A case study in stone sector. *Results in Engineering*, 6(March), 100129. <http://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100129>
- Silva, A., Silva, J., & Almeida, I. (2016). The role of digital technologies in the innovation of collaborative networks: the case of the ornamental stones in Portugal. *The 20th Cambridge International Manufacturing Symposium*, (September).
- Silva, J., & Almeida, I. (2016). The role of digital technologies in the innovation of collaborative networks: the case of the ornamental stones in Portugal, (September).
- Sivrikaya, O., Koray, K., & Zeki, K. (2014). Recycling waste from natural stone processing plants to stabilise clayey soil. *Recycling waste from natural stone processing plants to stabilise clayey soil*, (April 2016). <http://doi.org/10.1007/s12665-013-2833-x>
- Vilas-Boas, J., Mirnoori, V., Razi, A., & Silva, A. (2019). *Collaborative Networks and Digital Transformation Outlining. IFIP International Federation for Information Processing*.
- Vilas-Boas, J., Mirnoori, V., Razy, A., & Silva, A. (2019). Outlining a New Collaborative Business Model as a Result of the Green Building Information Modelling Impact in the AEC Supply Chain. *PRO-VE 2019. IFIP Advances in Information and Communication Technology, Vol 568. Publisher: Springer*, 405–417. http://doi.org/10.1007/978-3-030-28464-0_35

Equipa Responsável pelo Estudo

Agostinho da Silva^{1,2,3}, Andreia Dionisio¹, Carlos Rabadão^{2,3}, Carlos Capela^{2,4}

¹CEFAGE, Advanced Studies in Management and Economics, University of Evora, Portugal

²ESTG, School of Technology and Management, Polytechnic of Leiria, Portugal

³CIIC, Computer Science and Communication Research Centre, Leiria, Portugal

⁴CEMMPRE, Department of Mechanical Engineering, University of Coimbra, Portugal