INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

# IoT na Indústria de Moldes Portuguesa

Catarina Isabel Romão Proença

Mestrado em Tecnologias Digitais para o Negócio

Orientador:
Doutor Ruben Pereira
Professor Auxiliar
ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa

Co-Orientadora:
Doutora Patrícia Costa
Professora Auxiliar
ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa

Dezembro, 2025

TECNOLOGIAS
E ARQUITETURA

# IoT na Indústria de Moldes Portuguesa

Catarina Isabel Romão Proença

Mestrado em Tecnologias Digitais para o Negócio

Orientador:
Doutor Ruben Pereira
Professor Auxiliar
ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa

Co-Orientadora:
Doutora Patrícia Costa
Professora Auxiliar
ISCTE- Instituto Universitário de Lisboa

Dezembro, 2025

# Agradecimentos

Concluir esta tese foi um percurso repleto de desafios, conquistas e aprendizagens, no qual muitas pessoas contribuíram, de forma direta ou indireta, para esta realização.

Expresso a minha profunda gratidão à minha família, pelo carinho, apoio e incentivo constantes, a verdadeira força motriz que me sustentou diariamente ao longo desta caminhada.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Ruben Pereira e Professora Doutora Patrícia Costa, agradeço pela confiança, pela disponibilidade e pelas orientações valiosas que transformaram ideias em resultados concretos.

Aos colegas e amigos do CENTIMFE, pela partilha de conhecimento, colaboração e pelos momentos de descontração que tornaram o percurso mais leve.

Aos colegas e amigos da Ordem dos Engenheiros, pelo colaboração e partilha do estudo.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho se concretizasse, deixo o meu sincero agradecimento.

# Resumo

Numa era marcada pela transformação digital, a Indústria de Moldes portuguesa, reconhecida pela sua qualidade e inovação, enfrenta desafios relacionados com a eficiência operacional, flexibilidade produtiva e competitividade global. Neste contexto, a Internet das Coisas (IoT) assume um papel estratégico, ao permitir a recolha contínua de dados em tempo real e a monitorização inteligente dos processos, contribuindo para uma maior automação, controlo e sustentabilidade na produção por moldagem por injeção.

A presente dissertação tem como objetivo analisar a integração da IoT na Indústria de Moldes em Portugal e compreender o impacto desta tecnologia nas empresas e nos seus colaboradores. Para tal, foi desenvolvido um estudo quantitativo, baseado num questionário aplicado ao setor e fundamentado no modelo *Job Demands–Resources* (JD-R). Esta abordagem permitiu avaliar de que forma as exigências e os recursos digitais associados à IoT influenciam o bem-estar, o *work engagement* e a perceção de eficiência dos trabalhadores.

Esta dissertação demonstrou que os recursos avaliados, produtividade e autonomia tecnológica e gestão da informação e comunicação, estão significativamente associados a níveis mais elevados de *work engagement*. Em contraste, as exigências avaliadas, o impacto da tecnologia e a dependência e fiabilidade tecnológica, não apresentaram efeitos negativos significativos. Curiosamente a dependência e fiabilidade evidenciou uma associação positiva com o *work engagement*, sugerindo que a confiança nos sistemas tecnológicos pode atuar como um desafio motivador. Relativamente à variável moderadora, familiaridade tecnológica esta não teve impacto significativo nas relações testadas, indicando que os efeitos da IoT são relativamente homogéneos entre os diferentes perfis de literacia digital.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas; Indústria de Moldes; *Job Demands–Resources*; Work e*ngagement.*

# Abstract

In an era marked by digital transformation, the Portuguese Mold Industry, recognized for its quality and innovation, faces challenges related to operational efficiency, production flexibility, and global competitiveness. In this context, the Internet of Things (IoT) assumes a strategic role, enabling the continuous collection of real-time data and intelligent monitoring of processes, contributing to greater automation, control, and sustainability in injection molding production.

This dissertation aims to analyze the integration of IoT in the Mold Industry in Portugal and understand the impact of this technology on companies and their employees. To this end, a quantitative study was developed, based on a questionnaire applied to the sector and grounded in the Job Demands–Resources (JD-R) model. This approach allowed us to assess how the demands and digital resources associated with IoT influence the well-being, work engagement, and perception of efficiency of workers.

This dissertation demonstrated that the resources evaluated, productivity and technological autonomy, and information and communication management, are significantly associated with higher levels of work engagement. In contrast, the assessed requirements, the impact of technology, and technological dependence and reliability did not show significant negative effects. Interestingly, dependence and reliability showed a positive association with work engagement, suggesting that trust in technological systems can act as a motivating challenge. Regarding the moderating variable, technological familiarity, this did not have a significant impact on the relationships tested, indicating that the effects of IoT are relatively homogeneous across different digital literacy profiles.

**Keywords:** Internet of Things; Mould Industry; Job Demands–Resources;Work engagement.

# Índice

Resumo ..... II
Abstract ..... IV
Índice ..... VI
Índice das Figuras ..... VIII
Índice das Tabelas ..... IX
Siglas, abreviaturas e acrónimos ..... XI
1. Introdução ..... 1
2. Contexto Teórico ..... 3
2.1. Evolução da Indústria de Moldes Portuguesa ..... 3
2.2. Internet das Coisas na Indústria ..... 5
2.3. Impacto da IoT na Motivação dos Profissionais ..... 7
3. Trabalho Relacionado ..... 10
4. Método ..... 19
4.1. Participantes ..... 19
4.2. Procedimento ..... 21
4.3. Medidas e instrumentos ..... 22
4.3.1. *Work Engagement* ..... 22
4.3.2. Impacto da Tecnologia no Trabalho ..... 22
4.3.3. Dependência e Fiabilidade da Tecnologia ..... 23
4.3.4. Produtividade e Autonomia Tecnológica ..... 23
4.3.5. Gestão da Informação e Comunicação ..... 23
4.3.6. Familiaridade Tecnológica ..... 24
5. Resultados ..... 25
5.1. Enquadramento Tecnológico da Amostra ..... 25
5.2. Relações entre variáveis ..... 26
5.3. Testes de hipóteses ..... 28
6. Discussão ..... 33
6.1. Hipótese 1: Exigências digitais e *work engagement* ..... 33
6.2. Hipótese 2: Recursos digitais (IoT) e *work engagement* ..... 34
6.3. Hipótese 3: Familiaridade tecnológica como moderador das exigências da IoT ..... 36
6.4. Hipótese 4: Familiaridade tecnológica como moderador dos recursos da IoT ..... 38
6.5. Síntese Integrada dos Resultados das Hipóteses ..... 39
7. Contribuições ..... 42

7.1. Contribuições teóricas e práticas do estudo ..... 42
7.2. Limitações e sugestões futuras..... 45
Bibliografia..... 47
Anexos..... 52
Anexo A- Questionário ..... 52

# Índice das Figuras

Figura 1 - Distribuição dos mercados. Reproduzido de [7]. .....3
Figura 2 -Distribuição de valores de produção e exportação anos 2014 a 2024. Reproduzido de [7]. ...4
Figura 3 - Evolução da indústria. Reproduzido de [12]. .....5
Figura 4 -Modelo conceptual. Adaptado de [36].....9
Figura 5 - Fluxograma PRISMA para revisão sistemática. Fonte: Própria .....11
Figura 6 - Origem geográfica dos estudos. Fonte: Própria .....15
Figura 7 - Nível de familiaridade com o conceito de Internet of Things. Fonte: Própria. .....25
Figura 8 - A sua empresa já utiliza soluções de IoT. Fonte: Própria.....25

# Índice das Tabelas

Tabela 1 - Similaridades e divergências dos artigos selecionados ..... 12
Tabela 2 - Caracterização da amostra ..... 20
Tabela 3 - Médias, desvios-padrão e correlações das variáveis em estudo ..... 26
Tabela 4 - Regressão múltipla - Exigências ..... 28
Tabela 5 - Regressão múltipla - Recursos ..... 29
Tabela 6 - Moderação entre Familiaridade Tecnológica e Exigências ..... 30
Tabela 7 - Moderação entre Familiaridade Tecnológica e Recursos ..... 31
Tabela 8 - Quadro-resumo dos resultados das hipóteses ..... 41

# Siglas, abreviaturas e acrónimos

**CAD -** Desenho Assistido por Computador

**CAE -** Engenharia Assistida por Computador

**CAM -** Manufatura Assistida por Computador

**CENTIMFE –** Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos

**CPS –** Sistemas Ciberfísicos

**HTTP** – Protocolo de Transferência de Hipertexto

**IA –** Inteligência Artificial

**IIoT –** Internet Industrial das Coisas

**IoRT –** Internet Robóticas das Coisas

**IoS –** Internet dos Serviços

**IoT –** Internet das Coisas

**JD-R -** Job Demands–Resources

**JSON** – Notação de Objeto JavaScript

**MES** – Sistema de Execução de Manufatura

**MQTT -** Transporte de Telemetria com Filas de Mensagens

**OPC-UA** - Arquitetura Unificada de Comunicações de Plataforma Aberta

**PdM –** Manutenção Preventiva

**PID –** Proporcional, Integral e Derivativo

**PMEs –** Pequenas e Médias Empresas

**PRISMA** - Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses

**RFID** – Identificação por Radiofrequência

**RGPD** - Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados

**SCADA** - Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados

**SPSS** - Statistical Package for the Social Sciences

**SVM** - Support Vector Machine)

**UWES -** Utrecht Work Engagement Scale

# 1. Introdução

A Internet das Coisas refere-se a um sistema de dispositivos, interligados entre si, dotados de capacidade computacional, identificáveis e habilitados a transferir dados através de uma rede, sem necessidade de interação humana. O conceito por trás deste paradigma é a presença generalizada de dispositivos inteligentes, que ao cooperarem entre si e interagirem com seres humanos alcançam objetivos comuns [1].

Esta tecnologia tem registado um crescimento exponencial nas últimas décadas, conquistando um posicionamento fulcral como um dos pilares da transformação digital a nível global. De acordo com a *IoT Analytics* [2], o número de dispositivos conectados à IoT atingiu os 18,8 mil milhões em 2024, com previsões de ultrapassar os 30 mil milhões em 2025, e estimativas que apontam para 40 mil milhões até 2030.

A Indústria de Moldes representa um dos pilares da engenharia e da produção industrial em Portugal, com especial destaque para a região da Marinha Grande, reconhecida internacionalmente pela sua excelência técnica e capacidade de inovação. Este setor, fundamental para a produção de componentes plásticos e metálicos utilizados em diversas indústrias, enfrenta atualmente desafios significativos relacionados à eficiência operacional, flexibilidade produtiva e competitividade global.

Nestes processos de fabrico complexos, existem diversos fatores, como as condições da máquina, as características do produto, os parâmetros do processo, as matérias-primas e várias perturbações que afetam o plano de produção e a qualidade final do produto. Para competir eficazmente no mercado dos plásticos, os fabricantes e investigadores têm-se focado na melhoria da qualidade do produto através da adoção de diferentes metodologias. Entre muitas, destacam-se práticas como a manutenção preditiva (PdM), onde se preveem as falhas dos equipamentos de forma a otimizar os esforços de manutenção, para os problemas de qualidade as estratégias de controlo PID (Proporcional, Integral e Derivativo), para as avarias e variações ambientais nas máquinas de moldagem por injeção, os sistemas inteligentes de deteção precoce [3].

Neste contexto, a integração de tecnologias emergentes, como a IoT, surge como uma solução promissora para transformar os processos produtivos tradicionais. A aplicação destas tecnologias na Indústria de Moldes é de extrema importância no cenário atual, pois permite uma monitorização em tempo real dos processos de produção, possibilitando a identificação imediata de falhas, otimização de recursos e aumento da eficiência operacional.

Contudo, a adoção da IoT nas empresas não se limita a uma transformação tecnológica, envolve também mudanças significativas ao nível cultural, organizacional e humano, alterando a forma como os profissionais experienciam o seu trabalho e interagem com as ferramentas digitais.

Assim, a presente dissertação tem como objetivo central analisar a perceção dos profissionais da Indústria de Moldes portuguesa relativamente ao impacto da IoT suas dinâmicas de trabalho, procurando compreender como esta tecnologia influencia as exigências e os recursos associados ao desempenho profissional, bem como o nível de envolvimento e motivação (*work engagement*) dos colaboradores.

Para tal, foram avaliadas dimensões como a sobrecarga e a dependência tecnológica, a gestão da informação e o apoio organizacional, e a autonomia e produtividade proporcionadas pela tecnologia, complementadas pela análise do *engagement* através da *Utrecht Work Engagement Scale* (UWES). Com base nestas variáveis, pretende-se identificar como os colaboradores percecionam a presença da IoT, quais os fatores que mais impactam o seu bem-estar e desempenho, e de que forma os recursos digitais podem atuar como elementos potenciadores da motivação e satisfação no trabalho.

Em última instância, esta dissertação procura gerar conhecimento empírico e aplicável sobre a relação entre a IoT e a experiência humana no contexto industrial, contribuindo para uma transição digital mais equilibrada, centrada nas pessoas, e oferecendo referências úteis para gestores e investigadores interessados na integração sustentável de tecnologias inteligentes na Indústria de Moldes.

A estrutura deste documento encontra-se organizada em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução, contextualizando o tema, os objetivos e a problemática em estudo. O segundo capítulo desenvolve o enquadramento teórico, reunindo os principais conceitos, modelos e evidência empírica relevantes para a compreensão do impacto da IoT no trabalho humano. O terceiro capítulo descreve o trabalho relacionado, elaborado segundo a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*), permitindo sintetizar o estado da arte sobre a aplicação da IoT na Indústria de Moldes e setores adjacentes. O quarto capítulo apresenta o método adotado, incluindo a caracterização da amostra, o procedimento de recolha de dados e os instrumentos utilizados para avaliar as variáveis em estudo. O quinto capítulo expõe os resultados obtidos, recorrendo a análises estatísticas descritivas, inferenciais e de moderação. Por fim, o sexto capítulo discute os principais resultados à luz da literatura, identifica contribuições teóricas e práticas, reconhece limitações do estudo e sugere direções para investigação futura.

# 2. Contexto Teórico

## 2.1. Evolução da Indústria de Moldes Portuguesa

Um molde é uma ferramenta que permite a enformação de componentes. Os moldes podem ser classificados em função da tecnologia utilizada ou da matéria-prima a ser processada. Quanto ao processo tecnológico podem ser de injeção, compressão, transferência, sopro, termoformação, rotacional. Quanto à matéria-prima podem ser para termoplásticos, termoendurecíveis, borrachas, ligas leves, vidro. Quanto ao modo de conceção e desenvolvimento do projeto e desenho de moldes, os meios utilizados podem ser sistemas de CAD/CAM (*Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*), meios de comunicação, Sistemas CAE (*Computer-Aided Engineering*) e prototipagem rápida [4].

A indústria de moldes para matérias plásticas teve início em Portugal no ano de 1943, na Marinha Grande, numa empresa de dimensão reduzida, após o avanço da mesma na indústria vidreira. É no ano 1955 que se dá outro marco importante no setor, quando se iniciam exportações para Inglaterra. Nos anos conseguintes, o setor apresenta um crescimento notável e demonstra um aumento da qualidade dos moldes portugueses, que permite uma alavancagem na exigência do mercado [5].

Em 1980, Portugal já exportava para mais de 50 países e só na região da Marinha Grande existiam mais de 60 empresas de moldes, que empregavam um total de 2000 pessoas [6].Estudos atuais demonstram que setor de moldes reúne cerca de 452 empresas, maioritariamente pequenas e médias empresas (PMEs), e empregando aproximadamente 9.616 trabalhadores A União Europeia continua a ser o principal destino das exportações portuguesas de moldes, representando cerca de 78% do total

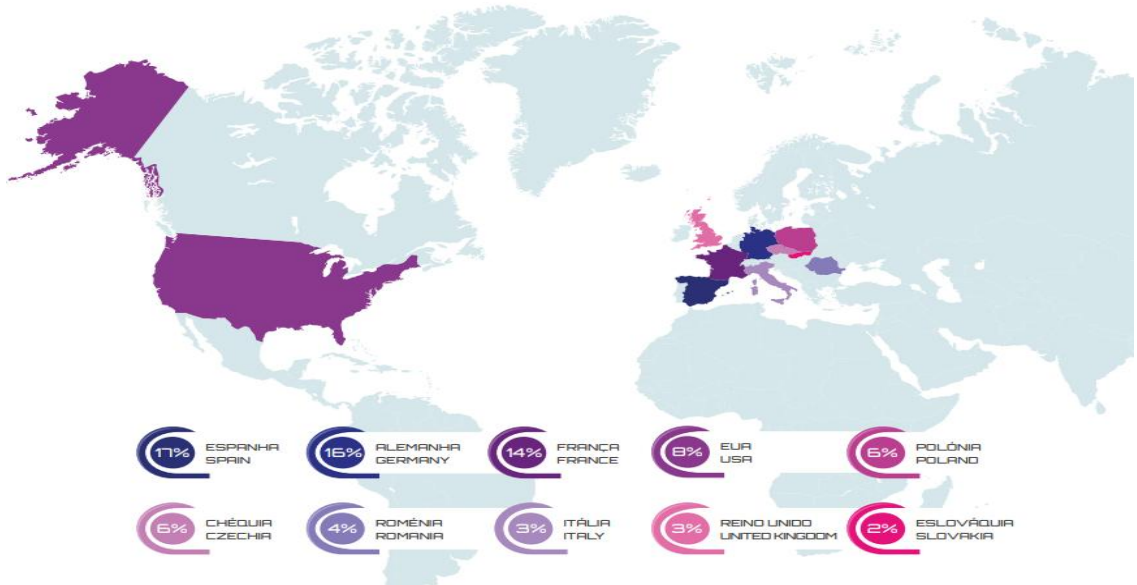



*Figura 1 - Distribuição dos mercados. Reproduzido de [7].*

exportado. Entre os mercados mais significativos, destacam-se a Alemanha, a Espanha e a França, que, em conjunto, representam 47% das exportações nacionais, ver Figura 1.

Relativamente aos principais clientes, a indústria automóvel posiciona-se em primeiro lugar absorvendo cerca de 67% da produção nacional. No entanto observa-se um crescimento progressivo na produção dirigida a outras indústrias, destacam-se setores como as embalagens (14%), os eletrodomésticos (5%) e os dispositivos médicos (2%). Além disso, outras áreas como a defesa (2%), a agricultura, brinquedos, construção e artigos de *houseware*, que, no seu conjunto, representam 6% da produção.

Outros dados interessantes é a distribuição dos valores da produção e exportação ao longo os últimos 10 anos, podemos perceber que tem uma configuração curva o gráfico da Figura 2, onde se denota um período crescente e um decréscimo consecutivo, tendo o ano 2023 sofrido uma inversão crescente e exponencial atingido assim o pico de valores de produção e exportação[7].




*Figura 2 -Distribuição de valores de produção e exportação anos 2014 a 2024. Reproduzido de [7].*

O ajustamento estratégico, motivado pela necessidade de diversificação setorial e geográfica, resultou num valor de produção global estimado em cerca de 788 milhões de euros. Historicamente, as exportações têm representado aproximadamente 80% da produção do setor. Apesar da redução no volume exportado, o saldo da balança comercial manteve-se amplamente positivo, demonstrando o dinamismo e a importância do mercado externo. Em 2024, as vendas ao exterior ultrapassaram os 630 milhões de euros, confirmando, mais uma vez, a forte competitividade internacional da Indústria Portuguesa de Moldes.

## 2.2. Internet das Coisas na Indústria

Inicialmente o termo Internet das coisas, referenciava-se unicamente às informações identificadas por radiofrequência (RFID), no entanto esse conceito transformou-se e atualmente corresponde a um conjunto de sensores e atuadores que facilitam a comunicação e a troca de informação entre pessoas, produtos e máquinas através da Internet [8].

A Internet das Coisas traz um leque de benefícios a nível económico, social e industrial. Esta tecnologia usa a internet e aparelhos inteligentes para fornecer soluções inovadoras a várias áreas de negócio, indústrias, serviços, ensino, saúde, etc [9]. Sendo o termo IoT aplicado a um extenso leque de domínios, este assume a designação correspondente ao campo de aplicação: Internet Industrial das Coisas (IIoT), Internet dos Serviços (IoS), e a fusão entre Robótica e IoT dá origem a um novo conceito conhecido como Robótica com apoio de IoT ou Internet Robóticas das Coisas (IoRT) [10].

Os desenvolvimentos na internet das coisas, inteligência artificial (IA) e sistemas ciberfísicos (CPS) possibilitam a implementação de fábricas inteligentes no que é comumente reconhecido como a quarta revolução industrial [11]. Como é possível visualizar na Figura 3, existe uma evolução notável ao nível da capacitação de sensores em máquinas, equipamentos e produtos na recolha, conexão e recolha de dados em tempo real [12].

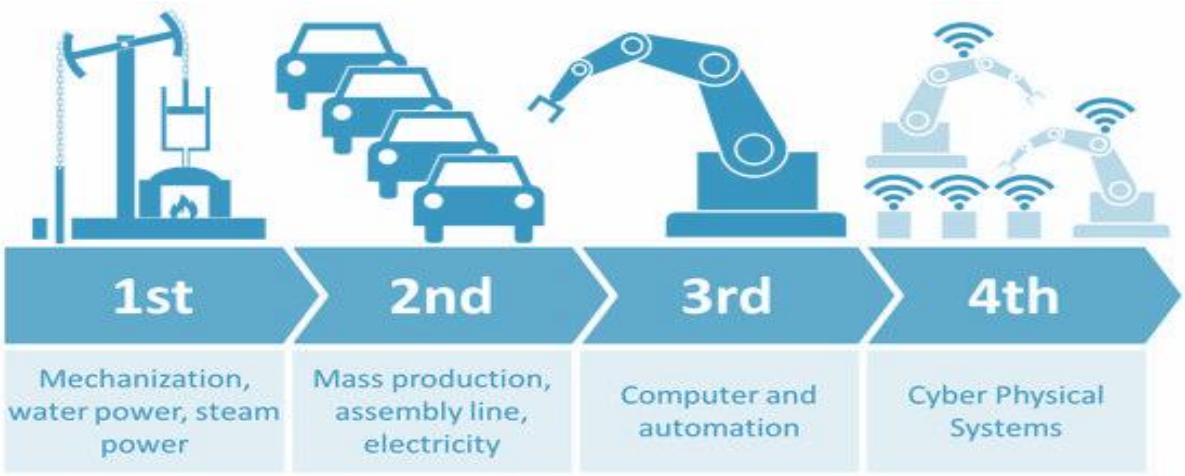



*Figura 3 - Evolução da indústria. Reproduzido de [12].*

Quando falamos dos pilares da IoT no setor industrial podemos dividi-los em 3 grandes áreas [13]:

- Sensores Inteligentes: Os sensores atuam como os olhos e ouvidos das máquinas industriais, fornecendo dados vitais para a tomada de decisões informadas.
- Conectividade: A conexão entre dispositivos e sistemas possibilita uma comunicação eficaz e o compartilhamento de dados em tempo real.

- Análise de Dados: A análise de dados massivos (*big data*) permite identificação de padrões e insights para otimizar processos e prever manutenções.

Alguns exemplos destes pilares aplicados à indústria de moldes são por exemplo os sensores embutidos nos moldes que permitem a monitorização da temperatura e da pressão do molde, a analise de dados recolhidos por sensores ( como vibração, temperatura e templos de ciclo ) onde é possível fazer manutenções preventivas, o controlo em tempo real da produção e da qualidade do produto , com sistemas de visão artificial e sensores de medição integrados na linha de produção, a gestão remota da produção através da conectividade via redes industriais ( exemplo *Open Platform Communications Unified Architecture* (OPC-UA) ou *Message Queuing Telemetry Transport (*MQTT)) e ainda a otimização de ciclos de injeção , através da analise de big data que permite ajustar automaticamente parâmetros do ciclo de moldação (velocidade e o tempo de arrefecimento)[14].

Sendo um dos principais requisitos a conectividade global dos dispositivos, este é identificado como um requisito critico para a IoT. Deste modo a arquitetura do sistema de IoT deve garantir as operações para que seja possível alcançar a almejada conexão entre os diversos mundos.

Para conectar bilhões de objetos inteligentes à internet, deve -se ter uma arquitetura flexível. Deste modo existem diversas arquiteturas disponíveis para colmatar as necessidades da academia e produtiva. As arquiteturas de referência agem como uma base de arquitetura, descrevendo em linhas gerais os blocos de construção que são usados nas soluções de IoT e estabelecendo uma terminologia compartilhada para os principais conceitos de arquitetura [13].

Do ponto de vista tecnológico os sistemas IoT são frequentemente representados em 4 camadas, como originalmente defendido por Lin e Liu (citado em [15]):

- Camada física: camada de física ou de perceção é composta pelos dispositivos dotados de sensores e atuadores físicos ou digitais. Os sensores monitorizam o estado do ambiente em que se encontram e fornecem esses dados às camadas superiores. Os atuadores agem sobre o meio, de acordo com os comandos que recebem das camadas superiores. Exemplos: leitores RFID, sensores de temperatura, humidade, pressão, etc.
- Camada de rede: é constituída pela infraestrutura de rede e as tecnologias e protocolos de comunicação, sendo a sua função permitir o correto encaminhamento da informação entre os dispositivos IoT e o restantes sistema, através de redes locais ou da Internet. Exemplos: *Wi-Fi, Ethernet, ZigBee, LoRa, Z-Wave e Bluetooth*.
- Camada de *middleware*: camada de serviços ou camada de *middleware* fornece serviços que abstraem funcionalidades relevantes para a gestão dos dispositivos, dados, segurança e privacidade. Ou seja, são disponibilizados com a finalidade de facilitar e agilizar o desenvolvimento e implementação de novas aplicações. Exemplos: Na Internet *Hypertext*

*Transfer Protocol* (HTTP*)-JavaScript Object Notation* (JSON) e para dispositivos de IoT com recursos *limitados* MQTT-*Ultralight.*

- Camada de aplicação: é responsável pelo tratamento, armazenamento, apresentação dos dados gerados e da gestão do sistema. Têm como objetivo responder a problemas específicos, como por exemplo coordenação de robôs num determinado ambiente, gestão de ambientes domésticos, informação dos sistemas de apoio à decisão, etc. Exemplos: Sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), aplicações de supervisão remota da produção e Sistemas de apoio à decisão MES *(Manufacturing Execution System).*

## 2.3. Impacto da IoT na Motivação dos Profissionais

A presente investigação fundamenta-se no modelo teórico amplamente reconhecido na literatura sobre comportamento organizacional e bem-estar no trabalho, o *Job Demands–Resources* [16]. Estes referenciais conceptuais permitem compreender as relações entre as exigências e os recursos laborais e os seus efeitos sobre o envolvimento e o bem-estar dos profissionais, constituindo uma base sólida para analisar as implicações humanas da transformação digital e da integração da IoT nos contextos produtivos da Indústria de Moldes portuguesa.

O modelo *Job Demands–Resources*, proposto por Demerouti, Bakker, Nachreiner e Schaufeli [16] , constitui um dos quadros teóricos mais robustos para explicar as relações entre as condições de trabalho, o bem-estar e o desempenho profissional. O modelo postula que qualquer contexto laboral pode ser analisado a partir de duas grandes categorias. As exigências de trabalho são fatores que requerem esforço físico, cognitivo ou emocional prolongado e que, quando excessivas, contribuem para stress e fadiga. Em contraste, os recursos de trabalho representam elementos que apoiam o desempenho, fomentam a autonomia, facilitam a aprendizagem e reforçam a motivação. A forma como estas duas dimensões se articulam conduz a dois processos distintos: um processo de desgaste, associado a consequências negativas, e um processo motivacional, associado a resultados positivos, como maior dedicação e vitalidade laboral.

O *Work Engagement* surge, precisamente, como o indicador psicológico mais representativo do processo motivacional previsto pelo JD-R. Definido como um estado mental positivo e persistente de relação com o trabalho, caracteriza-se pela manifestação de vigor, dedicação e absorção [17]. A escala UWES-9, utilizada no presente estudo, operacionaliza esta conceção de forma sintética, mas mantendo a validade das suas três dimensões fundamentais.

Quando aplicado ao contexto da IoT, o JD-R revela-se particularmente útil. As tecnologias digitais podem assumir um papel simultaneamente ambivalente: quando complexas, instáveis ou disruptivas, potenciam exigências adicionais que dificultam a execução das tarefas; contudo, quando fiáveis,

acessíveis e úteis, ampliam os recursos disponíveis, permitindo maior controlo, autonomia e eficiência no desempenho [18] .Assim, o impacto da IoT depende da forma como os seus efeitos são valorizados pelos utilizadores.

No contexto específico do presente estudo, as dimensões tecnológicas avaliadas como o impacto da tecnologia, produtividade e autonomia, dependência e fiabilidade tecnológica, gestão da informação e apoio organizacional, representam perceções funcionalmente distintas, enquadradas conceptualmente como exigências ou recursos no modelo JD-R. Assim, admite-se que a perceção da IoT enquanto fonte de pressão e sobrecarga possa reduzir o envolvimento dos trabalhadores, enquanto a perceção da tecnologia enquanto suporte e facilitadora do desempenho tenda a reforçá-lo.

O Impacto da Tecnologia reflete perceções de intensificação do ritmo de trabalho, aumento da complexidade e necessidade de esforço cognitivo acrescido. Estas perceções estão associadas aos fenómenos de *techno-overload* e *techno-complexity*, configurando exigências que consomem energia física e psicológica e podem comprometer o *Work Engagement* [18]. De igual modo, a Dependência e Fiabilidade Tecnológica, traduz vulnerabilidade operacional perante eventuais falhas tecnológicas. Quando a execução das tarefas depende integralmente do bom funcionamento dos sistemas, níveis elevados de incerteza e insegurança tecnológica emergem (*techno-insecurity*), potenciando stress e dificuldades de desempenho [19].

Por outro lado, as variáveis Produtividade e Autonomia Tecnológica, e Gestão da Informação e Comunicação são conceptualizadas como Recursos Digitais e Organizacionais. A primeira expressa o potencial das tecnologias para aumentar a eficiência, o controlo e a flexibilidade na execução de tarefas, promovendo competências autorregulatórias e maior sentido de eficácia profissional, fatores reconhecidos como determinantes no processo motivacional do JD-R. A Gestão da Informação & Comunicação traduz o suporte organizacional proporcionado pelas tecnologias na disseminação de informação útil, melhoria da coordenação e redução de incertezas, contribuindo para contextos laborais estruturados que facilitam o desempenho e reforçam o bem-estar [20].

Além das variáveis que representam exigências e recursos digitais, foi igualmente considerada a Familiaridade Tecnológica como variável moderadora no modelo. Esta variável refere-se ao grau de conhecimento, experiência e conforto dos colaboradores no uso de ferramentas digitais e sistemas associados à IoT. A sua inclusão justifica-se teoricamente pelo facto de a literatura indicar que indivíduos com maior literacia tecnológica tendem a percecionar as tecnologias como menos ameaçadoras e mais facilitadoras do desempenho, apresentando maior capacidade de lidar com complexidade, falhas ou mudanças tecnológicas. Assim, espera-se que trabalhadores com elevada familiaridade tecnológica consigam atenuar os efeitos potencialmente negativos das exigências digitais e, simultaneamente, potenciar os efeitos positivos dos recursos digitais, como autonomia, eficiência e melhor gestão da informação [21].

Com base neste enquadramento, foi desenvolvido o modelo conceptual representado na Figura 4, que prevê efeitos negativos das exigências tecnológicas e efeitos positivos dos recursos digitais no *Work Engagement*. Neste enquadramento, o modelo conceptual proposto pressupõe que a IoT atua simultaneamente como fonte de exigências e de recursos, afetando o *Work Engagement* dos trabalhadores de forma diferenciada conforme a sua preparação e confiança digital. Esta lógica dá origem às hipóteses H1 a H4, que avaliam os efeitos diretos e moderadores das variáveis tecnológicas no Envolvimento no Trabalho.

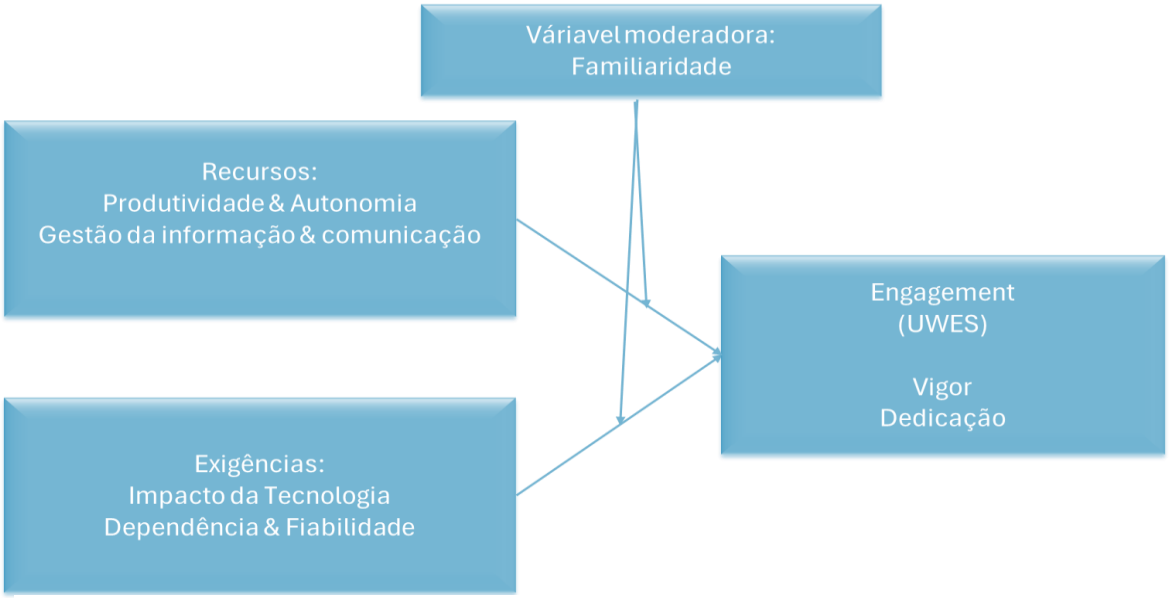



*Figura 4 -Modelo conceptual. Adaptado de [36]*

H1. O impacto da tecnologia e a dependência e fiabilidade tecnológica, enquanto exigências digitais, têm um efeito negativo no work e*ngagement.*

H2. A produtividade e autonomia tecnológica e a gestão da informação e comunicação, enquanto recursos digitais, têm um efeito positivo no *work engagement.*

H3. A familiaridade tecnológica modera a relação entre as exigências e o *work engagement*, de modo que trabalhadores com maior familiaridade tecnológica experienciam efeitos menos negativos das exigências.

H4. A familiaridade tecnológica modera a relação entre os recursos e o *work engagement*, de modo que trabalhadores com maior familiaridade tecnológica experienciam efeitos mais positivos dos recursos.

# 3. Trabalho Relacionado

A metodologia PRISMA 2020 é uma diretriz internacional usada para garantir a transparência e rigor metodológico no trabalho de revisões sistemáticas e meta-análises. Consiste numa lista de verificação com 27 itens que orienta os autores sobre como descrever claramente os objetivos da revisão, critérios de inclusão, métodos de procura e seleção de estudos, avaliação de qualidade, síntese dos dados e interpretação dos resultados. O PRISMA 2020 atualizou a versão de 2009 para refletir avanços como novas formas de sintetizar dados e uso de tecnologias como *machine learning* no processo de revisão [22].

A pesquisa realizada seguiu as diretrizes da Metodologia PRISMA, o que permitiu um melhor acompanhamento e estruturação do processo de pesquisa. Foram realizadas pesquisas nas seguintes bases de dados, *Scopus*, *IEEE Xplore* e *Web of Science,* com base em termos de pesquisa apropriados às áreas de investigação, nomeadamente nas temáticas da Internet das coisas, da Indústria de Moldes e da otimização e monitorização da produção industrial de moldes.

Estas bases de dados foram selecionadas pois contemplam uma ampla diversidade de literatura científica e técnica. Prosseguiu-se com a utilização de termos de pesquisa apropriados, nomeadamente que englobassem três grandes áreas de pesquisa, a internet das coisas, a indústria de moldes e a eficiência e produtividade industrial.

Deste modo foi criada uma *string* de pesquisa que foi utilizada nas bases de dados de conhecimento acima mencionadas:

*("Internet of Things" OR IoT OR "smart sensors" OR "wireless sensor networks" OR WSN)*

*AND ("mold industry" OR "mold manufacturing" OR "injection molding" OR "tool and die")*

*AND (monitoring OR "real-time monitoring" OR optimization OR "production efficiency" OR "process control" OR "predictive maintenance")*

De modo a garantir que os resultados da pesquisa fossem mais atuais, foram considerados os resultados publicados entre os anos 2020 até junho de 2025, sendo assim um passo importante para filtrar o estado da arte mais recente. Outro filtro utilizado que permitiu uma pesquisa mais refinada, foi a seleção da linguagem dos estudos para inglês, sendo de senso comum a predominância da literatura científica nesse idioma.

Para além dos artigos científicos provenientes das bases de dados académicas, no estado da arte foram consideradas outras fontes, em recursos online relevantes tais como teses, citações de especialistas na área, revistas, *ebooks*, etc.

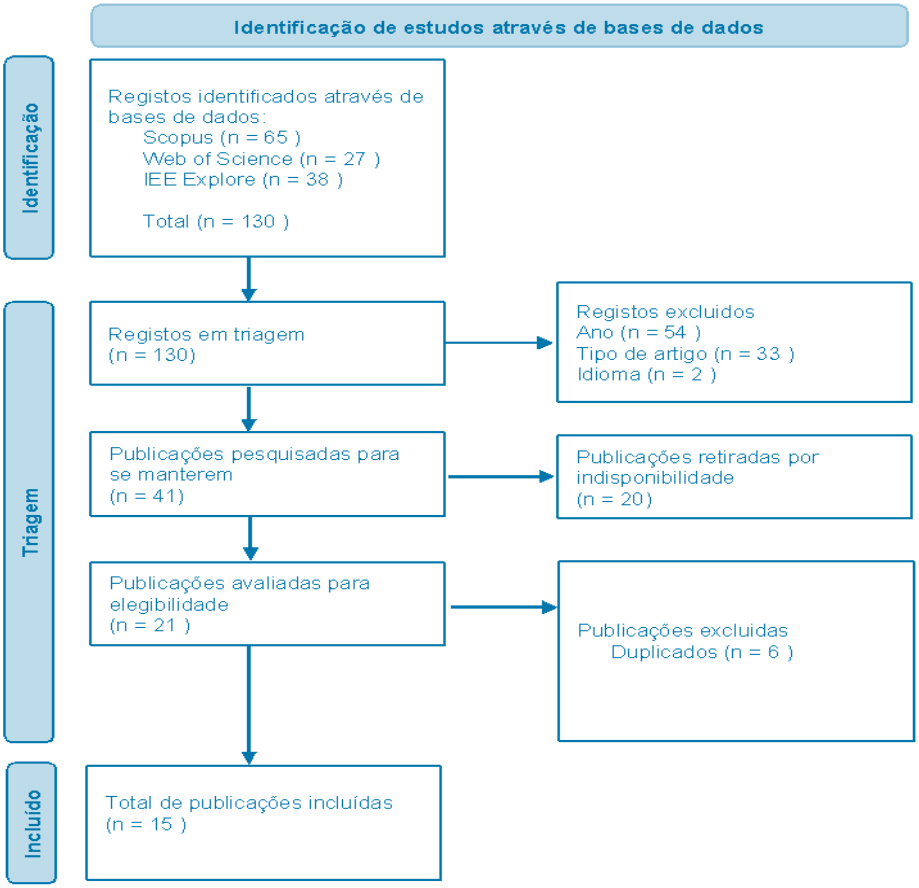



*Figura 5 - Fluxograma PRISMA para revisão sistemática. Fonte: Própria*

De acordo com a metodologia PRISMA, é possível verificar pelo fluxograma da Figura 5, a forma como foi conduzido este procedimento. Podemos verificar que inicialmente temos uma amostra de 130 resultados encontrados nas 3 bases de dados, tendo sido feita triagem por ano, tipologia de artigo (aceites artigos científicos e de revista) e idioma (em inglês) convertendo em 41 as publicações para análise, de seguida procedeu-se à validação do acesso aberto ou fechado que excluiu cerca 20 publicações e tendo sido encontrados 6 duplicados, perfez-se assim um total de 15 estudos.

A literatura recente (2020–2025) evidencia uma forte convergência entre IoT, *Big Data* e IA em aplicações industriais, com ênfase em monitorização em tempo real, controlo da qualidade, manutenção preditiva e otimização de recursos. A maioria dos estudos foca-se em problemas produtivos centrais: deteção de falhas e anomalias, melhoria da eficiência operacional e aumento da rastreabilidade dos processos. Nota-se, porém, que muitos destes trabalhos encontram-se em fase de laboratório ou projetos piloto, refletindo assim o carácter ainda emergente da temática em ambientes industriais embora os estudos demonstrem elevado potencial para uma gestão mais proativa e eficiente da produção. Importa salientar também que poucos estudos abordam especificamente o setor de moldes em Portugal, indicando uma lacuna geográfica no conhecimento existente. A Tabela 1 apresenta assim os principais pontos, que integram e demonstram similaridades e divergências nos 15 artigos em estudo.

*Tabela 1 - Similaridades e divergências dos artigos selecionados*

| Artigo | Recolha de Dados | Tipo de recolha | | Integra IA | Aplicação IoT | Empresa de Moldes | Ferramentas/Metodologias IoT Utilizadas | | | Tipologia de Dados Recolhidos | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tempo real | Outro | | | | a) | b) | c) | d) | e) | f) |
| *[23]* | Sim, via sistema de rastreabilidade conectado por OPC UA a máquinas de injeção | X | X | X | Otimização do processo produtivo | - | X | X | - | X | - | - |
| *[24]* | Sim, através de sensores industriais heterogéneos, via MQTT e armazenamento no Apache Kafka | X | X | X | Monitorização e gestão de produção | - | X | X | - | X | - | - |
| *[25]* | Sim, através de sensores e simulações acopladas para alimentar gémeos digitais multiescalares | X | X | X | Otimização do processo produtivo | - | - | X | X | X | - | - |
| *[26]* | Sim. O estudo apresenta dados experimentais obtidos por análise laboratorial | - | X | - | Casos inovadores | - | - | - | - | - | - | X |
| *[27]* | Sim, dados de sensores em tempo real em ambientes industriais e urbanos, recolhidos via redes IoT | X | - | X | Monitorização e gestão de produção | - | X | X | - | X | - | X |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *[28]* | Sim, automatizada (telemetria da máquina) e manual (via operadores) | X | X | - | Monitorização e gestão de produção | - | - | X | X | X | X | - |
| *[29]* | Sim, de sensores e sistemas de produção ligados em tempo real | X | - | X | Monitorização e gestão de produção | X | X | X | X | X | X | - |
| *[30]* | Sim, com sensores de força nos quatro tirantes da máquina de injeção | X | - | - | Monitorização e gestão de produção | - | X | X | - | - | - | - |
| *[31]* | Sim, imagens capturadas da superfície do molde após injeção | X | - | X | Controlo de qualidade | - | - | X | X | - | X | X |
| *[32]* | Sim, via IIoT *gateway* conectado a PLCs, com dados transmitidos via MQTT (Sparkplug) | X | - | X | Monitorização e gestão de produção | - | X | - | X | X | X | - |
| *[33]* | Sim, com 12 *strain gauges* fixados no molde para capturar deformações durante o ciclo de moldação | X | v | X | Controlo de qualidade | X | - | X | X | X | - | - |
| *[8]* | Sim – O artigo utiliza dados reais recolhidos de um processo de moldação por injeção. | - | X | X | Controlo de qualidade | - | - | - | X | X | X | - |
| *[34]* | Sim, com dispositivos IoT ligados a máquinas de injeção de polímeros | X | X | - | Eficiência energética | - | X | X | X | X | - | - |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (energia, sensores digitais e analógicos) | | | | | | | | | | | | |
| *[35]* | Sim, sensores IoT integrados no purificador monitorizam continuamente a qualidade do ar | X | - | X | Casos inovadores | - | - | X | - | - | - | X |
| *[36]* | Sim, através do sistema de monitorização contínua | X | - | X | Monitorização e gestão de produção | X | - | X | X | X | - | - |

*Legenda: a) Conectividade & Arquitetura IoT ; b) Monitorização & Sensores Inteligentes ; c) Processamento Inteligente & Suporte à Decisão ; d) Produção/Processo ; e) Qualidade ; f) Outros*

*X indica a presença de informação; - indica a ausência de informação.*

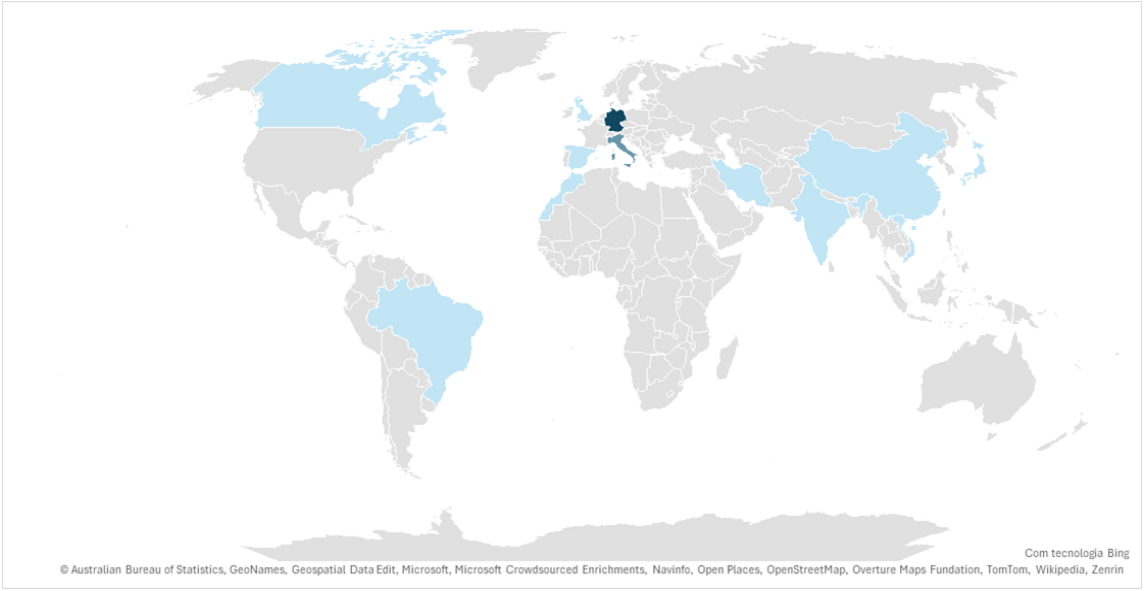



*Figura 6 - Origem geográfica dos estudos. Fonte: Própria*

É possível perceber os contributos e diferenças entre os estudos, os artigos foram agrupados segundo dimensões como, o tipo de recolha de dados, as aplicações industriais da IoT e a integração com inteligência artificial.

1. **Tipo de Recolha de Dados:** os estudos analisados baseiam-se em duas grandes fontes de dados sensores em tempo real e "outros" em que nesta dimensão estão integrados dados históricos ou laboratoriais, e simulações ou ambientes virtuais.

Sensores em tempo real foram utilizados na maioria dos estudos, como Zhang et al.[23], que implementaram sensores Wi-Fi para medir força de fecho; Luisi et al. [24], que recolheram dados de processo para visualização; Coelho et al. [25], que mediram consumo energético; e Sun et al. [26], que integraram sensores com arquitetura *edge-cloud*. Estes estudos ilustram uma abordagem orientada à monitorização contínua, crítica para ambientes produtivos em constante operação. Outros trabalhos recorreram a dados históricos, como Polenta et al.[8], que utilizaram *datasets* de produção anteriores para treinar algoritmos de previsão da qualidade de peças. Um subconjunto dos artigos, como Massano et al. [27] e Khdoudi et al. [28] integraram dados simulados com dados reais, utilizando gémeos digitais para otimização de parâmetros, este cruzamento permite testar cenários sem interromper a produção. Finalmente, alguns estudos centraram-se em fontes mais específicas como Fukushima & Kawada [29] usaram *strain gauges* aplicados diretamente em moldes para medir deformações, enquanto Siegwardt & Gallei [30] captaram dados físico-químicos de polímeros inteligentes.

2. **Aplicações Industriais da IoT:** as aplicações identificadas podem se distribuem em cinco grandes áreas, controlo de qualidade, otimização do processo produtivo, eficiência energética, monitorização e gestão de produção e casos inovadores.

Relativamente a aplicações de controlo de qualidade, destacam-se Asadi et al. [31], que aplicaram visão computacional e YOLO-NAS para deteção de defeitos em peças moldadas, enquanto Polenta et al. [8] utilizaram IA para prever a qualidade a partir de parâmetros de processo. Sobre otimização do processo produtivo**,** Massano et al. [27] , modelaram o processo de moldação com feedback multiescala e Khdoudi et al. [28] foram mais além, com algoritmos de *Reinforcement Learning* para otimização contínua sem intervenção humana. No âmbito da eficiência energética, Coelho et al [25] monitorizaram o consumo em tempo real, uma área de crescente relevância com preocupações ambientais e custos energéticos. Sobre monitorização e gestão de produção, os estudos de Luisi et al. [24] e Pan et al. [32] criaram sistemas para visualização, integração e gestão de dados industriais com base em plataformas como Kubernetes. Falando de casos inovadores, V.B. et al. [33] aplicaram IoT à purificação de ar, e Siegwardt & Gallei [30] caracterizaram materiais reativos, expandindo o uso da IoT para além da produção tradicional.

3. **Integração com Inteligência Artificial:** dos 15 artigos analisados, verificou-se que 11 recorrem a técnicas de Inteligência Artificial. Para facilitar a interpretação, estes trabalhos podem ser agrupados em três categorias principais: (i) algoritmos de classificação e previsão, utilizados sobretudo para deteção de anomalias e controlo de qualidade; (ii) métodos de aprendizagem por reforço, aplicados à otimização contínua de processos industriais; e (iii) abordagens de estatística avançada e análise descritiva, centradas na modelação de dados e identificação de padrões para suporte à decisão.

Quando abordamos algoritmos de classificação e previsão, Polenta et al. [8] mencionam *Random Forest* e SVM (*Support Vector Machine*) enquanto o estudo de Asadi et al. [31] utiliza redes convolucionais. Estes métodos servem sobretudo para prever falhas, identificar padrões de defeito e otimizar decisões. Em aprendizagem reforçada, Khdoudi et al. [28], aplica *Deep RL* em contexto de gémeo digital, com capacidade de auto-ajuste da produção, o que revela um sinal de elevada maturidade digital. No entanto em estatística avançada e análise descritiva, Coelho et al. [25], foca na extração de indicadores de desempenho a partir de dados energéticos. Apesar do avanço em IA, três estudos Zhang et al., [23]; Luisi et al., [24] e Fukushima & Kawada, [29] não a utilizam, optando por abordagens mais convencionais de recolha e visualização de dados. Este contraste reforça a ideia de que a adoção de IA ainda depende fortemente do contexto tecnológico e dos recursos disponíveis em cada caso.

A origem geográfica dos estudos, Figura 6, revela uma clara predominância da Ásia (China, Irão, Japão, Vietname) e Europa Ocidental (Itália, Alemanha, Espanha). Nenhum estudo foca especificamente o setor nacional de moldes, nem recolhe dados diretamente de empresas portuguesas deste setor. É possível ainda verificar que os dados recolhidos se centram especificamente em três grandes áreas, Produção/Processo, ou seja, pretendem gerir mais eficientemente a parte produtiva e os processos das empresas, na Qualidade, tendo como objetivo alcançar o mínimo de defeitos e controlar melhor os

requisitos e especificações do produto e uma outra área que contempla todas as áreas que não se enquadram nas anteriores.

Sobre a classificação das Ferramentas/Metodologias IoT Utilizadas, foram distinguidas em três grupos, Conectividade & Arquitetura IoT que são Tecnologias que permitem comunicação entre dispositivos, redes de sensores e integração de dados, Monitorização & Sensores Inteligentes que tem como objetivo a recolha e transmissão de dados do processo produtivo e do ambiente e por último o Processamento Inteligente & Suporte à Decisão que são algoritmos e plataformas para análise, previsão e controlo do processo.

A aplicação da metodologia PRISMA nesta revisão sistemática permitiu analisar de forma rigorosa 15 estudos científicos relevantes sobre a implementação de tecnologias IoT na indústria de moldes. Esta análise evidenciou uma crescente incorporação de sensores industriais, comunicação em tempo real, plataformas *cloud* e algoritmos de inteligência artificial no processo produtivo [28],[32],[26],[24][25],[34]. Estas tecnologias têm sido aplicadas, sobretudo, para monitorização contínua, deteção de defeitos, otimização da produção e manutenção preditiva, com resultados promissores na melhoria da eficiência, da rastreabilidade e da qualidade do produto [27],[24],[31],[29],[8] e [30].

Verificaram-se também abordagens inovadoras como a utilização de gémeos digitais [28], [27] e [24], plataformas *de edge computing* [26] e [35] e sistemas híbridos com análise inteligente local e remota [25] e [33] .Estas soluções são particularmente relevantes no contexto de fábricas altamente padronizadas como as da indústria de moldes. No entanto, os artigos também revelam desafios significativos à adoção plena destas tecnologias: dificuldades na integração de sistemas heterogéneos, custos elevados de implementação, falta de recursos humanos especializados e preocupações com a cibersegurança industrial [26], [24], [35], [25] e [33].

A análise comparativa dos 15 estudos evidencia ainda uma trajetória consistente de maturação tecnológica na indústria transformadora: a integração de sensorização em tempo real, plataformas *cloud/edge*, e modelos de IA tem permitido ganhos relevantes em monitorização contínua, controlo de qualidade, otimização de processo e manutenção preditiva. Em paralelo, observa-se um movimento para arquiteturas escaláveis e heterogéneas (MQTT/OPC UA, microserviços, Kubernetes) e para gémeos digitais que fundem dados reais e simulados, reforçando a capacidade de decisão em tempo real e a rastreabilidade ao longo do ciclo produtivo. Um dado interessante sobre os estudos é que apenas três deles explicitamente menciona a indústria de moldes, como o setor em estudo.

Apesar destes avanços, persistem barreiras estruturais que limitam a adoção plena: integração de sistemas, custos de implementação e operação, escassez de competências especializadas e riscos de cibersegurança. Adicionalmente, a distribuição geográfica dos estudos é assimétrica, o que confere uma

abordagem ampla da situação atual deste âmbito. De forma crítica, a literatura analisada foca sobretudo o desempenho técnico das soluções e raramente aborda a dimensão humana e organizacional da adoção (perceções, exigências e recursos no trabalho).

Estas lacunas fundamentam a relevância do presente estudo, que passa do "como fazer" tecnológico para o "como é vivido" pelos profissionais. Assim, a investigação empírica desenvolvida, um inquérito estruturado dirigido às empresas portuguesas da Indústria de Moldes visa as seguintes ações, caraterizar o estado de implementação da IoT no contexto nacional, mapear motivações e obstáculos à adoção, identificar as tecnologias e aplicações mais relevantes para o setor e analisar as expectativas e impactos percebidos pelos colaboradores no seu quotidiano de trabalho.

A sustentação teórica deste estudo baseia-se no modelo *Job Demands–Resources* que serviu de base à construção do questionário aplicado às empresas. Este referencial permite avaliar as exigências e recursos digitais percebidos (como sobrecarga, dependência, gestão da informação, autonomia e apoio organizacional) e a sua relação com o *work engagement*, oferecendo uma leitura centrada nas pessoas sobre a transformação digital no setor.

Em síntese, a revisão sistemática confirma a viabilidade e utilidade das soluções IoT/IA na moldação por injeção, mas revela um fosso de conhecimento quanto à perceção / utilização destas ferramentas pelos profissionais da Indústria de Moldes Portuguesa. O estudo que se segue pretende colmatar este fosso, produzindo evidência aplicável e replicável para orientar decisões estratégicas de empresas, associações setoriais e instituições de ensino/formação no caminho para fábricas mais inteligentes, seguras e humanas.

# 4. Método

A presente investigação adota uma abordagem quantitativa, de natureza descritiva e correlacional, com o objetivo de compreender as perceções dos profissionais da Indústria de Moldes portuguesa relativamente à integração da IoT nos seus contextos de trabalho. Esta metodologia visa analisar as relações entre as exigências e os recursos digitais percebidos e o *work engagement* laboral, sustentando-se no modelo teórico *Job Demands–Resources*.

A escolha de uma abordagem quantitativa justifica-se pela necessidade de medir variáveis de forma objetiva e de identificar padrões e correlações estatisticamente significativas. Esta opção metodológica permite recolher dados de uma amostra representativa de profissionais do setor, garantindo a comparabilidade dos resultados e a possibilidade de generalização das conclusões.

O estudo assume igualmente um carácter descritivo, ao procurar caracterizar o estado atual da adoção da IoT na Indústria de Moldes portuguesa, e correlacional, ao analisar a relação entre exigências digitais, recursos digitais e *work engagement* no trabalho.

## 4.1. Participantes

O presente estudo é composto por 87 participantes. A amostra é maioritariamente composta pelo género masculino (57,5%), com uma média de idades de 46,6 anos e um desvio padrão de 11,21 anos, a caracterização da amostra encontra-se na Tabela 2.

Relativamente às restantes sociodemográficas, verifica-se que a maioria apresenta ensino superior (86,2%), seguindo-se o ensino secundário com uma percentagem de 10,3%. Sobre a função atual na empresa percebe-se que a maioria dos inquiridos não se enquadrava em nenhuma das funções apresentadas no questionário, sendo a opção "Outro" a que contempla maior valor (33,3%), seguindo-se da "Administração/Direção" com 29,9% e Engenharia de Produção (26,4%). Outro dado recolhido é o tempo de trabalho na empresa, em que efetivamente existe um valor que se destaca, com 55,2% dos colaboradores a apresentarem mais de 10 anos de trabalho, e apenas 9,2% dos colaboradores apresentam menos de 1 ano na empresa.

Retratando dados mais empresariais, temos duas variáveis, a dimensão da empresa onde colaboram que detém uma tendência para as empresas de média dimensão (50-249 colaboradores), com 43,7% das respostas, seguindo-se as pequenas empresas (10-49 colaboradores) com 13,8%. Sobre a localização das mesmas, é notória a grandiosidade de valores na região centro com 61 inquiridos, seguindo-se a região norte e sul com 9 respostas.

*Tabela 2 - Caracterização da amostra*

| | N | Mínimo | Máximo | Média | Desvio padrão |
|---|---|---|---|---|---|
| **Idade** | 87 | 20 | 80 | 46,5632 | 11,21637 |

| Género | Frequência | Percentagem | Percentagem válida | Percentagem cumulativa |
|---|---|---|---|---|
| Masculino | 50 | 56,8 | 57,5 | 57,5 |
| Feminino | 36 | 40,9 | 41,4 | 98,9 |
| Não binário / terceiro género | 1 | 1,1 | 1,1 | 100,0 |
| Total | 87 | 98,9 | 100,0 | |
| **Habilitações literárias** | | | | |
| Ensino secundário | 9 | 10,2 | 10,3 | 10,3 |
| Ensino superior | 75 | 85,2 | 86,2 | 96,6 |
| Outro | 3 | 3,4 | 3,4 | 100,0 |
| Total | 87 | 98,9 | 100,0 | |
| **Função atual na empresa** | | | | |
| Administração / Direção | 26 | 29,5 | 29,9 | 29,9 |
| Engenharia de Produção | 23 | 26,1 | 26,4 | 56,3 |
| Engenharia de TI / Automação | 3 | 3,4 | 3,4 | 59,8 |
| Operações / Chão de Fábrica | 6 | 6,8 | 6,9 | 66,7 |
| Outro | 29 | 33,0 | 33,3 | 100,0 |
| Total | 87 | 98,9 | 100,0 | |
| **Tempo na empresa** | | | | |
| Menos de 1 ano | 8 | 9,1 | 9,2 | 9,2 |
| 1-5 anos | 15 | 17,0 | 17,2 | 26,4 |
| 6-10 anos | 16 | 18,2 | 18,4 | 44,8 |
| Mais de 10 anos | 48 | 54,5 | 55,2 | 100,0 |
| Total | 87 | 98,9 | 100,0 | |

## 4.2. Procedimento

A recolha de dados foi realizada entre setembro e novembro de 2025, através de um questionário online desenvolvido na plataforma *Qualtrics – Online Survey Software & Insight Platform*. A aplicação do questionário foi precedida por um consentimento informado, garantindo aos participantes o carácter anónimo, voluntário e confidencial da sua participação, em conformidade com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD).

O inquérito foi divulgado nas redes sociais profissionais, nomeadamente no *LinkedIn* e por e-mail institucional em colaboração com o Centro Tecnológico da Indústria de Moldes, Ferramentas Especiais e Plásticos (CENTIMFE), assegurando o alcance de profissionais do setor com diferentes funções e níveis de responsabilidade.

O questionário segue assim uma primeira abordagem explicativa da temática em estudo, seguida do consentimento informado, onde foram assegurados a confidencialidade e o anonimato dos dados e sendo a participação voluntária, com opção de aceitação ou de recusa, esta última levando ao término e fecho do questionário. O instrumento de recolha de dados permitiu que fossem medidas as variáveis em estudo, nomeadamente a variável dependente que se centra no *Work Engagement*, e as restantes 4 variáveis independentes, Impacto da Tecnologia no Trabalho, Dependência e Fiabilidade da Tecnologia, Gestão da Informação e Comunicação e Produtividade e Autonomia, sendo ainda considerada uma variável moderadora Familiaridade Tecnológica. Resumidamente consistiu num questionário estruturado, composto por sete secções principais:

- Introdução à IoT – Avaliação da familiaridade e grau de utilização de tecnologias IoT;
- UWES-9 – Medição do *work engagement* laboral (vigor, dedicação e absorção);
- Impacto da Tecnologia no Trabalho – Perceção de sobrecarga tecnológica e pressão digital;
- Dependência e Fiabilidade da Tecnologia – Nível de dependência e fiabilidade nos sistemas tecnológicos e perceção de dependência;
- Gestão da Informação e Comunicação – Qualidade da gestão e disseminação da informação digital;
- Produtividade e Autonomia através da Tecnologia – Perceção de ganhos de eficiência e autonomia associados à digitalização;
- Perfil do Participante e da Organização – Variáveis sociodemográficas e organizacionais (função, experiência, dimensão da empresa, idade, género, habilitações, etc.).

## 4.3. Medidas e instrumentos

### 4.3.1. *Work Engagement*

A variável *work engagement* foi medida com recurso da escala UWES-9 [37]. Esta é composta por 3 sub-dimensões que são a absorção, a dedicação e o vigor e foi medida através de 9 itens. A escala de resposta utilizada foi de 1- "Discordo totalmente" a 5- "Concordo totalmente", dos quais são exemplo os seguintes itens, "Estou imerso(a) no meu trabalho" (absorção), "Tenho orgulho no trabalho que realizo" (dedicação), "No meu trabalho, sinto que estou cheio(a) de energia" (vigor).

O alfa de Cronbach é um teste utilizado para medir a consistência interna, isto é, a confiabilidade de um instrumento de medida. O seu valor pode ir de 0.00 (sem consistência) a 1.00 (com consistência). Por exemplo, uma escala em que o alfa de Cronbach revele um valor de 0,80, significa que este instrumento tem 80% de confiabilidade [38].

No caso da variável *Work Engagement,* obteve-se um alfa de Cronbach de 0,91, o que indica uma boa consistência interna, revelando que os nove itens da escala UWES-9 apresentam elevada homogeneidade e medem de forma coerente o construto teórico subjacente. Este resultado demonstra que o instrumento utilizado é estatisticamente fiável no presente contexto de estudo, permitindo avançar com confiança para as análises subsequentes.

### 4.3.2. Impacto da Tecnologia no Trabalho

A variável Impacto da Tecnologia no Trabalho, de acordo com o modelo JD-R [39] e com o auxílio a 7 itens, procura medir o grau em que as tecnologias digitais, nomeadamente as relacionadas com a IoT, podem contribuir para perceções de sobrecarga, complexidade ou intensificação do trabalho. Esta dimensão encontra-se enquadrada no modelo JD-R como uma exigência digital (*Digital Job Demand*), uma vez que reflete fatores que exigem esforço cognitivo adicional e podem conduzir a tensão psicológica e redução da motivação laborar.

A escala de resposta foi do tipo Likert de 5 pontos, variando entre 1 - "Discordo totalmente" e 5 - "Concordo totalmente", exemplo dessas questões são "Tenho uma carga de trabalho maior devido ao aumento da complexidade tecnológica" ou "Sinto que, num ambiente menos conectado, a minha atenção estaria menos dividida, permitindo-me ser mais produtivo(a)".

A análise da fiabilidade evidenciou uma boa consistência interna, apresentando um coeficiente de Cronbach de 0,86 o que indica que os itens medem de forma coerente o impacto percecionado das exigências tecnológicas sobre o desempenho profissional e o bem-estar.

### 4.3.3. Dependência e Fiabilidade da Tecnologia

A variável, Dependência e Fiabilidade Tecnológica, baseada no modelo JD-R [39] com recurso a 4 itens, pretende avaliar o grau em que as tarefas e o desempenho profissional dependem do bom funcionamento da tecnologia, bem como o impacto negativo de eventuais falhas ou instabilidades. Esta dimensão enquadra-se igualmente no modelo JD-R como uma Exigência Digital, na medida em que potencia a vulnerabilidade operacional e exige esforço adicional sempre que ocorre disrupção no fluxo digital de trabalho.

A escala de resposta utilizada foi tipo Likert de 5 pontos (1 - Discordo totalmente; 5 - Concordo totalmente). Exemplos de itens presentes no questionário que avaliam esta variável, "Dependo da tecnologia a tal ponto que, se o sistema estiver lento ou indisponível, isso afeta diretamente o meu desempenho no trabalho" e "Problemas de tecnologias de informação, como falhas de software, avarias de hardware e lentidão da rede, interrompem a execução do meu trabalho".

Neste caso o alfa de Cronbach evidencia um valor de 0,86, que confere uma consistência interna adequada para a medição desta dimensão enquanto exigência tecnológica.

### 4.3.4. Produtividade e Autonomia Tecnológica

A dimensão Produtividade e Autonomia Tecnológica, fundamentada no modelo JD-R [39] e com 5 itens, quantifica em que medida as tecnologias digitais permitem melhorar a eficácia das tarefas, aumentar o controlo sobre o desempenho e promover maior independência laboral. De acordo com o modelo JD-R, esta variável é considerada um Recurso Digital, uma vez que facilita o alcance de objetivos e estimula o processo motivacional associado ao *Engagement.*

A resposta aos itens foi dada numa escala Likert de 5 dimensões, 1-"Discordo totalmente" e 5-"Concordo totalmente". Exemplos de indagações sobre esta dimensão: "De um modo geral, sinto que a tecnologia dos sistemas de informação aumentou de forma eficaz a minha produtividade no trabalho" e "A tecnologia proporciona-me uma considerável oportunidade de independência e liberdade na forma como desempenho o meu trabalho".

A consistência interna da escala foi considerada boa, obtendo-se um valor de alfa de Cronbach de 0,90.

### 4.3.5. Gestão da Informação e Comunicação

A variável Gestão da Informação e Apoio Organizacional, baseada no modelo JD-R [39] e com 4 itens, avalia o apoio informacional e a comunicação interna proporcionados pelas tecnologias digitais, incluindo o acesso facilitado a dados, suporte institucional e melhoria na coordenação das atividades.

No enquadramento do JD-R, constitui um Recurso Organizacional, uma vez que otimiza o desempenho e reforça a estrutura de suporte necessária ao sucesso das tarefas.

A escala utilizada foi de 5 pontos do tipo Likert (1 - Discordo totalmente; 5 - Concordo totalmente). Exemplos de itens: “O sistema de informação da minha organização é uma grande ajuda para encontrar ideias e oportunidades” e “Na minha organização, a disseminação de informações relevantes para o trabalho é excelente”.

A fiabilidade estatística da escala foi satisfatória, apresentando um alfa de Cronbach de 0,89, o que confirma a adequação dos itens utilizados para avaliar esta dimensão.

### 4.3.6. Familiaridade Tecnológica

A variável Familiaridade Tecnológica foi incluída neste estudo com o objetivo de analisar o grau de experiência, conhecimento e conforto dos colaboradores no uso das tecnologias digitais presentes no seu contexto profissional, incluindo dispositivos conectados, softwares de monitorização e sistemas associados à IoT. Esta dimensão é conceptualizada como uma variável moderadora, influenciando a forma como as exigências e os recursos tecnológicos afetam o Envolvimento no Trabalho.

A pergunta que aborda esta questão, foi a seguinte: “Nível de familiaridade com o conceito de Internet of Things (IoT)”, tendo como respostas a selecionar diferentes níveis de maturidade digital, que iam desde o desconhecimento total da IoT ao nível mais avançado de conhecimento, como participação em projetos de IoT nas empresas.

# 5. Resultados

Após concluída a recolha, os dados foram exportados e analisados no software IBM SPSS Statistics v.30, recorrendo-se a estatística descritiva e inferencial para testar as hipóteses definidas neste estudo. Adicionalmente, para exame dos efeitos de moderação, foi utilizada a macro PROCESS, amplamente reconhecida pela sua eficácia na análise de modelos condicionais.[40]

## 5.1. Enquadramento Tecnológico da Amostra

A população-alvo deste estudo compreende profissionais da Indústria de Moldes portuguesa, incluindo gestores, engenheiros e técnicos com conhecimento direto sobre os processos produtivos e as tecnologias digitais utilizadas nas suas empresas. Para conhecer um pouco melhor a nossa amostra, perguntamos aos inquiridos o nível de familiaridade com o conceito de IoT e ainda se a empresa onde trabalham se tem conhecimento se utiliza soluções de IoT, as respostas são apresentadas nas Figuras 7 e 8.

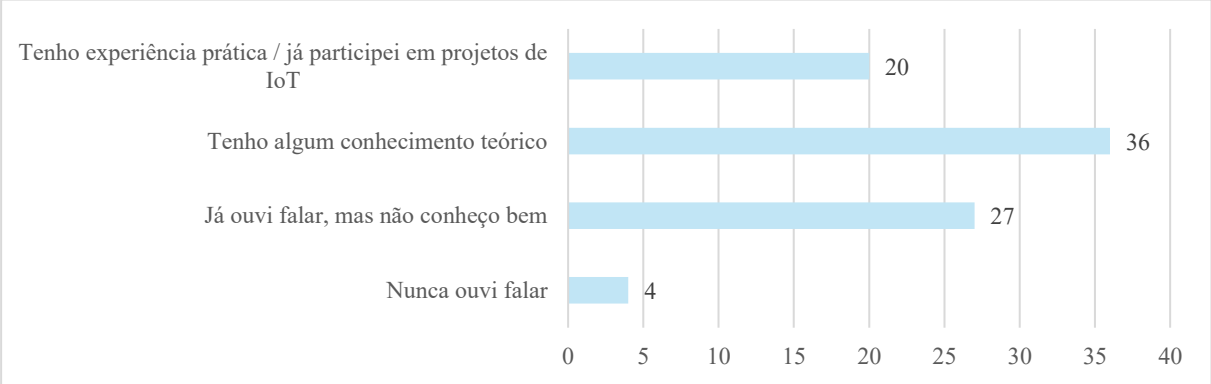



*Figura 7 - Nível de familiaridade com o conceito de Internet of Things. Fonte: Própria.*

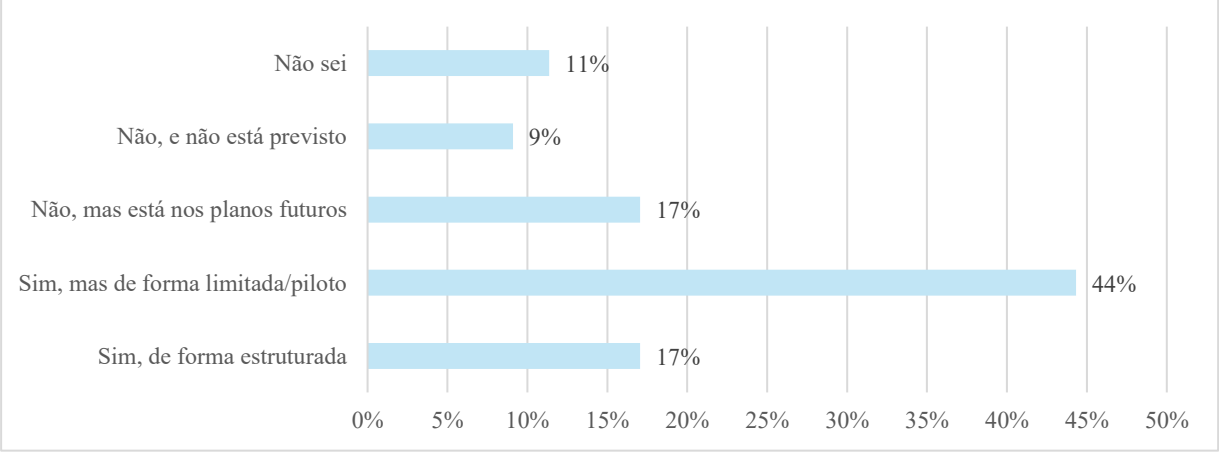



*Figura 8 - A sua empresa já utiliza soluções de IoT. Fonte: Própria*

Os resultados indicam que uma parte expressiva dos participantes possui, pelo menos, algum contacto com o conceito de IoT. De acordo com a Figura 7, apenas 4 indivíduos (6%) afirmam nunca ter ouvido falar sobre o tema, ao passo que a maioria demonstra conhecimento teórico (52%) ou experiência prática (29%) com tecnologias IoT. Estes dados sugerem que o público inquirido apresenta um nível de literacia digital relevante para os objetivos deste estudo.

No que respeita à implementação da IoT nas organizações (Figura 8), observa-se que 44% dos respondentes referem que a tecnologia já é utilizada, ainda que de forma piloto ou limitada, enquanto 17% afirmam que existe utilização estruturada e consolidada nas suas empresas. Não obstante, 11% dos participantes relatam desconhecer a adoção da IoT nas suas organizações, o que pode indicar falta de comunicação interna sobre iniciativas tecnológicas. Em conjunto, os resultados sugerem um cenário de transformação digital em curso na indústria de moldes portuguesa, com níveis diferenciados de maturidade tecnológica entre as organizações.

## 5.2. Relações entre variáveis

Na Tabela 3 apresentam-se as médias, os desvios-padrão e as correlações das variáveis em estudo.

*Tabela 3 - Médias, desvios-padrão e correlações das variáveis em estudo*

| | Média | Desvio Padrão | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 3,92 | 0,73 | 1 | | | | | | | |
| 2. | 3,15 | 0,85 | 0,44** | 1 | | | | | | |
| 3. | 3,99 | 0,87 | 0,32** | 0,06 | 1 | | | | | |
| 4. | 3,30 | 1,02 | 0,57** | -0,06 | 0,21 | 1 | | | | |
| 5. | 3,89 | 0,77 | 0,55** | -0.09 | 0,38** | 0,40** | 1 | | | |
| 6. | 2,83 | 0,84 | 0,22* | 0,09 | 0,03 | 0,22* | 0,075 | 1 | | |
| 7. | 46,56 | 11,22 | 0,39** | 0,10 | -0,01 | 0,189 | 0,31** | 0,10 | 1 | |
| 8. | - | - | -0,17 | 0,09 | -0,04 | -0,232* | -0,12 | -0,30** | -0,03 | 1 |

*Legenda: 1. - Work engagement ; 2.- Impacto da Tecnologia no Trabalho ; 3.- Dependência e Fiabilidade da Tecnologia ; 4.- Gestão da Informação e Comunicação ; 5.- Produtividade e Autonomia Tecnológica ; 6.- Familiaridade Tecnológica ; 7.- Idade ; 8.- Género*

***A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).*

**A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).*

Na Tabela 3 encontram-se as médias, desvios-padrão e correlações entre as variáveis em estudo. Os resultados revelam correlações positivas e estatisticamente significativas entre o *work engagement* e todas as dimensões tecnológicas. Mais concretamente, o *work engagement* correlaciona-se inesperadamente de forma positiva com a dependência e fiabilidade da tecnologia ($r = 0,32$; $p < 0,01$). A correlação é também positiva com a gestão da informação e comunicação ($r = 0,57$; $p < 0,01$), com a produtividade e autonomia tecnológica ($r = 0,55$; $p < 0,01$) e com a familiaridade tecnológica ($r = 0,22$; $p < 0,05$). Estes resultados sugerem que maiores níveis de utilização eficaz da tecnologia, maior autonomia e maior confiança nos sistemas tecnológicos associam-se a níveis superiores de envolvimento no trabalho.

Relativamente às variáveis tecnológicas entre si, verificam-se também relações positivas e significativas. A produtividade e autonomia tecnológica apresenta correlações positivas com a dependência e fiabilidade da tecnologia ($r = 0,38$; $p < 0,01$) e com a gestão da informação e comunicação ($r = 0,40$; $p < 0,01$), indicando que maior autonomia tecnológica tende a ocorrer juntamente com melhor gestão da informação e maior confiança nas tecnologias. Por sua vez, a gestão da informação e comunicação está ainda positivamente associada à familiaridade tecnológica ($r = 0,22$; $p < 0,05$), sugerindo que maior competência tecnológica pode contribuir para uma utilização mais eficiente dos sistemas de comunicação e informação.

As correlações apresentadas foram analisadas utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (r), adequado a variáveis contínuas com distribuição aproximadamente normal. Para a variável Género, que é categórica, recorreu-se ao coeficiente de Spearman ($\rho$), método não paramétrico utilizado para avaliar relações monotónicas entre variáveis ordinais ou não normalmente distribuídas.

Para além das variáveis centrais do estudo, foram incluídas as variáveis sociodemográficas Idade e Género como variáveis de controlo, de forma a explorar possíveis efeitos associados ao perfil dos participantes. Os resultados evidenciam que:

- A idade se correlaciona positivamente com o *work engagement* ($r = 0,39$; $p < 0,01$), sugerindo que profissionais mais experientes apresentam maiores níveis de envolvimento no trabalho.
- Foram também verificadas correlações positivas entre a idade e a produtividade/autonomia tecnológica ($r = 0,31$; $p < 0,01$), indicando que trabalhadores mais velhos podem sentir-se mais autónomos e eficazes no uso da tecnologia.

- Em contraste, o género não demonstrou correlações significativas com o *work engagement* nem com a maioria das variáveis tecnológicas, sugerindo ausência de diferenças estatisticamente relevantes entre homens e mulheres no contexto analisado.

Globalmente, estes resultados sustentam o pressuposto do modelo JD-R de que os recursos tecnológicos e organizacionais atuam como fatores promotores do *work engagement*, as exigências apenas temos uma que tem relação que é a dependência e fiabilidade tecnológica ao passo que o impacto da tecnologia não demonstra relação linear com o envolvimento laboral.

## 5.3. Testes de hipóteses

Para avaliar as relações previstas no modelo conceptual, foram realizadas 2 regressões múltiplas tomando o *work engagement* como variável dependente. As hipóteses foram testadas separando os preditores consoante a sua natureza no modelo JD-R, ou seja, as Exigências Digitais, H1 (Impacto da Tecnologia e Dependência e Fiabilidade Tecnológica) e H2 Recursos Digitais (Produtividade e Autonomia Tecnológica e Gestão da Informação e Comunicação). As variáveis sociodemográficas Idade e Género foram incluídas como variáveis de controlo em ambos os modelos.

**Hipóteses H1 – Exigências Digitais:**

H1.O impacto da tecnologia e a dependência e fiabilidade tecnológica, enquanto exigências digitais, têm um efeito negativo no *work engagement.*

*Tabela 4 - Regressão múltipla - Exigências*

| **Coeficientes[a]** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | Coeficientes não padronizados | | Coeficientes padronizados | t | Sig. |
| | B | Erro Erro | Beta | | |
| Impacto_tecnologia | -0,01 | 0,08 | -0,01 | -0,10 | 0,92 |
| Dependência_Fiabilidade_Tecnológica | 0,26 | 0,08 | 0,30 | 3,21 | 0,002 |
| Género | -0,25 | 0,13 | -0,17 | -1,84 | 0,07 |
| Idade | 0,03 | 0,01 | 0,38 | 4,00 | <0,001 |

*Legenda: a. Variável Dependente: work engagement*

A regressão múltipla demonstrou que o Impacto da Tecnologia não apresenta qualquer influência significativa no *work engagement* (β = -0,01; p = 0,92), por outro lado, a Dependência e Fiabilidade Tecnológica, apresentou uma relação positiva e estatisticamente significativa com o *work engagement*

(β = 0,30; p = 0,002), o que contraria o sentido esperado na hipótese formulada. Assim revela um efeito inverso ao proposto: trabalhadores que percecionam maior fiabilidade e dependência tecnológica apresentam mais envolvimento no trabalho (Tabela 4).

A variável Idade revelou um efeito positivo significativo no modelo (β = 0,38; p < 0,001), sugerindo que colaboradores mais experientes tendem a apresentar maiores níveis de *work engagement*. O Género não apresentou efeitos relevantes (p = 0,07).

As exigências digitais não se configuram como elementos de desgaste, mas antes parecem coexistir com perceções positivas associadas ao uso da tecnologia.

**Hipóteses H2 – Recursos Digitais:**

H2. A produtividade e autonomia tecnológica e a gestão da informação e comunicação, enquanto recursos digitais, têm um efeito positivo no *work engagement*.

*Tabela 5 - Regressão múltipla - Recursos*

| **Coeficientes[a]** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Modelo | Coeficientes não padronizados | | Coeficientes padronizados | t | Sig. |
| | B | Erro Erro | Beta | | |
| Produtividade_Autonomia_Tecnologia | 0,30 | 0,09 | 0,32 | 3,58 | <0,001 |
| Gestão_Informação_Comunicação | 0,28 | 0,06 | 0,38 | 4,38 | <0,001 |
| Idade | 0,01 | 0,01 | 0,21 | 2,56 | 0,01 |
| Género | -0,09 | 0,12 | -0,07 | -0,81 | 0,42 |

*Legenda: a. Variável Dependente: work engagement*

Os resultados (Tabela 5) demonstram que ambos os recursos exercem um efeito positivo e estatisticamente significativo no *work engagement.*

A Produtividade e Autonomia Tecnológica, revelou-se um preditor positivo do *work engagement* (β = 0,32; p < 0,001), de forma complementar, a Gestão da Informação e Comunicação apresentou igualmente um contributo positivo e significativo (β = 0,38; p < 0,001).

Estes resultados sugerem que o acesso facilitado à informação, o apoio organizacional através das tecnologias digitais e o aumento de autonomia no trabalho fortalecem o envolvimento dos profissionais com as suas atividades. A idade manteve um efeito positivo estatisticamente significativo (β = 0,21; p = 0,01), enquanto o género não apresentou impacto relevante no modelo (p = 0,42).

Os recursos digitais reforçam o processo motivacional previsto pelo JD-R, mostrando que tecnologias que facilitam autonomia, acesso a informação e coordenação organizacional aumentam o envolvimento dos trabalhadores.

Para testar as duas hipóteses H3 e H4, que são hipóteses de moderação, utilizou-se a macro Process v.5 de Andrew F. Hayes [41] e a variável "Familiaridade Tecnológica" como moderadora.

**Hipóteses H3 e H4 – Moderação da Familiaridade Tecnológica:**

H3. A familiaridade tecnológica modera a relação entre as exigências e o *work engagement*, de modo que trabalhadores com maior familiaridade tecnológica experienciam efeitos menos negativos das exigências.

H4. A familiaridade tecnológica modera a relação entre os recursos e o work e*ngagement*, de modo que trabalhadores com maior familiaridade tecnológica experienciam efeitos mais positivos dos recursos.

A Hipótese 3 propõe que a familiaridade tecnológica atue como moderadora da relação entre as exigências digitais (Impacto da Tecnologia e Dependência/Fiabilidade Tecnológica) e o *work engagement*, de forma que trabalhadores mais familiarizados com tecnologia experimentem efeitos menos negativos destas exigências.

Para testar a hipótese, H3 foram feitas duas moderações em que se retiraram os seguintes valores:

*Tabela 6 - Moderação entre Familiaridade Tecnológica e Exigências*

| Variável independente | Variáveis | Moderadora | Efeito interação | Menor IC | Maior IC |
|---|---|---|---|---|---|
| *Work Engagement* | Impacto da Tecnologia | Familiaridade Tecnológica | 0,05 | -0,17 | 0,28 |
| *Work Engagement* | Dependência e Fiabilidade Tecnológica | Familiaridade Tecnológica | 0,20 | -0,002 | 0,40 |

Os resultados da Tabela 6, demonstraram que a familiaridade tecnológica não altera a relação entre o impacto percebido da tecnologia e o *work engagement*. A interação entre ambas as variáveis, não se revelou estatisticamente significativa, indicando que colaboradores com maior ou menor familiaridade tecnológica reagem de forma semelhante às exigências associadas à complexidade, pressão ou sobrecarga tecnológica.

Na segunda análise, observou-se que a interação entre Dependência e Fiabilidade Tecnológica e Familiaridade Tecnológica apresentou uma tendência para moderação, ainda que não atinja o limiar convencional de significância estatística.

A análise dos efeitos condicionais sugere que:

- Em níveis baixos de familiaridade tecnológica, a dependência dos sistemas tecnológicos não tem impacto claro no *work engagement*.
- Em níveis médios e elevados, essa dependência tende a estar associada a maior *work engagement*, sugerindo que trabalhadores mais familiarizados com tecnologia transformam a dependência tecnológica em motivação, e não em desgaste.

Contudo, esta tendência não é suficientemente robusta para confirmar formalmente a hipótese.

A hipótese H4 propõe que a familiaridade tecnológica modera a relação entre os recursos digitais (Produtividade e Autonomia Tecnológica; Gestão da Informação e Comunicação) e o work e*ngagement*, prevendo que trabalhadores com maior familiaridade tecnológica beneficiem mais dos recursos oferecidos pelas tecnologias digitais, apresentando níveis superiores de envolvimento no trabalho.

Para testar esta hipótese, foram conduzidas duas análises de moderação que apresentam os seguintes dados descritas na Tabela 7:

*Tabela 7 - Moderação entre Familiaridade Tecnológica e Recursos*

| Variável independente | Variáveis | Moderadora | Efeito interação | Menor IC | Maior IC |
|---|---|---|---|---|---|
| *Work Engagement* | Produtividade e Autonomia Tecnológica | Familiaridade Tecnológica | 0,05 | -0,17 | 0,27 |
| *Work Engagement* | Gestão da Informação e Comunicação | Familiaridade Tecnológica | 0,14 | -0,02 | 0,29 |

A interação entre Produtividade e Autonomia Tecnológica e Familiaridade Tecnológica não se revelou estatisticamente significativa. Isto indica que o efeito positivo da autonomia e produtividade proporcionadas pela tecnologia no *work engagement* é semelhante independentemente do nível de familiaridade tecnológica dos colaboradores. Ou seja, trabalhadores com menor ou maior familiaridade tecnológica beneficiam de forma comparável deste recurso digital. A capacidade da tecnologia em

promover autonomia, eficiência e maior controlo sobre o trabalho parece constituir um recurso suficientemente robusto para potenciar o *work engagement* mesmo entre utilizadores menos experientes.

De forma semelhante, a interação entre Gestão da Informação e Comunicação e Familiaridade Tecnológica também não atingiu significância estatística. Embora tenha sido observada uma tendência no sentido esperado, ou seja, colaboradores mais familiarizados com tecnologia a demonstrarem ligeira vantagem, esta tendência não é suficientemente forte para ser considerada um efeito moderador. Este resultado sugere que o impacto positivo da Gestão da Informação e Comunicação no *work engagement* é relativamente universal, não dependendo do nível de literacia tecnológica do colaborador.

# 6. Discussão

Os resultados deste estudo oferecem uma perspetiva elucidativa sobre como a IoT está a influenciar os profissionais da Indústria de Moldes portuguesa, revelando padrões tanto esperados como surpreendentes. Em termos globais, confirma-se parcialmente o quadro teórico do modelo JD-R: os recursos digitais associados à IoT mostraram-se claramente promotores do *engagement* no trabalho, enquanto que, as exigências digitais não exerceram o efeito prejudicial antecipado. Uma delas não teve impacto significativo e a outra revelou mesmo uma relação positiva inesperada com o envolvimento dos colaboradores. Estes resultados delineiam um cenário em que a IoT, no contexto atual das empresas de moldes, tende a ser mais um aliado motivacional do que uma fonte de desgaste, contribuindo para o envolvimento dos colaboradores nas suas funções. De seguida, discute-se cada hipótese individualmente, destacando convergências ou divergências com estudos prévios, e apresentam-se as contribuições teóricas e práticas, com ênfase nas implicações para a Indústria portuguesa de Moldes.

## 6.1. Hipótese 1: Exigências digitais e *work engagement*

Presumia-se que as exigências digitais decorrentes da IoT, nomeadamente Impacto da Tecnologia no Trabalho (sobrecarga e pressão digital) e Dependência e Fiabilidade da Tecnologia, teriam um efeito negativo no *work engagement* dos colaboradores. Este pressuposto baseava-se na teoria JD-R[16], que associa exigências excessivas a desgaste e redução de bem-estar, potencialmente diminuindo a motivação no trabalho. De facto, fatores de *technostress* como sobrecarga de informação, complexidade tecnológica e dependência dos sistemas tendem a gerar efeitos adversos, como stress e exaustão, bem como a diminuir a satisfação e a eficácia profissional[19].Esperava-se, portanto, que a adoção da IoT, enquanto fonte de exigências tecnológicas, estivesse associada a menor *engagement*.

Os resultados do estudo não corroboraram a hipótese de forma linear. Primeiramente, a perceção de Impacto da Tecnologia (sobrecarga/complexidade) não mostrou relação significativa com o *work engagement*. Ou seja, colaboradores que sentem maior pressão ou distrações devidas à tecnologia não apresentaram envolvimento inferior, contrariamente ao esperado. Este resultado difere de algumas pesquisas que apontam que o *technostress* reduz o *engagement* no trabalho [42]. Uma possível explicação é que as exigências tecnológicas, no contexto estudado, possam ter sido percecionadas como desafios manejáveis em vez de obstáculos. Conforme a literatura, certas exigências podem atuar como desafios que estimulam crescimento, não afetando negativamente o *engagement* quando acompanhadas de recursos adequados ou quando os colaboradores estão preparados para elas[43]. Ademais, no presente setor, o nível moderado de sobrecarga digital relatado pode não ter sido suficiente para gerar desmotivação, dada a simultânea presença de benefícios tecnológicos.

Em segundo lugar, surpreendentemente, a dimensão Dependência e Fiabilidade Tecnológica apresentou uma relação positiva e significativa com o *work engagement* (β = 0,30; p = 0,002). Em vez do efeito negativo proposto, verificou-se que colaboradores que mais dependem dos sistemas tecnológicos tendem a demonstrar maior envolvimento no trabalho. Este resultado contraria a hipótese H1 e indica uma inversão do efeito esperado: a confiança na fiabilidade da IoT e a perceção de depender das tecnologias sem falhas associaram-se a níveis superiores de vigor, dedicação e absorção no trabalho. Uma interpretação possível é que, quando a tecnologia é vista como confiável e integrante das tarefas, os colaboradores a encaram como um apoio indispensável que os motiva, em vez de uma fonte de stress. Ou seja, a dependência pode ter sido percebida como um indicador de um ambiente digital robusto no qual confiam para desempenhar melhor as suas funções[44]. Este resultado alinha-se em parte com a ideia de "exigências-desafio" no JD-R: algumas exigências, se acompanhadas de alto suporte, podem não prejudicar e até relacionar-se positivamente com indicadores motivacionais [39]. Em estudos sobre Indústria 4.0, tem-se observado que trabalhadores qualificados podem transformar a forte dependência de sistemas tecnológicos em motivação e foco[45], aproveitando essas ferramentas para alcançar objetivos.

Em suma, a H1 não foi suportada. As exigências digitais da IoT não evidenciaram um efeito linear adverso sobre o envolvimento no trabalho. Pelo contrário, a dimensão dependência e fiabilidade tecnológica mostrou-se até associada a um maior *engagement*. Este resultado sugere que, numa indústria de alta tecnologia e inovação como a de Moldes, as potenciais pressões da transformação digital podem ser contrabalançadas (ou superadas) pelos seus benefícios percebidos. Teoricamente, reforça a necessidade de distinguir exigências *hindrance* (que prejudicam) de exigências *challenge* (que podem estimular) no contexto digital[46]. Do ponto de vista prático, indica que assegurar tecnologia confiável e bem implementada pode evitar efeitos negativos da sobrecarga e, ao invés, envolver os colaboradores no uso da IoT.

## 6.2. Hipótese 2: Recursos digitais (IoT) e *work engagement*

Propôs-se que os recursos digitais proporcionados pela IoT, nomeadamente Produtividade e Autonomia Tecnológica e Gestão da Informação e Comunicação, teriam um efeito positivo no *work engagement*. Esta hipótese baseia-se no componente motivacional do modelo JD-R, segundo o qual os recursos de trabalho (físicos, sociais ou digitais) facilitam a realização dos objetivos e promovem estados mentais positivos como o envolvimento[46]. A literatura apoia amplamente essa expectativa: autonomia no trabalho e suporte informacional são recursos clássicos que reforçam o *work engagement*, levando a maior dedicação e desempenho. No contexto da digitalização, estudos recentes sublinham que ferramentas tecnológicas podem amplificar esses recursos, por exemplo, ao permitir maior autonomia temporal e espacial, colaboração eficiente e rapidez de acesso a informações, todos elementos que

fomentam o envolvimento dos empregados[43]. Assim, esperava-se que a integração de IoT nas empresas de Moldes, ao fornecer ganhos de eficácia, melhor comunicação de dados e mais controle sobre as tarefas, estivesse associada a colaboradores mais entusiasmados e absorvidos no trabalho.

Os dados empíricos confirmaram fortemente a H2. Verificou-se que ambos os recursos digitais avaliados exerceram efeitos positivos significativos no *work engagement*. A dimensão Produtividade e Autonomia Tecnológica mostrou-se um preditor positivo do *work engagement* ($\beta = 0{,}32$; $p < 0{,}001$), indicando que colaboradores que percecionam aumentos de produtividade, eficiência e liberdade proporcionados pela IoT também reportam níveis mais altos de vigor, dedicação e absorção nas suas funções. Este resultado é consistente com a literatura sobre o modelo JD-R, que afirma que os recursos de trabalho, incluindo tecnológicos, potenciam estados motivacionais positivos [46]. Mais especificamente, Xanthopoulou et al. [47]demonstraram que recursos como autonomia e suporte estão positivamente relacionados ao *work engagement*, promovendo maior desempenho.

No nosso caso, a IoT parece estar a cumprir o papel de facilitadora, dando aos profissionais, ferramentas para trabalhar de forma mais eficaz e independente, o que, por sua vez, alimenta o seu entusiasmo e compromisso. Isto confirma que a tecnologia digital, quando percebida como robusta e consistente, atua como recurso motivacional conforme prevê o JD-R [48].

De forma semelhante, a variável Gestão da Informação e Comunicação, que reflete o apoio informacional e organizacional, apresentou também uma contribuição positiva significativa para o *work engagement* ($\beta = 0{,}38$; $p < 0{,}001$). Ou seja, quanto melhor é a circulação de informações relevantes, a conectividade interna e o suporte institucional possibilitados pelas plataformas digitais, maior o envolvimento dos colaboradores. A literatura sobre transformação digital destaca que sistemas de informação eficientes criam ambientes de trabalho mais transparentes e cooperativos, aumentando a confiança do colaborador de que pode realizar um bom trabalho com o suporte necessário. Salanova et al. [47] já demonstravam que recursos organizacionais (como formação, apoio da chefia e ferramentas adequadas) elevam o *work engagement* e, indiretamente, melhoram resultados como a lealdade de clientes. Os nossos resultados convergem com esses estudos, mostrando que informação acessível e comunicação facilitada via IoT são alavancas para o envolvimento. Na prática, isso significa que as empresas que investem não apenas nos dispositivos IoT, mas também na infraestrutura de dados e na cultura de partilha de informação, tendem a ter colaboradores mais envolvidos e proativos.

Os resultados obtidos confirmam de forma robusta a H2, demonstrando que os recursos digitais proporcionados pela IoT, nomeadamente a Produtividade e Autonomia Tecnológica e a Gestão da Informação e Comunicação se associam positivamente ao *work engagement* dos colaboradores da Indústria de Moldes. Estes resultados reforçam o modelo *Job Demands–Resources*, que sustenta que os recursos de trabalho, incluindo os tecnológicos, promovem estados motivacionais como o vigor, a

dedicação e a absorção[46]. Tais resultados estão em consonância com estudos prévios que destacam a importância da autonomia e do apoio informacional no aumento do envolvimento no trabalho.

A perceção de maior autonomia e produtividade permitida pela IoT surge como um fator facilitador que capacita os profissionais a desempenharem as suas funções com mais eficácia, promovendo o seu compromisso organizacional. Simultaneamente, a qualidade da gestão da informação e da comunicação, viabilizada por sistemas digitais eficientes, revela-se um recurso organizacional fundamental para fomentar um clima de trabalho colaborativo e transparente, o que, por sua vez, potencia o *work engagement*[20].

Estes dados evidenciam que, no contexto tecnológico da Indústria de Moldes, os investimentos em soluções digitais não apenas otimizam processos, mas também geram impactos positivos no bem-estar motivacional dos trabalhadores. Assim, confirma-se que a IoT, quando bem integrada e orientada para o *empowerment* dos colaboradores, funciona como um catalisador do *work engagement*, com implicações relevantes para o desempenho e a retenção de talento.

## 6.3. Hipótese 3: Familiaridade tecnológica como moderador das exigências da IoT

Formulou-se que a familiaridade tecnológica dos colaboradores (nível de literacia digital e experiência prévia com tecnologias) exerceria um efeito de moderação, atenuando o impacto negativo das exigências digitais no *work engagement*. Em outras palavras, esperava-se que funcionários mais familiarizados com tecnologia sofreriam menos com as potenciais cargas e complexidades trazidas pela IoT, mantendo um nível de envolvimento relativamente alto apesar das exigências. Esta hipótese apoia-se em trabalhos que apontam recursos pessoais, como autoeficácia computacional e competências digitais, como amortecedores do *technostress* [43] .Assim, fazia sentido prever que, no presente estudo, a familiaridade tecnológica protegeria o *work engagement* dos indivíduos diante de altas exigências de IoT.

A análise de moderação realizada não encontrou suporte estatisticamente significativo para a H3. A interação entre familiaridade tecnológica e as variáveis de exigências não se revelou significativa nos modelos testados. Em termos práticos, isto indica que o efeito do Impacto da Tecnologia ou da Dependência/Fiabilidade sobre o *work engagement* foi semelhante entre colaboradores mais e menos familiarizados com tecnologia. Colaboradores altamente digitais não apresentaram uma "resiliência" claramente maior às exigências em comparação aos menos experientes, ou seja, todos reagiram de forma análoga aos aspetos de sobrecarga, complexidade e dependência. Esse resultado é ilustrativo: por exemplo, tanto profissionais seniores habituados a sistemas informáticos quanto aqueles com menos traquejo tecnológico tendem a ver o impacto da sobrecarga digital da mesma forma.

Contudo, é interessante notar uma tendência não significativa nas interações que vale a pena discutir. No caso da exigência Dependência e Fiabilidade Tecnológica, os resultados sugeriram que a familiaridade tecnológica poderia moderar levemente a relação com o *work engagement*, embora o efeito não tenha atingido o limiar de significância convencional ($p \approx 0,09$). A análise dos efeitos condicionais apontou que, para níveis baixos de familiaridade, a dependência dos sistemas não exerce impacto claro no *work engagement* . Já os trabalhadores mais familiarizados parecem transformar a dependência tecnológica em motivação e não em desgaste, isto possivelmente porque, sabendo usar bem as ferramentas, eles encaram a dependência do uso de tecnologia como um desafio estimulante ou um facilitador do trabalho, enquanto os menos familiarizados podem se sentir indiferentes ou recorrer mais a apoio de colegas. Embora essa interação não tenha sido robusta o suficiente para confirmar formalmente a H3, ela sugere um *insight* coerente com a literatura: estudos qualitativos em fábricas inteligentes relatam, de facto, que operadores experientes em tecnologias de informação lidam melhor com alarmes e falhas dos sistemas, recuperando mais rapidamente e com menos frustração, em comparação com operadores com baixa literacia digital, que se estressam ou param o trabalho até receber ajuda [43].

No que se refere à sobrecarga tecnológica, ou seja, o Impacto da Tecnologia, a ausência de moderação pela familiaridade pode indicar que certos efeitos de distração ou excesso de informação impactam todos os colaboradores de forma relativamente universal. É possível que, quando há interrupções constantes ou complexidade nos sistemas IoT, mesmo os usuários avançados sintam algum nível de impacto. Além disso, no presente estudo o efeito principal da sobrecarga no *work engagement* já foi praticamente nulo, assim, pouco restaria para ser moderado. Este padrão reforça a ideia de que as exigências identificadas talvez não estivessem a sobrecarregar significativamente os funcionários, possivelmente devido a estratégias organizacionais já implementadas para gerir a transição digital (formação prévia, suporte de Tecnologias de informação eficiente, etc.), nivelando o terreno entre os mais e menos familiarizados.

Em resumo, a hipótese de moderação da familiaridade tecnológica nas exigências não foi suportada de forma significativa. Todos os colaboradores, independentemente do seu nível de literacia digital, reagiram de maneira similar. Ainda assim, vislumbrou-se uma indicação de que colaboradores muito experientes em TI podem obter uma vantagem motivacional ligeira sob alta dependência tecnológica, apontando para a necessidade de continuar a investir em capacitação tecnológica. Do ponto de vista prático, este resultado sugere que as organizações não devem presumir que apenas formar "super-utilizadores" resolverá todos os desafios de sobrecarga digital, ou seja é crucial desenhar sistemas e fluxos de trabalho que sejam intuitivos e adequados para todos os níveis de habilidade, garantindo que mesmo os menos experientes não fiquem para trás ou sobrecarregados. Por outro lado, confirma-se que reforçar as competências digitais da força de trabalho continua a ser válido, não tanto para eliminar o efeito do *technostress,* mas para maximizar a capacidade de aproveitar as tecnologias sem frustrações.

## 6.4. Hipótese 4: Familiaridade tecnológica como moderador dos recursos da IoT

Por fim, a quarta hipótese propunha que a familiaridade tecnológica moderaria a relação entre os recursos digitais da IoT e o *work engagement*, de tal modo que colaboradores com maior familiaridade extraíssem benefícios adicionais dos recursos, apresentando níveis ainda mais elevados de envolvimento no trabalho. A lógica aqui é que usuários tecnologicamente mais experientes conseguem explorar com maior eficácia as funcionalidades das ferramentas digitais, tirando o máximo partido da autonomia oferecida e da informação disponibilizada, enquanto usuários menos experientes podem subutilizar esses recursos. Esta perspetiva encontra suporte em estudos que demonstram que a autoeficácia computacional e a literacia digital aumentam a perceção de utilidade da tecnologia e a satisfação no trabalho. Por exemplo, Ragu-Nathan et al. [49] demonstraram que colaboradores com maior literacia tecnológica enfrentam menos *technostress* e percebem os sistemas digitais como facilitadores do desempenho.

H4 propunha que a familiaridade tecnológica dos colaboradores moderaria a relação entre os recursos digitais baseados em IoT e o seu *engagement* no trabalho, prevendo-se que colaboradores mais familiarizados com tecnologia obtivessem um incremento mais pronunciado de envolvimento laboral a partir desses recursos. Os resultados da análise, contudo, não evidenciaram um efeito de moderação estatisticamente significativo. As interações testadas entre as medidas de recursos da IoT e a familiaridade tecnológica não atingiram significância (embora com uma ligeira tendência na direção esperada), indicando que o efeito positivo dos recursos digitais no *work engagement* se verificou de forma semelhante para colaboradores com diferentes níveis de familiaridade tecnológica. Em termos práticos, isto sugere que, no nosso estudo, mesmo os profissionais menos familiarizados com tecnologia beneficiaram dos recursos da IoT num grau comparável aos colegas mais experientes.

Seria de esperar que uma maior familiaridade tecnológica funcionasse como catalisador dos efeitos positivos da IoT, ao tornar a experiência de uso mais gratificante e menos frustrante. Alguns estudos recentes corroboram esta perspetiva: por exemplo, Chan et al [50] observaram que funcionários com elevada literacia digital apresentam maior aceitação e atitude positiva face a ferramentas digitais, o que se traduz em níveis superiores de *engagement* em ambientes de trabalho inovadores.

Diante deste enquadramento, a ausência de um efeito robusto de moderação nas nossas análises levanta questões interessantes. Uma possível explicação é de natureza contextual: os recursos digitais baseados em IoT avaliados no nosso estudo podem ter sido implementados de forma suficientemente intuitiva e com suporte organizacional, permitindo que mesmo colaboradores menos experientes os utilizassem eficazmente. Em outras palavras, uma abordagem organizacional *human-centric* na transformação

digital, ou seja, focada em formação, adaptação e suporte aos utilizadores, pode ter atenuado as diferenças entre níveis de familiaridade [51].

Adicionalmente, as características da amostra podem ter contribuído para o resultado. Importa notar que a maioria dos participantes apresentava um nível considerável de literacia digital: apenas ~6% afirmaram nunca ter ouvido falar de IoT, enquanto a grande maioria reportou pelo menos conhecimento teórico (52%) ou mesmo experiência prática (29%) com estas tecnologias. Em paralelo, a própria familiaridade tecnológica mostrou uma correlação positiva e significativa com o *work engagement* (Tabela 3, $r \approx 0{,}22$, $p < 0{,}05$), sugerindo que funciona ela mesma como um pequeno recurso pessoal que favorece o envolvimento no trabalho, independentemente dos recursos de IoT em si. Este resultado espelha pesquisas no âmbito do JD-R em que recursos pessoais (como a auto-eficácia) tendem a influenciar diretamente o *engagement* e a moldar a perceção dos recursos laborais disponíveis [52]. Por exemplo, Xanthopoulou et al. [52]verificaram que trabalhadores com mais recursos pessoais não necessariamente "potenciam" adicionalmente o efeito motivador dos recursos do trabalho via interação estatística, mas sim apresentam, em geral, níveis mais altos de *engagement* e percebem mais recursos no seu ambiente.

No contexto do estudo, isto pode indicar que os colaboradores com maior familiaridade tecnológica já apresentam níveis mais elevados de *engagement* por natureza e conseguem reconhecer mais facilmente os benefícios das ferramentas digitais. Por outro lado, os menos familiarizados também tiram proveito desses recursos, embora possam começar com menor confiança ou domínio técnico.

A H4 não foi confirmada: a familiaridade tecnológica não amplificou significativamente os efeitos motivadores dos recursos digitais. Em perspetiva, este é um resultado encorajador, pois indica equidade no aproveitamento das vantagens da IoT. Do ponto de vista prático, reforça que investir em usabilidade e formação universal permite que mesmo colaboradores menos experientes sintam os ganhos de autonomia e suporte informacional, resultando em *work engagement* generalizado. Para os gestores, a lição é clara, tornar as soluções IoT o mais acessíveis possível e cultivar um ambiente onde todos se sintam confiantes para usar as novas ferramentas é fundamental para maximizar os retornos em motivação e desempenho. Além disso, continua a ser benéfico elevar o nível geral de literacia digital, mas não porque os menos experientes estejam incapacitados de se comprometerem, mas sim para que toda a força de trabalho esteja ainda mais apta a inovar e extrair valor das tecnologias emergentes.

## 6.5. Síntese Integrada dos Resultados das Hipóteses

Para facilitar a compreensão global dos resultados obtidos, apresenta-se de seguida uma síntese comparativa das quatro hipóteses testadas, integrando os resultados estatísticos e as respetivas interpretações à luz do modelo Job Demands–Resources e do contexto específico da Indústria Portuguesa de Moldes. Esta síntese permite visualizar, de forma estruturada, em que medida as

exigências e os recursos digitais associados à IoT se relacionam com o *work engagement*, bem como o papel da familiaridade tecnológica enquanto potencial moderador.

A análise global demonstra que, embora algumas expectativas teóricas tenham sido confirmadas, nomeadamente o papel claramente motivador dos recursos digitais, outras revelaram padrões inesperados, como o efeito positivo da dependência tecnológica e a ausência de moderação da familiaridade digital. Estes resultados reforçam a necessidade de compreender a transformação digital não apenas como um conjunto de desafios, mas como um ecossistema socio-tecnológico no qual a perceção dos trabalhadores desempenha um papel central.

A tabela 8 resume, de forma concisa, os principais resultados e implicações derivados da análise empírica.

*Tabela 8 - Quadro-resumo dos resultados das hipóteses*

| Hipótese | Expectativa Teórica | Resultado Empírico | Interpretação Principal | Implicações |
|---|---|---|---|---|
| H1 | Efeito negativo das exigências digitais no *work engagement.* | Não suportada.<br><br>Impacto da Tecnologia: sem efeito significativo.<br><br>Dependência/Fiabilidade Tecnológica: efeito positivo inesperado. | A sobrecarga digital não diminui o *work engagement,* pode ser percebida como exigência-desafio.<br><br>A dependência na tecnologia e a sua fiabilidade funcionam como elemento motivacional. | Necessidade de distinguir entre exigências-desafio e exigências-obstáculo.<br><br>Investir em sistemas fiáveis pode aumentar *work engagement* mesmo em contextos altamente tecnológicos. |
| H2 | Recursos digitais promovem *work engagement*. | Totalmente suportada.<br><br>Produtividade e Autonomia Tecnológica: efeito positivo significativo.<br><br>Gestão da Informação e Comunicação: efeito positivo robusto. | A IoT é percecionada como facilitadora do trabalho, aumentando eficácia, autonomia e clareza informacional. | A IoT funciona como recurso motivacional.<br><br>Investimentos em infraestrutura digital, comunicação e sistemas *user-friendly* impulsionam *work engagement*. |
| H3 | Maior familiaridade atenua efeitos negativos das exigências, funcionando como recurso pessoal. | Não suportada.<br><br>Nenhuma interação significativa.<br><br>Pequena tendência (não significativa) para familiaridade suavizar a relação dependência → *work engagement*. | As exigências digitais afetam colaboradores de forma semelhante, independentemente da literacia digital.<br><br>A sobrecarga parece ser universalmente gerida. | Formação contínua é útil, mas não elimina por completo os impactos das exigências.<br><br>É necessário desenhar sistemas intuitivos para todos os níveis de competências. |
| H4 | Trabalhadores mais experientes beneficiam mais dos recursos digitais, aumentando mais o *work engagement.* | Não suportada.<br><br>Recursos digitais aumentam o *work engagement* de forma semelhante para todos os colaboradores. | Sistemas e práticas digitais parecem suficientemente intuitivos para que todos os níveis de familiaridade beneficiem igualmente. | Reforça a importância de usabilidade, formação universal e gestão *human-centric*.<br><br>A literacia digital aumenta *work engagement* de forma direta, mas não pela moderação dos recursos. |

# 7. Contribuições

## 7.1. Contribuições teóricas e práticas do estudo

Os resultados desta investigação oferecem várias contribuições relevantes. Em termos teóricos, o estudo aprofunda a aplicação do modelo JD-R num contexto industrial altamente tecnológico, confirmando a sua utilidade para enquadrar os "dois lados" da digitalização, o lado das exigências (*dark side*) e o lado dos recursos (*bright side*) [43].

Ficou evidente que, mesmo num setor fabril tradicional como a Indústria de Moldes, a introdução de tecnologias IoT pode ser interpretada tanto como uma fonte de exigência quanto de recurso, dependendo do contexto e da perceção dos trabalhadores. A constatação de que uma exigência tecnológica como a dependência dos sistemas apresentou relação positiva com o *work engagement* reforça a necessidade de distinguir qualitativamente os tipos de exigências digitais. Nem todas as exigências digitais produzem efeitos negativo, quando associadas a fatores como confiabilidade tecnológica e suporte adequado, algumas podem ser percebidas como desafios estimulantes (*challenge stressors*), ao invés de obstáculos debilitantes (*hindrance stressors*). Essa diferenciação é essencial para compreender o impacto das tecnologias no bem-estar dos colaboradores.

Este resultado converge com estudos que destacam a importância da avaliação subjetiva das exigências digitais. Por exemplo, Tarafdar et al. [21]introduziram o conceito de *techno-eustress* para descrever experiências tecnológicas desafiadoras e positivas, contrastando com o *techno-distress*, associado a experiências negativas e frustrantes.

Portanto, a evidência do presente estudo contribui para a literatura de *technostress* ao sugerir que o efeito das exigências digitais depende da sua natureza percebida, tal como proposto no modelo JD-R. Essa distinção entre *hindrance* e *challenge stressors* no contexto digital é crucial para desenhar intervenções eficazes de gestão de tecnologia e bem-estar organizacional.

Outra contribuição teórica importante é relativa ao papel da familiaridade tecnológica. Os resultados sugerem que, contrariamente a certas expectativas, a literacia digital dos colaboradores não altera substancialmente o impacto das exigências e recursos digitais no seu *work engagement*, pelo menos não no contexto analisado. Isso pode indicar que o modelo JD-R, na sua forma básica, já capta os principais efeitos, e que variáveis individuais como a familiaridade podem ter menos influência quando o ambiente de trabalho provê sistemas acessíveis a todos. Ou seja, o contexto organizacional (ex.: cultura de suporte, qualidade das TI disponíveis) pode suplantar diferenças individuais na forma como as pessoas reagem às tecnologias. Este resultado dialoga com teorias sociotécnicas, sugerindo que um bom ajuste entre tecnologias e utilizadores minimiza a importância das diferenças pessoais. Teoricamente, isto advoga por uma visão holística, não basta olhar apenas para as caraterísticas do indivíduo (recursos pessoais),

mas sim para o ecossistema de trabalho digital como um todo. Essas reflexões contribuem para o refinamento do JD-R quando aplicado a cenários de transformação digital, incentivando futuras investigações a incluir variáveis como cultura digital da organização ou design das ferramentas como possíveis moderadores do impacto de exigências/recursos digitais.

Do ponto de vista prático, este estudo fornece *insights* valiosos para gestores e decisores, especialmente no âmbito da Indústria de Moldes e, por extensão, em outros setores fabris em fase de digitalização. Em primeiro lugar, os resultados subscritam os benefícios da IoT para os colaboradores: longe de apenas melhorar indicadores operacionais (eficiência, produtividade), a adoção bem-sucedida de IoT pode elevar o moral, o entusiasmo e o comprometimento da equipa. Foi evidente que os trabalhadores reconhecem ganhos de autonomia e apoio informativo trazidos por essas tecnologias, refletindo-se em maior envolvimento. Isto reforça o argumento de negócio para a digitalização, não apenas pela otimização de processos, mas também pelo seu impacto humano positivo. Colaboradores envolvidos tendem a ser mais produtivos, criativos e resilientes, contribuindo para a competitividade da empresa. Assim, investimentos em IoT, aliados a estratégias de gestão da mudança adequadas, podem gerar um duplo retorno: *hard* (maior eficiência) e *soft* (melhor clima e envolvimento no trabalho).

Por outro lado, o estudo alerta para os desafios a gerir na transformação digital. Embora as exigências tecnológicas não tenham, em média, diminuído o *work engagement*, isso não significa que devam ser negligenciadas. As organizações devem permanecer atentas a potenciais sintomas de *technostress*, especialmente à medida que a intensidade de digitalização aumenta. Aspetos como sobrecarga de informação, complexidade excessiva de sistemas ou dependência sem planos de contingência podem, se não forem bem geridos, levar a fadiga tecnológica e frustração dos colaboradores. Para mitigar isso, recomenda-se implementar estratégias proativas, tais como investir em formação contínua para aumentar a familiaridade tecnológica média dos colaboradores (mesmo que não tenha moderado os efeitos, um nível alto de competência digital é desejável por si só), promover canais de apoio técnico ágeis e envolver os colaboradores no desenho das soluções (recolha de feedback sobre ferramentas IoT, implementação de melhorias ergonómicas nas interfaces). A literatura aponta que quando os trabalhadores se sentem apoiados pela liderança digital e pela organização, os efeitos negativos do *technostress* diminuem sensivelmente [53]. Logo, estilos de liderança participativos e *coaching* digital podem ser adotados pelos gestores no setor de Moldes para assegurar que a equipa consiga acompanhar a inovação sem desgaste.

Especificamente neste setor da indústria do Moldes, reconhecido internacionalmente pela sua qualidade e inovação, os resultados têm implicações claras. A Indústria de Moldes em Portugal enfrenta uma pressão competitiva global muito forte, requerendo eficiência máxima, flexibilidade e qualidade irrepreensível. A IoT surge, conforme descrito na introdução, como uma alavanca crucial para atingir esses objetivos, permitindo monitorização em tempo real, manutenção preditiva e integração de

processos. O estudo demonstra que essa transição digital já está em curso, uma vez que a maioria dos colaboradores inquiridos tem contacto com IoT e reconhece mudanças nos processos. Portanto, as empresas de Moldes devem acelerar, mas com cautela, na adoção das tecnologias pois há evidências de aceitação e benefícios, mas com cautela no sentido de gestão humana da mudança.

Em termos concretos, as empresas devem focar em algumas frentes:

- Capacitação e retenção de talentos digitais – o setor deve suprir eventuais lacunas de competências, dado que estudos indicam que falta de qualificações é um entrave comum na Indústria 4.0 [54]. Programas de formação em IoT, análise de dados e manutenção inteligente serão investimentos chave.
- Sistemas confiáveis e integrados – garantir alta fiabilidade das soluções IoT implementadas, já que os colaboradores se envolvem mais quando confiam nos sistemas. Isso implica selecionar tecnologias robustas, bons fornecedores, e ter planos de redundância para minimizar interrupções.
- Participação do colaborador e comunicação – envolver as equipas na implementação, gerir novos dispositivos em pequenas células de trabalho, recolher sugestões sobre como melhorar a usabilidade. Isso aumentará a aceitação e diminuirá resistência ou ansiedade frente ao novo. Conforme um estudo de IoT *adoption*, transparência na comunicação e envolvimento dos trabalhadores reduzem significativamente a resistência e ampliam a eficácia da implementação [55].
- Foco na ergonomia digital – o design das interfaces e fluxos de informação deve ser centrado no utilizador de fábrica, muitas vezes um técnico ou operador com múltiplas tarefas. Informações em excesso ou mal priorizadas podem se tornar contraproducentes.

Em síntese, a Indústria de Moldes portuguesa encontra neste estudo indicações de que a jornada de transformação digital via IoT pode trazer ganhos substanciais não só na eficiência operacional, como também no capital humano. Ao abraçar a IoT como ferramenta estratégica, as empresas devem continuar a cultivar um equilíbrio saudável, maximizando os recursos digitais (autonomia, informação, apoio) ao mesmo tempo em que gerenciam as exigências (sobrecarga, complexidade) para não sobrecarregar os profissionais. Assim, o setor poderá reforçar a sua posição de vanguarda tecnológica mantendo colaboradores motivados, flexíveis e preparados para os desafios futuros. Como refere a literatura, a digitalização bem-sucedida é aquela que transforma a IoT num ativo de trabalho valioso [43] . Os resultados corroboram essa visão e oferecem um guia prático de onde atuar, é necessário investir nas pessoas e na tecnologia de forma integrada, garantindo que a quarta revolução industrial seja, em última instância, uma revolução também na qualidade de vida e envolvimento no trabalho na indústria.

## 7.2. Limitações e sugestões futuras

Apesar de este estudo contribuir para uma compreensão mais aprofundada do impacto da IoT na Indústria de Moldes portuguesa, importa reconhecer algumas limitações que condicionam a generalização dos resultados. Em primeiro lugar, a dimensão e natureza não probabilística da amostra constituem uma limitação relevante. Tendo sido recolhidas 87 respostas, estas dependem da adesão voluntária dos participantes, privilegiando profissionais com maior interesse ou contacto prévio com tecnologias digitais.

Em segundo lugar, a informação relativa à adoção de IoT nas organizações baseia-se na perceção dos colaboradores, não sendo realizada qualquer validação técnica ou auditoria aos sistemas implementados. Assim, pode existir discrepância entre a maturidade tecnológica real das empresas e a perceção dos participantes.

Outra limitação relaciona-se com o facto de todas as variáveis principais (exigências digitais, recursos digitais, *work engagement* e familiaridade tecnológica) terem sido medidas subjetivamente, e num único momento do tempo (estudo cross-sectional) o que pode gerar enviesamentos associados à desejabilidade social ou respostas influenciadas por estados momentâneos ou respostas anteriores.

Por fim, o modelo não inclui variáveis organizacionais e individuais adicionais que poderiam influenciar a relação entre IoT e bem-estar no trabalho, como cultura organizacional, competências digitais específicas, resistência à mudança, clima de inovação ou suporte da liderança. Esta ausência pode explicar, por exemplo, a falta de efeitos negativos das exigências tecnológicas ou a não confirmação dos efeitos moderadores da familiaridade tecnológica.

Com base nas limitações identificadas, emergem diversas oportunidades para aprofundar o fenómeno em estudos futuros. Uma primeira linha de investigação deverá recorrer a amostras mais amplas e probabilísticas, permitindo uma maior representatividade do setor e reduzindo o impacto de enviesamentos de seleção. Seria igualmente valioso realizar estudos de caso em empresas específicas, combinando dados quantitativos com observação direta, entrevistas ou auditorias tecnológicas.

Em segundo lugar, investigações futuras poderão beneficiar de métodos longitudinais, que permitam acompanhar a evolução da adoção da IoT e o seu impacto no *work engagement* ao longo do tempo. Esta abordagem possibilitaria testar relações causais e compreender como diferentes fases de implementação tecnológica influenciam o bem-estar dos colaboradores.

Outra via promissora consiste na integração de variáveis organizacionais e individuais adicionais no modelo JD-R, como competências digitais, suporte da liderança, cultura de inovação, maturidade tecnológica das empresas ou indicadores objetivos de produtividade. Estas variáveis podem clarificar processos ainda pouco compreendidos, como a ausência de efeitos negativos das exigências tecnológicas ou a limitada capacidade moderadora da familiaridade tecnológica.

Por fim, dada a escassez de estudos focados especificamente na Indústria de Moldes portuguesa, futuras investigações poderão explorar comparações internacionais, avaliando semelhanças e diferenças com outras geografias onde a adoção da IoT já se encontra mais consolidada.

# Bibliografia


[1] M. Lombardi, F. Pascale, and D. Santaniello, “Internet of Things: A General Overview between Architectures, Protocols and Applications,” *Information 2021, Vol. 12, Page 87*, vol. 12, no. 2, p. 87, Feb. 2021, doi: 10.3390/INFO12020087.

[2] IoT Analytics, “Insights release - Number of connected IoT devices,” 2024. Accessed: Jul. 08, 2025. [Online]. Available: https://iot-analytics.com/wp-content/uploads/2024/09/INSIGHTS-RELEASE-Number-of-connected-IoT-devices-vf.pdf

[3] C. Mgbemena and F. Okeagu, “(PDF) Development of an IoT-based real-time remote monitoring device for the maintenance of injection moulding machines in plastic industries.” Accessed: Jul. 08, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/371990820_Development_of_an_IoT-based_real-time_remote_monitoring_device_for_the_maintenance_of_injection_moulding_machines_in_plastic_industries

[4] V. Ferreira, “Estratégia, Competências e Inovação na Indústria de Moldes – Portugal versus República Popular da China,” 2006. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/277229927_Estrategia_Competencias_e_Inovacao_na_Industria_de_Moldes_-_Portugal_versus_Republica_Popular_da_China

[5] “História do Sector.” Accessed: Jul. 10, 2025. [Online]. Available: https://www.cefamol.pt/index.php?id=29

[6] Região de Cister, “Made in Cister - Moldes,” Oct. 2024, [Online]. Available: https://regiaodecister.pt/2024/10/10/revista-made-in-cister-moldes/

[7] Cefamol, “INDÚSTRIA PORTUGUESA DE MOLDES,” 2025. [Online]. Available: https://www.cefamol.pt/index.php?id=75

[8] A. Polenta, S. Tomassini, N. Falcionelli, P. Contardo, A. F. Dragoni, and P. Sernani, “A Comparison of Machine Learning Techniques for the Quality Classification of Molded Products,” *Information 2022, Vol. 13, Page 272*, vol. 13, no. 6, p. 272, May 2022, doi: 10.3390/INFO13060272.

[9] Alex Vedan, “IoT na Indústria 4.0_ O que é, Benefícios e Como Aplicar,” Apr. 2025, [Online]. Available: https://tractian.com/blog/iot-na-industria-4-0

[10] S. Kumar, P. Tiwari, and M. Zymbler, “Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review,” *J. Big Data*, vol. 6, no. 1, pp. 1–21, Dec. 2019, doi: 10.1186/S40537-019-0268-2/FIGURES/9.

[11] M. Ryalat, H. ElMoaqet, and M. AlFaouri, “Design of a Smart Factory Based on Cyber-Physical Systems and Internet of Things towards Industry 4.0,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 4, Feb. 2023, doi: 10.3390/APP13042156.

[12] R. Chataut, A. Phoummalayvane, and R. Akl, “Unleashing the Power of IoT: A Comprehensive Review of IoT Applications and Future Prospects in Healthcare, Agriculture, Smart Homes, Smart Cities, and Industry 4.0,” Aug. 01, 2023, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/s23167194.

[13] E. Almeida, “Internet Das Coisas Arquitetura Tecnologias e Aplicacoes - Ebook | PDF | Internet das Coisas | Rede de computadores.” Accessed: Jul. 11, 2025. [Online]. Available: https://pt.scribd.com/document/621714305/Internet-das-Coisas-Arquitetura-Tecnologias-e-Aplicacoes-eBook

[14] “Monitorização e controlo na moldagem por injeção | Kistler PT.” Accessed: Jul. 15, 2025. [Online]. Available: https://www.kistler.com/PT/pt/monitorizacao-e-controlo-na-moldagem-por-injecao/C00000041

[15] D. Rodrigues, “IoT Platform for the Aerospace Industry,” 2021, [Online]. Available: https://rep-dspace.uminho.pt/entities/publication/2643486b-9036-4e14-aaae-9c1c641c2348

[16] E. Demerouti, F. Nachreiner, A. B. Bakker, and W. B. Schaufeli, “The job demands-resources model of burnout,” *Journal of Applied Psychology*, vol. 86, no. 3, pp. 499–512, 2001, doi: 10.1037/0021-9010.86.3.499.

[17] W. B. Schaufeli, M. Salanova, V. González-romá, and A. B. Bakker, “The Measurement of Engagement and Burnout: A Two Sample Confirmatory Factor Analytic Approach,” *Journal of Happiness Studies 2002 3:1*, vol. 3, no. 1, pp. 71–92, Mar. 2002, doi: 10.1023/A:1015630930326.

[18] M. Tarafdar, E. B. Pullins, and T. S. Ragu-Nathan, “Technostress: Negative effect on performance and possible mitigations,” *Information Systems Journal*, vol. 25, no. 2, pp. 103–132, Mar. 2015, doi: 10.1111/ISJ.12042;JOURNAL:JOURNAL:13652575;PAGE:STRING:ARTICLE/CHAPTER.

[19] R. Ayyagari, V. Grover, and R. Purvis, “Technostress: Technological antecedents and implications,” *MIS Q.*, vol. 35, no. 4, pp. 831–858, 2011, doi: 10.2307/41409963.

[20] M. Salanova, S. Agut, and J. M. Peiró, “Linking organizational resources and work engagement to employee performance and customer loyalty: The mediation of service climate,” *Journal of Applied Psychology*, vol. 90, no. 6, pp. 1217–1227, Nov. 2005, doi: 10.1037/0021-9010.90.6.1217.

[21] M. Tarafdar, C. L. Cooper, and J. F. Stich, “The technostress trifecta - techno eustress, techno distress and design: Theoretical directions and an agenda for research,” *Information Systems Journal*, vol. 29, no. 1, pp. 6–42, Jan. 2019, doi: 10.1111/ISJ.12169;WGROUP:STRING:PUBLICATION.

[22] M. J. Page *et al.*, “The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews,” *BMJ*, vol. 372, Mar. 2021, doi: 10.1136/BMJ.N71.

[23] Y. Zhang, S. Li, and J. Liu, “Design of an IoT-Based Remote Monitoring System for Injection Molding Machine Clamping Force,” in *2024 4th International Conference on Electronic Information Engineering and Computer Technology, EIECT 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024, pp. 416–424. doi: 10.1109/EIECT64462.2024.10866282.

[24] G. Luisi, V. Di Pasquale, M. C. Pietronudo, S. Riemma, and M. Ferretti, “A Hybrid Architectural Model for Monitoring Production Performance in the Plastic Injection Molding Process,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 22, Nov. 2023, doi: 10.3390/app132212145.

[25] M. O. Coelho, T. A. Liduario, and V. C. Santiago Silva, “IoT-Based Architecture for Real-Time Measurement and Monitoring of Industrial Parameters,” in *2024 Symposium on Internet of*

*Things, SIoT 2024*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2024. doi: 10.1109/SIoT63830.2024.10780515.

[26] D. Sun, S. Xue, H. Wu, and J. Wu, "A Data Stream Cleaning System Using Edge Intelligence for Smart City Industrial Environments," *IEEE Trans. Industr. Inform.*, vol. 18, no. 2, pp. 1165–1174, Feb. 2022, doi: 10.1109/TII.2021.3077865.

[27] A. P. Massano *et al.*, "Towards dynamic multiscale feedback during the injection moulding cycle of plastics," *Front. Mater.*, vol. 11, 2024, doi: 10.3389/fmats.2024.1466753.

[28] A. Khdoudi, T. Masrour, I. El Hassani, and C. El Mazgualdi, "A Deep-Reinforcement-Learning-Based Digital Twin for Manufacturing Process Optimization," *Systems*, vol. 12, no. 2, Feb. 2024, doi: 10.3390/systems12020038.

[29] Y. Fukushima and N. Kawada, "Online monitoring method for mold deformation using mahalanobis distance," *International Journal of Automation Technology*, vol. 15, no. 5, pp. 689–695, Sep. 2021, doi: 10.20965/ijat.2021.p0689.

[30] L. Siegwardt and M. Gallei, "Overcoming thermal instability of polymeric Core-Shell-Particles: Advanced processing options for the preparation of Stimuli-Responsive structural color materials," *Chemical Engineering Journal*, vol. 480, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.cej.2023.148168.

[31] M. Asadi, S. S. Hashemi, and M. T. Sadeghi, "Detection of Defective Products in Injection Molding Process using YOLO-NAS," in *2023 9th International Conference on Control, Instrumentation and Automation, ICCIA 2023*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023. doi: 10.1109/ICCIA61416.2023.10506371.

[32] Y. Pan *et al.*, "Kube-IPM: A Kubernetes-Native Platform for Industrial Process Monitoring With Heterogeneous Sensor Data and Delay-Sensitive Prediction," *IEEE Internet Things J.*, 2025, doi: 10.1109/JIOT.2025.3576567.

[33] V. B, M. R. C, N. Kaarthik S S, and P. M, "Performance Evaluation of an IoT-Integrated HEPA Air Purifier in High-Pollution Plastic Manufacturing Facilities," Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Jun. 2025, pp. 1–6. doi: 10.1109/iccies63851.2025.11033126.

[34] M. Ghaleb, H. A. Namoura, and S. Taghipour, "Reinforcement Learning-based Real-time Scheduling under Random Machine Breakdowns and Other Disturbances: A Case Study," in *Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021. doi: 10.1109/RAMS48097.2021.9605791.

[35] N.-H. Pham, X.-T. Le, M.-H. Le, and N.-H. Tran, "Developing No-Code IIoT Platform For Small and Medium Manufacturing Plant," Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), May 2025, pp. 1–6. doi: 10.1109/iclie61478.2024.11015378.

[36] A. Scholze and A. Hecker, "The job demands-resources model as a theoretical lens for the bright and dark side of digitization," *Comput. Human Behav.*, vol. 155, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.chb.2024.108177.

[37] W. Schaufeli and A. Bakker, "UWES UTRECHT WORK ENGAGEMENT SCALE Preliminary Manual", Accessed: Nov. 05, 2025. [Online]. Available: https://www.academia.edu/31439118/UWES_UTRECHT_WORK_ENGAGEMENT_SCALE_Preliminary_Manual

[38] D. Magnusson, *Teorías de Los Tests*. 1978. Accessed: Nov. 27, 2025. [Online]. Available: https://pt.scribd.com/document/413084881/Magnusson-D-Teorias-de-Los-Tests-1er-Capitulo

[39] A. B. Bakker and E. Demerouti, "The Job Demands-Resources model: state of the art," *Journal of Managerial Psychology*, vol. 22, no. 3, pp. 309–328, Apr. 2007, doi: 10.1108/02683940710733115.

[40] Andrew F. Hayes, "Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis Methodology in the Social Sciences", Accessed: Nov. 27, 2025. [Online]. Available: www.guilford.com/MSS

[41] "Introdução à Mediação, Moderação e Análise de Processos Condicionais - Andrew F. Hayes, Ph.D." Accessed: Dec. 04, 2025. [Online]. Available: https://afhayes.com/introduction-to-mediation-moderation-and-conditional-process-analysis.html

[42] P. Farmanesh, A. Vehbi, and N. Solati Dehkordi, "Uprooting Technostress: Digital Leadership Empowering Employee Well-Being in the Era of Industry 4.0," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 17, no. 19, p. 8868, Oct. 2025, doi: 10.3390/SU17198868/S1.

[43] A. Scholze and A. Hecker, "Digital Job Demands and Resources: Digitization in the Context of the Job Demands-Resources Model," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 16, Aug. 2023, doi: 10.3390/IJERPH20166581.

[44] P. Zivi *et al.*, "Protective factors against technostress in secondary school teachers," *Scientific Reports 2025 15:1*, vol. 15, no. 1, pp. 35554-, Oct. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-19604-4.

[45] R. Andrulli and R. Gerards, "How new ways of working during COVID-19 affect employee well-being via technostress, need for recovery, and work engagement," *Comput. Human Behav.*, vol. 139, p. 107560, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.CHB.2022.107560.

[46] A. B. Bakker and E. Demerouti, "Job Demands-Resources Theory: Taking Stock and Looking Forward," 2016, doi: 10.1037/ocp0000056.

[47] D. Xanthopoulou, A. B. Bakker, E. Demerouti, and W. B. Schaufeli, "Work engagement and financial returns : a diary study on the role of job and personal resources," *J. Occup. Organ. Psychol.*, vol. 82, no. 1, pp. 183–200, Mar. 2009, doi: 10.1348/096317908X285633.

[48] M. Salanova, S. Agut, and J. M. Peiró, "Linking organizational resources and work engagement to employee performance and customer loyalty: The mediation of service climate," *Journal of Applied Psychology*, vol. 90, no. 6, pp. 1217–1227, Nov. 2005, doi: 10.1037/0021-9010.90.6.1217.

[49] T. S. Ragu-Nathan, M. Tarafdar, B. S. Ragu-Nathan, and Q. Tu, "The Consequences of Technostress for End Users in Organizations: Conceptual Development and Empirical Validation," *https://doi.org/10.1287/isre.1070.0165*, vol. 19, no. 4, pp. 417–433, Aug. 2008, doi: 10.1287/ISRE.1070.0165.

[50] A. J. Chan, L. W. Hooi, and K. S. Ngui, "Do digital literacies matter in employee engagement in digitalised workplace?," *Journal of Asia Business Studies*, vol. 15, no. 3, pp. 523–540, 2021, doi: 10.1108/JABS-08-2020-0318.

[51] C. Hartwein, M. Rimbeck, H. Reil, J. Stumpf-Wollersheim, and M. Leyer, "Scenario-based solutions for implementing an internet of things system at the organizational level in small-

and medium-sized enterprises," *Work*, vol. 72, no. 4, pp. 1611–1627, 2022, doi: 10.3233/WOR-211242.

[52] D. Xanthopoulou, A. B. Bakker, E. Demerouti, and W. B. Schaufeli, "The Role of Personal Resources in the Job Demands-Resources Model," *Psychological Association*, vol. 14, no. 2, pp. 121–141, 2007, doi: 10.1037/1072-5245.14.2.121.

[53] P. Farmanesh, A. Vehbi, and N. Solati Dehkordi, "Uprooting Technostress: Digital Leadership Empowering Employee Well-Being in the Era of Industry 4.0," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 17, no. 19, p. 8868, Oct. 2025, doi: 10.3390/SU17198868/S1.

[54] "Persistem as lacunas de competências nas áreas da IoT | IoT World Today." Accessed: Dec. 09, 2025. [Online]. Available: https://www.iotworldtoday.com/connectivity/skill-gaps-persist-in-iot-disciplines

[55] P. Siwach, D. Gulia, D. K. Yadav, M. Malik, and V. K. Gahlawat, "Exploring IoT integration challenges: Causal relationships and strategic implications for business models," *Digital Business*, vol. 5, no. 2, p. 100125, Dec. 2025, doi: 10.1016/J.DIGBUS.2025.100125.

# Anexos

## Anexo A- Questionário




O presente estudo surge no âmbito de um projeto de investigação académica sobre a utilização da Internet of Things (IoT) na Indústria de Moldes. O objetivo é compreender de que forma a adoção de tecnologias digitais influencia o trabalho, a produtividade e o contexto organizacional neste setor.

O estudo é realizado por Catarina Romão Proença, gestora de projetos na área de Inovação do CENTIMFE e estudante do mestrado em Tecnologias Digitais para o Négocio do ISCTE Executive Education, sob a orientação do Professor Doutor Ruben Pereira e da Professora Doutora Patrícia Costa. Para qualquer dúvida ou comentário pode contactar através do e-mail: cirpa@iscte-iul.pt ou catarina.proenca@centimfe.com.

A sua participação consiste em responder a um questionário com duração aproximada de 10 minutos. A participação é voluntária e anónima: pode escolher livremente participar ou não participar, bem como desistir em qualquer momento sem ter de apresentar qualquer justificação.
As respostas recolhidas destinam-se apenas a tratamento estatístico e nenhum dado individual será analisado ou reportado isoladamente.

Agradecemos desde já a sua colaboração e disponibilidade para contribuir com este estudo!

Compreendo e aceito participar

Não aceito participar

→

Nível de familiaridade com o conceito de Internet of Things (IoT)

- Nunca ouvi falar
- Já ouvi falar, mas não conheço bem
- Tenho algum conhecimento teórico
- Tenho experiência prática / já participei em projetos de IoT

A sua empresa já utiliza soluções de IoT (Internet of Things, ou seja, dispositivos físicos ligados à internet que recolhem e trocam dados automaticamente)?

- Sim, de forma estruturada
- Sim, mas de forma limitada/piloto
- Não, mas está nos planos futuros
- Não, e não está previsto
- Não sei

Quais soluções de IoT a sua empresa utiliza?
(Pode assinalar mais do que uma opção)

- Sensores industriais
- Plataformas cloud
- Algoritmos de inteligência artificial
- Outra
- Nenhuma

←

→

Pense na forma como se sente habitualmente em relação ao seu trabalho, e indique, para cada afirmação, qual o seu grau de concordância.

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem concordo nem discordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|---|---|---|---|---|
| No meu trabalho, sinto que estou cheio(a) de energia | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| No meu trabalho, sinto-me forte e vigoroso(a) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Quando me levanto de manhã, tenho vontade de ir trabalhar | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Estou entusiasmado(a) com o meu trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Tenho orgulho no trabalho que realizo | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| O meu trabalho inspira-me | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Estou imerso(a) no meu trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Deixo-me levar quando estou a trabalhar | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Sinto-me feliz quando estou a trabalhar intensamente | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

← →

Considere de que forma a tecnologia influencia o seu dia de trabalho e assinale, em cada afirmação, o grau de concordância.

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem concordo nem discordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|---|---|---|---|---|
| Sinto que, num ambiente menos conectado, a minha atenção estaria menos dividida, permitindo-me ser mais produtivo(a) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Muitas vezes sinto-me sobrecarregado(a) porque a tecnologia permitiu que demasiadas pessoas tivessem acesso ao meu tempo. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Perco muito do meu tempo a responder a e-mails e mensagens de voz que estão relacionadas com o trabalho, mas não diretamente ligadas ao que preciso de realizar | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A disponibilidade da comunicação eletrónica criou mais interrupções do que melhorias na comunicação | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Sou forçado(a), por esta tecnologia a trabalhar com prazos muito apertados | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Sou forçado(a) a alterar os meus hábitos de trabalho para me adaptar às novas tecnologias. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Tenho uma carga de trabalho maior devido ao aumento da complexidade tecnológica. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

← →

Reflita de que forma a fiabilidade e o acesso às tecnologias influenciam o seu desempenho profissional e assinale, em cada afirmação, o grau de concordância.

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem concordo nem discordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|---|---|---|---|---|
| Quando não tenho acesso às ferramentas de tecnologias de informação que utilizo para apoiar as minhas atividades profissionais, isso impede-me de ser produtivo(a) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Grande parte do processo de negócio envolvido no meu trabalho está incorporado nos sistemas que utilizo. Assim, desempenhar as minhas responsabilidades sem essas ferramentas seria muito difícil | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Dependo da tecnologia a tal ponto que, se o sistema estiver lento ou indisponível, isso afeta diretamente o meu desempenho no trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Problemas de tecnologias de informação, como falhas de software, avarias de hardware e lentidão da rede, interrompem a execução do meu trabalho. | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

← →

Considere de que forma a organização e o acesso à informação impactam o seu desempenho diário e assinale, em cada afirmação, o grau de concordância.

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem concordo nem discordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|---|---|---|---|---|
| Na minha organização, a disseminação de informações relevantes para o trabalho é excelente | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A documentação, as informações e as bases de dados são bem geridas na minha organização | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| O sistema de informação da minha organização é uma grande ajuda para encontrar ideias e oportunidades | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A minha organização recolhe informações de forma diligente a partir de fontes externas, por exemplo, clientes | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

← →

iscte INSTITUTO UNIVERSITÁRIO DE LISBOA

Avalie de que forma a tecnologia influencia a sua produtividade e autonomia no trabalho e indique, em cada afirmação, o grau de concordância.

| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Nem concordo nem discordo | Concordo parcialmente | Concordo totalmente |
|---|---|---|---|---|---|
| De um modo geral, sinto que a tecnologia dos sistemas de informação aumentou de forma eficiente a minha produtividade no trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| De um modo geral, sinto que a tecnologia dos sistemas de informação aumentou de forma eficaz a minha produtividade no trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A tecnologia dá-me uma autonomia significativa para determinar como realizo o meu trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A tecnologia ajuda-me a decidir, por mim próprio, como proceder na execução do meu trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| A tecnologia proporciona-me uma considerável oportunidade de independência e liberdade na forma como desempenho o meu trabalho | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

←

→

Função atual na empresa

- Administração / Direção
- Engenharia de Produção
- Engenharia de TI / Automação
- Operações / Chão de Fábrica
- Outro

Dimensão da empresa

- Microempresa (até 10 colaboradores)
- Pequena empresa (10 – 49 colaboradores)
- Média empresa (50 – 249 colaboradores)
- Grande empresa (250+ colaboradores)

Localização da empresa

- Região Norte
- Região Centro
- Região Sul
- Regiões Autónomas (Açores/Madeira)
- Internacional

Tempo na empresa

- Menos de 1 ano
- 1-5 anos
- 6-10 anos
- Mais de 10 anos

Tempo de experiência na indústria de moldes

- Menos de 2 anos
- 2 – 5 anos
- 6 – 10 anos
- Mais de 10 anos
- Não tenho experiência

Género

- Masculino
- Feminino
- Não binário / terceiro género
- Prefere não dizer

Idade

Habiltações literárias

- Ensino básico
- Ensino secundário
- Ensino superior
- Outro

←

→