Icon

Description automatically generated

Francisca Amélia de Fernandes Barros

**Dashboards analíticos para a Indústria das Cidades Inteligentes**

Analytical Dashboards for the Smart Cities Industry

Icon

Description automatically generated

Francisca Amélia de Fernandes Barros

**Dashboards analíticos para a Indústria das Cidades Inteligentes**

Analytical Dashboards for the Smart Cities Industry

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação

Ano Letivo 2021/2022 – 5º Ano Curricular

Trabalho efetuado sob a orientação do

**Professor Manuel Filipe Vieira Torre dos Santos**

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

[Formatação de Dissertações/Teses (uminho.pt)](https://alunos.uminho.pt/pt/estudantes/paginas/infouteisformatacao.aspx)

É o anexo 3 deste link

AGRADECIMENTOS

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

DASHBOARDS ANÁLITICOS PARA A INDÚSTRIA DAS SMART CITIES

RESUMO

“Nesta página seguinte deve constar o título e o resumo do trabalho, em português. No final do resumo, devem ser apresentadas três a cinco palavras chave, escritas por ordem alfabética. O resumo e as palavras chave deverão ter a extensão máxima de uma página.”

A presente dissertação desenvolveu-se no âmbito da Dissertação do 5º Ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão de Sistemas de Informação da Universidade do Minho. (…)

Só para a tese

ANALTYCAL DASHBOARDS FOR THE SMART CITIES INDUSTRY

ABSTRACT

ÍNDICE

[1. Introdução 12](#_Toc98663375)

[1.1. Contextualização do Projeto e Motivação 12](#_Toc98663376)

[1.2. Objetivos e Resultados Esperados 13](#_Toc98663377)

[1.3. Estrutura do documento 14](#_Toc98663378)

[2. Revisão da Literatura 15](#_Toc98663379)

[2.1. Estratégia de Pesquisa 15](#_Toc98663380)

[2.2. Estado da Arte 16](#_Toc98663381)

[2.2.1. Evolução da Indústria 16](#_Toc98663382)

[2.2.1.1. 1º Revolução Industrial 16](#_Toc98663383)

[2.2.1.2. 2º Revolução Industrial 17](#_Toc98663384)

[2.2.1.3. 3º Revolução Industrial 18](#_Toc98663385)

[2.2.1.4. 4º Revolução Industrial 18](#_Toc98663386)

[2.2.2. Pilares da Indústria 4.0 18](#_Toc98663387)

[2.2.3. A Indústria das Cidades Inteligentes 21](#_Toc98663388)

[2.2.3.1. Das Cidades tradicionais às Sustentáveis e Inteligentes 21](#_Toc98663389)

[2.2.3.2. Vantagens e Desvantagens das Cidades Inteligentes 23](#_Toc98663390)

[2.2.3.2.1. Vantagens 23](#_Toc98663391)

[2.2.3.2.2. Desvantagens 24](#_Toc98663392)

[2.2.4. Projetos na Indústria 4.0 que impactam a decisão 25](#_Toc98663393)

[2.2.4.1. Área Textil 29](#_Toc98663394)

[2.2.4.1.1. Casos de Sucesso 30](#_Toc98663395)

[2.2.4.2. Área Automóvel 33](#_Toc98663396)

[2.2.4.2.1. Casos de Sucesso 33](#_Toc98663397)

[2.2.4.3. Cidades Inteligentes 37](#_Toc98663398)

[2.2.4.3.1. Casos de Sucesso 38](#_Toc98663399)

[2.2.5. A indústria das Cidades 4.0 42](#_Toc98663400)

[2.2.5.1. Parques de Estacionamento 42](#_Toc98663401)

[2.2.5.2. Taxa de ocupação nos transportes públicos 45](#_Toc98663402)

[2.3. Visão Crítica do Estado da Arte 48](#_Toc98663403)

[3. Abordagem Metodológica, Materiais e Métodos 49](#_Toc98663404)

[3.1. Metodologias de Investigação 49](#_Toc98663405)

[3.2. Metodologias Práticas 49](#_Toc98663406)

[3.3. Lista de Ferramentas 49](#_Toc98663407)

[4. Trabalho Desenvolvido 50](#_Toc98663408)

[5. Plano de Atividades 51](#_Toc98663409)

[5.1. Planeamento 51](#_Toc98663410)

[5.2. Diagrama de Gantt 51](#_Toc98663411)

[5.3. Tabela de Riscos 51](#_Toc98663412)

[6. Conclusão 52](#_Toc98663413)

LISTA DE ABREVIATURAS

***CeNTI*** - Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes

***CMVNF*** -Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão

***DW*** – Armazém de dados

***IoT***– Internet das coisas

***DS*** – Ciência de dados

***KPI’S*** – Indicadores chaves de desempenho

***ETL***– Extrair, transformar e carregar

***SQL*** – Linguagem de Consulta Estruturada

***NoSQ*l** – Bancos de dados não relacionais

***V2X/ V2V/ V2I*** – Veículo para tudo; veículo para veículo, veículo para infraestrutura

***WSNS*** – Redes de sensores sem fio

***VANETs*** – Redes ad-hoc veiculares

***RFID*** - Identificação por radiofrequência

***RSUs*** - Unidades de infraestrutura a beira da estrada

***M2M***– Máquina com Máquina

***DLS*** - Digital Light SynthesisTM

***CLIP*** – Processo fotoquímico

***TPU & PLA*** – Tipos de plástico biodegradáveis

***GPS SKM53*** - Sistema de Posicionamento Global SKM53

***CFTV*** – Tipo de câmara

***IA*** – Inteligência Artificial

***BI*** - Inteligência empresarial

***APC*** – Contagem automática de passageiros

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

# Introdução

## Contextualização do Projeto e Motivação

Nos últimos anos as novas tecnologias inundaram e transformaram diversas áreas industriais, comerciais e sociais. Com o foco e os objetivos bem definidos estamos perante um aglomerar de oportunidades para alcançar o sucesso e aumentar a produtividade dos processos. Tudo isto é desencadeado com a quarta revolução industrial (Indústria 4.0) onde nasce uma iniciativa estratégica de alta tecnologia que alia uma estrutura onde os sistemas ciber-físicos através da Internet das coisas comunicam e fornecem informações em tempo real. Através da computação em nuvem estas chegam ao ser humano e providenciam informações que influenciam a tomada de decisões **(«Indústria 4.0», 2021).**

“O recente crescimento das tecnologias digitais está a permitir que as cidades sofram transformações para agilizar serviços inteligentes e oferecer novos produtos” **(Anthony Jnr, 2021)**. Nesta era, começou a ser adotado o conceito de cidades inteligentes com o propósito de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos. Várias cidades começaram a usar sensores eletrônicos para recolher dados, trabalhá-los e usá-los para a tomada de decisão **(Anthony Jnr, 2021).**

A preocupação de adotar “estratégias de redução de carros na cidade, e caminhar para alternativas de mobilidade”**(Aurigi et al., 2016)** com o objetivo de reduzir o congestionamento, o tempo, os acidentes e a poluição é um desafio comum a todas as grandes cidades europeias.

Este tema, cidades inteligentes, enquadra-se no projeto ioCity[[1]](#footnote-1) e é desenvolvido pela IOTECH (uma start-up que pretende resolver problemas sociais através do desenvolvimento de soluções inteligentes e inovadoras). Este projeto de investigação é apoiado pelos fundos públicos e visa resolver este desafio, causado pelos transportes e pelo trânsito.

Deste modo, propõem através da análise de um conjunto de dados (sensores, taxa de ocupação, tráfego, estacionamento, entre outros) ajudar o cliente a ter uma decisão mais informada e em tempo real a nível dos parques de estacionamento e transportes públicos. É esperado que, após a análise de diversos dados, seja modelado e desenvolvido um protótipo demonstrador de um sistema de apoio à tomada de decisão que possa ser útil para o cliente. Para isso será necessário analisar a taxa de ocupação de transportes públicos e a monitorização ativa de estacionamento de veículos dentro das cidades.

O interesse pela área de *Data Science* (DS) e pelas tecnologias envolventes é a principal motivação para a realização desta dissertação. “As cidades inteligentes são apoiadas pela digitalização e inovações tecnológicas que trazem benefícios ambientais, sociais e financeiros” **(Anthony Jnr, 2021)**, posto isto, a vontade de melhorar e inovar as cidades para que os cidadãos tenham uma melhor qualidade de vida é também uma motivação essencial.

Em suma, fazer a diferença e alcançar benefícios para as cidades através da tecnologia é o grande motor para a execução deste projeto.

## Objetivos e Resultados Esperados

O apoio à decisão em tempo-real com base em dados gerados no momento é visto pelas organizações como um fator decisivo para o sucesso na tomada de uma decisão. No entanto, as organizações têm dificuldades em fazer uma análise desses dados em tempo real, devido à complexidade, quantidade e diversidade dos mesmos.

Com este projeto pretende-se ajudar na monitorização de locais de estacionamento, ou seja, aumentar a facilidade de encontrar um lugar de estacionamento disponível. Para isto, serão desenvolvidas dashboards e indicadores que podem ajudar à Indústria das Cidades.

No sentido de obter a resposta ideal ao problema, é apresentada a questão de investigação como objetivo principal: De que forma podemos melhorar a indústria das cidades através da utilização de sensores e Inteligência Artificial?

Para tal, é esperado a exploração de um conjunto de dados reais relativos à mobilidade urbana.

Deste modo, e para atingir o objetivo principal foram desenvolvidos objetivos secundários que auxiliarão a dar resposta ao objetivo principal:

* Extrair, transformar e carregar os dados fornecidos (ETL);
* Criação de uma *data warehouse* (DW);
* Interpretação do problema e perceção da realidade;
* Desenvolvimento dos *KPI’s;*
* Criação de Base de dados (SQL e noSQ);
* DCBD;
* *Data Science* para encontrar padrões entre os dados e extrair deles conhecimento que seja importante para o apoio à tomada de decisão.

Relativamente aos resultados esperados é previsto desenvolver um modelo descritivo-preditivo (inteligente), que em tempo real, contribua para uma decisão mais informada ao nível dos estacionamentos e/ou transporte.

Todo o trabalho desenvolvido irá decorrer com duas entidades parceiras da IOTech para o projeto ioCity, nomeadamente, o CeNTI e CMVNF.

## Estrutura do documento

O presente documento é constituído por X capítulos. Primeiramente o capítulo 1 (Introdução) onde é apresentada uma contextualização do projeto e a motivação para a realização do mesmo, assim como os objetivos, resultados esperados e a estrutura do documento.

Seguidamente, o capítulo 2 (Revisão da Literatura) onde é abordado a estratégia de pesquisa, o estado da arte e a visão crítica do estado da arte. No estado da arte são introduzidos conceitos chaves e essenciais para sustentar todo o trabalho desenvolvido na dissertação. Deste modo, esta secção esta dividida em subsecções onde temas como a Indústria 4.0 e Cidades Inteligentes são abordados de forma a explorar as diversas componentes da área. (…)

Relativamente ao capítulo 3 (Abordagem metodológica, materiais e métodos) (…)

# Revisão da Literatura

## Estratégia de Pesquisa

Este projeto de investigação tem por base a indústria das *smart cities*. Esta área tem vindo a ser bastante explorada e desenvolvida, pelo que, existem bastantes artigos que exploram várias questões sobre o tema.

Com o fim de identificar quais os artigos a selecionar foi realizada uma pesquisa geral, baseada em palavras-chaves pré-definidas, nomeadamente, “Indústria 4.0”, “*Smart Cities*”, “Impacto da Indústria 4.0 nas *Smart Cities*”, “Projetos inovadores na indústria” e “A indústria inteligente na mobilidade urbana – transportes públicos e parques de estacionamento”.

A estratégia de pesquisa baseou-se em processos manuais, onde através da visita a determinados sites foram encontradas informações relevantes para o tema. Assim como, através de plataformas auxiliares como *Google Scholar, Science Direct, Google* e o repositório da Uminho onde uma vasta gama de artigos estão disponíveis. E ainda, através da lista de referências de determinado artigo, onde é possível encontrar referências de artigos relevantes para o desenrolar do projeto.

Consequentemente, foi elaborada uma seleção dos artigos através do nome, data de publicação e do respetivo *abstract*, ou seja, foram eliminados artigos que não acrescentavam qualidade nem informação relevante, e, portanto, não foram considerados na revisão de literatura.

Numa fase de desenvolvimento e leitura, foram extraídas as informações essenciais para o desenvolvimento desta componente mais teórica. Deste modo, foi adotada uma sequência coerente na revisão de literatura, ou seja, tendo por base as palavras-chaves definidas inicialmente, foram definidas secções e subsecções com informações sintetizadas de todos os artigos que acrescentavam valor à dissertação.

## Estado da Arte

### Evolução da Indústria

O setor da indústria nos últimos anos sofreu várias tendências, evoluções e descobertas. Todo este crescimento levou a uma era de infinidade de melhorias tecnológicas que permitiu criar novas formas de suprimir as necessidades existentes e revolucionar de modo significativo as cadeias de valor **(Egreja, 2019)**.

Na figura 1 é possível visualizar sucintamente as quatro revoluções indústrias e perceber os marcos significativos na indústria em cada era. De seguida é elaborado uma descrição das principais características de cada indústria **(Egreja, 2019)**.

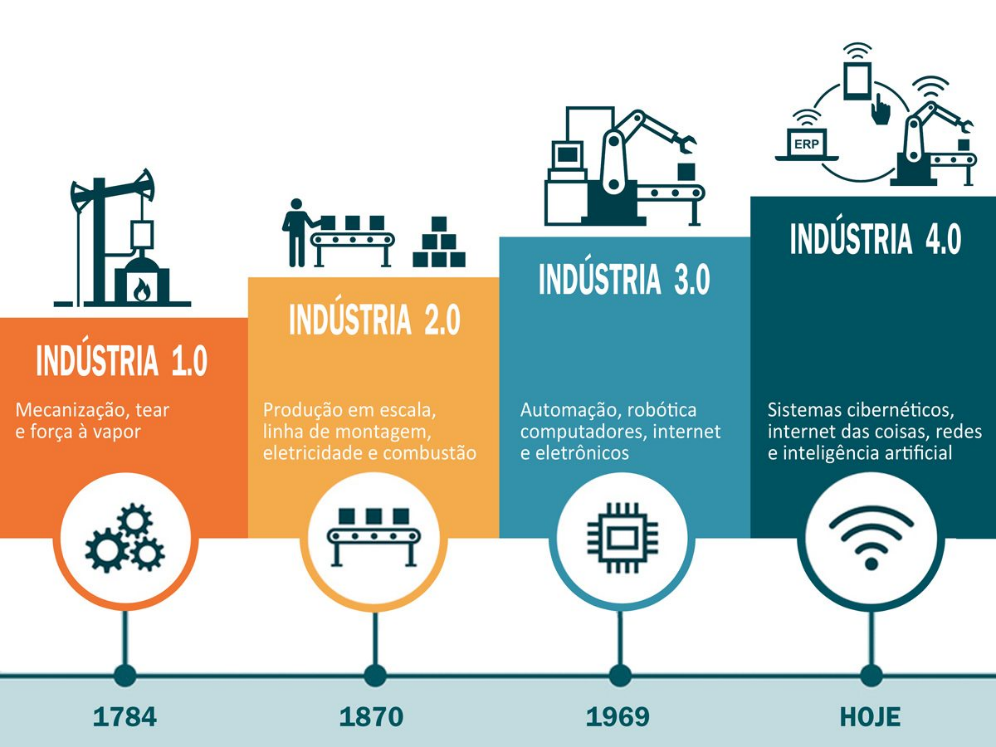


Figura 1- Evolução da Indústria

#### 1º Revolução Industrial

Como podemos visualizar na imagem acima apresentada (figura 1) a primeira revolução industrial foi gerada pela Revolução Comercial que ocorreu na Europa entre os séculos XV e meados do século XVIII onde o grande marco foi a passagem da manufatura para a maquinofatura. Por exemplo, a roca (instrumento manual de tecelagem) foi substituída pela máquina de fiar. Assim como, utilização das máquinas a vapor e a força hidráulica representaram uma grande revolução e um grande avanço na indústria do tecido, industrialização do ferro, navios a vapor, estradas de ferro, entre outras grandes mudanças que levaram a um aumento significativo da produção. Podemos afirmar que foi uma fase marcada pela transformação do ferro, carvão e energia a vapor em energia mecânica para o bom funcionamento das máquinas. Era marcada pelo surgimento de mecanização e da força hidráulica **(Fernandes, 2019; Neves et. al., 2022)**.

Nesta primeira revolução a manutenção era fundamentalmente corretiva, ou seja, após alguma falha a limpeza e a lubrificação dos equipamentos eram fulcrais para manter a produtividade **(Borlido, 2017)**.

#### 2º Revolução Industrial

A segunda revolução industrial é marcada pela descoberta da energia elétrica e a produção em massa, em consequência da procura continua de otimização dos processos dos novos meios de produção e melhoria das técnicas. A substituição do ferro pelo aço teve um grande destaque, passando a ser utilizado nas ferrovias, na indústria naval e na fabricação de armamentos, por exemplo. A indústria química permitiu o desenvolvimento de remédios, fertilizantes, adubos, entre outros. A eletricidade passou a fazer parte do dia a dia da população assim como, permitiu criar e aprimorar diversos instrumentos de produção, uma vez que houve a substituição da energia a vapor pela energia elétrica.

É nesta fase que surge também a gasolina e o gás proveniente do uso do petróleo como fonte de energia (substituindo a utilização do carvão). Possibilitou o aprimoramento de técnicas, surgimentos de novas máquinas, introdução de novos meios de produção e automatização do trabalho que levaram a uma organização de produção industrial a menor custo e tempo.

A segunda revolução industrial surge num período de pós-guerra onde se regista um grande aumento da procura o que, consequentemente, levou a um aumento da produtividade para conseguir corresponder á procura (Fernandes, 2019; Neves et. al., 2022)**.**

Deste modo, houve uma grande evolução no que diz respeito à manutenção. Começaram a ser registadas as manutenções feitas nos computadores e o agendamento e controlo da manutenção foi um dos passos mais significantes que começou a ser feito. Pelo que, passamos de uma manutenção corretiva para uma manutenção mais cautelosa e prudente, manutenção preventiva **(Borlido, 2017)**.

#### 3º Revolução Industrial

Na década de 70 a terceira Revolução Industrial caracteriza-se pela computação e automação dos sistemas de informação. As máquinas começaram a ser programáveis o que originou uma progressiva automatização (Neves et. al., 2022).

“Os principais marcos desse período podem ser vistos por meio dos aperfeiçoamentos e das inovações nas áreas de robótica, genética, telecomunicações, eletrônica, transporte e infraestrutura”(Neves et. al., 2022).

O sistema *Just In Time* nasce nesta época com a necessidade de reduzir ao máximo o tempo, consequentemente nasce o termo de manutenção preditiva **(Borlido, 2017)**.

#### 4º Revolução Industrial

A Indústria 4.0 apresenta as mais recentes inovações tecnológicas relacionadas com a automação, controlo e tecnologias de informação, aplicadas aos processos de manufatura. Estas tecnologias emergiram com o foco da melhoria continua da eficiência e produtividade dos processos.

"A Quarta Revolução Industrial gera um mundo em que os sistemas de fabricação virtuais e físicos cooperam entre si de uma maneira flexível a nível global" **(Schwab Klaus, 2016).**

Esta revolução trouxe inúmeras vantagens e é importante destacar que a obtenção de dados úteis, para o apoio à decisão, em tempo real revolucionou a indústria. Redução de custos e erros de produção, aumento da segurança e produções mais sustentáveis são alguns exemplos vantajosos da aplicação da indústria 4.0 **(Fernandes, 2019)**.

### Pilares da Indústria 4.0

Muitas indústrias estão a assistir à introdução das tecnologias que criam novas formas de suprimir as necessidades existentes e perturbam de modo significativo as cadeias de valor **(Fernandes, 2019)**.

Deste modo, na tabela 1 são expostos nove pilares tecnológicos que emergiram com a indústria 4.0.

Tabela 1 - Pilares da Indústria 4.0

| **Tecnologia** | **Descrição** |
| --- | --- |
| **Cibersegurança** | Com a quantidade de dados que emergem diariamente, é essencial que as empresas protejam os seus sistemas para prevenir possíveis vírus, ataques e crimes virtuais. Pelo que, é crucial a incorporação de sistemas de cibersegurança robustos para proteger os sistemas de informação **(Fernandes, 2019).** |
| **Realidade aumentada** | No artigo “Realidade aumentada na indústria: quais os ganhos e aplicações” publicado a 17 de setembro de 2020, Ramon Ferreira afirma: “A realidade aumentada é uma tecnologia que realiza a integração do mundo virtual ao mundo real. Ela permite a sobreposição de objetos gerados por computador em um ambiente real, por meio de um dispositivo de visualização (smartphone, tablet ou óculos especiais). A partir disto, é possível interagir com estes elementos virtuais em diversas atividades” **(Ferreira, 2020).** |
| **Robótica** | Todas as tarefas de caracter repetitivo ficam à responsabilidade de robôs inteligentes, permitindo uma grande vantagem a nível de produção e tempo **(Iberdrola, 2022)**. |
| **Simulações** | Com a 4º revolução industrial, é exequível simular toda a cadeia de criação virtualmente e concludentemente obter dados para analise em tempo real. Com esta inovação, os processos podem ser testados e perceber até que ponto a mudança é exequível e garante uma otimização de recursos e uma melhor performance **(Altus, 2019)**. |
| **Manufatura aditiva (Digitalização 3d)** | A digitalização 3d é o fenómeno que permite a criação de um modelo físico através de um modelo virtual **(Justus et al.,2015).** De forma mais eficiente e a um menor custo é possível ter um processo produtivo com menos falhas e mais qualidade. |
| **Sistemas Integrados** | A indústria 4.0 sugere uma melhor cooperação entre todos os elementos que façam parte da mesma organização. Com o intuito de garantir a eficiência organizacional propõem a integração de dados através num sistema ERP ou SAP (por exemplo) **(*Indústria 4.0*, 2021).** |
| **Computação em nuvem (*Cloud computing*)** | A computação em nuvem disponibiliza serviços e armazenamento ilimitado, onde a informação e dos dados podem ser compartilhados entre diferentes sistemas. Através da internet “nuvem”, é possível aceder remotamente às informações desejadas **(«Computação em nuvem», 2021).** |
| **Internet das coisas (*Internet of Things*)** | O conceito de Internet das coisas (IoT) foi citado pela primeira vez por Kevin Ashton que descreveu um sistema “onde a Internet está conectada ao mundo físico através de sensores onipresentes”**(«Kevin Ashton», 2022).**  A IoT permite a interconexão digital de objetos físicos e ambientes, permitindo uma ampla rede capaz de agrupar e transmitir dados crucias para as organizações. Ou seja, com a conexão à internet é possível conectar um equipamento a outro (comunicação máquina com máquina – M2M). “Trata-se de uma ligação de todas as máquinas, dispositivos, sensores, câmaras e outros componentes que visam otimizar a vida das pessoas e empresas, além de melhorar as operações diárias e economizar tempo e dinheiro” **( Justus, et.al, 2015).** |
| **Big Data** | Com o surgimento da internet das coisas o volume de dados cresceu de forma exponencial. Deste modo, surge uma ferramenta capaz de tratar e analisar um grande conjunto de dados heterógenos. Volume, velocidade e variedade são três subdivisões de dados que o *Big Data* apresenta. É possível obter informações relevantes e crucias em tempo real que permitem às organizações criar indicadores e definir objetivos que possibilitam uma tomada de decisão mais assertiva **(«Indústria 4.0», 2021).** |

### A Indústria das Cidades Inteligentes

Neste contexto, com a emersão de inúmeras tecnologias que surgiram com a quarta revolução industrial pode-se afirmar que estamos perante uma transformação digital. Este conceito é um processo que implica inovação e transformação através de tecnologias digitais para aumentar a produtividade e o valor de criação. Cada vez mais há uma tendência global de urbanização sustentada pelo digital, o desenvolvimento de cidades inteligentes é um movimento crescente que implementa tecnologia com o objetivo de melhorar a modernização das cidades criando benefícios a nível ambiental, social e financeiros **(Anthony Jnr, 2021).**

O conceito de *Smart City* surgiu na última década e pode ser considerado uma área urbana que integra e utiliza um vasto conjunto de métodos eletrónicos e sensores para captar dados. Com o objetivo de criar novas oportunidades que melhorem a qualidade de vida, este conceito “coordena e integra várias tecnologias que até então foram desenvolvidas separadamente umas das outras, mas têm sinergias claras em sua operação” **(Batty et al., 2012)**. Com vista à otimização da cidade são analisados uma diversidade de dados provenientes dos cidadãos, de edifícios (hospitais, escolas), dos transportes e mobilidade urbana, da utilização dos resíduos, entre outros dados, para que haja um crescimento e uma eficiência citadina com o fim de “integrar e agregar valor à prestação de serviços urbanos” **(Batty et al., 2012).**

#### Das Cidades tradicionais às Sustentáveis e Inteligentes

As tecnologias como Inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem, big data, entre outras, aliadas aos processos quotidianos levaram ao surgimento de ecossistemas inteligentes. Permitem a capacidade de análise em tempo real e a obtenção rápida de dados, onde consequentemente, é possível processar e filtrar as informações relevantes e obter conhecimento essencial para a tomada de decisão.

Inicialmente, antes de se falar em cidades inteligentes, começaram a existir subsistemas inteligentes, por exemplo, infraestruturas inteligentes, transporte inteligente, ambiente inteligente, casas inteligentes e assim por diante. Focando nas casas inteligentes é possível perceber diversas dinâmicas que evoluíram nestes últimos tempos, salientado por exemplo, as máquinas de lavar, persianas automatizadas, fornos, entre outros.

Posto isto, todo o conjunto de subsistemas que foram emergindo originaram o ecossistema das cidades inteligentes.

“A ideia é usar tecnologias modernas para converter cada entidade de uma cidade convencional em um objeto autônomo que executa sua operação automaticamente sem qualquer ajuda externa substancial.” **(Ahad et al., 2020)**

Sendo a sustentabilidade das cidades um dos objetivos da Organização das Nações Unidas (ONU) é fulcral que as cidades pra além de inteligentes se tornem sustentáveis. **(Neto et al., 2016)**

Diversos fatores contribuem para que as cidades evoluam neste sentido, tal como, o uso de códigos reutilizáveis, matérias-primas ecológicas e recicláveis, consumos de energias e de recursos adequados e uma melhor gestão dos resíduos gerados pela computação.

“As cidades inteligentes devem integrar tecnologias e soluções de última geração para enfrentar os problemas de escassez de água limpa, esgotamento da qualidade do ar, diminuição das reservas de recursos naturais e desequilíbrio ecológico” **(Ahad et al., 2020).**

Segundo o artigo “ Descobrindo a história inicial do “Big Data” e da “Smart City” em Los Angeles” **(Vallianatos, 2015)** reflete sobre uma das ações visionarias primordiais na área das *smart cities* nos Estados Unidos na América em 1974. O *Community Analysis Bureau* utilizou bases de dados, análises de clusters e fotografias aéreas infravermelhas com o fim de produzir relatórios sobre a demografia e qualidade dos bairros para ajudar a evitar pragas e combater a pobreza.

Entre 1993 e 2000, a cidade europeia Amesterdão promoveu-se com o *De Digitale Stad* como“uma experiência inicial com redes cívicas e criação de comunidades virtuais” **(Aurigi et al., 2016)**. Inicialmente, houve um grande crescimento e adesão, no entanto o projeto não foi um sucesso, não tendo continuidade. Era um projeto mais focado na internet do que na própria cidade, levando a um desinteresse dos utilizadores **(Aurigi et al., 2016).**

Em 2009, Portugal desenvolveu uma Rede Portuguesa de cidades inteligentes, onde se propõem a analisar 25 municípios para adquirir uma maior eficiência energética. Sendo que em 2013, o conceito evoluiu e para além da análise do fator anteriormente mencionado, fatores como energia renováveis, gestão de água e resíduos foram incorporados com o intuito de retirar o melhor proveito dos mesmos **(*RPCI*, 2018).**

Em 2013, Bristol (cidade na Inglaterra) cria um evento inovador *Playable City.* Descrito como um jogo que visa promover o diálogo e o debate sobre a criação de experiências diferentes sob a cidade. O nível de participação da população foi tão alto que gerou uma quantidade de dados inesperada. Um ano depois com um investimento de 73 milhões, a cidade lança o *Bristol is Open* para desenvolver uma rede de alto desempenho de infraestruturas de mídia para o cento da cidade, que visa promover a cidade como inteligente **(Aurigi et al., 2016).**

Hoje em dia, em Barcelona, o evento *Smart City Expo World Congress* é um dos maiores na europa provendo a sustentabilidade aliada a tecnologia com o objetivo de alcançar maior eficiência e proveito da cidade, mostrando soluções inovadoras a nível mundial e impulsionando novos projetos nesta área. É um facto, que a evolução das *Smart Cities* está a evoluir exponencialmente e que são o futuro da sociedade, trazendo inúmeras vantagens competitivas **(*Expo World Congress*, 2022)**.

Em Portugal, o país tem manifestado a sua vontade de crescer nesta área, e apresenta o Portugal *Smart Cities Summit* onde empresas, universidades, start-ups, entre outras entidades, discutem e promovem o futuro das *smart cities.* Apostando na partilha de conhecimento entre o mundo académico e o científico com o objetivo comum de evoluir e fazer crescer o país de forma inteligente**(Passos, 2021)*.***

#### Vantagens e Desvantagens das Cidades Inteligentes

As cidades inteligentes utilizam as recentes tecnologias para tornar a qualidade de vida e recursos mais eficientes apresentando inúmeras vantagens. No entanto, também existem fatores que podem não ser tão favoráveis **(PrimeStone, 2020).**

Nesta secção irá ser abordado, primeiramente as vantagens de uma Cidade Inteligente e seguidamente as desvantagens.

##### Vantagens

Segundo o artigo “ Vantagens e Desvantagens das Cidades Inteligentes”, publicado no dia 2 de abril de 2020 no blog PrimeStone é possível enumerar alguns benefícios que melhoram o estilo de vida das populações, nomeadamente:

* A otimização dos serviços de transporte pois permite a localização de todos os automóveis e transportes públicos possibilitando uma gestão de tráfego mais eficiente **(PrimeStone, 2020)**;
* Um aumento da segurança que por sua vez leva a uma diminuição da criminalidade “Uma cidade inteligente é uma cidade mais segura” **(PrimeStone, 2020)**. Existem tecnologias que ajudam na segurança das cidades, como, reconhecimento facial, detetores de tiro, centros de crime conectados, sistemas de câmaras de vigilância, entre outros **(PrimeStone, 2020)**;
* A diminuição de desperdícios e de recursos naturais é outra das vantagens que o avanço tecnológico tem permitido, ou seja, efetuar uma gestão mais eficiente e controlada levando a uma redução de desperdícios como água, luz, entre outros **(PrimeStone, 2020)**;
* A diminuição da pegada ambiental é também possível com a implementação de *Smart Cities*, devido ao surgimento de ferramentas energéticas que ao utilizar fontes de energia renovável melhoram a qualidade do ar **(PrimeStone, 2020)**;
* Possibilidade de pontos específicos da cidade terem acesso a serviços de internet, permitindo a todos que nela circulam oportunidades de navegação **(PrimeStone, 2020);**
* Melhoria das infraestruturas, uma vez que, com as tecnologias que estão a emergir diariamente é possível efetuar uma análise das mesmas e identificar possíveis falhas **(PrimeStone, 2020)**;
* E, por fim, oportunidades de desenvolvimento económico pois uma cidade com estas características permitirá a tomada de decisões mais informadas e melhoria dos negócios, assim como, a atração de novos moradores e turistas **(PrimeStone, 2020)**;

##### Desvantagens

Contudo, e apesar das vantagens expostas na sub-secção anterior (2.2.3.3.1. Vantagens) é possível enumerar também algumas desvantagens na adoção e implementação de Cidades Inteligentes, tais como:

* A privacidade pessoal torna-se bastante restrita pois com a adoção de todos os sistemas inteligentes, câmaras de segurança e técnicas de reconhecimento facial torna-se “mais difícil manter o anonimato” **(PrimeStone, 2020)**;
* Também é importante referir, que ao implementarmos uma *Smart City,* a cidade passa a ser profundamente tecnológica e, consequentemente, perdem autonomia na tomada de decisões caso seja exposta a falhas tecnológicas **(PrimeStone, 2020)**;
* A quantidade de dados e informações que as empresas, governos, entre outras entidades, tem acesso torna-se mais fácil proceder ao controlo e/ou manipulação da opinião pública **(PrimeStone, 2020)**;
* Por fim, mudança é sinonimo de resistência, deste modo, é importante que os cidadãos sejam informados das tecnologias em uso, para que as mesmas não sejam irrelevantes nas suas vidas diárias e não haja uma oposição da sua utilização **(Prasanna, 2022)**.

### Projetos na Indústria 4.0 que impactam a decisão

“A indústria 4.0 faculta transparência de ponta a ponta em tempo real, permitindo a verificação precoce das decisões de design na esfera da engenharia e as respostas mais flexíveis a perturbações no processo de produção” **(Kagermann, et.al, 2013).**

Pelo que, permite a criação de maior valor através da incorporação de novas tecnologias e serviços. Deste modo, existem inúmeras áreas que criaram oportunidades de valor baseando-se nesta indústria **(Fernandes, 2019).**

Recolher informações e ideias das áreas que apresentam um maior crescimento e maior impacto na indústria 4.0 é uma mais-valia para as aplicar depois na área das cidades.

Posto isto, na tabela 2 são apresentadas uma síntese das três áreas abordadas, nomeadamente: área têxtil, área automóvel e cidades inteligentes com as respetivas tecnologias e casos de sucesso.

Tabela 2 - Projetos na Indústria 4.0 que impactam a decisão

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Área Têxtil** | | |
| **Tecnologia** | **Caso de Sucesso** | **Localização/ Empresa** |
| **IA**  **B**I (Inteligência empresarial) | Capacidade de detetar erros de fabrico de malhas circulares na fase inicial de tricotagem. | Portugal (Porto) Smartex |
| **DLS** (*Digital Light SynthesisTM*)  **Impressão 3D** | Criação de uma sola intermediária para sapatilhas com rigor, precisão e adaptabilidade para o corredor. | Estados Unidos da América e Alemanha  *Adidas Running* |
| **Impressão 3D** | Criação de novas roupas através de um modelo digital. | Espanha (Bilbau)  Comme des Machines |
| **Área Automóvel** | | |
| **Tecnologia** | **Caso de Sucesso** | **Localização/ Empresa** |
| **GPSSKM53** (Sistema de Posicionamento Global SKM53)  **IoT** | Navegação em tempo real | --------- |
| **IoT**  **RSUs** (unidades de infraestrutura a beira da estrada)  **V2V** (veículo para veículo)  **V2I** (veículo para infraestrutura)  **V2X** (Veículo para tudo)  **VANETs** (Redes ad-hoc veiculares) | Sistema de gestão de trânsito | --------- |
| **IoT**  **5G** | Sistema de segurança e anti-roubo | --------- |
| **RFID** (Identificação por radiofrequência)  **IoT** | Portagens com pagamento automático | --------- |
| **Cidades Inteligentes** | | |
| **Tecnologia** | **Caso de Sucesso** | **Localização/ Empresa** |
| **Sensores**  **IoT** | Otimizar as linhas dos transportes metropolitanos, monitorização dos estacionamentos e otimização da Mobilidade Urbana | Espanha (Barcelona) |
| **Big Data**  **IoT**  **CFTV inteligente**  **IA** | Owl Bus, monitorização dos estacionamentos, TOPIS (Operação de Transporte e Serviço de Informação), postes de iluminação LED e sistemas inteligentes de processamento de lixo. | Coreia do Sul (Seul) |
| **5G**  **Fibra**  **Sensores** | Implementação de infraestruturas, otimização de transportes públicos, | Portugal (Aveiro) |

#### Área Textil

A indústria têxtil e de vestuário enfrenta desafios como eficiência, sustentabilidade e resposta rápida aos requisitos dinâmicos dos clientes, bem como qualidade do produto e conformidade. A geração em que vivemos esta cada vez mais consciente da importância da sustentabilidade, pelo que, o ecossistema industrial e as tendências globais de negócios sustentáveis pressionam as indústrias a se tornarem mais sustentáveis, inovadoras e ágeis com o objetivo de conseguirem corresponder às expectativas dos consumidores. “Nada vai mudar enquanto mantiverem o seu sistema produtivo em modo linear (extrair, fabricar, descartar)” **(Marconi & Broega, 2021).**

Para conseguir alcançar estes objetivos a indústria têxtil cada vez mais se baseia em soluções tecnológicas da indústria 4.0. Mas a grande questão que se coloca é como é que as empresas de área têxtil podem melhorar os processos de criação de valor como o objetivo de manter a sustentabilidade através da integração de um sistema de negócio inteligente? Será que há barreiras e limitações associadas? Será linear afirmar que aplicação de um sistema deste género facilite de imediato o processo? Ou haverá barreiras implícitas que poderão não facilitar na execução? A necessidade de uma solução tecnológica deste nível deve-se à redução do tempo de entrega dos pedidos, ao aumento dos custos de matéria-prima (mão de obra e materiais), défice/excesso de stock e a vontade de reforçar a exportação e desenvolver uma solução mais sustentável **(Ahmad et al., 2020).**

É importante também referir que a área têxtil é uma das indústrias mais poluentes do mundo, segundo o artigo “O impacto da produção e dos resíduos têxteis no ambiente” com a última alteração feita em 12 de fevereiro de 2021, publicado no site do Parlamento Europeu (*Impacto da produção*, 2020), são apresentados vários fatores:

* Consumos de água muito elevados (devido à necessidade de terrenos para o cultivo de algodão e fibras);
* É responsável por 10% das emissões de gases com efeito de estufa;
* Poluição das águas (os produtos de tingimento e acabamento são responsáveis por 20% da poluição de água potável a nível mundial, assim como microfibras e mioplásticos provenientes da lavagem de matérias sintéticos);
* Elevados resíduos têxteis em aterros.

Segundo o artigo “Pode a indústria têxtil ser inovadora e sustentável? We Sustain diz que sim”, publicado no dia 17 de julho de 2020 no blog Capital Verde **(ECO, 2020)** a pandemia covid-19 veio acelerar todo este processo. “O consumo têxtil está em forte quebra, as fábricas estiveram vários meses fechadas, os níveis de exportações caíram brutalmente” **(Tavares, et.al, 2020).**

Assim sendo, são apresentados vários casos de sucesso, que com a revolução industrial desenvolveram soluções tecnológicas capazes de contribuir e revolucionar a área têxtil.

##### Casos de Sucesso

* Portugal 🡪 Smartex (Porto)

A smartex, vencedora do prémio *Pitch* da *Web Summit* 2021, é uma start-up que promove uma solução capaz de detetar erros de fabrico de malhas circulares na fase de tricotagem. “Mais de 80% da origem dos defeitos têxteis está na fase de Malharia” **(ECO, 2021; *Smartex*, 2022).**

Na maior parte das vezes, estes defeitos são encontrados na fase final de produção quando a peça esta desenvolvida e pronta para ir para o mercado. Deste modo, e através da inteligência artificial foi desenvolvido um sistema de deteção de defeitos que pode ser facilmente conectado a teares circulares utilizando uma câmara industrial e um sistema de iluminação multiespectral que tem como objetivo filmar a malha e identificar o erro. Consequentemente, são recolhidas as imagens da malha, em tempo real, que posteriormente são examinadas por algoritmos através de *computer vision* num modelo de *machine learning*. “Smartex deteta e evita a produção com defeito em cerca de 0%” **(*Smartex*, 2022).**

Este software de monitorização de produção, adequado para análise de *Business Intelligence* permite que no momento exato em que é detetado um erro a produção pare. “Como os defeitos são detetados logo no início do processo, não há sequer necessidade de gastar matéria-prima, água (50.432 litros economizados), energia (gás natural para gerar calor e eletricidade, que emitem 684 kg de CO2 por cada rolo têxtil) e tempo no acabamento dos materiais têxteis” (**ECO, 2020).**

* Estados Unidos da América e Alemanha 🡪 Adidas *Running*

A adidas 4DFWD pretende proporcionar aos atletas uma experiência única com o desenvolvimento de uma sola idealizada onde o conforto, qualidade e adaptabilidade são os pontos chaves. Esta sola apresenta três vezes mais movimento que modelos anteriores e reduz em 15% a força que o corredor tem de fazer. “Proporcionando uma sensação de deslizamento única para nossos corredores” **(Sam, et.al, 2021).**

Para o desenvolvimento desta sola foi utilizada uma tecnologia que a marca já utiliza há quatro anos e com a qual já desenvolveu várias sapatilhas de sucesso, 4D *lattice midsole technology* em parceria com a Carbon. Deste modo, combinando os dados do atleta, tecnologia *Digital Light SynthesisTM (DLS) da Carbon* e impressão 3D conseguem produzir a sola intermediária da sapatilha com rigor e precisão, criando benefícios para os corredores **(*4DFWD*, 2021).**

Segundo o artigo “*Our Tecnology*”, **(«DLS 3D», 2022)**, a tecnologia DLS usa a projeção digital de luz, ótica permeável ao oxigênio e resinas líquidas programáveis ​​para fabricar produtos poliméricos finais duráveis ​​e de alto desempenho. Pelo que, através de um processo fotoquímico (CLIP) que tem a capacidade de, com luz ultravioleta (UV), transformar a resina plástica em partes sólidas, faz com que à medida que esta luz é projetada a peça se solidifique e a plataforma de construção suba. É importante referir que tal fenómeno acontece uma vez que é usada uma janela permeável ao oxigênio num reservatório de resina tratado por UV.

Em todo este processo existe uma zona denominada de “morta” característica por apresentar uma interface fina e líquida de resina não tratada entre a janela e a peça de impressão.  “A luz passa pela zona morta, curando a resina acima dela para formar uma parte sólida sem solidificar a parte na janela. (…) Os processos tradicionais de impressão 3D baseados em resina produzem peças fracas e quebradiças. O carbono supera isso incorporando uma segunda química programável ativada por calor em nossos materiais. Depois que uma peça é impressa em uma impressora de carbono, ela é cozida no forno. O calor desencadeia uma reação química secundária que faz com que os materiais se adaptem e se fortaleçam, assumindo características excecionalmente fortes. Isso produz peças de alta resolução com propriedades mecânicas de grau de engenharia”**(«DLS 3D», 2022).**

Em suma, com a utilização destas tecnologias a adidas consegue conceber uma sola de grande durabilidade, resistência e adaptabilidade para as 4DFWD.

* Espanha 🡪 Comme des machines (Bilbau)

Comme des machines é uma fábrica no setor têxtil, localizada em Bicais, Bilbau que utiliza uma das técnicas mais inovadoras da moda: Digitalização 3d.

A digitalização 3d permite a criação de objetos físicos a partir de um modelo digital. Esta tecnologia tem vindo a ser aperfeiçoada e trabalhada uma vez que contribui bastante para um mundo mais sustentável (desperdiçando menos materiais e produtos químicos), acelerando os processos de criação e inovação, minimizando os custos e possíveis falhas.

Segundo o artigo “*Comme des Machines – Future Perfect*”, publicado no dia 2 de junho de 2020 no blog Talento a Bordo, um dos criadores da fábrica, Aran Azkarate (2020), afirma que as marcas parceiras aumentaram até 30% de margem de lucro e que a digitalização 3d está a revolucionar a indústria da produção. Produzem roupas sustentáveis e customizáveis para marcas impactantes e bastante conhecidas em todo o mundo, como, Nike e Burberry **(Aran et. al, 2020).**

É também possível perceber a evolução que a digitalização 3d tem vindo a ter desde 2016 “Quando comecei, havia apenas amarelo, azul, vermelho e verde disponíveis, e fazer algo interessante com essas cores foi um verdadeiro desafio. Agora podemos escolher, por exemplo, entre muitos tipos diferentes de madeiras com tons lindos e sutis. Podemos até misturá-los, o que antes não era possível” **(Aran et. al, 2020).**

De entre vários materiais que a impressão 3d pode utilizar (como plástico TPU, PLA, silicone, entre outros) a *Comme des Machinnes* baseia-se em materiais sustentáveis como o PLA“um bio polímero feito com ingredientes naturais como cana-de-açúcar, café e batata, entre outros. É biodegradável e compostável” **(Aran et. al, 2020).**

A produção deste plástico utiliza bactérias para a produção de ácido lático por meio da fermentação de vegetais ricos em amido, utilizando fontes renováveis.Este plástico substitui o plástico convencional e é adaptável a várias indústrias como indústria alimentar e médica. Deste modo, no sistema, são criados os modelos com as medidas desejáveis. Através da projeção deste modelo tridimensional num software específico, os códigos são enviados para a impressora que produz o material desejado, a partir da injeção do plástico PLA por camadas. O PLA em camadas pode ser injetado por meio da mistura a vácuo /fusão /laser e/ou moldagem por injeção **(«Tecnologia 3D», 2020; Yu, 2018).**

Podemos afirmar, que os recursos humanos na área têxtil é uma dependência, e com a quarta revolução industrial através da robótica, BI, digitalização 3D, entre outras tecnologias inovadoras este fenómeno começou a ser contrariado. Começou a tornar-se mais sustentável, económico e prático. Adaptando-se à evolução da sociedade e à constante preocupação de preservar o planeta em que vivemos **(Ahmad et al., 2020).**

São apresentadas no site IAPMEI - Agendas Mobilizadoras para a Inovação Empresarial | Propostas para a Economia do Futuro , onde é possível constatar, através das *livestream*, que diversas start-ups em Portugal tencionam revolucionar a indústria têxtil portuguesa (não só em peças de roupa, mas também no calçado) assim como a criação de fábricas do futuro apostando essencialmente na tecnologia de digitalização 3d. Apesar das limitações subagentes à utilização destas tecnologias (custo, complexidade, competências técnicas, integração com novos sistemas, gestão de mudanças) a sustentabilidade gere a economia. Para tal, é necessário apostar em novas formas de confecionar os têxtis **(IAPMEI, 2021)**.

#### Área Automóvel

A indústria automóvel é uma das mais diversificadas e influentes. Enfrenta desafios sustentáveis, mas também desafios para garantir a mobilidade urbana. É um facto, que o surgimento dos veículos é um marco fulcral para a mobilidade e uns dos grandes marcos na indústria.

Um dos primeiros carros foi idealizado por Nicolas Joseph Cugnot, no ano de 1700, com um peso quase de 10 toneladas e movido por uma espécie de cadeia a vapor, sendo o seu principal objetivo o transporte dos equipamentos de guerra. É de facto, uma evolução notória, e hoje em dia o automóvel é rapidamente associado a carros elétricos, inteligentes e híbridos **(Neon, sem data).**

Uma das maiores comodidades que o ser humano tem ao seu dispor é a locomoção, deste modo, desde que surgiu o primeiro automóvel este setor evolui no sentido de qualidade, conforto, inovação e sustentabilidade (mais precisamente a qualidade do ar que é um fator afetado diariamente com a emissão de gases e poeiras provenientes dos motores), regidos com o objetivo, de alcançar a eficiência.

##### Casos de Sucesso

Segundo o artigo “*Evolution of IoT-enabled connectivity and applications in automotive industry: A review*” publicado a 25 de agosto de 2021 **(Rahim et al., 2021)** a inteligência dos carros deve-se à IoT que permite a ligação automóvel a terminais do condutor (nomeadamente o ecrã do telemóvel). Para isto são usados sensores e softwares inteligentes. As redes de sensores sem fio (WSNS) são redes de vários nós que atuam como sensores que cooperam com outros nós e tem a capacidade de receber informações físicas e transferi-las para outros dispositivos. Assim sendo, os condutores podem obter facilmente informações sobre o calor do motor, luz, calor do radiador, pressão dos pneus, movimento do veículo, km percorridos, entre outras. O mesmo artigo refere um conjunto de aplicações da tenologia IoT na indústria automóvel, como:

* Navegação em tempo real 🡪 “O IoT tem um grande impacto na garantia de uma instalação segura e inteligente. Tem características desejáveis para ajudar o condutor, seguindo mapas ao vivo (…) em qualquer lugar. Por outro lado, um modelo ativado por IoT utilizando o módulo GPS SKM53 e a fórmula Haversine para notificar a equipa de salvamento (…) como um acidente” **(Rahim et al., 2021).**

Ou seja, o módulo GPS SKM53 obtém as coordenadas (latitude, longitude, hora, validade da posição e altitude) e a fórmula haversine providencia a distância em que se encontra de determinado ponto, obtendo a localização exata.

* Sistema de gestão de trânsito 🡪 “Como a quantidade de veículos na estrada está a crescer gradualmente, é possível gerir a temporização inteligente do semáforo com base na densidade de veículos com a ajuda da IoT, RSUs instalados localmente e uma câmara de vigilância. No caso de emergência, o sistema central pode ajudar a detetar a zona do acidente e informa a equipe de salvamento mais próxima. (…) Isto também ajuda o condutor a conhecer as condições da estrada (escorregadio, molhado e neve), situação do trânsito e informações acidentais na estrada” **(Rahim et al., 2021)**.

Como é que isto é possível? De entre inúmeras redes de comunicação entre veículos para garantir a segurança rodoviária e eficiência no trânsito, podemos destacar o V2V (partilha de informações de veículo para veículo), V2I (partilha de informação entre veículos e as unidades de infraestrutura à beira de estrada – RSUs - por acesso à Internet). O V2X (partilha de informação entre veículo e qualquer entidade que afete ou seja afetada pelo veículo) incorpora tanto o V2V e V2I, esta comunicação é possível através da IoT. Para além disto existem as VANETs, redes ad-hoc móveis veiculares, que permitem adaptar-se à mudança de posição do veículo e transformar cada veículo num nó (ponto final de comunicação) individual sem fio, com o fim de estabelecer uma rede temporária de grande alcance entre todos os nós de veículos, mantendo a segurança do tráfego automóvel **(Rahim et al., 2021).**

* Sistema de segurança e anti-roubo 🡪 “Beneficiando-se de um sistema auxiliado por IoT sistema antifurto, o proprietário de um veículo roubado pode rastrear rapidamente a sua localização exata com a ajuda do smartphone com acesso a internet. Essa tecnologia garante mais confiabilidade devido aos recursos poderem ser controlados remotamente pelo proprietário” **(Rahim et al., 2021).**

Uma tecnologia de conectividade que pode tornar isto possível, seguro e mais eficiente é o 5G. Esta rede móvel apresenta uma largura de banda maior e, portanto, uma maior velocidade de transferência de dados (bits/s) o que é uma característica cada vez mais importante na indústria automóvel, assim como, conexões mais rápidas, com mais capacidade e menos consumo de energia comparativamente à 4G **(Rahim et al., 2021).**

* Portagens com pagamento automático 🡪 A tecnologia RFID e a IoT permitem uma melhor gestão do trânsito, segurança e pagamento de portagens de forma fácil e eficaz. Basicamente, o sistema, no momento de passagem do veículo recolhe as informações físicas do mesmo antes de cobrar a taxa de pagamento através do acesso a um banco de dados **(Rahim et al., 2021).**

Pelo que, a tecnologia RFID é descrita “como uma tecnologia para identificar o objeto automaticamente e recolher informações com a ajuda de um leitor usando sinais eletromagnéticos de um adesivo chamado transcetor microchip” **(Rahim et al., 2021)** permitindo que os carros não tenham a necessidade de parar para efetuar um pagamento.

Para além disto, esta tecnologia melhora “a utilização eficiente de matérias-primas, equipamentos e ferramentas” **(Rahim et al., 2021)** na indústria de fabricação de automóveis.

Estes são apenas alguns exemplos atuais que a indústria automóvel está a adotar. A inovação da tecnologia é a chave para uma economia competitiva, conduzindo a importantes ganhos de produtividade, permitindo que as empresas se direcionem para atividades de maior valor acrescentado. A IoT apresenta várias aplicações em diversos fatores, tais como, saúde, construção, energia e rede inteligente, monitoramento ambiental e cidades inteligentes **(Rahim et al., 2021).**

#### Cidades Inteligentes

Os projetos de cidades inteligentes*,* nos dias de hoje, são na sua maioria projetos relacionados com a mobilidade, meio ambiente, governo, economia, pessoas e estilo de vida.

Segundo o artigo “Mobilidade Inteligente e Ambiente Inteligente nas cidades espanholas” publicado em 2017 **(Aletà et al., 2017**) afirma que a crescente concentração de pessoas, empresas e organizações nas cidades tem promovido a criatividade, inovação, diversidade e crescimento económico, para tal, as cidades devem apostar num processo de transformação que dê resposta a diferentes desafios que emergiram com o aumento da urbanização. É possível enumerar alguns, como o esgotamento dos recursos naturais , sustentabilidade ambiental, mobilidade, entre outros.

O projeto +CITIES pretende desenvolver uma estrutura que avalia a mobilidade e os serviços urbanos, para que seja possível definir métodos mais sustentáveis para uma tomada de decisão mais eficaz sobre o investimento inteligente neste setor.

Quando se fala em mobilidade há de imediato uma correlação com o trânsito e meios de transportes. Este estudo baseou-se em 62 cidade de Espanha e avaliou fatores de mobilidade, fatores ambientais e indicadores territoriais.

Tabela 3 - Fatores a considerar para melhorar a mobilidade urbana e Impactos

|  |  |
| --- | --- |
| **Fatores a considerar** | **Impacto** |
| - Alternativas ao automóvel individual  - Aumento da eficiência das viagens através de uma gestão mais eficiente das ligações entre os diferentes tipos de transporte  - Gestão de controle inteligente para reduzir o congestionamento do tráfego  - Gestão da eficiência energética e hídrica | - Diminuição de custos econômicos  - Aumento da qualidade ambiental  - Redução de tempo |

O mesmo não apresenta soluções aos problemas, mas sim fatores que devem ser tomados em consideração para as cidades se inovem e se desenvolvam. Pretende também informar os cidadãos dos avanços tecnológicos nos processos de urbanização.

##### Casos de Sucesso

* Barcelona, Espanha

Neste contexto, surge o caso de estudo da segunda maior cidade espanhola: Barcelona. “Barcelona está se a tornar um modelo de sucesso de cidades inteligentes a nível global. Segundo o artigo “Caso de estudo de uma cidade inteligente – Barcelona” publicado a 4 de agosto de 2019 **(Wang, 2019)** demonstra como esta cidade tem vindo utilizar tecnologias como sensores e IoT nas áreas de ambiente urbano e mobilidade com o fim de desenvolver uma cidade digital. Para isto são descritos três conceitos fundamentais que são apresentados na tabela 5.

Tabela 4 - Conceitos para desenvolver uma cidade digital

| **Conceito** | **Descrição** | **Impacto** |
| --- | --- | --- |
| **Transformação Digital** | [Descrito anteriormente.](#TransformaçãoDigital) | Segundo a “Barcelona Cidade Digital 2017-2020” o grande objetivo é ter uma enorme quantidade de dados para analisar. Deste modo, para alcançar o principal objetivo é necessário que a população tenha acesso a diferentes tipos de tecnologias digitais para que sejam implementados sensores e redes de fibra de alta velocidade. Assim "os dados tornam-se inteligentes e ágeis” **(Wang, 2019).** |
| **Inovação Digital** | Inovação Digital refere-se à capacidade que, neste caso, as cidades têm de se inovar (a nível de serviços e produtos baseados em tecnologia) | É expectável que surjam novos tipos de empreendedorismo baseados nas tecnologias. |
| **Capacitação Digital** | Envolver a tecnologia no dia-a-dia. | Com base no que foi dito anteriormente é esperado que estas tecnologias sejam inseridas no quotidiano da população. |

Através da leitura do artigo, é possível constatar diversas iniciativas que a cidade está a adotar. No decurso de otimizar as linhas dos transportes metropolitanos foram analisados uma série de dados que melhoram as rotas dos transportes públicos.

Com o fim de reduzir a poluição foram adotados autocarros híbridos e as garagens onde os mesmo são guardados são mantidos por energia solar. Em diversas paragens há um ecrã onde é possível visualizar o tempo de espera para a chegada de um determinado autocarro.

A nível do estacionamento foram colocados “sensores eletromagnéticos sob o solo para monitorar se o estacionamento está ocupado e se um veículo está estacionado ilegalmente” **(Wang, 2019).**

Segundo o site “Urban Hub – Pessoas Dando Forma às cidades” no artigoSmart City 3.0 – pergunte a Barcelona sobre a próxima geração de cidades inteligentes **(Bria, 2018)** é apresentada uma iniciativa de mobilidade para a linha 9 do sistema de metro da cidade, onde foram desenvolvidos elevadores inteligentes que se adaptam as necessidades dos passageiros através da análise de dados em tempo real. “O movimento dos elevadores está otimizado para o uso dos passageiros e eles movem-se automaticamente para o andar da plataforma logo antes da chegada do metro. Isso agiliza a mobilidade dos passageiros, reduz as multidões e diminui o consumo de energia – para cerca de 30 milhões de passageiros por ano. Isso que é ser inteligente”**(Bria, 2018).**

Segundo o artigo “Infraestruturas de Mobilidade nas Cidades e Mudanças Climáticas: Uma análise através dos Super blocos de Barcelona” publicado em 2020 **(López et al., 2020)** Barcelona apostou num método de super blocos para mitigar problemas como o trânsito, emissões de gases e melhorar a saúde e qualidade de vida dos cidadãos. Estes super blocos caracterizam-se por “uma rede de blocos e estradas básicas formando um polígono, de aproximadamente 400m x 400m (…) representa um novo modelo de mobilidade que reestrutura a típica rede viária urbana” **(López et al., 2020).**

Este conceito não é novo e muitos países já o adotaram. No entanto, no caso de Barcelona estes caracterizam-se por dois componentes: interiores e exteriores, sendo que cada um apresenta em médio 5000-6000 habitantes. Como referido no artigo, o interior é redirecionado para veículos motorizados e estacionamento (apenas acima do solo). Em casos excecionais, o interior pode ser usado para tráfico residencial, assim como serviços de emergência e para cargas/descargas.

Existem obstáculos inerentes, como por exemplo ”a necessidade de redesenhar a rede de transportes coletivos para que o tráfico de automóveis seja realmente reduzido nas cidades, a possível influência negativa no trânsito de entrada e saída da cidade, a falta de vantagens visíveis caso não sejam implantados em toda a cidade, o risco de gentrificação nas áreas com super blocos, oposição pública e oposição de alguns setores empresariais” **(López et al., 2020).**

* Seoul, Coreia do Sul

“Seul: uma cidade inteligente de classe mundial” **(Stevens, 2020)**, Seul baseia-se nas novas tecnologias da Quarta Revolução Industrial e em Big Data.

*Owl Bus* é um autocarro noturno que recolhe dados e consequentemente define os circuitos a realizar. Ou seja, através de chamadas de telemóvel os dados são analisados e de seguida são criadas rotas consoante a quantidade de chamadas realizadas por cada zona.

Para além disto, Seul procedeu à instalação de uma elevada quantidade de sensores de tecnologia IoT por toda a cidade, recolhendo diferentes tipos de dados, como o ruído, a vibração, raios ultravioleta, poeira fina, entre outros.

A cidade, juntou a estes dados recolhidos dados do governo com o objetivo de os utilizar em diversas áreas, como, na análise de atividades de marketing, bem-estar, transporte, entre outras.

Uma particularidade é que estes dados são partilhados com qualquer cidadão, para que estes sugeriram novas formas de melhorarem a qualidade de vida. A cidade assenta num princípio em que acredita que existem três fatores fulcrais para ser uma cidade inteligente:“ infraestrutura de cidade inteligente, empresas inovadoras com tecnologias de ponta e cidadãos inteligentes” **(Stevens, 2020).**

Como exemplo de melhorias, é possível destacar a utilização dos dados pelos sensores recolhidos sobre os lugares de estacionamento. O objetivo é que quando um lugar esteja livre seja indicado para que depois quem o queira ocupar tenha um acesso mais rápido e eficaz.

Com todos estes dados “ Seul está criando novos serviços, como CFTV inteligente, táxis de IA e estacionamento compartilhado de IoT” **(Stevens, 2020)**.

Como exemplo para as outras cidades que se querem tornar inteligentes e de forma a ajudá-las no seu crescimento Seul divulga soluções que devem ser consideradas “TOPIS (Operação de Transporte e Serviço de Informação), postes de iluminação LED incorporados em loT e sistemas inteligentes de processamento de lixo” **(Stevens, 2020).**

* Aveiro, Portugal

*Urban Innovate Actions* é uma iniciativa da União Europeia que propõem soluções para enfrentar desafios urbanos. Aveiro, cidade portuguesa distinguida na área de *smart cities*, candidata-se a esta iniciativa com o objetivo de atuar em áreas de mobilidade, ambiente, energia e sustentabilidade.

Como resultado desta candidatura, Aveiro recebeu recursos para ultrapassar desafios nas áreas desejadas, e por sua vez, implementar infraestruturas de 5G, fibra e sensores, beneficiando as empresas e centros de investigação.

No que toca, à mobilidade foram utilizados sensores de geolocalização em transportes públicos com o fim de obter informações relativas aos hábitos dos cidadãos, identificar problemas associados aos transportes e consequentemente proceder a sua otimização.

A nível da energia foram promovidos veículos elétricos assim como as estações de carregamento dos mesmos.

Relativamente, ao meio ambiente com o objetivo de gerar um mapa ambiental da cidade com dados ativos para os cidadãos e/ou entidades de investigação foram colocados sensores fixos e moveis para recolher dados. **(Lab, 2021)**

### A indústria das Cidades 4.0

“Nas economias desenvolvidas, transporte e congestionamento estão a apresentar uma tendência crescente” **(Das, 2019).** Isto deve-se a uma crescente popularização e também ao desenvolvimento económico **(Das, 2019).**

A mobilidade urbana está em mudança e os transportes públicos devem oferecer serviços mais informados e completos para os passageiros **(Dilax, sem data).**

Assim como, a gestão de parques de estacionamento deve ser melhorada. Segundo o USA Today os motoristas gastam em média 17h por ano à procura de uma vaga de estacionamento **(Das, 2019).**

Nesta secção irá ser abordado dois temas, nomeadamente, uma gestão mais eficaz para os parques de estacionamento e para os serviços de transporte público.

#### Parques de Estacionamento

Segundo o artigo ” Um novo sistema de gerenciamento de estacionamento, para cidades inteligentes, para economizar combustível, tempo e dinheiro” publicado em 2019 por Das  **(2019)** a dificuldade em encontrar um estacionamento livre está aumentar. Deste modo, a Inrix desenvolveu um estudo em várias cidades do EUA e concluiu que:

* Anualmente, 70 bilhões de dólares (equivalente a aproximadamente 62 bilhões de euros) são desperdiçados à procura de estacionamento;
* Relativamente ao tempo, são desperdiçadas 3,6 bilhões de horas;
* 1,7 bilhão de combustível.

Deste modo, e com a quantidade de recursos desperdiçados, é proposto um novo sistema de estacionamento, composto por dois módulos. É importante referir que a quantidade de componentes depende do local de implementação do sistema. Na tabela 6, são apresentados os elementos do sistema de Hardware e Software proposto por Das **(2019).**

Tabela 5 - Módulos, componentes e respetivas funções para um novo modelo de estacionamentos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Módulo** | **Componente** | **Função** |
| **Hardware** | Dispositivos *Raspberry Pi* | Principal Unidade de computação |
| Sensores de distância ultrassônico | Detetar se o carro está a chegar e comunicar com os dispositivos *Raspberry Pi* |
| Câmaras *Raspberry Pi* | Tirar foto à parte traseira do carro que está conectada ao *slot* da câmara do dispositivo *Raspberry Pi* |
| Placas de exibição | Um *display* por pista e um painel para cada vaga de estacionamento |
| *BreadBoards* e Fios | Conectar os componentes hardware com os dispositivos *Raspberry Pi* |
| **Software** | *Python* | Todo o código é escrito nesta linguagem |
| Base de dados em nuvem | Gestão de dados |
| *API Google Cloud Vision* | Extrair o número da matrícula |
| *Framework sendmail do Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP ) | Atribuições de estacionamento comunicadas |

Como é que todo o fluxo acontece?

A unidade Master *Raspberry Pi* (localizada na pista de entrada) tem um sensor de distância que está constantemente ativo a verificar se um carro se aproxima da entrada do estacionamento. Caso o sensor identifique o movimento de um carro, o mesmo envia um sinal para todas as 16 unidades *Raspberry Pi* que estão nessa faixa de entrada.

Consequentemente, as 16 unidades acionam a câmara para captar a matrícula do carro.

Através do código *python* este irá verificar se a imagem captada tem ou não a foto da matrícula através da *API Google Cloud Vision*.

Em caso afirmativo, é enviada uma mensagem para a unidade *Master Raspberry Pi* com o número da matrícula identificado e o respetivo índice do *Raspberry Pi.* Um exemplo dado pelo artigo é “por exemplo, um *Raspberry Pi* pode comunicar (através de uma base de dados): Eu sou *Raspberry Pi* 4, e minha imagem encontrou o número da placa 6GWD345; outro *Raspberry Pi* pode comunicar: Eu sou Raspberry Pi 7, e minha imagem encontrou o número da placa Go-49ers” **(Das, 2019).**

É de referir que dados ilegíveis serão ignorados pelo *Master Raspberry Pi* e todas as informações sobre a identificação do estacionamento e matrícula serão guardadas na base de dados.

Através da seguinte imagem, é descrita de forma mais objetiva todo o fluxograma das ações de entrada.

[[2]](#footnote-2)



Dados sobre a ocupação do estacionamento

Figura 2 - Fluxograma das ações de entrada num parque de estacionamento

Concluidamente, quando o veículo está estacionado no local o *Raspberry Pi* altera a condição para lugar ocupado e , por sua vez, quando o mesmo sai do estacionamento a condição altera-se novamente para livre. Todas estas informações são comunicadas ao dispositivo master que guarda os dados na base de dados.

Neste sistema, o carro, na entrada do parque, recebe um pager com o lugar que tem disponível para estacionar. Sendo que depois será confirmada através de todo o sistema se o carro está no devido lugar que lhe foi atribuído.

No entanto, este último parâmetro proposto por Das não é prático. Deste modo, é possível adquirir uma solução mais viável como o desenvolvimento de uma aplicação de reserva de lugares num parque de estacionamento. Esta ideia surge da *All Traffic Solutions* que visa partilhar com os utilizadores, através de uma plataforma, informações sobre a taxa de ocupação e lugares livres num determinado parque. **(«Connected Traffic Management Solutions», sem data)**

Deste modo e juntando estas duas soluções é possível gerir de forma mais eficiente a gestão dos carros num parque de estacionamento. Em suma, vários fatores poderão diminuir com esta solução, nomeadamente, tempo, dinheiro e combustível. **(Das, 2019)**

#### Taxa de ocupação nos transportes públicos

Relativamente aos transportes públicos também é possível afirmar que uma das grandes dificuldades atualmente é saber quais os transportes que tem lugares vagos para um novo passageiro, qual a melhor rota e o tempo que o mesmo vai demorar a chegar **(Ctmucg, 2017).**

Deste modo, surge o “Milênio Bus” que visa resolver os problemas acima mencionados através de uma aplicação inteligente, que propõem em tempo real, a otimização de rotas e monitorização do número de passageiros em cada autocarro. Para isto baseiam-se em tecnologias como IoT, IA e visão computacional **(Ogando, sem data).**

Sensores, componentes eletrónicos e Gps são instalados próximos da porta de entrada e saída do autocarro, como podemos visualizar na imagem.

Uma imagem com texto

Descrição gerada automaticamente[[3]](#footnote-3)

Figura 3 - Localização dos componentes eletrónicos nos autocarros

A maior parte da população utiliza um smartphone, consequentemente, sempre que algum passa pelo sensor é contabilizado. Assim sendo, é possível obter as informações de embarque e desembarque de cada pessoa e perceber as estações de paragem com maior aglomeração de pessoas **(Ogando et. al., 2021)**.

O objetivo desta start-up é “fornecer inteligência capaz de tornar o transporte coletivo mais eficiente e confortável nas cidades” **(Ogando, sem data).**

No entanto, colocam-se as seguintes questões: E se uma pessoa possuir mais do que um smartphone? E se uma criança, que não possui dispositivo móvel, entra no autocarro? A contagem torna-se não fiável e “o volume de passageiros pode ser subestimado ou superestimado” **(Olivo et al., 2019).**

Para além do método baseado em dispositivos móveis, existem inúmeras técnicas que tem vindo a ser aplicadas para a contagem de passageiros, é possível enumerar e destacar algumas: venda de bilhetes/passes aos passageiros e consequentemente verificador do bilhete dentro do autocarro, assim como, a cobrança automática do bilhete. No entanto, estas técnicas não fornecem informações de rota nem de tempo, e apesar da obtenção do bilhete o passageiro não é obrigado a utilizá-lo **(Olivo et al., 2019).**

Um outro sistema baseado no peso dos passageiros, que pode ser obtido através de sensores de carga no solo. Contudo, é apenas uma estimativa de volume de passageiros (contada pelo peso total de pessoas no transporte público) e não uma contagem exata e precisa. Assim como, “não oferecem dados sobre o fluxo de passageiros”**(Olivo et al., 2019).**

Sistemas de tapetes (que são sensíveis a pressão e medem o volume total através dos passos das pessoas), tecnologia de infravermelhos (medido através de feixes de luz, ou seja, quando os mesmo são interrompidos é registada uma contagem) e sistemas de imagem de vídeo.

Todas estas tecnologias apresentam várias desvantagens, porém, a precisão e a exatidão são as que mais se realçam neste tipo de sistemas **(Olivo et al., 2019).**

Posto isto, surge a DILAX que apresenta uma junção de algumas tecnologias que foram mencionadas anteriormente e garante “uma precisão de até 99%” **(Dilax, sem data)**.

Este sistema apresenta dois componentes: o sensor que procede a contagem dos passageiros e a unidade que processa os dados , armazena e transmite.

Este APC conta com informações da bilheteira, sensores capacitivos, GPS e tecnologia infravermelha. Por meio de uma plataforma online, em tempo real, consegue transmitir para os passageiros a localização do transporte público assim como o fluxo de passageiros e a taxa de ocupação de lugares **(Dilax, sem data).**

Esta solução da DILAX aliada à componente de otimização de rotas da Milenio Bus tornar-se-ia mais completa e informada para os passageiros, que poderiam contar com informações relevantes ao nível da lotação dos transportes públicos e das melhoras rotas a adquirir.

## Visão Crítica do Estado da Arte

Colocar o que está a amarelo e acrescentar um paragrafo da industria 4.0 em evolução para as smart cities

# Abordagem Metodológica, Materiais e Métodos

## Metodologias de Investigação

Metodologia de investigação dsr e study

## Metodologias Práticas

Crisp dm – copiar do relatório de sino a descrição

## Lista de Ferramentas

# Trabalho Desenvolvido

Falar do que fiz – colocar aqui o word com as tabelas e textos!!!! – copiar colar doc da iocity

# Plano de Atividades

## 5.1. Planeamento

## 5.2. Diagrama de Gantt

## 5.3. Tabela de Riscos

# Conclusão

REFERÊNCIAS

*4DFWD: DATA-DRIVEN 3D PRINTED PERFORMANCE TECHNOLOGY DESIGNED TO MOVE YOU FORWARD*. (2021, Maio 5). Adidas News Site | Press Resources for All Brands, Sports and Innovations. https://news.adidas.com/running/4dfwd--data-driven-3d-printed-performance-technology-designed-to-move-you-forward/s/514baddb-1029-4686-abd5-5ee3985a304a

Ahad, M. A., Paiva, S., Tripathi, G., & Feroz, N. (2020). Enabling technologies and sustainable smart cities. *Sustainable Cities and Society*, *61*, 102301. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102301

Ahmad, S., Miskon, S., Alabdan, R., & Tlili, I. (2020). Towards Sustainable Textile and Apparel Industry: Exploring the Role of Business Intelligence Systems in the Era of Industry 4.0. *Sustainability*, *12*(7), 2632. https://doi.org/10.3390/su12072632

Aletà, N. B., Alonso, C. M., & Ruiz, R. M. A. (2017). Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities. *Transportation Research Procedia*, *24*, 163–170. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.084

Altus. (2019). *Conheça os nove pilares da Indústria 4.0*. https://www.altus.com.br/post/212/conheca-os-nove-pilares-da-industria-4-0-e-sua-relevancia-para-a-atividade-industrial

Anthony Jnr, B. (2021). Managing digital transformation of smart cities through enterprise architecture – a review and research agenda. *Enterprise Information Systems*, *15*(3), 299–331. https://doi.org/10.1080/17517575.2020.1812006

Aran et. al. (2020, Junho 2). *Comme des Machines—Future Perfect*. https://www.talentoabordo.com/en/design/comme-des-machines

Aurigi, A., Willis, K., & Melgaco, L. (2016). From «digital» to «smart»: Upgrading the city. *Proceedings of the 3rd Conference on Media Architecture Biennale*, 1–4. https://doi.org/10.1145/2946803.2946813

Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, *214*(1), 481–518. https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3

Borlido, D. J. A. (2017). *Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção*. 77.

Bria, F. (2018). Smart City 3.0 – pergunte a Barcelona sobre a próxima geração de cidades inteligentes. *URBAN HUB*. https://www.urban-hub.com/pt-br/cities/barcelona-deixa-a-cidade-ainda-mais-inteligente/

Computação em nuvem. (2021). Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Computa%C3%A7%C3%A3o\_em\_nuvem&oldid=61805595

Connected Traffic Management Solutions. (sem data). *All Traffic Solutions*. Obtido 22 de Fevereiro de 2022, de https://www.alltrafficsolutions.com/our-solutions/

Ctmucg. (2017). *Sensores que contam passageiros em tempo real nas portas são instalados em ônibus da Metra e ideia recebe prêmio internacional – CTMU*. http://ctmucg.com/sensores-que-contam-passageiros-em-tempo-real-nas-portas-sao-instalados-em-onibus-da-metra-e-ideia-recebe-premio-internacional/

Das, S. (2019). A Novel Parking Management System, for Smart Cities, to save Fuel, Time, and Money. *2019 IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, 0950–0954. https://doi.org/10.1109/CCWC.2019.8666537

Dilax. (sem data). *Automatic Passenger Counting (APC): Sensors & Systems*. Obtido 26 de Fevereiro de 2022, de https://www.dilax.com/en/products/automatic-passenger-counting

DLS 3D. (2022). *Carbon*. https://www.carbon3d.com/carbon-dls-technology/

ECO. (2020, Julho 17). *Pode a indústria têxtil ser inovadora e sustentável? We Sustain diz que sim*. ECO. https://eco.sapo.pt/2020/07/17/pode-a-industria-textil-ser-inovadora-e-sustentavel-we-sustain-diz-que-sim/

ECO. (2021, Novembro 4). *Smartex.ai de António Rocha vence prémio Pitch da Web Summit 2021*. ECO. https://eco.sapo.pt/2021/11/04/smartex-ai-de-antonio-rocha-vence-premio-pitch-da-web-summit-2021/

Egreja, L. (2019, Março 6). Por uma indústria mais moderna • Painel Logistico. *Painel Logistico*. https://www.painellogistico.com.br/﻿por-uma-industria-mais-moderna/

*Expo World Congress*. (2022). Smart City Expo World Congress 2022. https://www.smartcityexpo.com/

Fernandes, S. A. S. (2019). *Ferramentas de gestão e desenvolvimento de competências na transição para a Indústria 4.0: O caso de uma empresa na indústria automóvel*. https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/29602

Ferreira. (2020, Setembro 17). Realidade aumentada na indústria: Quais os ganhos e aplicações. *ABii*. https://abii.com.br/realidade-aumentada-na-industria-quais-os-ganhos-e-aplicacoes/

IAPMEI. (2021, Dezembro 2). *IAPMEI - Agendas Mobilizadoras para a Inovação Empresarial | Propostas para a Economia do Futuro*. https://www.iapmei.pt/EVENTOS/Agendas-Mobilizadoras-para-a-Inovacao-Empresarial.aspx

Iberdrola, I. (2022). *Indústria 4.0: Que tecnologias marcarão a Quarta Revolução Industrial?* Iberdrola. https://www.iberdrola.com/inovacao/quarta-revolucao-industrial

*Impacto da produção*. (2020, Dezembro 29). https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20201208STO93327/o-impacto-da-producao-e-dos-residuos-texteis-no-ambiente-infografia

*Indústria 4.0*. (2021). https://www.siembra.com.br/noticias/descubra-quais-sao-os-pilares-da-industria-40/

Indústria 4.0. (2021). Em *Wikipédia, a enciclopédia livre*. https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Ind%C3%BAstria\_4.0&oldid=62000439

Kevin Ashton. (2022). Em *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kevin\_Ashton&oldid=1065838499

Lab, O. (2021). *Smart Cities em Portugal? Sim, claro. No Centro de Portugal*. Observador. https://observador.pt/2020/10/02/smart-cities-em-portugal-sim-claro-no-centro-de-portugal/

López, I., Ortega, J., & Pardo, M. (2020). Mobility Infrastructures in Cities and Climate Change: An Analysis Through the Superblocks in Barcelona. *Atmosphere*, *11*(4), 410. https://doi.org/10.3390/atmos11040410

Marconi, bruna M., & Broega, A. C. (2021, Novembro 24). ESTUDO DE ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA O SECTOR TÊXTIL PORTUGUÊS. *Anais do VIII SDS 2021*. Simpósio de Design Sustentável. https://doi.org/10.5380/8sds2021.art55

Neon. (sem data). *A evolução dos carros: Da sua criação até os dias atuais—Neon Seguros*. Obtido 11 de Fevereiro de 2022, de https://www.neonseguros.com.br/curiosidades-automotivas/a-evolucao-dos-carros-da-sua-criacao-ate-os-dias-atuais/6427/

Neto, C., Masle-Farquhar, E., Ritz, I., Levy, I., Silva, P. D., Costa, N., & Garcia, R. (2016). *O CONTEÚDO EDITORIAL DA REVISTA É DA TOTAL RESPONSABILIDADE DA PLATAFORMA PORTUGUESA DAS ONGD.* 26.

Neves et. al. (2022). *Revolução industrial: Causas, fases, consequências, resumo*. Mundo Educação. https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/revolucao-industrial-2.htm

Ogando et. al. (2021). *Milênio Bus no canal Futura, na série inovação—YouTube*. https://www.youtube.com/watch?v=m-iV5Iaugt4

Ogando, M. (sem data). *Inteligência em Transporte Coletivo*. Obtido 24 de Fevereiro de 2022, de http://www.mileniobus.com.br/

Olivo, A., Maternini, G., & Barabino, B. (2019). Empirical Study on the Accuracy and Precision of Automatic Passenger Counting in European Bus Services. *The Open Transportation Journal*, *13*(1). https://doi.org/10.2174/1874447801913010250

Passos, M. (2021, Novembro 9). *Famalicão in Portugal Smart Cities Summit*. https://portal.vilanovadefamalicao.org/famalicao-in-portugal-smart-cities-summit

Prasanna. (2022, Janeiro 16). Smart City Advantages and Disadvantages | List of All Benefits and Drawbacks of Smart Cities. *A Plus Topper*. https://www.aplustopper.com/smart-city-advantages-and-disadvantages/

PrimeStone. (2020, Abril 2). ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF SMART CITIES. *PrimeStone*. https://primestone.com/en/advantages-and-disadvantages-of-smart-cities/

Rahim, Md. A., Rahman, Md. A., Rahman, M. M., Asyhari, A. T., Bhuiyan, Md. Z. A., & Ramasamy, D. (2021). Evolution of IoT-enabled connectivity and applications in automotive industry: A review. *Vehicular Communications*, *27*, 100285. https://doi.org/10.1016/j.vehcom.2020.100285

*RPCI*. (2018, Julho 25). Fórum das Cidades. https://www.forumdascidades.pt/content/rede-portuguesa-de-cidades-inteligentes

*Sara-Andreia-Silva-Fernandes.pdf*. (sem data). Obtido 11 de Fevereiro de 2022, de https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/29602/1/Sara-Andreia-Silva-Fernandes.pdf

*Smartex*. (2022). Smartex. https://www.smartex.ai/

Stevens, C. L. (2020). *Seoul: A World Class Smart City*. https://www.cta.tech/Resources/i3-Magazine/i3-Issues/2020/January-February/Seoul-A-World-Class-Smart-City

Tecnologia 3D. (2020, Junho 10). *Tendências em Moda Íntima, Fitness e mais! | Blog da Zanotti Elásticos*. https://zanotti.com.br/blog/tecnologia-3d-e-sua-aplicacao-na-industria-textil/

Vallianatos, M. (2015, Junho 16). *Uncovering the Early History of “Big Data” and the “Smart City” in Los Angeles*. Boom California. https://boomcalifornia.org/2015/06/16/uncovering-the-early-history-of-big-data-and-the-smart-city-in-la/

Wang, T. (2019). *Smart City Case Study*.

Yu, B. C. Y. (2018). *FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil*. 47.

APÊNDICES

**Observações** (apesar de estar tudo neste link [Formatação de Dissertações/Teses (uminho.pt)](https://alunos.uminho.pt/pt/estudantes/paginas/infouteisformatacao.aspx))

Excetuando a folha de rosto, que não deve ser numerada, mas deve ser contada, todas as páginas de texto devem ser numeradas da seguinte forma:

1. as páginas iniciais ou preliminares - declarações, agradecimentos, resumos, índice, etc. - devem ser numeradas, preferencialmente ao fundo da página e ao centro, em algarismos romanos minúsculos;
2. as páginas referentes a corpo do texto. referências bibliográficas e anexos e/ou apêndices devem ser numerados de forma contínua, também preferencialmente ao fundo da página e ao centro, mas em algarismos árabes.

O trabalho deve ser organizado em frente e verso, em continuo (sem páginas em branco), com margens de 2,5cm, usando a fonte NewsGotT e uma dimensão de 12, para a letra do texto, e de 8, para a letra das notas de rodapé (caso se aplique). O espaçamento entre linhas deve ser de 1.5, salvo nas referências bibliográficas e anexos onde pode ser considerado um espaçamento entre linhas de 1.

1. ioCity (https://iocity.research.iotech.pt/) [↑](#footnote-ref-1)
2. A presente imagem foi retirada do site https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8666537 [↑](#footnote-ref-2)
3. A presente imagem foi retirada do site https://www.youtube.com/watch?v=m-iV5Iaugt4 [↑](#footnote-ref-3)