



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Mecânica

SYLVIE CHRISTINE MERCIER

**City Apps: A importância do fluxo de
informação para a administração digital de
uma sociedade orientada aos serviços -
Estudos de casos**

**CAMPINAS
2022**

SYLVIE CHRISTINE MERCIER

**City Apps: A importância do fluxo de
informação para a administração digital de
uma sociedade orientada aos serviços -
Estudos de casos**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia
Mecânica da Universidade Estadual de Campinas
como parte dos requisitos exigidos para obtenção
do título de Doutora em Engenharia Mecânica, na
Área de Mecatrônica.

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Rosário

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA
SYLVIE CHRISTINE MERCIER, E ORIENTADA
PELO PROF. DR JOÃO MAURÍCIO ROSÁRIO.

**CAMPINAS
2022**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Elizângela Aparecida dos Santos Souza - CRB 8/8098

M536c Mercier, Sylvie Christine, 1960-
City Apps - A importância do fluxo de informação para a administração digital de uma sociedade orientada aos serviços - Estudos de casos / Sylvie Christine Mercier. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: João Maurício Rosário.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Inteligência artificial. 2. Tecnologia da informação. 3. Aprendizado de máquina. 4. Análise de dados. 5. Sistemas Embarcados (Computadores). I. Rosário, João Maurício, 1959-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: City Apps - The importance of information flow for the digital management of a service oriented society - Case studies

Palavras-chave em inglês:

Artificial intelligence

Information technology

Machine learning

Data analysis

Embedded Systems (Computers)

Área de concentração: Mecatrônica

Titulação: Doutora em Engenharia Mecânica

Banca examinadora:

João Maurício Rosário

Francisco Carlos Parquet Bizarria

Joarly Patrocínio de Souza

Carlos Aberto Mariotoni

Antônio Batocchio

Data de defesa: 18-03-2022

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Mecânica

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-8488-5889>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/0907128358905611>

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

TESE DE DOUTORADO

**City Apps: A importância do fluxo de
informação para a administração digital de
uma sociedade orientada aos serviços –
Estudos de casos**

Autor: Sylvie Christine Mercier

Orientador: Prof. Dr. João Maurício Rosário

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:

**Prof. Dr. João Maurício Rosário, Presidente
DSI/FEM/UNICAMP**

**Prof. Dr. Francisco Carlos Parquet Bizarria
Universidade de Taubaté/UNITAU - SP**

**Prof. Dr. Jocarly Patrocínio de Souza
Universidade de Passo Fundo/UPF - RS**

**Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni
FECFAU/UNICAMP**

**Prof. Dr. Antônio Batocchio
DEMM/FEM/UNICAMP**

A Ata de Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 18 de março de 2022.

Dedicatória

Em primeiro lugar, dedico esta tese aos meus familiares e especialmente ao meu marido Etienne que mesmo nos momentos mais difíceis me apoiou nesta aventura de tese: "A importância do fluxo de informação para a administração digital de uma sociedade orientada aos serviços" que é uma síntese de meus trabalhos de pesquisa realizados até o presente momento, e uma abertura para novos trabalhos. Muito obrigado por me permitir este trabalho de desenvolvimento pessoal e profissional.

A lista de dedicatórias deste trabalho também é endereçada a todos os colegas da Unicamp, Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) que permitiram a produção desta tese de doutorado, e em especial ao Dr. Camilo Cáceres que muito me ajudou na percepção do ecossistema do doutorando da Unicamp, e da Université Gustave Eiffel através do Institut Francilien d'Ingénierie de Services, e dos alunos (MIPI/MITIC) que tive a honra de liderar através de minha orientação, cujos trabalhos também contribuíram para a realização desta tese.

Este trabalho é particularmente dedicado ao meu Diretor de Tese: Professor João Maurício Rosario da Unicamp que me permitiu incrementar meu trabalho até a conclusão da tese. Sinto-me honrada, depois de todos estes anos, de continuar a partilhar conhecimentos e propostas para o desenvolvimento da cidade do futuro que agora se constrói diante dos nossos olhos. Obrigado por sua amizade e apoio infalível ao longo dos últimos anos.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor João Maurício Rosário, pela amizade, confiança, dedicação e por acreditar no desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores, funcionários administrativos do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas pelo apoio, confiança e incentivo, como também ao Diretoria Acadêmica da UNICAMP (DAC) pela paciência e presteza durante os meus passos no Brasil.

A todos os profissionais que participaram de maneira direta ou indireta desse trabalho de pesquisa e que de uma maneira ou outra contribuíram para a realização deste trabalho, e em particular os membros da comissão examinadora deste trabalho, representado pelos professores Carlos Alberto Mariotoni, Jocarly Patrocínio de Souza, Francisco Carlos Parquet Bizarria, Antônio Batocchio, Milton Pombo da Paz e Helder Aníbal Hermini. Agradeço a paciência e inúmeras contribuições aportadas neste trabalho, e abertura de novos caminhos de pesquisa e cooperação científica internacional através da participação no evento Digibat.

A todos os meus amigos fraternais, cuja paciência e compreensão sempre me acompanharam durante esta jornada, particularmente aos amigos Jean-Cristophe Frachet, Camilo Cacéres e Gaetan Grahay, que muito me apoiaram nesse período e que me proporcionaram uma visão de produção baseada em muito trabalho e dedicação. Aos demais, embora sem citá-los nominalmente, fica meu pleito de gratidão por todo o apoio, incentivo e paciência que tiveram para comigo.

Considero uma verdadeira honra que tive de compartilhar meu trabalho com todos vocês nas condições extremas dos últimos anos, e uma verdadeira oportunidade na minha vida, o fato de ter sido tão bem recebida na UNICAMP, para poder continuar a desenvolver minhas pesquisas que me aportarão um novo impulso profissional.

Finalmente, gostaria de agradecer ao meu marido Etienne, e meus filhos que iluminam dia a dia a minha vida, motivando meus esforços para alcançar meus objetivos e meus desejos.

Resumo

Nos últimos anos o mundo vem sofrendo muitas transformações. Em nível profissional, os empregos evoluem, se transformam ou até mudam radicalmente quando não desaparecem ou quando novos são criados. As megacidades vêm se desenvolvendo, e pessoas vêm se reagrupando nas cidades e aos poucos estão deixando nosso campo. Estamos passando da humanidade para a urbanidade. Isso faz parte de mudanças reais que afetam a todos, de forma direta ou indireta: mudanças climáticas, usos digitais, escassez de recursos naturais, demografia, urbanização. A grande maioria dos serviços web estão se direcionando para aplicativos disponibilizados nos smartphones. Em busca da melhoria dos serviços prestados à população, temos a previsão que todas as cidades do século XXI deverão utilizar plataformas de apps, e se transformar em uma sociedade orientada a serviços. Consequentemente, o desafio dos serviços públicos será produzir e apresentar provas e indícios dos reais benefícios proporcionados ao bem estar social da população a partir da utilização de aplicativos de serviços. Em uma abordagem de serviço prospectivo, que deverá ser integrada a este novo ambiente inteligente fundamentada no uso massivo de Bases de Dados (Big Data), computação utilizando nuvens de dados (cloud processing) e técnicas da IA (Inteligência Artificial). Esta tese de doutoramento apresenta as principais consequências destes serviços e os papéis dos principais usuários e seu impacto na sociedade. Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo explorar as oportunidades de inovações digitais que envolvem a concepção de uma cidade Inteligente (*Smart-City*), sendo proposta a exploração de grande base de dados disponibilizadas em nuvens e serviços web, onde os cidadãos serão considerados usuários, operadores e desenvolvedores de serviços e designers utilizando políticas públicas capazes de gerenciar a privacidade e transparência do fluxo de informações. No final desse trabalho são apresentados dois estudos de caso práticos de uma cidade conectada através de serviços, e soluções baseadas no uso de IA utilizando as linguagens naturais de código aberto (Scratch e Python) e a plataforma de prototipagem Arduino.

Palavras Chave: Cidade Inteligente, Tecnologia da Informação, Serviços Públicos, Governo Digital; City-Apps; IA; Aprendizado de Máquina; Design de Serviços; Cidadania, Aprendizagem, Processamento e Análise de Dados, Resiliência, Ecossistema.

Abstract

In recent years the world has undergone many changes. In recent years the world has undergone many changes. On a professional level, jobs evolve, transform or even change radically when they do not disappear or when new ones are created. Megacities are developing, people are regrouping in cities and little by little they are leaving our countryside. We are moving from humanity to urbanity. This is part of real changes that affect everyone, directly or indirectly: climate change, digital uses, scarcity of natural resources, demography, urbanization. The vast majority of web services are targeting applications available on smartphones. In search of improving the services provided to the population, we predict that all cities of the 21st century will have to use app platforms, and transform themselves into a service-oriented society. Consequently, the challenge for public services will be to produce and present evidence and indications of the real benefits provided to the social well-being of the population from the use of service applications. In a prospective service approach, which should be integrated into this new intelligent environment based on the massive use of Big Data, computing using data clouds (cloud processing) and AI (Artificial Intelligence) techniques. This PHD thesis presents the main consequences of these services and the roles of the main users and their impact on society. Within this context, this work aims to explore the opportunities for digital innovations that involve the design of a Smart-City, proposing the exploration of large databases available in clouds and web services, where citizens will be considered users, operators and service developers and designers using public policies capable of managing the privacy and transparency of the flow of information. At the end of this work, two practical case studies of a city connected through services are presented, and solutions based on the use of AI using the open-source natural language (Scratch and Python) and the Arduino prototyping platform.

Key Word: Smart-City, Information Technology, Public Services, Digital Government; City-Apps; AI; Machine Learning; Service Design; Citizenship, Learning, Data Processing and Analysis, Resilience, Ecosystem.

Lista de Ilustrações

Figura 1.1 - Sociedade 5.0 (DEGUCHI, 2020	14
Figura 1.2 - Temas de pesquisa associados a uma Cidade Inteligente	16
Figura 2.1 - Infotopo	25
Figura 2.2 - Sistema Embarcado Arduino com comunicação sem fio.....	39
Figura 2.3 - Análise de fluxo de imagens em locais diversos sem aquisição de imagens.....	40
Figura 2.4 - Identificação de sistemas de transporte urbanos e pessoas num tráfego urbano	41
Figura 2.5 - Linguagem Scratch - Tela de programação típica	42
Figura 2.6 - Exemplo de programação utilizando a linguagem Scratch	43
Figura 2.7 - Interface Sistema Embarcado Arduino.....	44
Figura 2.8 - Programação do Sistema Embarcado Arduino em linguagem Scratch	45
Figura 3.1 - Pirâmide do Conhecimento: Dado, Informação e Conhecimento.....	55
Figura 3.2 - Conceito de Informação.....	57
Figura 3.3 - A evolução da IA até a Aprendizagem Profunda (Deep Learning).	58
Figura 4.1 - Smart Território.....	85
Figura 4.2 - Elementos principais de um Smart Território.....	89
Figura 4.3 - Principais componentes associadas à um Smart Território	90
Figura 4.4 - As tecnologias digitais utilizadas para o cidadão.....	92
Figura 4.5 - O cidadão no centro das ações políticas dos territórios	93
Figura 4.6 - Governabilidade digital	95
Figura 4.7 - Governabilidade	96
Figura 4.8 - A gestão de dados num smart território.....	98
Figura 4.9 - Características de dados num smart território.....	99
Figura 4.10 - A gestão de infraestrutura num smart território	101
Figura 4.11 - Infraestrutura	102
Figura 4.12 - Tecnologias Digitais aplicadas aos territórios.....	104
Figura 5.1 - Localização da cidade de Noisy-le-Grand, França	112
Figura 5.2 - Análise SWOT – Forças e Fraquezas	114
Figura 5.3 - Análise SWOT – Oportunidades e Ameaças.....	114
Figura 5.4 - Ecossistema do projeto Cidade Conectada e Inclusiva	115
Figura 5.5 - Conceito de Cidade Inteligente.....	117
Figura 5.6 - Telas típicas do aplicativo – informações pessoais	132
Figura 5.7 - Telas típicas do aplicativo – informações gerais	133
Figura 5.8 - Estudos de casos.....	134
Figura 6.1 - Machine Learning – Etapas.....	137
Figura 6.2 - Espécies diferentes de gaivota no porto de Calais (France).....	140
Figura 6.3 - Características dos pássaros em estudo.....	141
Figura 6.4 - Inspeção inicial observando duas características	142
Figura 6.5 - Reagrupamento através dos features estabelecidos	143
Figura 6.6 - Linha separatriz simples dos agrupamentos.....	144
Figura 6.7 - Linha de separação complexa para os agrupamentos.....	145
Figura 6.8 - Linha de separação para os agrupamentos – Generalização do problema.....	146
Figura 6.9 - Medida de desempenho.....	147
Figura 6.10 - Utilização de Machine Learning para classificação de veículos.....	148

Figura 6.11 - Utilização de Deep Learning para classificação de veículos	149
Figura 6.12 - Aprendizagem supervisionada	150
Figura 6.13 - Aprendizagem não supervisionada	151
Figura 6.14 - Aprendizagem supervisionada – Representação de dados concentrados.....	153
Figura 6.15 - Aprendizagem supervisionada – Representação de dados dispersos.....	154
Figura 6.16 - Algoritmo de Voronoi – Representação de dados	155
Figura 6.17 - Algoritmo de Voronoi – Aprendizagem de um modelo não linear	156
Figura 6.18 - Algoritmo de Voronoi – K-vizinhos	157
Figura 6.19 - Algoritmo de Voronoi – Escolha do melhor valor de k.....	157
Figura 6.20 - Mapeamento das estações de transportes públicos da cidade de Paris	159
Figura 6.21 - Dataframe contendo 10 primeiras estações de trem da cidade de Paris	160
Figura 6.22 - Dataframe contendo 10 primeiras estações de metrô da cidade de Paris	160
Figura 6.23 - Mapeamento das estações de metrô da cidade de Paris utilizando Voronoi.....	161
Figura 7.1 - Exemplo de código de programação em linguagem Scratch	163
Figura 7.2 - Dispositivo Robótico MBot	165
Figura 7.3 - Movimentação do dispositivo robótico - Graficet funcional.....	166
Figura 7.4 - Implementação do programa em linguagem Scratch	167
Figura 7.5 - Programa de movimento e reconhecimento facial (idade) implementado	170
Figura 7.6 - Reconhecimento facial através da idade de uma pessoa	171
Figura 7.7 - Programa de movimento e reconhecimento facial (sorriso) implementado.....	172
Figura 7.8 - Reconhecimento facial de uma pessoa através de um sorriso	173

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1.	Contexto do trabalho.....	14
1.2.	A utilização de tecnologias digitais	15
1.3.	Motivação e objetivos do trabalho	17
1.4.	Premissas utilizadas para o desenvolvido do trabalho.....	18
1.5.	Proposta de delineamento do trabalho	19
1.6.	Conclusões do capítulo	20
2.	CONTEXTO DO TRABALHO	21
2.1.	Contexto atual das grandes cidades	21
2.2.	Conceito de cidade inteligente (smart-City)	26
2.3.	As novas tecnologias da Indústria 4.0 aplicadas numa Smart-City	28
2.4.	Modelos de construção inteligentes (BIM)	31
2.5.	Civic-Tech: Tecnologia Cívica	33
2.6.	Utilização de IA e linguagem comum em dispositivos	36
2.7.	Conclusões do capítulo	48
3.	TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, BIG DATA E IA	49
3.1.	A transformação da humanidade em urbanidade.....	49
3.2.	A Inteligência Artificial e a Ciência da Informação	50
3.3.	As novas tecnologias digitais disponibilizadas numa cidade inteligente	52
3.4.	Dados, informação e conhecimento	55
3.5.	Utilização de IA numa Smart-City	60
3.6.	A cidade orientada aos serviços (City Apps).....	71
3.7.	Conclusões do capítulo	75

4.	SMART-CITY e SMART TERRITÓRIOS	76
4.1.	Principais características de uma Smart-City	76
4.2.	Cidade Inteligente ou cidade de tecnologias conectadas	77
4.3.	Design	80
4.4.	Territórios inteligentes (Smart Territórios)	84
4.5.	As tecnologias digitais e a cidadania	92
4.6.	Governabilidade digital	95
4.7.	Utilização de banco de dados	97
4.8.	Infraestrutura.....	100
4.9.	Exemplos de utilização de tecnologias digitais numa Smart-City.....	103
4.10.	Conclusões do capítulo	109
5.	ESTUDO DE CASO I – CIDADE CONECTADA	111
5.1.	Descrição da cidade escolhida	112
5.2.	Cidade conectada e inclusiva - necessidades.....	113
5.3.	Projeto de uma cidade conectada e inclusiva	116
5.4.	Avaliação das principais necessidades do usuário de uma cidade	118
5.5.	Comparação das condições existentes (análise de Benchmarking).....	120
5.6.	Estudo de viabilidade.....	127
5.7.	Integração de soluções tecnológicas para a permacultura	131
5.9.	Conclusões do capítulo	135
6.	ESTUDO DE CASO II – MACHINE LEARNING.....	136
6.1.	Aprendizado de Máquina (Machine Learning)	136
6.2.	Exemplo 1: Controle de espécies num ecossistema	140
6.3.	Classificação utilizando Machine-Learning e Deep-Learning	148
6.4.	Tipos de aprendizado.....	149
6.5.	Exemplo 2: Mapeamento de uma cidade utilizando Voronoi.....	158
6.6.	Conclusões do capítulo	162

7. ESTUDO DE CASO III – SISTEMAS EMBARCADOS	163
7.1. Linguagem Scratch.....	163
7.2. Biblioteca Microsoft de aplicações em IA.....	164
7.3. Dispositivo robótico móvel MBot.....	165
7.4. Reconhecimento facial e mobilidade urbana.....	168
7.5. Conclusões do capítulo	174
8. COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES.....	175
REFERÊNCIAS	178
APÊNDICE A – Elaboração de um roteiro de entrevista.....	186
APÊNDICE A – Machine Learning – Diagrama de Voronoi	137
APÊNDICE C – Artigo científico submetido para publicação	194

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto do trabalho

O mundo vem se transformando dia a dia. Hoje vivemos em um mundo novo, passando por grandes transformações em termos humanos, ambientais, tecnológicos, etc., onde nenhuma área é poupada, nem mesmo a natureza, com o sentimento que hoje estamos pagando todos os excessos cometidos contra ela.

É na cidade que a humanidade se desenvolve e evolui. Surge no Japão em 2019, o conceito de Sociedade 5.0 (DEGUCHI, 2020), buscando criar uma sociedade capaz de solucionar internamente todos os desafios sociais, através de inovações da Indústria 4.0 (*IoT*, *Big Data*, Inteligência Artificial (IA), Robótica e Economia colaborativa) dentro do âmbito social e da própria indústria, o governo japonês está se preparando para uma nova fase de sua sociedade.

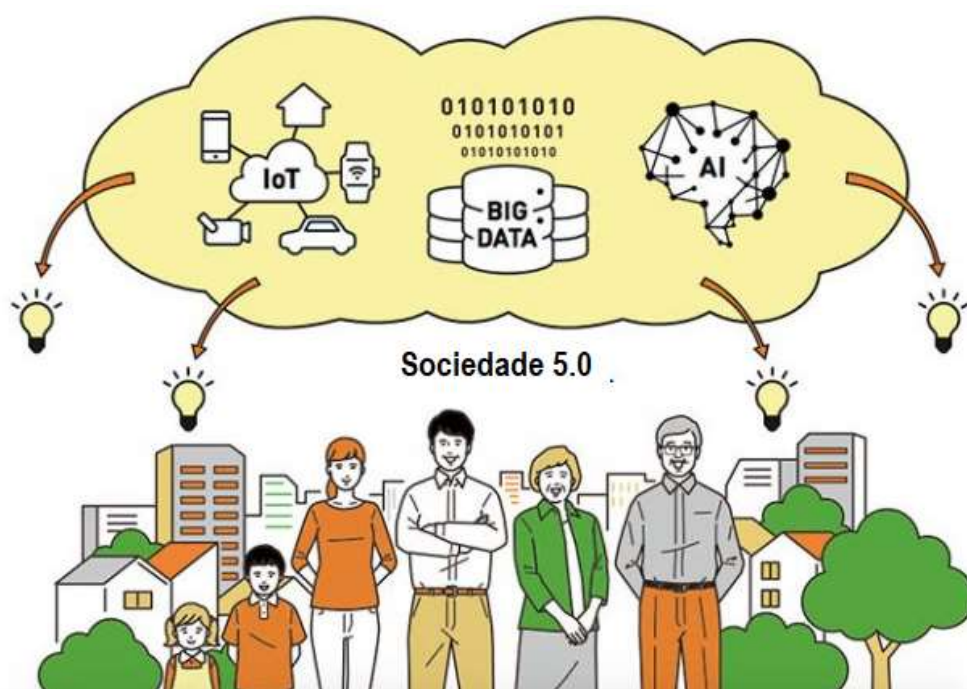


Figura 1.1 - Sociedade 5.0 (DEGUCHI, 2020).

Neste mundo em transformação, é imprescindível aprender e inovar a vida toda, porque tudo muda, em todos os lugares. Trata-se, portanto, de facilitar as coisas para que seja possível realizar as mudanças essenciais e necessárias para a vida na Terra.

Alguns fenômenos começam a fazer parte de nosso cotidiano, tais como o crescimento demográfico, a utilização de tecnologias digitais, aquecimento global ou êxodo rural são realidades dentro do contexto atual. Essa evolução da humanidade só pode ser parte de um processo de cooperação cidadão. Num mundo cada vez mais complexo e transversal, cabe a todos nós de assumir responsabilidades, lembrando sempre que não se nasce cidadão, mas se torna um ao longo do tempo.

A implementação de atividades multidisciplinares aumenta quando tentamos encontrar um projeto que permita a integração e sinergia entre os diferentes participantes envolvidos. Da mesma forma, uma sociedade resiliente, agindo como uma frente comum contra as perturbações sociais, econômicas e sustentáveis do desenvolvimento, deve contar com um entendimento mútuo e tratamento de uma base complexa de informações e universais.

Por esses motivos uma cidade deve se tornar mais inteligente para abrigar a humanidade de hoje e de amanhã. E para que isso funcione, os cidadãos devem se apropriar da cidade, conhecendo como ela funciona, de suas ferramentas, de seus modos de vida, consequentemente, isso exige que todos se adaptem a novos contextos, e graças ao conhecimento e à reflexão de cada um, podemos adaptar a espécie humana de forma coletiva a estes novos desafios. A cooperação é inevitável para a sobrevivência da humanidade e não pode ser decretada, onde a aprendizagem e a consciência assumem todo o seu significado dentro desse contexto.

1.2 A utilização de Tecnologias Digitais

Dentro desse contexto, estamos interessados na cidadania de uma Smart City, através do desenvolvimento de técnicas de aprendizagem e conscientização dos cidadãos, buscando metodologias de como facilitá-la, torná-la atrativa e, acima de tudo, eficaz.

O uso da Tecnologia da Informação (TI) direcionada a vida de um cidadão permitindo a tomada de decisões para organização e funcionamento de uma vila inteligente, tais como a mobilidade urbana e operadores de transporte público, inovações urbanos, sustentabilidade

e meio ambiente, estabelecendo assim um vínculo duradouro entre todos os envolvidos e a realidade técnica, industrial e local (Figura 1.2).

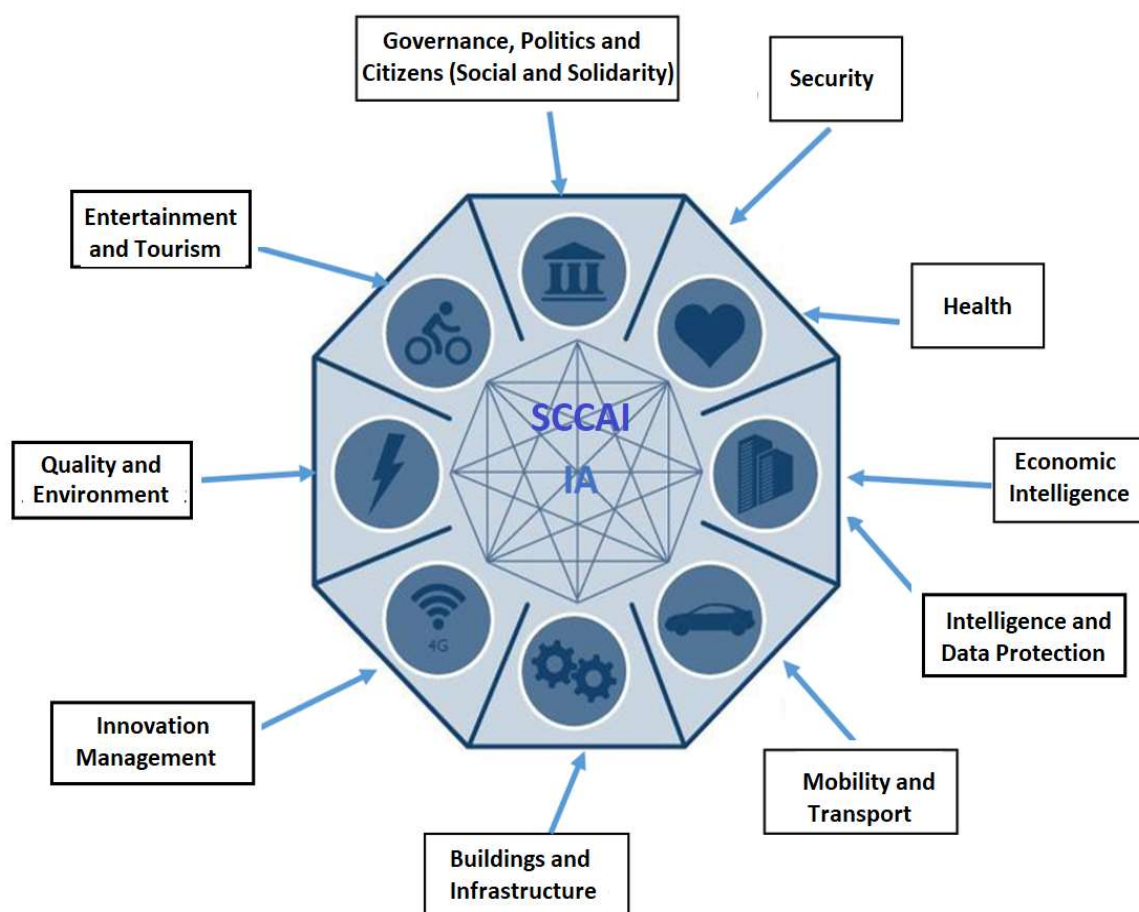


Figura 2.2 - Temas de pesquisa associados a uma Cidade Inteligente (Smart-City, 2022)

Através da integração destas áreas de conhecimento, será possível desenvolver a nova sociedade de forma estratégica, priorizando os principais setores que levaram o país a optar por mudanças tão drásticas, baseadas em alta tecnologia.

Nesta tese de doutoramento será desenvolvido um projeto de pesquisa multidisciplinar contemplando aspectos dinâmicos que envolvem a tomada de decisões para organização e funcionamento de uma vila inteligente (Smart-City), tais como a mobilidade urbana e operadores de transporte público, inovações urbanas, sustentabilidade e meio ambiente, estabelecendo assim um vínculo duradouro entre todos os envolvidos e a realidade técnica, industrial e local.

1.3 Motivação e objetivos do trabalho

O desenvolvimento deste trabalho de doutoramento será fundamentado no uso da Tecnologia da Informação (TI) direcionada aos serviços de uma Cidade Inteligente descritos na Figura 1.2, que tem como foco as seguintes temáticas de pesquisa: Gestão da Inovação; Inteligência econômica; Saúde; Qualidade e Meio Ambiente; Edifícios e Infraestrutura; Mobilidade e Transporte; Entretenimento e Turismo; Segurança, Inteligência e Proteção e Governança de Dados, Política e Cidadãos (Social e Solidariedade).

Devido à complexidade do tema em estudo, o principal objetivo desta tese de doutorado é integrar e sistematizar a utilização de diferentes ferramentas que envolvem a área de Ciências dos Dados para a exploração de grandes bases de Dados (Big Data) disponibilizadas cada vez mais pelas entidades governamentais, e suas diferentes formas de representação, para algumas situações altamente complexas, como diagnóstico médico ou decisões nos mercados financeiros. O objetivo final da utilização dessas ferramentas é encontrar a melhor decisão de acordo com as situações e o banco de dados de conhecimento.

Esses temas de pesquisa seguirão a mesma diretriz de um projeto transdisciplinar para associar várias disciplinas para atender às expectativas e exigências da sociedade em relação a mudanças consideradas aceitáveis.

Por outro lado, os algoritmos de IA estão focados em uma solução de problemas supervisionados e não supervisionados, que integrados adequadamente a diferentes ferramentas de simulação, uma ferramenta inteligente de suporte à decisão pode ser desenvolvida, obtendo condições ideais para diferentes situações complexas, permitindo ao usuário as melhores soluções possíveis sob diferentes condições, otimizando os recursos.

No desenvolvimento deste trabalho serão exemplificados esses conceitos e mostrando suas principais vantagens em relação aos modelos tradicionais, utilizando bases de dados disponíveis que permitirão o tratamento de grande parte deste estudo, possibilitando o desenvolvimento de um ambiente de simulação nesta temática, que deverão ser validados através da implementação de estudos de caso específicos, enfatizando esses tópicos de pesquisa.

As principais contribuições almejadas através deste trabalho de pesquisa serão validadas através dos estudos de casos práticos propostos na temática Smart City detalhados nos últimos capítulos deste trabalho, que contemplarão aspectos práticos (aplicações

direcionadas a comunidade) e aplicações acadêmicas (desenvolvimento e implementação de programas computacionais em veículos autônomos, utilizando as linguagens computacionais Scratch e Python e aplicativos Microsoft de Cognição e sistemas de hardware embarcado em Arduino). Estes aplicativos se mostram apropriados de forma transversal, em conexão com equipes de pesquisa em ciência da computação, gestão, mecânica e meio ambiente, além de outras áreas de conhecimento relacionadas aos objetivos propostos neste trabalho de pesquisa.

1.4 Premissas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho

O tema deste trabalho tem motivação pela necessidade de tornarmos a cidade mais inteligente para abrigar a humanidade. Dentro deste contexto, devemos considerar que todo mundo é um protagonista (ator) e os usos e costumes que transformam a vida cotidiana. Os usos não podem ser decretados, eles se acompanham.

O desenvolvimento deste trabalho será baseado na abordagem das seguintes premissas:

- a) Para a utilização destes aplicativos, os cidadãos serão considerados usuários, designers e coprodutores dos serviços.
- b) Existência de políticas públicas são capazes de gerenciar a privacidade e a transparência do fluxo de informações.
- c) O pesquisador é primeiro questionado sobre a realidade da situação antes de abordar sobre os métodos e ferramentas que podem ser utilizados para propor serviços integrados ao cidadão e impulsionar a implementação de novas arquiteturas para o sistema de informação de uma sociedade.
- d) Design de serviços: colocar o utilizador como operador de serviços
- e) Nessa abordagem de perspectiva de sociedade de serviços, os pesquisadores terão que integrar um ambiente modificado baseado na utilização de banco de dados (Big data) e ferramentas da inteligência artificial.
- f) Definição de um modelo de alta qualidade de vida e sua relação com o meio-ambiente (HQ), baseado no estabelecimento de índices de qualidade e otimização contínua, e sistema de monitoramento contínuo, fornecendo índices para melhoria da qualidade de vida, visando de manter a solidez e robustez de todos os elementos do ecossistema.

- g) Validação do problema em estudo analisando experiências realizadas em 4 cidades pioneiras e uma estrutura sindical da região parisiense. Utilização de jogos lúdicos para formação e aprendizado e conscientização do uso de novas tecnologias voltados ao bem estar social e alta qualidade de vida

1.5 Proposta de delineamento do trabalho

Este trabalho de doutoramento será organizado de modo a gerar uma sinergia entre habilidades e conhecimentos, com suporte a tecnologias inovadoras, design e implementação de processos de intercâmbio entre profissionais e usuários e vincular os componentes da infraestrutura, operadores, usuários e público. autoridades.

Inicialmente, ele se concentrará na coleta, análise e disseminação de informações relacionadas a uma cidade inteligente, considerando as restrições relacionadas ao atraso, as características das informações e o Big Data, a análise de dados para entender a evolução do comportamento, a disseminação de informações às partes interessadas e usuários e a segurança e informações da rede disponíveis.

Finalmente, espera-se que os resultados obtidos criem uma ferramenta de informação abrangente para uma Cidade Inteligente e Conectada (Smart-City) acessível a todos e destinada principalmente à comunidade. Torna-se essencial ter uma visão que permita a convergência e sinergia dessas áreas do conhecimento, o que é crucial na área de pesquisa e no ponto de vista comercial.

Para desenvolvimento deste trabalho de doutoramento os seguintes capítulos deverão ser desenvolvidos:

Capítulo 1: Introdução - apresenta os principais objetivos e contribuições do trabalho, descrição do problema, e justificando a necessidade de tornar uma cidade colaborativa e inteligente

Capítulo 2: Revisão bibliográfica - inicialmente apresenta um contexto do trabalho em estudo abordando temas que justificam este estudo tais como: conceito de Smart-City e cidade conectada, a tecnologia digital na sociedade, as novas tecnologias da indústria 4.0 associadas à Inteligência Artificial (IA) aplicadas numa Smart-City, a utilização da

linguagem Python para ciências dos dados e IA, e demais temáticas que servem de referência para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Capítulo 3: Tecnologia da Informação, Ciências dos dados e Inteligência Artificial - apresentando inicialmente uma revisão do conceito de Inteligência Artificial e Ciência da Informação inserido no tema Smart-City e utilização da Inteligência Artificial no processo de aprendizagem.

Capítulo 4: Smart-City e Smart-Territórios - aborda inicialmente esses conceitos, suas principais diferenças e tecnologias utilizadas.

Capítulo 5: Estudo de Caso I: Cidade Conectada – aborda uma aplicação prática desenvolvida numa região próxima a Paris e seus resultados.

Capítulo 6: Estudo de Caso II: Machine Learning – aborda exemplos de aplicações de aprendizado de máquina, baseada na utilização de Inteligência Artificial numa Smart-City.

Capítulo 7: Estudo de Caso III: Sistemas Embarcados - aborda exemplos de aplicações em veículos autônomos, utilizando as linguagens computacionais Scratch e Python e aplicativos Microsoft de Cognição e sistemas de hardware embarcado em Arduino).

Capítulo 8: Conclusões e perspectivas futuras: síntese dos resultados obtidos, apresentando contribuições atuais e sugestões de trabalhos futuros.

1.6 Conclusões do capítulo

Neste capítulo introdutório foi apresentado o tema proposto para este trabalho de pesquisa, principais objetivos, contribuições, motivação além de uma proposta de metodologia para o seu desenvolvimento, apresentando uma descrição sucinta dos capítulos abordados neste trabalho.

No próximo capítulo desta tese serão apresentadas uma revisão bibliográfica da temática em estudo abordando uma multiplicidade de temas que envolvem esse trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contexto atual das grandes cidades

O crescimento demográfico, a utilização de tecnologias digitais, o crescimento demográfico exponencial, o aquecimento global êxodo rural são realidades dentro do contexto atual que justificam a transformação de uma cidade mais inteligente capaz de abrigar a humanidade de hoje e de amanhã. Neste capítulo será abordado de forma mais detalhada esses fatores correlacionados que influenciarão o conceito de cidade inteligente.

2.1.1 - Crescimento demográfico

O crescimento exponencial da população vem crescendo de forma exponencial desde os primórdios da humanidade, e somente em casos de uma pandemia fatal na humanidade esse crescimento poderia ser desacelerado.

Controlar a população mundial como forma de atenuar essa explosão demográfica da população não é uma solução, e mesmo que isso não ocorra em todos os lugares, esse crescimento populacional irá perturbar os equilíbrios populacionais existentes. Desde o ano de 2012, o limite de 75% da população mundial que vive nas cidades foi alcançado, e este fenômeno continua ao enxergamos a dinâmica de crescimento demográfico dos países.

Até o ano de 2050, o continente asiático, encabeçado pela Índia deverá ser a nação mais populosa do planeta, ultrapassando a China, e a República Democrática do Congo terá quase triplicado sua população e estará entre os 10 países mais populosos do mundo, enquanto a China, atualmente em desaceleração demográfica atingirá um declínio, como também as cidades de São Paulo e Cairo que sairão da lista de cidades mais populosas do mundo.

2.1.2 - Aquecimento global, preservação ambiental e sustentabilidade

As frequentes alterações climáticas em nosso planeta, devido ao fenômeno do aquecimento global vêm mudando as condições de vida em nosso planeta, com impacto direto no aumento do volume d'água dos rios e oceanos, a transformação de espaços verdes em desertos. Como consequência direta destes fenômenos que impactam a mudança das condições climáticas (seca e frio), os grandes espaços destinados a agricultura que servem para alimentar as populações vêm sendo prejudicados, ou mesmo sendo extintos.

Esses fenômenos direcionam o deslocamento das populações para as regiões mais favorecidas, e conseqüentemente, o dia a dia das pessoas e seus hábitos, precisam ser reinventados, de forma pessoal e profissional, e o enfrentamento desses novos desafios representa a sobrevivência da humanidade.

Por outro lado, a preservação de nosso meio ambiente e recursos naturais, constituído por toda uma biodiversidade terrestre e marinha (espécies animais e vegetais e seus ecossistemas), é essencial para a vida da espécie humana em nosso planeta.

As atividades humanas degradam o meio ambiente: extração de recursos sem se preocupar com sua renovação, desmatamento, erradicação de espécies animais e vegetais, poluição da água, solo, ar ... e ameaçam a sobrevivência de todos. Alguns recursos, como os combustíveis fósseis, não são renováveis, sendo consumidos em grande escala, muitas vezes até a exaustão.

Os recursos renováveis são consumidos sem preocupação com a sua reprodução, os habitats da biodiversidade são gradualmente destruídos, as espécies animais e vegetais principalmente ameaçadas, em perigo ou já extintas, as emissões maciças de gases com efeito de estufa estão a aquecer muito o planeta. De forma rápida e sustentável.

O estado da biodiversidade e o nível de poluição do planeta são alarmantes, e o desenvolvimento sustentável visa implementar ações diárias para reduzir o desperdício, limitar a poluição, utilizar racionalmente recursos renováveis e não renováveis, visando preservá-los para manter a vida em nosso planeta.

A questão ambiental do desenvolvimento sustentável visa implementar ações contínuas para reduzir o desperdício, limitar a poluição, economizar recursos a fim de preservá-los para manter a vida em nosso planeta (VEDURA, 2022).

A proteção ambiental exige vontade política, forte envolvimento das empresas, das autoridades públicas e de todos os cidadãos, mudanças de mentalidades e de comportamento para todos.

2.1.3 - Êxodo rural e urbanidade

No último século, a população rural passou rapidamente à urbana, transformando as cidades em megalópoles, exigindo que as pessoas se adaptem aos seus hábitos e práticas diárias, como também é imprescindível a transmissão de informações e conhecimentos, de forma rápida e para todos, justificando assim o uso cotidiano da tecnologia digital e dados integrados transformando à uma sociedade da informação.

O termo urbanidade está associado ao conceito de trabalho coletivo numa sociedade urbana independente de uma legislação ou regime administrativo (BORDREUIL, 2000). Este conceito, cada vez mais atual, mostra um direcionamento da humanidade para a urbanidade, onde é na cidade que a humanidade está se desenvolvendo, ou seja, a transformação do ser humano para o urbano.

Consequentemente, uma cidade deve-se tornar mais inteligente e cooperativa entre seus habitantes, envolvendo todos os setores de atividades: casa, viagens, trabalho, educação, saúde, energia, governança, etc., ou seja, a possibilidade de ter milhões de pessoas convivendo em harmonia, através da ocorrência de uma mudança de comportamento dos cidadãos que compartilhem o mesmo espaço urbano.

2.1.4 - Economia colaborativa

Num mundo em constante transformação, com pessoas convivendo em espaços reduzidos, com escassez de matérias-primas associadas em grande parte a fontes não renováveis de energia, a posse de bens materiais deve se tornar cada vez mais reduzido, e os objetos obsoletos, e o significado de posse e valor material cada vez menos importante, ou seja, estamos entrando na civilização de costumes de utilização dos bens materiais, sem a

preocupação de sua posse, mas seu principal valor será a sua boa utilização em função de uma necessidade.

O princípio de uma economia colaborativa que consiste na troca de bens e serviços entre os indivíduos tradicionalmente permaneceu associadas aos costumes, principalmente no campo, onde a solidariedade entre indivíduos e no seio familiar sempre foram mais comuns, portanto, a economia colaborativa é, a extensão da sociabilidade ancestral, alimentada pela contribuição do digital e da maturidade tecnológica das plataformas.

O grande avanço é a penetração de participantes do mercado no setor de intercâmbio colaborativo, especialmente em países industrializados. Embora, nos países em desenvolvimento, onde persistem velhas solidariedades, o setor continua ainda mal estruturado, percebe-se uma explosão de um mercado voltado a uma economia colaborativa no setor comercial direcionado à população deverá ser crescente estabelecendo uma relação direta entre o consumidor e seu ecossistema.

Isso já vem ocorrendo mesmo em relação aos "bens intangíveis" como software, música e filmes, começam a ser completamente separados de sua mídia física para serem distribuídos sob a forma de uma assinatura online, removendo até mesmo a propriedade da sua materialidade através de um meio físico.

2.1.5 - A utilização da tecnologia digital na sociedade

Atualmente vivemos uma transição da sociedade industrial para a sociedade da informação, é rápida, generalizada e inevitável, e a tecnologia digital e integração de base de dados vêm sendo utilizados no dia a dia das pessoas, transformando uma sociedade industrial em direção à sociedade da informação.

Podemos afirmar que estamos passando de um mundo físico, com leis e princípios baseados no tempo, energia e matéria, para um mundo da informação, imaterial, desconectado do tempo e do espaço e possuindo suas próprias "leis", que ainda precisam ser melhor definidas.

O termo Infotopo designa o novo mundo da informação que se desenvolve nos lugares diferentes de nosso planeta onde são utilizadas as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), e são associados ao uso da internet, objetos conectados, mobilidade e

outras. O desenvolvimento dessas novas tecnologias é rápido, geral e inevitável, trazendo novas regras de funcionamento do ponto de vista legal e social para a nossa sociedade (Figura 2.1).

Estas tecnologias digitais fazem cada vez mais parte de nosso cotidiano, mudando radicalmente nossos usos e costumes, e novos paradigmas sociais começam a surgir com novas formas de pensar e resolver situações e problemas.

Muitos fundamentos sobre os quais a humanidade foi construída estão sendo desmontados: a relação com o tempo, o espaço e a matéria, e enquanto nossa vida se acelera, a informação viaja de um extremo a outro do planeta de forma quase instantânea.



Figura 2.1 - Infotopo (Fonte: J.C. FRACHET, 2022).

Atualmente, uma grande quantidade de informações está disponibilizada para serem utilizadas ou transformadas, impactando cada vez mais diferentes áreas do conhecimento, dentre elas, sistemas de comunicação e informação, lazer e cultura, saúde, educação, etc.

A comunicação se estabelece independentemente de onde estejamos, e os dados estão em toda parte, nos dispositivos, eles circulam, são armazenados, são arquivados, permitindo novos horizontes de utilização massiva da inteligência artificial, a vigilância automatizada em massa, ou mesmo o controle de um cidadão.

2.2 Conceito de cidade inteligente (Smart-City)

O conceito de cidade inteligente abrange realidades múltiplas e complexas. Alain Bourdin (BOURDIN, 2012) afirmava que “uma cidade sustentável não existe como conceito: é um sistema instável - é uma forma espacial socialmente interpretada e reinterpretada que forma a ordem urbana, ou seja, a cidade sustentável como uma estrutura ordenada e estável, como a literatura sugere, é uma invenção da mente”.

O conceito de cidade inteligente começou a surgir face à diferentes realidades e urgências, inicialmente em cidades de grande extensão urbana, superpopulosas e desenvolvidas da Ásia e Europa. Este conceito ainda em aberto, mas abordagem do design é vista como uma forma de colocar a tecnologia digital a serviço da inteligência urbana.

Anthony Townsend (2013), descreve que a partir do ano de 2008, que as cidades começaram a perceber muitas "mudanças de equilíbrio na vida das pessoas dos grandes centros urbanos", antes impercebíveis, representando um marco importante na construção do conceito de "cidade inteligente", fundamentando assim, alguns fundamentos importantes para um conceito mais preciso de Smart City:

- 1) Conciliar o desenvolvimento sustentável e o crescimento urbano de uma cidade.
- 2) Conectividade: associar a internet normal e a internet das coisas (IoT) direcionando ao design de serviços e novas aplicações.
- 3) Urbanização das tecnologias: como adaptar a tecnologia à uma cidade

2.2.1 - A cidade inteligente e a alta qualidade de habitabilidade

A União Europeia lançou no ano de 2010 um programa estratégico para a Europa 2020, considerando as tendências de longo prazo que afetam o crescimento (mudanças sociais, globalização, evolução da produtividade, tecnologias da informação e comunicação, etc.). Esse programa estratégico foi dividido em três prioridades:

- **Crescimento inteligente (smart growth):** considerando investimentos efetivos em educação, pesquisa e inovação;
- **Crescimento sustentável (sustainable growth):** considerando as ações a serem tomadas para avançar em direção à uma economia de baixa utilização de carbono;
- **Crescimento inclusivo (inclusive growth):** considerando ações de criação de emprego e redução da pobreza.

Simultaneamente, foram definidos cinco grandes objetivos mensuráveis para a Europa 2020 em matéria de emprego, investigação e inovação, alterações climáticas e energia, educação e combate à pobreza.

2.2.2 - A cidade inteligente a partir da utilização de dados reais

O principal objetivo das cidades inteligentes é tornar a cidade mais eficiente e fluida, melhorando o monitoramento e gerenciamento em tempo real de sua infraestrutura vital, estradas, sistemas de transporte, eletricidade, água e redes de saneamento.

Desse modo, dispositivos de sensoriamento para medições desde os volumes de tráfego até o consumo de energia e água constituem uma ferramenta fundamental, assim como os bancos de dados que acompanham as informações produzidas pelos sensores.

Assim, podemos chamar de cidade inteligente, quando diversos sensores coletam dados para obter insights e usá-los para gerenciar esses objetos com eficiência. De acordo com o estudo da Forbes – Smart-Cities Council (VANDER ARF, 2020) uma cidade inteligente deve possuir três valores fundamentais:

- **Habitabilidade (Livability):** Cidades que oferecem condições de vida limpas e saudáveis, sem poluição e congestionamento, possuindo infraestrutura digital que disponibiliza os serviços da cidade de forma instantânea e conveniente a qualquer hora, em qualquer lugar.
- **Funcionalidade (Workability):** Cidades com grande capacidade de fornecimento de infraestrutura: – energia, conectividade, computação, serviços essenciais – para competir globalmente por empregos de alta qualidade.
- **Sustentabilidade (Sustainability):** Cidades que prestam serviços pensando principalmente nas gerações futuras.
- **Aprendizagem (Learnability):** Cidades com acesso equitativo a oportunidades de aprendizado de qualidade em um ecossistema coordenado desde o nascimento até as carreiras. (Vander Art 2020)

2.3 As novas tecnologias da Industria 4.0 aplicadas numa Smart-City

A Industria 4.0 enfatiza o conceito de concepção colaborativa, através de modelos digitais de sistemas embarcados reconfiguráveis até estágios mais avançados, que podem ocorrer durante o processo de fabricação, onde deveremos considerar o ciclo de vida completo de um produto, a partir da caracterização dos seguintes elementos:

- Aquisição e análise estatística de informações digitais (*Big Data*);
- Gestão do fluxo de informações avançada, incluindo o planejamento e a logística de “fornecimento estendido” de todo um ecossistema de parceiros, incluindo empreiteiros e serviços terceirizados, associados ao setor produtivo;
- Utilização de equipamentos e ferramentas automatizadas interativas com o usuário, manutenção preditiva otimizada, através de equipamento, ferramentas e instrumentação específica para a produção;
- Acesso remoto para diagnóstico remoto ou manutenção remota graças à Internet das Coisas (*IIoT*);
- Utilização de operadores baseados no uso da Realidade Aumentada, e robôs colaborativos (*Cobotics*);
- Utilização de novas tecnologias de produção, tais como o uso de fabricação aditiva e 3D;

- Utilização de processos adaptativos utilizados normalmente nos processos industriais e adaptados a uma *Smart City*, como, por exemplo, manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*).

No contexto de Visão de Futuro de uma *Smart City* os diferentes domínios de aplicação da AUTOMAÇÃO 4.0, e sua consequente transformação numa cidade e seu entorno. Estas tecnologias disponíveis de outras áreas de aplicação são descritas detalhadamente a seguir:

- **Gestão Eletrônica de Documentos (GED) ou EDM (*Electronic Document Management*)**: consiste na desmaterialização de documentos (planilhas de dados, notas de cálculo, documentos para controle e regulação, relatórios...), utilizando trocas de informações eletrônicas. O armazenamento destas informações em nuvens de dados (e-cloud) e os mecanismos de pesquisa promovem ainda mais o compartilhamento de informações e o trabalho colaborativo.

Planejamento Integrado: consiste na troca de informações entre os diferentes sistemas de informação de uma cidade, possibilitando assim, a integração do planejamento de suprimentos e manufatura e seu reajuste em tempo real, modificando os cronogramas dos subcontratados ou demais integrantes da equipe, levando-se em consideração os ajustes relacionados aos possíveis problemas correlacionados.

- **Gestão dos Ciclos de Vida dos Produtos (PLM) ou *PLM - Product Lifecycle Management***: essas ferramentas de gerenciamento permitem rastrear as diferentes configurações de um produto (ou documento) ao longo de seu ciclo de vida (concepção ou design, produção, operação). Ao mesmo tempo, estas ferramentas possibilitam informatizar os processos de revisão e validação e histórico de possibilidades de realização de um mesmo produto, permitindo assim, o rastreamento das diferentes versões dos componentes de que são constituídos.
- **Modelo Digital**: consiste no compartilhamento de informações de forma colaborativa, envolvendo todas as etapas de um modelo digital de uma cidade inteligente. Este modelo se refere não somente dos dados geométricos, mas também dos dados estruturados, necessários para simular numericamente o comportamento da cidade e seus arredores. Através de um Modelo Digital 4D e 5D, o modelo é estendido com dimensões de tempo (planejamento) e custo.

- **Logística Avançada:** Para o conhecimento preciso dos prazos de entrega de material/serviços na cidade, os diferentes meios de transporte necessários para o abastecimento da cidade são geolocalizados em tempo real, permitindo assim, otimizar os fluxos de produção e a quantidade de deslocamentos para o local. Os níveis de estoque de matérias-primas ou componentes no local são informatizados de modo a permitir uma gestão otimizada de suprimentos.
- **Objetos Industriais Conectados (*IIoT: Industrial internet of Things*):** esses objetos permitem trocar informações sobre o ambiente ou o uso de determinado objeto através da rede internet. As redes de comunicação de rádio de baixa frequência fornecem cobertura extensiva do território, ou até mesmo conectam um site inteiro com poucos equipamentos ativos de uma rede.
- **Robótica Colaborativa:** robôs autônomos ou semiautomáticos operam de forma colaborativa com seus operadores em ambientes adversos, em tarefas específicas para as seguintes situações: difícil realização, ou arriscadas de serem realizadas pelo homem ou necessárias para melhorar a qualidade e a produtividade.
- **Dispositivos Comunicantes (*M2M - Machine-to-Machine*):** A troca de informações realizada de uma máquina para outra, ou mesmo de acordo com um cenário, de um produto para uma máquina, permite a sua adaptação para diferentes processos de fabricação. Isso pode ser aplicado no caso do posicionamento ou o roteamento automático de um elemento pré-fabricado para uma máquina de manutenção.
- **Realidade Aumentada (RA):** consiste em exibir informações complementares ao contexto real. Isso pode ser feito através de óculos ou um display de frente, ou ainda através da projeção de imagens.
- **Robôs de Assistência (RA):** Trata-se de equipamentos especializados que permitem ajudar os colaboradores para a execução de tarefas que exigem esforços físicos acentuados durante a sua atividade. Esses equipamentos poderão ser, por exemplo, um braço robótico ou um exoesqueleto que aumenta as capacidades físicas do operador.
- **Drones Autônomos:** esses dispositivos permitem monitorar a evolução de trabalhos num canteiro de obras, como também permitem a realização de medições dimensionais ou a localização de pessoas/equipamentos dispostos numa cidade. Eles também tornarão possível, através de sua visão aérea, realizar operações de controle ou intervenções com total segurança para os operadores.

- **Geolocalização 3D:** localização de produtos, equipamentos e pessoas numa cidade, inclusive dentro de ambientes, permitindo assim, a otimização dos movimentos ou controles de segurança durante operações de risco. O equipamento de telemetria permite a aquisição automática em 3D dos pontos de dimensionamento de uma construção e através do posicionamento do equipamento ou ferramentas especializadas irá permitir a otimização do gerenciamento dos mesmos.
- **Tele-manutenção:** Equipamentos e maquinário utilizados num canteiro de obras poderão estar conectados à Internet, permitindo assim, que os operadores de manutenção realizem diagnósticos ou intervenções remotas. A manutenção preventiva é aprimorada devido a integração *online* dos parâmetros de funcionamento dos equipamentos com as informações provenientes do Serviço Após Venda fornecidas pelo fabricante.
- **Fabricação Aditiva:** Os processos automatizados de fabricação de peças por adição de materiais, realizados através de uma impressão 3D, possibilitam a produção de uma peça específica de qualquer parte, a partir de seu projeto digitalizado, sem a necessidade de sua usinagem ou da realização de um molde para a sua confecção. Além disso, esse procedimento poderá ser realizado no mesmo local da obra, através de uma máquina móvel ou externa em um atelier de pré-fabricados ‘generalista’.

2.4 Modelos de construção inteligente (BIM)

O projeto de uma cidade inteligente deverá levar em consideração todas as informações adquiridas durante a sua planificação, do mesmo modo que ocorre com o setor da Construção Civil utilizaremos o conceito BIM (*Building Information Modeling*) que significa Modelo de Informação da Construção definido como um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de uma construção.

Normalmente, este modelo de uma construção virtual equivalente a uma edificação real, possuindo assim, muitos detalhes no tocante a composição dos materiais de cada elemento, no nosso caso uma cidade, com suas ruas, avenidas, edificações, etc. Isso permite simular a edificação e entender seu comportamento antes de sua construção real ter sido iniciada.

O modelo BIM pode ser utilizado para visualização tridimensional, para auxiliar nas decisões de projeto e comparar as várias alternativas de design e para o planejamento de uma cidade inteligente.

Assim, todos os dados são armazenados dentro de um arquivo “BIM”, e cada modificação na modelagem da edificação será automaticamente replicada em cada vista, como plantas, seções e elevações. Isso não só ajuda a documentar o projeto de forma mais rápida, mas também proporciona maior segurança e qualidade com a coordenação automática de todas as vistas. Quanto a simulação e planejamento de uma cidade é realizado, modelos BIM contém mais do que apenas dados arquiteturais, mas também informações a respeito da engenharia, sustentabilidade, e outras características podem ser facilmente simuladas bem antes da implementação de uma cidade inteligente.

A base de dados, contém informações que não são representadas visivelmente, por exemplo: Informações de cronograma elucidam a quantidade necessária de operários, coordenação dentre outros fatores que podem influenciar na programação do cronograma final.

O custo também faz parte do BIM e permite ver e estimar o valor que o projeto possa ter em qualquer etapa durante o projeto, e os dados do modelo BIM não são somente úteis durante o processo de design e construção do projeto da edificação, mas podem ser utilizados durante todo o ciclo de vida da edificação, ajudando a reduzir o custo operacional e de gerenciamento que é significativamente maior do que o custo total da construção. Os principais objetivos do BIM são de natureza:

- **Econômica:** custos relativos à construção e implementação, manutenção, distribuição e geração de energia, circulação de pessoas, conectividade e outros.
- **Ecológica:** aspectos relacionados ao consumo de energia, a consumação de materiais de construção, o espaço na cidade, estacionamentos, pista de circulação de veículos autônomos, gestão de espaços verdes, integração de vegetação nos edifícios e casas, espaços públicos e cidade, otimização na ocupação dos espaços, e outros.
- **Social:** gestão dos espaços, espaços comuns, gestão de relações, e bem estar social, e outros.

Dentre os possíveis riscos do BIM, podemos destacar aspectos associados a obtenção de dados e informações, sua proteção e a exploração destes dados, sendo impossível garantir totalmente a sua proteção, que poderão acarretar em riscos:

- **Sociais (liberdade):** os dados pessoais podem ser utilizados na ocorrência de mudanças políticas.
- **Econômico:** ocorrência de desvio na exploração destes dados pessoais e de uma empresa.
- **Político:** utilização para fins políticos como já ocorreu recentemente nos EUA com Facebook e Twitter.
- **Ecológico:** consumação de energia através do digital (alto crescimento nos dias atuais em todos os setores)

2.5 Civic-Tech: Tecnologia Cívica

Podemos entender como tecnologia cívica, como a reunião do conjunto de processos, ferramentas e tecnologias que melhoram o funcionamento democrático das sociedades e comunidades, fortalecendo o papel desempenhado pelos cidadãos nos debates e na tomada de decisões.

O governo francês, estabeleceu um plano diretor nacional para a França 2018-2020, demonstrando a vontade do poder público de fazer da participação pública um motor da Transformação da Sociedade Francesa (LEMAN, 2019), ou seja, tanto as autoridades locais quanto os cidadãos têm empatia e desejam uma construção colaborativa do país utilizando tecnologias digitais.

2.5.1 – Coleta de informações do cidadão por meio de análise de dados e web semântica

Através do uso de apps (aplicativos) e sistemas de busca através da web podemos obter muitos dados analíticos (Big Data), que tratados através do uso de algoritmos de Machine Learning permitirão a implementação de apps centrados no cidadão, capazes de conhecer

mais profundamente os cidadãos, sua cultura, centro de interesse e mesclá-lo com métodos de pesquisa tradicionais, como pesquisas e experimentos.

A mineração de texto fornece palavras, frases e até mesmo uma análise de sentimentos (DAVALOS e outros, 2015). Um exemplo de método de mineração de texto comumente utilizados é a Pesquisa Linguística e Contagem de Palavras (LIWC).

A análise LIWC pode ser usada para analisar texto para determinar diferentes emoções, estilos de pensamento e preocupações sociais. Neste caso, as palavras são mapeadas para categorias de linguagem que capturam os estados sociais e psicológicos das pessoas.

As palavras-chave e análise de frases podem identificar termos por classificação de frequência ou por métricas especiais, como TFIDF (frequência de termo - frequência de documento inversa), que mede a informação relativa valor de um termo e não apenas a frequência (TAUSCICK, 2010).

2.5.2 – Aprimoramento da experiência de um cidadão através da automação

A utilização de dispositivos de automação largamente utilizados no setor industrial, tais como chatbots, assistência vocal, inteligência artificial (IA) podem ser utilizados em aplicações direcionadas as cidades. Podemos citar a cidade de Issy les Moulineaux na França que será a primeira cidade a responder com uma tecnologia vocal do Cidadão utilizando o Alexa Amazon.

Podemos considerar que o uso desta tecnologia neste momento é mais uma ferramenta de marketing, utilizada por cidades pioneiras, entretanto a cidade de Issy-les-Moulineaux vem desenvolvendo um kit de ferramentas digitais para engajamento da comunidade que inclui pesquisas online e móveis, mídias sociais e canais da web, e em breve, fornecerá os próximos dados para tornar o marketing da cidade mais eficiente.

Através do aprendizado de máquina (Machine Learning), será implementado um mecanismo de pesquisa, marketing, ciência de dados etc. O conceito de smart assenta na transição sustentável, na utilização de tecnologia avançada e na inclusão dos cidadãos nos processos de implementação e adaptação.

As cidades inteligentes, no século XX, implicavam a dependência da eficiência da gestão urbana da modernização tecnológica. A auto-organização dos sistemas de gestão urbana é o resultado da implementação de tecnologias de coleta e análise de Big Data, sistemas ciber-físicos, plataformas digitais e computação em nuvem, ou seja, melhorar a eficiência dos sistemas urbanos visa criar um ambiente mais habitável e preciso para os habitantes e parque empresarial (MUKHAMETOV, 2020).

2.5.3 – O cidadão ocupando o papel central da humanidade (Human Centric Design)

Em 2018, a Organização das Nações Unidas (ONU) apresentou resultados de estudos que mostram que 55% da população mundial vive em áreas urbanas, e esta proporção que deve aumentar para 68% até o ano de 2050, gerando a necessidade de soluções de cidades inteligentes.

Atualmente temos acesso a dispositivos de conexão à banda larga mais baratos, e mais da metade da população mundial esteja conectada. Comunidades conectadas e armazenamento barato de dados, permite que as pessoas para usem plataformas para trabalharem, aprenderem e se divertirem. Por outro lado, a inclusão de sensores e câmeras faz com que bilhões de dispositivos compartilhem dados e compartilhem objetos conectados.

É a relevância da revolução da plataforma (PARKER, 2016). Big Data e recursos computacionais mais acessíveis permitiram a explosão de aplicações de Inteligência Artificial (IA), código que aprende, em aplicativos de software que suportam todos os aspectos da vida. O desenho de sistemas de organização do trabalho. Estamos usando em todo o mundo sem perceber IA todos os dias, trazendo nossos colegas de trabalho artificiais à tona, colaborando com computadores e redes.

Com o aumento do número e da complexidade dessas interfaces humano-tecnologia, as capacidades de intervenção humana podem se tornar limitadas, originando novos problemas. Como o ambiente é extremamente móvel, a pesquisa também deve focar nas estratégias de envolvimento humano nas organizações. Uma estratégia colaborativa necessária implica uma nova abordagem ao design dos locais de trabalho projetados por e para os colaboradores.

Entretanto, devemos reconsiderar a relação entre tecnologia e dimensões sociais não como entidades separadas, mas integradas no design de um sistema de interação. O uso da expressão *design thinking* torna-se essencial.

Um design focado no homem, em inglês, Human-centric Design (HDC) (KELLY, 2013) é definido como um conjunto de métodos e princípios que visam auxiliar o design de produtos ou serviços úteis, prazerosos, significativos e utilizáveis para os consumidores.

Um HDC permite que os designers apliquem o conhecimento sobre os seres humanos e como eles interagem com o meio ambiente, o que permite que os designers desenvolvam produtos e serviços que atendam às necessidades e aspirações das pessoas. É um processo que envolve ciclos de feedback constantes dos usuários, ciclos de iteração e extensa pesquisa de usuários com empatia e emoção sendo o centro de todo o processo de design.

A criação torna-se então o reflexo do usuário final e não mais o exclusivo dos criadores. Considerar o humano e não o usuário é considerar todos os fatores humanos em relação a um projeto. Do potencial trabalhador-usuário, o cidadão que se preocupa com seu meio ambiente, passa a ser responsável por sua criação.

2.6 Utilização de IA e linguagem comum em dispositivos

2.6.1 – Processamento de Linguagem Natural (PNL)

Processamento de Linguagem Natural (PNL) ou Linguística Computacional abrange qualquer tipo de manipulação de linguagem natural por computador. É tão difundido que inclui suporte a telefones e computadores portáteis, texto preditivo, reconhecimento de escrita, mecanismos de busca na web, dá acesso a informações inseridos em texto não estruturado, máquina de tradução e outros.

Através do fornecimento de interfaces homem-máquina (IHM) mais naturais e acesso mais sofisticado às informações armazenadas, o processamento de linguagem natural passou a desempenhar um papel central na computação que envolvem a utilização de grandes bases de dados.

A PNL está experimentando um rápido crescimento à medida que suas teorias e métodos são implantados em uma variedade de novas tecnologias de linguagem, onde instaladores gratuitos estão disponíveis para quase todas essas plataformas. As ferramentas mais poderosas estão em acesso aberto na medida em que você estiver disposto a entrar em um mundo bastante tecnológico. As linguagens PNL mais utilizadas são:

- **Python:** é uma linguagem de programação simples, porém poderosa, com excelente funcionalidade para processamento de dados linguísticos. Python, possui código-fonte aberto, e pode ser baixado gratuitamente.
- **Natural Language Toolkit (NLTK):** biblioteca de código aberto chamada, que inclui software, dados e documentação extensos, todos disponíveis para download gratuito em <http://www.nltk.org/>.
- **Ferramentas Google:** possui campos de treinamento em aprendizado de máquina e IA com o TensorFlow, o que permite a implementação de redes neurais, utilizando estruturas de aprendizado de máquina de código aberto pré-definidas.
- **Microsoft:** possui também diversas bibliotecas e recursos de IA gratuitos, e recentemente desenvolveu um Visual Studio Code Tools for AI.

2.6.2 – Internet das coisas (IoT)

A *Internet of Thing* (IoT) permite obter dados pessoais para melhorar o condicionamento físico e a saúde por meio de sensores dispostos em vestuário ou relógio, permitindo através da correlação de dados com o engajamento das cidades inteligentes em relação aos critérios de sustentabilidade descritos anteriormente.

Podemos exemplificar, com o estudo de correlação realizado entre o engajamento das cidades inteligentes na sustentabilidade, envolvendo as cidades escandinavas e as taxas de mortalidade.

Sensores permitiram a obtenção de informações sobre a poluição do ar, qualidade da água, dados de doenças, dados meteorológicos que foram disponibilizadas ao cidadão através de aplicativos da cidade.

Uma smart-city permite que uma população tenha um modo de vida saudável através do acesso às informações habilitadas pelas tecnologias, e todas as necessidades humanas

fundamentais (subsistência, proteção, afeto, compreensão, participação, ociosidade, criação, identidade, liberdade) deverão ser satisfeitas através de monitoramento (NEEF,1986), e a partir destes dados, poderão ser aplicados algorítmicos para a obtenção de condições de bem-estar da população (RENNER, 2017), caracterizando assim, a cidade se preocupando com o comportamento de seus habitantes.

A utilização de tecnologias digitais direcionadas à saúde, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) é definida como: “aplicação de conhecimentos e habilidades organizadas na forma de dispositivos, medicamentos, vacinas, procedimentos e sistemas desenvolvidos para resolver um problema de saúde e melhorar a qualidade de vida”, sendo considerado um mercado de crescimento e importância significativa.

A utilização de *Machine Learning* (aprendizado de máquina) é considerada a ferramenta responsável pelo sucesso do desenvolvimento de vacinas eficazes num curto intervalo de tempo. Nos dias atuais, as máquinas estão aprendendo a reconhecer tumores e editar genomas para fornecer diversos aplicativos voltados para a área da saúde (diagnóstico de doenças e melhoria da saúde pública).

2.6.3 – IoT utilizando Zigbee

ZigBee é um dispositivo embarcado baseado no padrão IEEE 802.15.4 com uma frequência de operação de 2,4 GHz. criado inicialmente como elemento de padronização de aplicações direcionadas a automação residencial, permitindo o controle de sistemas de aquecimento, iluminação, câmeras, sensores para quase todos os dispositivos, sendo já utilizado em aplicações da Amazon Echo e Google Home, SIRI, permitindo também a integração de outros serviços conectados, tais como a Apple. HomeKit ou Samsung SmartThings.

O módulo XBee é um módulo de comunicação sem fio fabricado pela Digi International que utiliza o protocolo de comunicação de rádio ZigBee. O módulo XBee é amplamente utilizado no campo da automação residencial, e permite um baixo custo para poder criar uma rede de objetos conectados residenciais. Este módulo permite a programação em linguagem Scratch que apresentaremos a seguir (Figura 2.2).

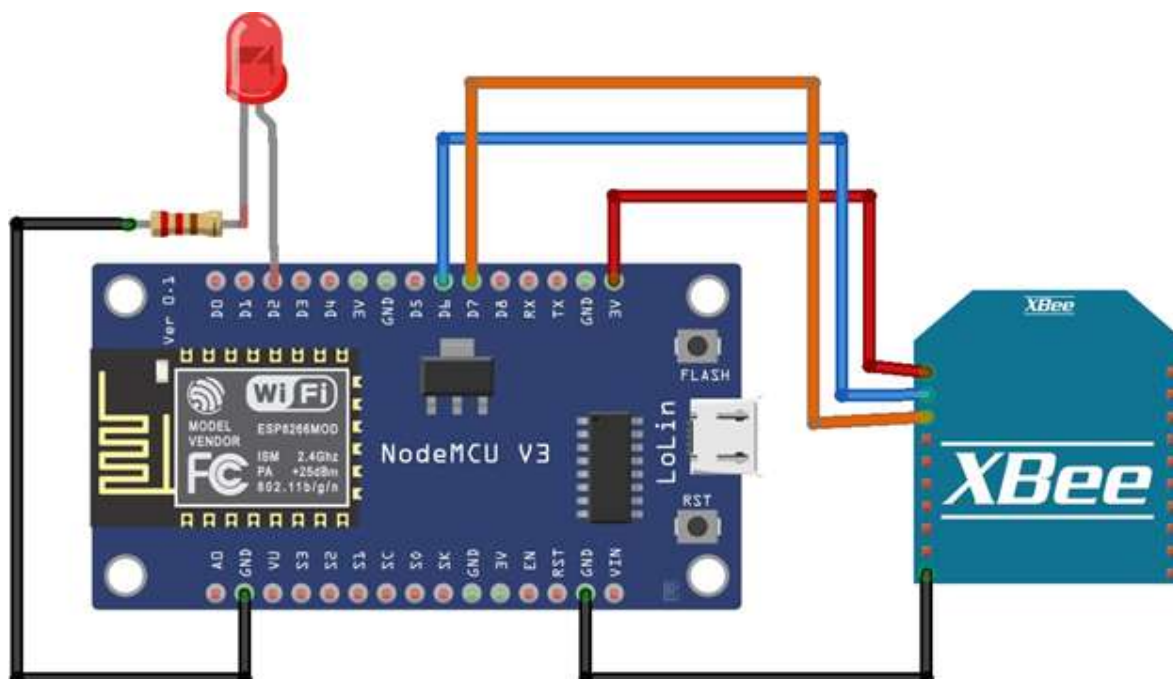


Figura 2.2 - Sistema Embarcado Arduino com comunicação sem fio
(Fonte: Wikipedia, 2022).

2.6.4 – Computação, visão e análise de imagens

A Visão Computacional pode ser definida como a ciência que desenvolve teoria e tecnologia para a construção de sistemas artificiais que obtém informação de imagens ou quaisquer dados multidimensionais. Exemplos de aplicações incluem o controle de processos (como robôs industriais ou veículos autônomos), detecção de eventos, organização de informação, modelagem de objetos ou ambientes e interação (atrelado a interação humano-computador).

A visão computacional pode ser descrita como um complemento da visão biológica, onde na visão biológica, a percepção visual dos humanos e outros animais é estudada, resultando em modelos em como tais sistemas operam em termos de processos fisiológicos, enquanto que a visão computacional estuda e descreve sistemas de visão artificial implementados através de hardware ou software.

Através da visão computacional podemos reconstruir cenários, detectar eventos, reconhecer objetos através do aprendizado de máquina e restaurar imagens. A Figura 2.3 mostra aplicações típicas de análise de imagens sem a necessidade de aquisição de imagens (identificação de veículos, passarelas multissensoriais, avaliação de autonomia energética, avaliação de taxa de tráfego de veículos, e outros).

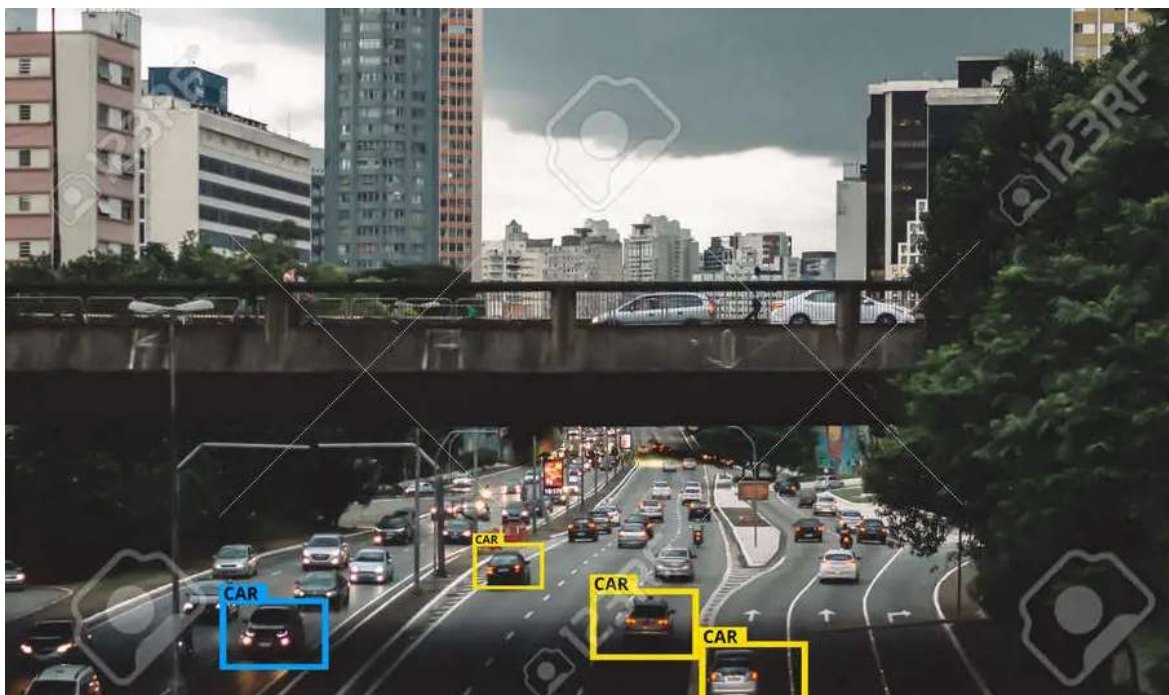


Figura 2.3 - Análise de fluxo de imagens em locais diversos sem aquisição de imagens.
(Fonte: Wilkpedia, 2022).

A Figura 2.4 mostra algumas aplicações típicas de análise de imagens com recuperação e tratamento de imagens brutas a partir da utilização de Ciências dos Dados (Data Science) e aprendizagem profunda (Deep Learning) para identificação automática de situações (identificação de veículos de transporte urbano).

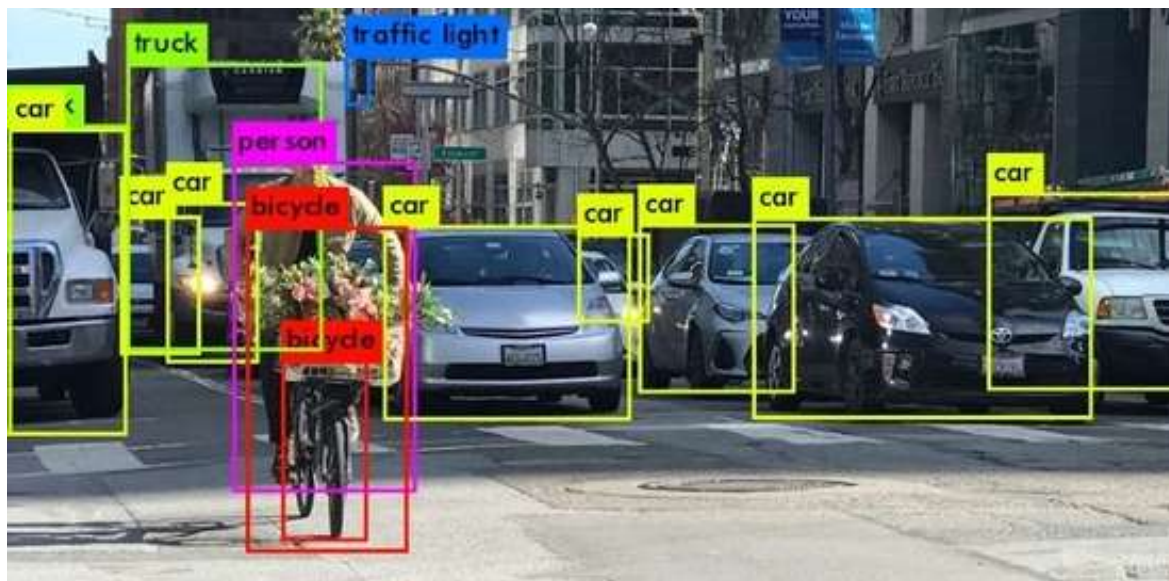


Figura 2.4 – Identificação de sistemas de transporte urbanos e pessoas num tráfego urbano. (Fonte: Wilkpedia, 2022).

2.6.5 – Scratch: uma linguagem natural de código aberto

Scratch é uma linguagem de programação estruturada criada em 2007 no MIT, que não exige um conhecimento prévio de outras linguagens de programação, sendo ideal para pessoas que estão começando a programar, sendo possível através desta linguagem criar animações, jogos e outros programas interativos (Figura 2.5).

É uma linguagem com três preocupações que se inserem bem no contexto de uma cidade inteligente: mais suscetível à manipulação, mais social e mais significativa. Consequentemente, a forma de manipulação de seus blocos confere uma possibilidade de aprendizagem autogerida através da prática de manipulação e teste dos projetos. Sua plataforma online permite que usuários interajam entre si, critiquem e aprendam com os projetos elaborados pelos outros.

Além disso, o Scratch permite a personalização através da incorporação de imagens e sons externos, bem como a possibilidade de desenhar e gravar som dentro da ferramenta.



Figura 2.5 - Linguagem Scratch - Tela de programação típica (Fonte: Scratch).

O Scratch é considerado mais acessível que linguagens de programação textuais, por se utilizar de uma interface gráfica que permite que programas sejam construídos com blocos encaixados, lembrando muito um brinquedo Lego. Utiliza uma sintaxe comum a muitas linguagens de programação. É diferente de outras linguagens, não tem nenhum tipo de pontuação obscura.

Cada bloco da linguagem contém um comando em separado, que podem ser agrupados livremente caso se encaixem. E os comandos podem ser modificados através de menus barra de snirks. O Scratch se inspirou na forma como os DJs fazem a mixagem de sons para criarem novas músicas. Mas essa linguagem consegue mixar diversos tipos de mídias, como imagens, sons e outros programas (Figura 2.6).

A versão atual em parceria com a Google é baseada em tecnologia web nativa (HTML 5) e faz interface com aplicativos de Inteligência Artificial da Microsoft, Raspberry Pi, Lego WeDo, Arduino e com implementações realizadas em linguagem Python, e podendo também ser implementados em tablets e celulares e comandar o robô Thymio.

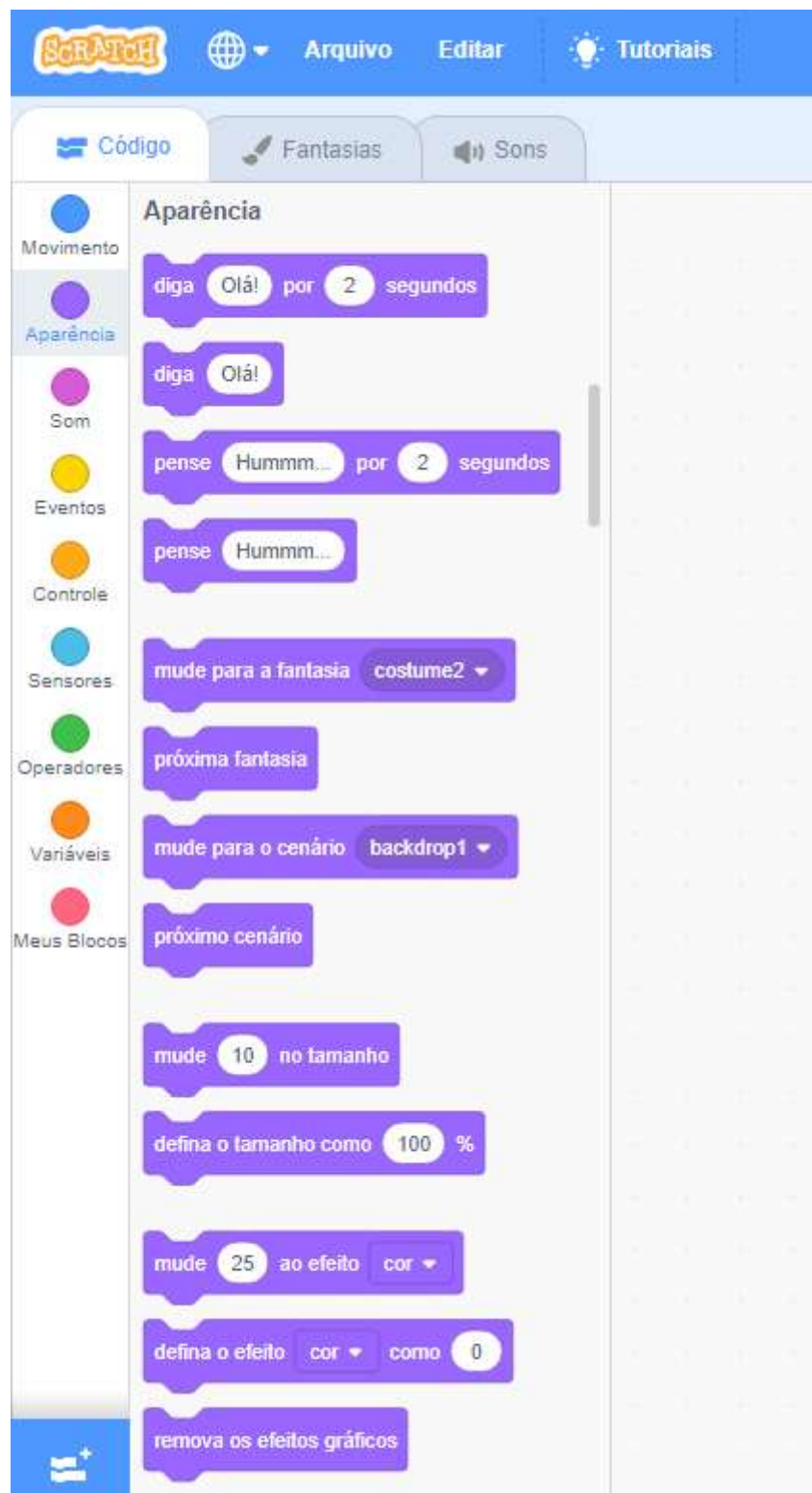


Figura 2.6 -Exemplo de programação utilizando a linguagem Scratch (Fonte: Scratch).

2.6.6 – Arduino: uma plataforma de prototipagem de código aberto

Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware open-source e integrado em uma única interface projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embarcada, uma linguagem de programação padrão, a qual tem origem em Wiring, e é essencialmente C/C++. Seu objetivo foi a criação de ferramentas acessíveis, de baixo custo, flexíveis, open-source e fáceis de serem utilizadas (Figura 2.7).

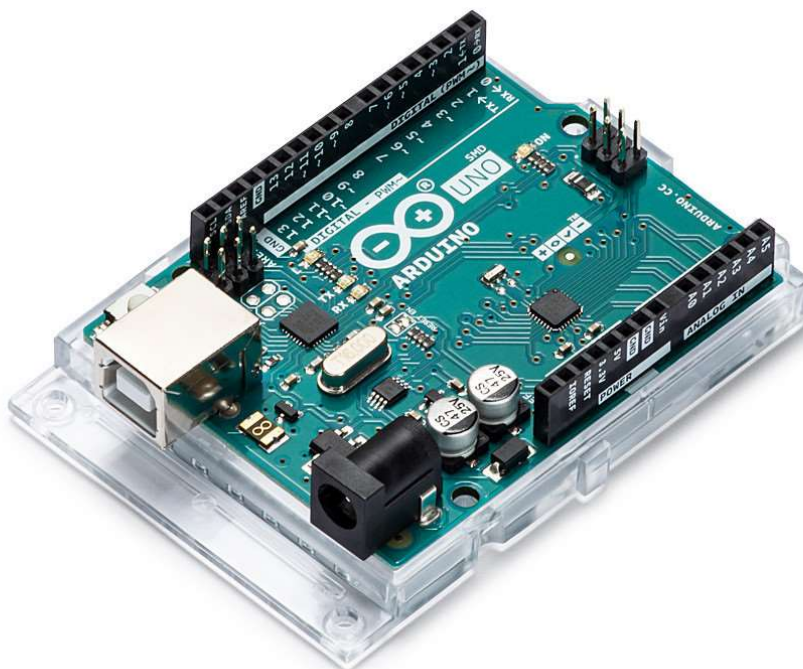


Figura 2.7 - Interface Sistema Embarcado Arduino (Fonte: Wilkpedia).

Esse sistema embarcado pode ser utilizada para o desenvolvimento de objetos interativos independentes, ou ainda para ser conectado a um computador através de uma interface USB ou wireless. Uma interface Arduino padrão é composta por um controlador, algumas linhas de E/S digital e analógica, além de uma interface USB, para interligar-se ao computador, que é usado para programação e interação em tempo real (constante de tempo consideravelmente inferior a constante de tempo mecânica da aplicação). Esta interface é simples, e sua programação pode ser realizada em várias linguagens, inclusive Scratch (Figura 2.8).

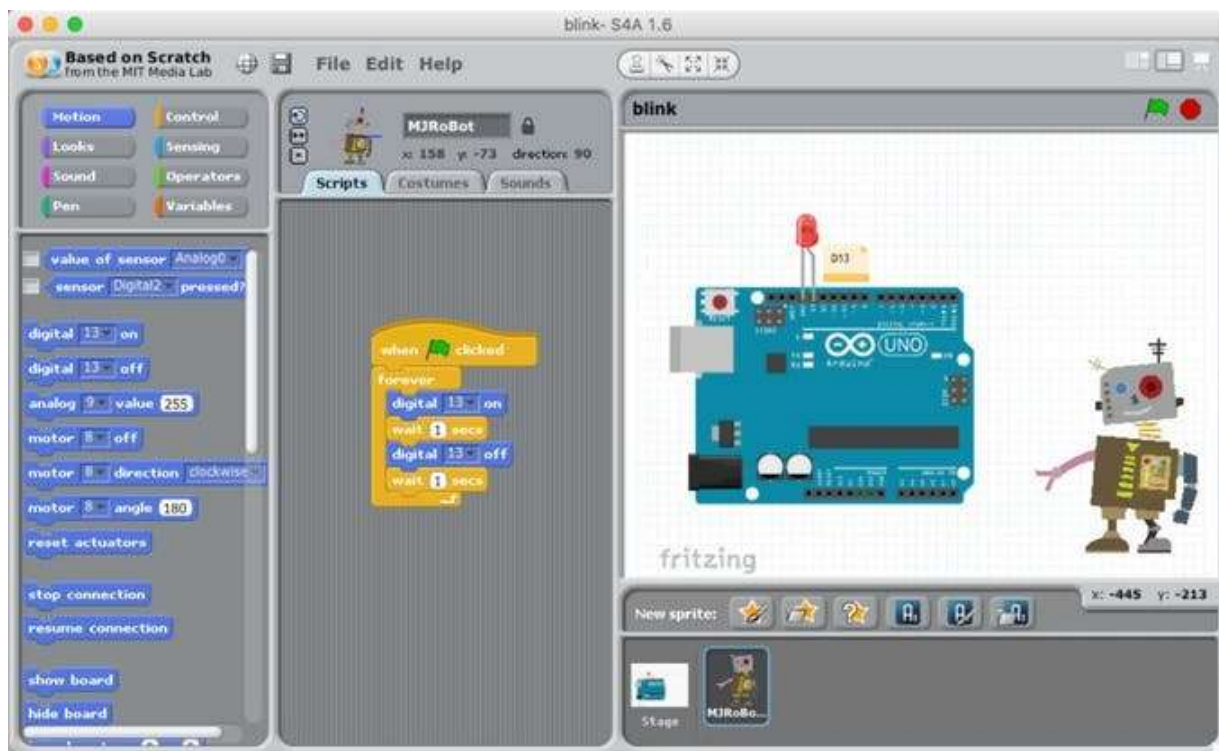


Figura 2.8 - Programação do Sistema Embarcado Arduino em linguagem Scratch
(Fonte: Wikipedia).

2.6.7 – Aplicações de Inteligência Artificial

A interação homem-máquina e agentes robóticos foram apresentados como um importante ponto de pesquisa. Nesse campo, diferentes tarefas são desenvolvidas na medicina como auxiliares no tratamento de patologias (Prasanna, 2013), em sistemas automatizados para o desenvolvimento de tarefas industriais (Buchner, 2012), em sistemas biológicos que podem emular diferentes ambientes graças ao uso de neurais. redes (Schmidhuber, 2015), uma das técnicas de Machine Learning (ML). Jimenez (2012) desenvolveu um sistema de visão artificial por redes neurais para detectar sintomas de sonolência ou distração do motorista.

Outras técnicas de ML são sistemas nebulosos usados para determinar a trajetória de navegação de sistemas robóticos (Farooq, 2012). Jimenez, 2013 descreve um sistema híbrido de ML, um algoritmo de classificação difusa que permite estabelecer a trajetória de um móvel com um sistema de visão robótica bidimensional.

Dentre as principais técnicas de ML mais recentes, o aprendizado profundo (*deep learning* ou *DL*), geralmente é baseado em sistemas neurais multicamadas que emulam o cérebro humano, e utilizam diferentes métodos para o treinamento de camadas ocultas. Essas técnicas, que podem ser utilizadas na implementação de sistemas de inteligência computacional em robôs (Florian, 2014), se encontram ainda em estágio de desenvolvimento, mas oferece a possibilidade de revolucionar as limitações atuais da ML ao considerar os padrões na tomada de decisões.

Os sistemas de reconhecimento de caracteres são outra aplicação importante da técnica de DL que aciona modelos híbridos. Nan-Nan (2014) apresenta uma variante do Deep Belief Networks (DBN), um tipo básico de DL, para minimizar a redundância no treinamento. Essa rede pode extrair recursos de multiplexação em vários níveis de abstração, validando os caracteres numéricos, melhorando bastante o desempenho de técnicas como a análise de seus principais elementos.

Outros aplicativos que poderão ser utilizados são baseados no tratamento e obtenção de informações através de imagens, sendo desenvolvidos métodos que permitem a identificação de objetos e extração de recursos das imagens.

Xue Yun (2014), propõe uma variante da formação de uma rede de neurônios, onde as redes neurais convolucionais profundas (DNN), constituem um outro método baseado em DL, desenvolvido com o objetivo de extrair complexos de imagens de satélite dos padrões desejados para a detecção de informações de veículos, propondo uma variante híbrida que divide os dados em vários blocos de escalas diferentes e utiliza as características de Haar (Cha, 2014), apresentando um melhor desempenho em comparação com DNNs convencionais e resolve o problema de escala, a partir do satélite no qual se encontra o veículo em áreas como cidades.

Outras aplicações da utilização de imagens, é a detecção facial. Cha Zhang, (Cha, 2014) utiliza o DL para identificação facial em condições de pose, expressão e mudanças de iluminação, usando 117.000 faces básicas com variações para reconhecer 5 variações que, juntamente com as variações angulares, determinam 15 possíveis subcategorias em que uma possível face poderia ser encontrada, assim como os problemas dos classificadores clássicos, como os apresentados no algoritmo.

Na área da automação e robótica industrial, poucos estudos foram realizados utilizando técnicas de DL, onde podemos destacar o campo de aplicação do treinamento de aprendizagem à pesquisa e desenvolvimento de técnicas de treinamento em robótica, tais como os seguintes trabalhos:

- Proposta de método para validação das condições operacionais de sistemas elétricos complexos, por meio de treinamento multivariado utilizando a tecnologia DL, focado neste caso na redução de custos de manutenção, predição e prevenção de defeitos (Prasanna, 2013).
- Proposta de formação do DL de um sensor industrial capaz de avaliar entradas multiplex para estimar o ponto de destilação por unidade de diesel pesado, apresentando as vantagens de redes neurais simples e suporte vetorial (Chao Sang, 2014),
- Proposta de metodologia de interação homem-robô através da análise do processamento da imagem, reconhece os sinais da mão para identificar as tarefas a serem desenvolvidas pelo robô, as características obtidas no contexto em que o sistema de aprendizagem máquina implementado ser baseada na utilização de DL (Konstantinos 2014).

Outros trabalhos desenvolvidos nos últimos anos concernem o uso de DL complementando métodos convencionais, como redes de convolução, auto codificadores e redes profundas (Schmidhuber, 2015), tais como para obtenção das características dos dados de entrada (Yaging, Yuan, Yamming, 2015).

As variações apresentadas envolvem modelos híbridos de DL com técnicas convencionais, como máquinas de suporte a vetores (Sangwook, 2015), aprendizado em várias escalas (Yun Bai, 2016), além do desenvolvimento de novas técnicas em DL.

2.7 Conclusões do capítulo

Neste capítulo enfatizamos o contexto deste trabalho, abordando inicialmente o conceito de cidade inteligente, e alguns fatores correlacionados com o tema, dentre eles, o crescimento demográfico exponencial da humanidade, o aquecimento global afetando a vida das pessoas, a importância da preservação ambiental e desenvolvimento sustentável do planeta, o êxodo rural, a humanidade se transforma em urbanidade, a economia colaborativa: a passagem da posse de um bem à sua utilização, a tecnologia digital na sociedade.

Dentro desse contexto, o cidadão deve ocupar um papel central numa cidade inteligente, utilizando menos recursos, menos espaço, menos energia e grande acessibilidade aos serviços locais. A cidade desenhada pela utopia é uma cidade que extrai sua inteligência dos cidadãos para se tornar um lugar mais acolhedor, mais humano e útil: esta é a imagem que temos da Cidade Sábia, cidade sensata. A tradução de “sábio” deve ser aqui como razoável, ou seja, a capacidade de atingir um objetivo usando o mínimo de recursos possível, criando sinergias, sem enfraquecer seu ecossistema. “Este conceito preocupa-se em otimizar o desempenho e a integridade da vida humana” (ELLIS, 2016, HAGERTY, 2001).

Ambientes habitáveis integram parâmetros de bem-estar físico e social para sustentar uma existência humana produtiva e significativa; produtivo no sentido de que o agrupamento social de humanos produz é consideravelmente mais do que a soma total da produtividade individual, e significativo no sentido de que os humanos precisam, por sua própria natureza, participar na formação de sistemas sociais bem-sucedidos e autossustentáveis.

No próximo capítulo deste trabalho, apresentaremos uma revisão bibliográfica abordando os temas centrais deste trabalho: a ciências da informação, sociedade digital e vila inteligente.

3 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, BIG DATA E IA

Este trabalho de doutoramento permitirá o desenvolvimento de uma metodologia para dimensionamento, modelagem, otimização e modelagem de uma cidade inteligente, fornecendo uma base bibliográfica e metodológica usando técnicas de IA, aprendizado de máquina e tecnologia da informação (TI) para a implementação de um modelo de cidade inteligente através da:

- Aquisição de dados de interesse e elaboração do relatório com suas informações;
- Modelagem, otimização, desenvolvimento e implementação desses algoritmos;
- Integração de diferentes atividades dinâmicas que constituem uma *Smart-City*.

Neste capítulo serão abordados metodologias para o dimensionamento, modelagem, otimização e modelagem de uma cidade inteligente a partir da utilização de técnicas de IA, aprendizado de máquina e tecnologia da informação (TI) permitirão a implementação de um modelo de cidade inteligente, com aquisição de dados e informações de interesse e preparação do relatório com suas informações, modelagem, otimização, desenvolvimento e implementação desses algoritmos e integração de diferentes atividades de cidades inteligentes.

3.1 A transformação da humanidade em urbanidade

Nos últimos anos o mundo vem sofrendo muitas transformações. As megacidades estão se desenvolvendo, os homens se reagrupando nas cidades e aos poucos estão deixando nosso campo. Em nível profissional, os empregos evoluem, se transformam ou até mudam radicalmente quando não desaparecem ou quando novos são criados. Estamos passando da humanidade para a urbanidade. Isso faz parte de mudanças reais que afetam a todos, direta ou indiretamente: mudanças climáticas, usos digitais, escassez de recursos naturais, demografia, urbanização.

Os avanços tecnológicos que vêm ocorrendo nos últimos anos deverão acarretar em grandes transformações nas cidades, envolvendo a utilização da internet 5G, dispositivos eletrônicos embarcados como também o conceito de nuvem de armazenamento (*Cloud Computing*) que trazem soluções tecnológicas tais como a utilização intensiva da tecnologia digital numa cidade inteligente baseada no uso massivo da Inteligência Artificial, o trabalho colaborativo, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), Big Data e sua exploração e sua representação como elemento facilitador de compreensão e comunicação.

3.2 A Inteligência Artificial e a Ciência da Informação

Devemos considerar que a informação faz parte de nosso cotidiano, aportando diversas aplicações inovadoras, que melhoram nossa sociedade em termos de assistência, segurança e conforto e meio ambiente. Através de aplicativos podemos interpretar e analisar imagens vídeos de modo automático. Através de câmeras conectadas, aplicativos baseados na Inteligência Artificial (IA) permitirão a compreensão do ambiente, podendo fazer previsões para antecipar nossas necessidades e comportamentos que possam melhorar nossa qualidade de vida.

O crescimento exponencial da quantidade de dados e informações (Big Data) proveniente de base de dados, dos diferentes tipos de sensores, mensagens em sites de mídia social, imagens, vídeos e painéis digitais publicados on-line, registros transacionais de compras on-line ou sinais de GPS de telefones celulares etc., e constituem grandes volumes de informações para serem processadas.

O homem estará conectado permanentemente, e os processos de aprendizado cada vez mais importante, sendo necessário dentro desse contexto a utilização de diferentes ferramentas que envolvem a área de Ciências dos Dados para a exploração de grandes bases de Dados disponibilizadas cada vez mais pelas entidades governamentais (Big Data), e suas diferentes formas de representação, para algumas situações altamente complexas, como diagnóstico médico ou decisões nos mercados financeiros. O objetivo final da utilização dessas ferramentas é encontrar a melhor decisão de acordo com as situações e o banco de dados de conhecimento.

Por outro lado, os algoritmos de IA estão focados em uma solução de problemas supervisionados e não supervisionados, que integrados adequadamente a diferentes ferramentas de simulação, uma ferramenta inteligente de suporte à decisão pode ser desenvolvida, obtendo condições ideais para diferentes situações complexas, permitindo ao usuário as melhores soluções possíveis sob diferentes condições, otimizando os recursos.

O objetivo da IA é permitir que uma máquina execute funções normalmente associadas à inteligência humana: compreensão, raciocínio, diálogo, adaptação e principalmente aprendizado, e principalmente a capacidade de processar Big Data e aprender modelos de dados e um certo potencial no desenvolvimento de ações ambientais e lançamento de programas de desenvolvimento sustentável para uma cidade inteligente.

Quando falamos sobre IA e Big Data, podemos levantar grandes preocupações sobre possíveis desvios e utilização inapropriados destas informações. Na imaginação coletiva, a IA rima com distopia, uma ditadura de controle ou alienação do homem pela máquina. No entanto, muitas soluções concretas para questões climáticas estão surgindo e estão em fase experimental. De fato, graças à sua capacidade inerente de processar dados, a IA pode otimizar os processos existentes e criar um novo modelo de utilização.

Dentro desse contexto, podemos observar que os grafismos estão por toda parte, sob todas as formas. Ícones de computador ou smartphone, pictogramas, sinais de trânsito, etc. A visão continua sendo um significado predominante em humanos, e o tripé cérebro, ciências da informação e inteligência artificial pode ser o elemento chave para o desenvolvimento de modelos que expliquem como nosso córtex armazena informações, como ele essa tríade pode inspirar novos métodos de aprendizagem não supervisionada.

3.3 As novas Tecnologias Digitais disponibilizadas numa Cidade Inteligente

Dentro as novas tecnologias que deverão ser disponibilizadas massivamente e farão parte de nossa vida cotidiana podemos destacar as seguintes:

- **Modelo Digital:** consiste no compartilhamento de informações de forma colaborativa, envolvendo todas as etapas de um modelo digital de uma cidade inteligente. Este modelo se refere não somente dos dados geométricos, mas também dos dados estruturados, necessários para simular numericamente o comportamento da cidade e seus arredores. Através de um Modelo Digital 4D e 5D, o modelo é estendido com dimensões de tempo (planejamento) e custo.
- **Objetos Conectados (IoT: *Internet of Things*):** esses objetos permitem trocar informações sobre o ambiente ou o uso de determinado objeto através da rede internet. As redes de comunicação de rádio de baixa frequência fornecem cobertura extensiva do território, ou até mesmo conectam um site inteiro com poucos equipamentos ativos de uma rede.
- **Dispositivos Comunicantes (M2M - *Machine-to-Machine*):** A troca de informações realizada de um dispositivo para outro dispositivo, ou mesmo de acordo com um cenário, de um produto tecnológico para um dispositivo, permite a sua adaptação para diferentes dispositivos tecnológicos.
- **Realidade Aumentada (RA):** consiste em exibir informações complementares ao contexto real (como por exemplo em painéis sinalizadores de uma cidade). Isso pode ser feito através de óculos ou um display de frente, ou ainda através da projeção de imagens.
- **Mapeamento digital de alta definição (HDS - *High Definition Surveying*):** digitalização a laser de alta precisão associada a redes de controle neurais, possibilitando a aquisição de milhares de pontos por segundo com um alto grau de precisão, muito útil para a inspeção de grandes instalações de uma Smart-City, tais como as redes de distribuição de energia, gasodutos e água.

Modelos de previsão do comportamento de uma *Smart City* (tamanho médio) deverão estabelecer o fluxo de atividades e a alocação ideal de recursos às necessidades. A escolha de modelos de previsão desempenham um papel muito importante, onde a infraestrutura de uma cidade poderá variar seu comportamento dinâmico devido a diferentes fatores (climático e ambiental, epidêmico, econômicos, político, administrativo, dentre outros), e aproximações irrealistas podem levar a mais situações usando redes neurais (Extreme Learning Machine, Multi-Layer Perceptron e Recurrent Neural Networks) e modelos estatísticos e econométricos (Autoregressive Modelos AR, ARMA e ARIMA).

A metodologia proposta neste trabalho para uma cidade inteligente será baseada no desenvolvimento de diferentes etapas que permitirão a validação de uma metodologia geral que visa integrar HDS, IA e sistemas com base em agentes.

Com o objetivo de melhorar a competitividade e otimizar as diferentes tarefas existentes na empresa, como a prestação de serviços, o planejamento e a execução de tarefas, e para sua implementação deverão ser consideradas as seguintes etapas:

- **Modelagem:** o desenvolvimento dos modelos de uma organização ou empresa usando sistemas dinâmicos híbridos.
- **Identificação de eventos e modelagem dinâmica:** identificação dos estados necessários e modelagem dinâmica contínua (estocásticos ou determinísticos) para cada estado.
- **Integração do modelo dinâmico híbrido:** A partir da definição dos mesmos com o objetivo de se obter um modelo dinâmico híbrido completo organizacional do estudo.
- **Banco de dados e agendamento:** desenvolvimento de um banco de dados baseado em simulações e algoritmo de planejamento e agendamento, utilizando metaheurísticas ou sistemas híbridos inteligentes, para as tarefas identificadas na organização.
- **Modelo baseado em agentes:** é essencial integrar todas as partes da cadeia de valor, integrando máquinas e humanos, onde é permitindo um relacionamento otimizado entre as entidades envolvidas na organização.
- **Habilidades do agente:** definição das habilidades individuais e coletivas de cada agente, de modo a distribuir as tarefas agendadas na etapa anterior e executá-las de maneira otimizada e descentralizada, obedecendo a dinâmica de um sistema multi-agentes baseado em hólons.

- **Agentes inteligentes:** No caso de agentes e software robóticos, é importante realizar uma modelagem, controle e desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial que permita uma simples capacidade de tomada de decisão no ambiente da organização, sendo, portanto, um agente inteligente.
- **IoT:** definição e seleção dos itens relacionados à IoT e seu relacionamento com os agentes que integram o sistema, como projeção de rede, protocolos, fluxo e uso de dados, definição de clusters de computadores, comunicação entre agentes.
- **Integração de todo o sistema:** como um conjunto sinérgico e complementar é realizada através da inclusão estruturada de uma metodologia complexa e abrangente. Permite uma visão da organização desde o gerenciamento até a execução específica das tarefas definidas, que resultarão em maior competitividade, refletida nos processos e serviços desenvolvidos pela organização.

Os diferentes modelos de previsão serão avaliados e selecionados com base no desempenho de cada caso e em sua previsibilidade. A partir desses modelos preditivos, um algoritmo de otimização permitirá a abordagem dos comportamentos futuros dos diferentes sistemas, distribuindo o fluxo de informações da forma mais eficiente, resultando numa redução de custos, e permitindo assim, uma otimização dos custos de recursos utilizados.

3.4 Dados, informação e conhecimento

Podemos considerar os dados brutos, não analisados, não organizados, não relacionados e ininterruptos usados para obter informações após uma análise. Por outro, a informação é perceptível, interpretada como uma mensagem de uma forma particular, que fornece um sentido aos dados.

Neste tópico serão detalhados alguns conceitos básicos de dados e sistema de informação que utilizaremos durante esse trabalho. A Figura 3.1, representa a pirâmide do conhecimento.

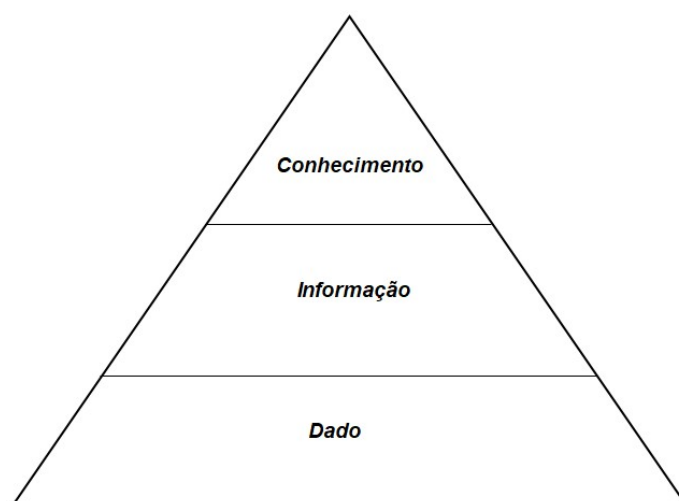


Figura 3.1 - Pirâmide do Conhecimento: Dado, Informação e Conhecimento.

3.4.1 - Dados

Os dados podem ser considerados um elemento bruto, que ainda não foi interpretado ou colocado dentro de um contexto para ser utilizado numa determinada situação, conseqüentemente, ele precisa ser tratado para ser utilizável. Eles podem ser disponibilizados na forma de dados numéricos (números, discretização)

Dentro do contexto abordado neste estudo, normalmente, os dados brutos não estão adaptados para a transmissão de um conhecimento (saber), necessitando de serem inseridos dentro de um contexto para representação sob a forma de imagem (representação gráfica).

3.4.2 - Dados e Informação

Através dos dados não interpretamos nada porque são uma entidade sem sentido, ao contrário de uma informação que é significativa e relevante. Dentre as principais diferenças entre dados e informações podemos destacar as seguintes:

- Os dados são uma unidade única que contém fatos e números brutos. Em contrapartida, informação é a coleção de dados úteis, capazes de fornecer conhecimento ou informação de uma forma particular.
- As informações são provenientes de dados e, portanto, os dados não são baseados em informações.
- Os dados são usados como entrada, que devem ser processados e organizados de uma forma particular para gerar saída, ou seja, informação.
- Os dados podem não especificar nada. Não existe um relacionamento entre amostras de dados quando as informações são específicas, o que existe é uma correlação.
- Os dados não têm significado real, enquanto as informações possuem algum significado.

Assim, dados e informações são termos comuns utilizado com frequência, embora possam ser usados de forma intercambiável, e principal diferença essencial entre dados e informações é o fato de que uma informação pode ser considerada como um veículo que carrega os dados após serem processados, conseqüentemente, por definição, são dados interpretados como mostra a Figura 3.2.



Figura 3.2 - Conceito de Informação.

3.4.3 - Utilização dos Dados para a Transmissão de uma Informação

Dados e informações são termos que fazem parte da hierarquia de inteligência e diferem pelo fato de dados não serem significativos, mas as informações formadas pelos dados processados são significativas dentro de um contexto. Uma grande quantidade de dados processados pode alimentar um processamento de um sistema descrito em Machine Learning utilizando conceitos de Inteligência Artificial (IA), com capacidade de predição de um sistema de informação (conhecimento a ser desenvolvido).

3.4.4 - A Evolução da Inteligência Artificial até Deep Learning

A Inteligência Artificial (IA) pode ser definida como a inteligência gerada através de uma máquina obtida através da utilização de várias técnicas de programação simulando processos cognitivos humanos. Essas técnicas permitiram o reconhecimento de controles naturais, interação homem-máquina para tomada de decisão, entre outros. Esses campos de pesquisa estão crescendo a ponto de multiplicar e diversificar suas aplicações: carros autônomos, diagnósticos médicos, assistentes pessoais, finanças algorítmicas, robôs industriais, videogames etc. (ROSARIO, 2005).

As técnicas de aprendizado de máquina, como são conhecidas, levam várias décadas para suportar o desenvolvimento da IA, onde busca maior autonomia em automação residencial, agentes de TI, etc. Essas técnicas permitiram o reconhecimento de controles naturais, interação homem-máquina para tomada de decisão, entre outros (Figura 3.3). A explosão do poder da computação mudou a IA nos anos 2010, a ficção científica para uma realidade cada vez mais próxima do grande desafio científico. Algoritmos de redes neurais de aprendizado profundo ou computadores quânticos: tantas esperanças para os transhumanistas.

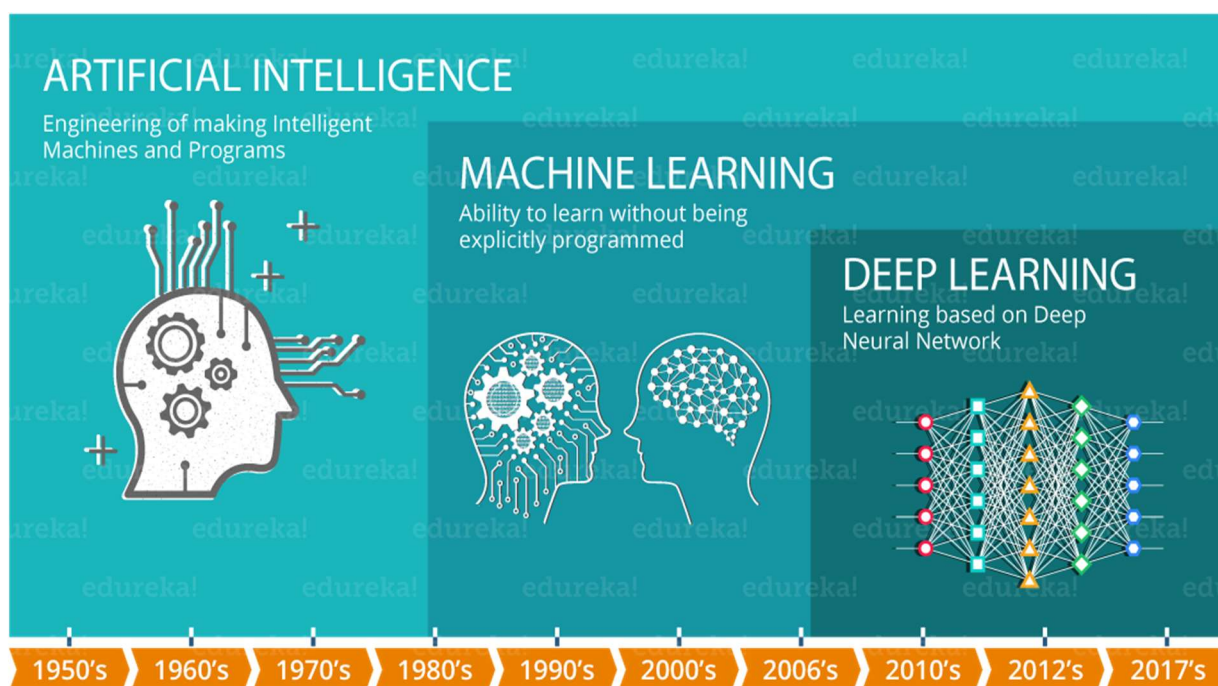


Figura 3.3 - A evolução da IA até a Aprendizagem Profunda (Deep Learning).

As técnicas de *Machine Learning* (ML) levam várias décadas para apoiar o desenvolvimento da IA, onde ela busca maior autonomia em automação residencial e agentes de TI (BRADLEY, 2015). Nesse campo, diferentes tarefas são desenvolvidas em sistemas automatizados, utilizando técnicas de Machine Learning (ML) para desenvolver tarefas industriais (JIMENEZ, 2013), que desenvolveu um sistema de visão artificial por redes neurais para detectar sintomas de cansaço ou distração de um motorista.

Para problemas de reconhecimentos de objetos, podemos utilizar o aprendizado de máquina, onde modelos apresentam um bom desempenho, especialmente no contexto de aprendizado não supervisionado, ou seja, sem a necessidade de um especialista humano ajudar o algoritmo a aprender dizendo a ele o que encontrar, e pelo interesse na memória, busca-se aplicações diferentes nesta área utilizando métodos de aprendizagem, como por exemplo, a capacidade de um sistema artificial de aprender com poucos exemplos, de aprender muitos objetos diferentes ou de aprender conforme ele avança, descobrindo novos objetos mais tarde do que outros.

O estado da arte atual em IA está focado na utilização de Redes Neurais Artificiais (RNA), também chamada de "aprendizado profundo" (Deep Learning), que alcançam um desempenho considerado excepcional. No entanto, elas apresentam algumas limitações em certos contextos de utilização, como por exemplo, eles requerem uma grande quantidade de dados para serem eficazes.

Da mesma forma, quando uma rede neural é treinada, é muito difícil fazer com que ela leve em consideração novos parâmetros. Com o auxílio de uma rede de cliques, podemos permitir um aprendizado incremental: se um novo tipo de objeto aparecer, podemos ensiná-lo a uma rede já treinada, ou seja, esse modelo é menos eficiente para calcular e classificar, mas eficiente para memorizar. Uma rede de cliques, portanto, tem seu lugar ao lado de uma rede neural profunda.

Outras técnicas de ML são sistemas nebulosos usados para determinar a trajetória de navegação de sistemas robóticos (Farooq, 2012). Os algoritmos de IA focaram em uma solução de problemas supervisionados e não supervisionados que se integraram adequadamente a diferentes ferramentas de simulação, obtendo condições ideais para diferentes situações complexas, permitindo ao usuário as melhores soluções possíveis em diferentes condições, otimizando os recursos disponíveis.

No campo da automação e robótica, a interação homem-máquina e agentes robóticos representaram como ponto importante de pesquisa poucos estudos utilizando técnicas de DL. Prasanna (2013) propõe um método para validar as condições operacionais de sistemas elétricos complexos, por meio de treinamento multivariado utilizando a tecnologia DL, focado neste caso na redução de custos de manutenção, prevenção de avarias.

Konstantinos (2014), os autores propõem um método de interação homem-robô no qual, graças à análise do processo de imagem, reconheça os sinais da mão para identificar as tarefas a serem desenvolvidas pelo robô, as características obtidas se um sistema de aprendizagem for implementado Máquina baseada em DL. É importante descrever isso como um campo de aplicação do treinamento de aprendizagem à pesquisa e desenvolvimento de técnicas de treinamento em robótica.

3.5 Utilização de IA numa Smart-City

O aumento da capacidade e infraestrutura computacional nos últimos anos, vêm causando um alto impacto na utilização de Inteligência Artificial (IA) nas aplicações em Engenharia, onde a ficção científica vem se tornando cada vez mais uma realidade e próxima do grande desafio científico.

Algoritmos de redes neurais de aprendizado profundo (Deep Learning) ou computadores quânticos: tantas esperanças para os transhumanistas. Apresentaremos a seguir algumas áreas de IA para uma Smart-City.

3.5.1 - Gestão da inovação

A implementação de técnicas e sistemas de gestão projetados para criar as condições mais favoráveis para o desenvolvimento de inovações concretas, e representa uma abordagem difícil, pois não é natural.

A gestão da inovação é a função transversal que busca garantir o desenvolvimento sustentável de uma cidade, utilizando o máximo de inovações (ofertas inovadoras), sendo considerada a função mais importante de uma cidade inteligente e conectada.

Por exemplo, diante de uma possível dificuldade ou obstáculo encontrado, em vez de questionarmos a origem desta dificuldade temos que começar diretamente com a elaboração de um brainstorming, refletindo assim numa compreensão subjetiva do problema enviesada pelas limitações da perspectiva individual que poderá inibir uma inovação tecnológica.

O uso de novas tecnologias relacionadas à IA pode melhorar (não substituir) o conhecimento humano e, portanto, a inovação, o que envolve um processo iterativo de experimentar diferentes abordagens e reformulações para desenvolver novas maneiras de considerar um problema, ou seja, identificar os problemas que os inovadores precisam resolver, onde estes poderiam aumentar a inovação e criar novo valor para todos dentro de uma organização, comunidade e sociedade. Com esta finalidade, pesquisas em diversas áreas do conhecimento, tais como o vínculo entre conhecimento e inovação, podem ajudar a entender até que ponto a IA pode mitigar os entraves inerentes ao conhecimento humano.

3.5.2 – Inteligência Econômica

Os produtos decorrentes da utilização da IA permitem ajudar as pessoas com suas finanças pessoais, na tomada de suas próprias decisões, tais como a transferência automática de dinheiro para uma conta de aplicação financeira, como a utilização de agentes que analisarão os dados que um consumidor poderá esquecer, através da sistematização de *check-ins* em smartphones ou redes sociais, para informar o consumidor de seu comportamento em relação às despesas efetuadas.

O desenvolvimento de algoritmos financeiros envolve a utilização de sistemas complexos de IA para a tomada de decisões sobre ritmo de seus negócios, utilizando velocidades mais rápidas de decisão do que uma pessoa, podendo realizar diariamente milhões de transações sem a intervenção humana.

Dentro desse contexto, os robôs estão se tornando cada vez mais utilizados no setor de gerenciamento de investimentos, onde esses agentes fornecem consultoria financeira e gerenciamento de portfólio com mínima intervenção humana, trabalham com base em algoritmos projetados para desenvolver automaticamente um portfólio financeiro baseado nos objetivos de investimento dos clientes e na tolerância a riscos que podem se adaptar mudanças em tempo real no mercado e ajustar de maneira conveniente e otimizada o portfólio de uma aplicação financeira.

O comércio algorítmico envolve o uso de sistemas complexos de IA para a tomada de decisões de negócios em velocidades mais rápidas do que qualquer pessoa, geralmente fazendo milhões de transações por dia sem intervenção humana., onde os sistemas de negociação automatizados são cada vez mais utilizados pelos grandes investidores institucionais.

Diversas instituições financeiras vêm investindo em mecanismos de IA para ajudá-los em suas práticas de investimento em análise de mercado e mineração de dados na empresa e com clientes para ajudá-los na tomada de decisões de investimento. Sua ampla gama de recursos incluem o uso de processamento de linguagem natural para ler textos como notícias, relatórios de corretores e inserções de mídia social. Um mecanismo de IA para extrair dados e informações para desenvolver perfis de consumidores e associá-los aos melhores produtos de gerenciamento de patrimônio e tomada de decisões de investimento em tempo real.

Diversos produtos emergentes utilizam a IA para ajudar as pessoas com suas finanças pessoais, por exemplo, aplicativos automáticos de ajuda ao consumidor para otimizar seus gastos e economias com base em seus próprios hábitos, costumes e metas pessoais, que permitem a análise de fatores, tais como, a renda mensal, saldo atual e hábitos de consumo, para que posteriormente sejam tomadas as suas próprias decisões, e transferência de capital disponibilizado para uma conta de aplicação financeira, fazendo o uso de agentes que analisam os dados que um consumidor poderia eventualmente esquecer, e fazendo sistematicamente *check-ins* através da utilização de smartphones e redes sociais, informando ao consumidor sobre o seu comportamento em relação as despesas efetuadas.

3.5.3 – Saúde

Nos hospitais, as redes neurais artificiais começam a ser utilizadas como sistemas de apoio à decisão clínica para diagnóstico médico. Uma consulta e diagnósticos médicos podem ser realizadas através da utilização da IA.

Devido a ocorrência de cada vez mais frequente de pandemias, aplicativos de diagnósticos assistido através do computador de exames e imagens médicas vêm sendo cada vez mais desenvolvidos, e esses sistemas ajudam a realizar um diagnóstico a partir de resultados de exames clínicos, e digitalizar imagens digitais, para aparências típicas e para evidências de cortes ostensivos, como possível detecção de doenças ou infecções.

Podemos destacar alguns exemplos de aplicativos que utilizam a IA para o uso em saúde:

- Robôs de acompanhamento para o atendimento ao idoso;
- Relatório médico de extração para fornecer informações mais úteis para análises médicas
- Estabelecer procedimentos de tratamento e fornecimento de consultas médicas a partir da utilização de banco de dados;
- Utilização de robôs de assistência para tarefas repetitivas, incluindo gerenciamento de medicamentos;
- Criação de novos medicamentos baseados em elementos orgânicos;
- Utilização de avatares em vez de pacientes para treinamento clínico;
- Predição de progressão de uma doença estabelecendo a probabilidade de ocorrência de morte através de procedimentos cirúrgicos.

3.5.4 – Durabilidade e Meio Ambiente

Podemos considerar que nos dias atuais a IA faz parte de nosso cotidiano, aportando diversas aplicações inovadoras, que melhoram nossa sociedade em termos de assistência, segurança e conforto e meio ambiente.

Atualmente através de aplicativos podemos interpretar imagens e analisar vídeos automaticamente. Através de câmeras conectadas, aplicativos de IA permitem a compreensão do ambiente, podendo fazer previsões para antecipar nossas necessidades e comportamentos. Um Ambiente Inteligente caracteriza todos os elementos que fazem parte de uma cidade, tais como as casas, sistema de transporte e locais de trabalho, todos bem integrados ao ambiente inteligente, onde cada câmera se torna uma plataforma conectada a novos "aplicativos" que melhoram muito nossa qualidade de vida.

O crescimento exponencial da quantidade de dados e informações (Big Data) é proveniente de base de dados, dos diferentes tipos de sensores, mensagens em sites de mídia social, imagens e vídeos digitais publicados *on-line*, registros transacionais de compras on-line ou sinais de GPS de telefones celulares etc., e constituem grandes volumes de informações.

O objetivo da IA é permitir que uma máquina execute funções normalmente associadas à inteligência humana: compreensão, raciocínio, diálogo, adaptação e principalmente aprendizado, e principalmente a capacidade de processar Big Data e aprender modelos de dados e um certo potencial no desenvolvimento de ações ambientais e lançamento de programas de desenvolvimento sustentável para uma cidade inteligente.

Quando falamos sobre IA e Big Data, podemos levantar grandes preocupações sobre possíveis desvios e utilização inapropriadas destas informações. Na imaginação coletiva, a IA rima com distopia, uma ditadura de controle ou alienação do homem pela máquina. No entanto, muitas soluções concretas para questões climáticas estão surgindo e estão em fase experimental. De fato, graças à sua capacidade inerente de processar dados, a IA pode otimizar os processos existentes e criar um novo modelo de utilização.

A utilização da IA em uma cidade inteligente permite a otimização do uso de recursos naturais nas empresas, principalmente automatizando a análise do consumo de energia. Nesse sentido, a alta qualidade da IA é facilitar a racionalização do desenvolvimento sustentável. Por exemplo, um sensor de poluição permite medições em tempo real da qualidade do ar e pode ser usado para experimentar soluções e seus impactos. Também é possível melhorar a distribuição de água em uma cidade considerando uma redução no consumo de água da análise de IA.

3.5.5 – Infraestrutura urbana e edificações

No que concerne a infraestrutura de uma Smart-City, os robôs colaborativos tornaram-se comuns em projetos de urbanismo e revitalização de uma cidade. sendo frequentemente atribuídos a trabalhos considerados perigosos para os seres humanos, provando ser mais eficazes em tarefas muito repetitivas que podem levar a erros ou acidentes devido à falta de foco e outros fatores. empregos não convenientes para a saúde física e psicológica das pessoas.

O impacto econômico da revolução tecnológico-industrial relacionada à IA, robótica e automação residencial está atrapalhando todos os setores, mas especialmente o setor secundário, que deve continuar afetando nossa civilização, assim como a 1ª Revolução Industrial mudou profundamente o mundo. humanidade.

Atualmente muitos locais de trabalho, principalmente as fábricas já estão equipadas com sensores usados para coletar informações vitais, que permitem ajudar a otimização de serviços. A análise preditiva e prescritiva preverá e quantificará o impacto da chegada de novas tecnologias para tomar as melhores decisões possíveis.

A utilização correta da IA aplicada a áreas residenciais, poderá prever situações de riscos, tais como a possibilidade de vazamentos e perdas, como também a possibilidade de diagnosticar rapidamente a causa do mesmo. A segurança das vias públicas e canteiros de obras poderá ser reforçada, podendo ir mais além em termos de segurança, através do reconhecimento facial e da área, para determinar se uma pessoa estranha ao ambiente de trabalho esteja tentando se infiltrar nessa área.

Através da automatização e gerenciamento de operações no controle de qualidade e conformidade ajudará os técnicos a lidar com questões complexas que podem passar despercebidas, podendo ser aplicadas no controle de alimentos em restaurantes escolares, permitindo lidar regularmente com lotes defeituosos e potencialmente perigosos para o consumidor, com possíveis falhas na máquina que podem danificar um produto.

A rastreabilidade pode, portanto, ser otimizada com a ajuda inestimável da IA. Também é importante enfatizar que nosso planeta está queimando.

A conscientização está finalmente começando, e é aí que a IA é uma ótima ferramenta para limitar o impacto do consumo de energia em edifícios que incorporam essa ferramenta ao seu projeto inicial. Por exemplo, agora é possível tratar as águas residuais de indústrias, incluindo petróleo (que consomem muita água) através da IA e, assim, lidar com os fenômenos da seca, tratamento de água poluída e redistribuir diretamente na agricultura.

Também é importante enfatizar que o mundo que vivemos vêm sofrendo enormes transformações devido a falta de conscientização das pessoas, e a IA poderá ser uma ótima ferramenta para limitar o impacto do consumo de energia em edifícios que incorporam essa ferramenta ao seu projeto inicial. Por exemplo, o tratamento de águas residuais de indústrias, incluindo petróleo (que consomem muita água) através da IA, com os fenômenos da seca, tratamento de água poluída e redistribuir diretamente na agricultura.

3.5.6 – Mobilidade e transporte

Uma Smart City possuindo com controladores lógicos fuzzy poderá ser implementada através da transmissão automatizada de informações proveniente dos veículos de transporte, tais como os automóveis que poderão possuir um controlador Fuzzy Logic, transporte público. Muitos automóveis já possuem alguns recursos de assistência ao motorista baseados em IA, tais como estacionamento automático e controle avançados de navegação realizado por bots, possibilitando uma melhor dirigibilidade e a prevenção de obstáculos e reconhecimento de reconhecimento de objetos.

A IA também poderá ser utilizada para otimizar aplicativos de gerenciamento de tráfego, reduzindo tempos de espera, consumo de energia e controle de emissões não poluentes. No futuro, carros totalmente autônomos serão desenvolvidos e a IA deve fornecer transporte seguro, eficiente e confiável, minimizando o impacto no meio ambiente e nas comunidades.

Finalmente, podemos considerar que o principal desafio no desenvolvimento de aplicações utilizando IA é o fato de os sistemas de transporte serem inerentemente complexos, envolvendo um número muito grande de componentes e peças diferentes, cada um com objetivos específicos e muitas vezes conflitantes.

3.5.7 – Cultura, entretenimento e turismo

Diversas aplicações poderão ser implementadas através da IA em locais culturais e de entretenimento e parques de lazer. Para gerenciar o relacionamento com o cliente, explorar o site ou enriquecer a própria experiência de visita com efeitos especiais, interatividade de atrações com o uso de Realidade Virtual (VR) e Virtual Aumentada (VA) e a realização mista (VR-VA) para o turismo virtual que deve agregar valor a uma Smart City. Para este fim, é imprescindível resolver os problemas inevitáveis relacionados à segurança cibernética e à responsabilidade legal.

Podemos considerar a existência de uma ampla gama de possibilidades de aplicação da IA no setor de turismo, variando desde a hiperpersonalização dos serviços até o gerenciamento inteligente de equipamentos, através de orientação inteligente ou produção automática de conteúdo editorial, onde mesmo pequenas empresas poderão desenvolver projetos que integram IA, desde que demonstrem agilidade, capacidade de gerenciamento adequado e controle das informações e dados (Big Data).

3.5.8 – Segurança

Os dados representam uma parte essencial do processo, mas a diligência é da mesma maneira que sabemos que os ciber-criminosos geralmente estão um passo à frente. No entanto, a IA com o avanço da tecnologia e a quantidade de dados que trafegam pelas redes tem muito a aprender e manter os negócios seguros e poderá ser utilizada para o desenvolvimento de sistemas de segurança cibernética, sendo baseada nas habilidades técnicas daqueles que implementam e projetam a tecnologia, ou seja, o responsável pelo desenvolvimento não terá o direito ao erro.

A não possibilidade de errar é uma enorme tarefa, onde muitas linhas de código deverão ser escritas e verificadas para garantir que as empresas de software que usam para proteger sua rede estejam livres de vulnerabilidades, e para assegurar um controle total, as empresas responsáveis pela segurança deverão poder aprender com os dados existentes, utilizando o conceito de aprendizado de máquina.

Através do aprendizado de máquina, as empresas podem desenvolver tecnologias que podem passar no teste de IA mal-intencionado (malware). Isso é parcialmente possível graças à grande quantidade de dados presentes nas redes corporativas e utilizáveis pelas máquinas para fins de análise e aprendizado.

Essa visibilidade e esses recursos permitem que os profissionais de TI avancem significativamente em sua busca por uma IA capaz de proteger autonomamente redes conectadas em larga escala que se expandirão ainda mais com o crescimento atual da Internet das Coisas (IoT), que representa uma ameaça significativa, em que essa tecnologia é mais propensa a violações de segurança, justificando o uso de soluções de IA para mitigação de riscos, em que o conhecimento adquirido por meio do processamento e análise de dados permite que as redes sejam programadas para executar automaticamente determinadas ações em resposta a comportamentos maliciosos

3.5.9 – Inteligência e Proteção de dados

A visibilidade e recursos disponibilizados numa Smart City permitirá que a Tecnologia de Informação (TI) exerça um papel primordial, e que o desenvolvimento de algoritmos em IA permite proteger autonomamente redes conectadas em larga escala que se expandirão ainda mais com o crescimento atual da Internet das Coisas (IoT)

A IoT representa uma ameaça significativa a segurança, onde essa tecnologia é mais propensa a violações de segurança, justificando o uso de soluções de IA para mitigação de riscos, em que o conhecimento adquirido por meio do processamento e análise de dados permite que as redes sejam programadas para executar automaticamente determinadas ações em resposta a comportamentos suspeitos (malware).

Indivíduos considerados suspeitos serão obrigados a se autenticarem novamente, e ameaças consideradas óbvias serão colocadas em quarentena para verificação e análise. No caso de uma violação de segurança, através da IA poderá ser implementado uma base de conhecimento para atribuir uma pontuação de risco à ameaça, ajudando a equipe de segurança a detectar e combater rapidamente ataques cibernéticos avançados.

Através do uso de um conjunto com redes corporativas, a IA e o aprendizado de máquina ajudarão a compreender, sistematizar e responder às várias formas de ameaça que poderão ocorrer através de ataques cibernéticos.

3.5.10 – Governabilidade e Política

A IA poderá ser utilizada para governança de uma cidade inteligente conectada, proporcionando assim, um ganho significativo de produtividade da cidade e a melhoria da qualidade dos serviços, com funcionalidades tais como a implementação de alertas essenciais à governabilidade, tais como risco de perda de independência econômica, falta de governança de transformações, subestimação de impactos na vida cotidiana, possibilidade de pandemias, e principalmente no mundo do trabalho e inventividade necessária nos acompanhamentos, em particular pelo aparato de treinamento.

O uso da análise de mídia baseada em IA pode representar um facilitador de pesquisa multimídia, criando um conjunto de palavras-chave descritivas para um elemento multimídia, verificando o conteúdo de mídia de um assunto (como verificar a relevância do conteúdo para um tempo de exibição na televisão), análise de imagem usando técnicas de reconhecimento de objetos ou reconhecimento facial, ou análise de vídeos para o reconhecimento de cenas, objetos ou rostos relevantes, reconhecimento automático de fala para fins de armazenamento ou para outros fins. Alguns aplicativos são voltados para a análise de conteúdo de mídia audiovisual, como filmes, programas de televisão, vídeos publicitários ou conteúdo gerado pelo usuário, e detecção de logotipos, produtos ou rostos de celebridades para a veiculação de anúncios relevantes.

Uma das perspectivas para o uso da IA na governança de cidades conectadas são os ganhos de produtividade de uma cidade e a melhoria da qualidade dos serviços, como alertas essenciais: risco de perda de independência econômica, falta de governança de transformações, subestimação dos impactos sobre a cidade. vida cotidiana, especialmente no mundo do trabalho, e inventividade necessária nos acompanhamentos, em especial pelo aparato de treinamento.

O uso da análise de mídia baseada em IA pode representar um facilitador de pesquisa multimídia, criando um conjunto de palavras-chave descritivas para um elemento multimídia, verificando o conteúdo de mídia de um assunto (como verificar a relevância do conteúdo para um tempo de exibição na televisão), análise de imagem usando técnicas de reconhecimento de objetos ou reconhecimento facial, ou análise de vídeos para o reconhecimento de cenas, objetos ou rostos relevantes, reconhecimento automático de fala para fins de armazenamento ou para outros fins.

Alguns aplicativos são voltados para a análise de conteúdo de mídia audiovisual, como filmes, programas de televisão, vídeos publicitários ou conteúdo gerado pelo usuário, e detecção de logotipos, produtos ou rostos de celebridades para a veiculação de anúncios relevantes.

A IA é implementada em assistentes on-line automatizados, eles podem ser avatares em páginas da web e podem beneficiar as empresas a reduzir seus custos operacionais e de treinamento e otimizar a comunicação com os clientes para melhorar esse aspecto da empresa. Também são desenvolvidas aplicações para reconhecimento gestual (compreensão da linguagem de sinais pelas máquinas), reconhecimento individual de fala, reconhecimento global de voz (de várias pessoas em uma sala barulhenta), reconhecimento facial para a interpretação de emoções e sinais não verbais.

Atualmente, muitas empresas de telecomunicações usam pesquisa heurística no gerenciamento de mão-de-obra, em um aplicativo de agendamento que fornece os horários de trabalho dos funcionários. Várias ferramentas de IA também são amplamente implementadas nas áreas de segurança nacional, reconhecimento de voz e texto, mineração de dados e filtragem de spam por e-mail.

3.5.11 – Cidadania (social e solidariedade)

No campo de recursos humanos e ações sociais para uma população, a IA poderá ser utilizada para a triagem de currículos e classificação dos candidatos a empregos e funções administrativas, de acordo com seu nível de qualificação, como também poderá ser utilizado como mecanismo de predição do êxito e adaptabilidade de candidatos em determinadas funções, com informações inseridas em plataformas de procura de empregos disponibilizadas a comunidade visando a sua inserção social.

A IA implementa *bots* de discussão que podem automatizar tarefas repetitivas de comunicação e podem ser usados para transformar dados estruturados em comentários e recomendações inteligentes em linguagem natural e para poder escrever relatórios financeiros, resumos executivos, documentos de vendas ou documentos de marketing personalizados a uma velocidade de milhares de páginas por segundo e em vários idiomas.

Neste tópico poderão ser desenvolvidas aplicações para reconhecimento gestual (compreensão da linguagem de sinais pelas máquinas), reconhecimento individual vocal, reconhecimento global de voz (de várias pessoas em uma sala com ruídos), reconhecimento facial para a interpretação de emoções e sinais não verbais. Atualmente, muitas empresas de telecomunicações usam pesquisa heurística no gerenciamento de mão-de-obra, em um aplicativo de agendamento que fornece os horários de trabalho dos funcionários.

Diversas ferramentas de IA poderão também ser implementada nas áreas de segurança nacional, reconhecimento de voz e texto, mineração de dados e filtragem de spam por e-mail.

3.6 A cidade orientada aos serviços (City Apps)

Podemos considerar os dados brutos, não analisados, não organizados, não relacionados e ininterruptos usados para obter informações após uma análise. Por outro, a informação é perceptível, interpretada como uma mensagem de uma forma particular, que fornece um sentido aos dados.

3.6.1 – A quarta revolução industrial

A transformação digital simboliza o conceito da Quarta Revolução Industrial, e denota a complexidade das novas tecnologias de informação e comunicação (NTIC) que aumentam a produtividade e a eficiência da gestão.

Através das tecnologias de Inteligência Artificial (IA), obtenção e análise de grandes bases de dados (Big Data) que permitem o processamento de grandes quantidades de informações, e otimização de atividades de negócios por meio da descoberta de correlações entre variáveis.

A computação em nuvem (cloud computing) fornece acesso à rede a informações, materiais e outros recursos, reduzindo o ônus financeiro na manutenção da infraestrutura e eliminando os custos de transação na interação com as contrapartes.

Sistemas ciberfísicos (Internet das Coisas (IoT), modelagem 3D, realidade virtual e aumentada, sistemas automatizados) ajudam a criar um processo de fabricação flexível.

Estamos agora na combinação real de todos os avanços tecnológicos: tecnologia da informação e comunicação, redes de comunicação, sensores, sistemas ciberfísicos, computação em nuvem, Big Data e mineração de dados, modelagem, virtualização e simulação, ferramentas e plataformas aprimoradas para interação e colaboração homem-máquina (IHM).

Finalmente, podemos exemplificar esse contexto, com as soluções que o uso de Big Data e tecnologias estão fornecendo ao mundo para escapar da Pandemia do COVID, e evitar um colapso total das atividades nos anos de 2020-2021.

3.6.2 – City Apps

Num curto horizonte temporal (5 anos) estima-se que quase todos os serviços da web (webservices) serão aplicativos para telefones celulares, e as grandes cidades do século XXI terão que se adaptarem na utilização de plataformas de aplicativos orientada a serviços (City Apps), e o principal desafio dos serviços públicos será produzir, se possível, em tempo real, provas e rastreabilidade dos benefícios obtidos através destas novas aplicações de serviços públicos.

Utilizando uma abordagem de serviço prospectivo, que também deverá ser integrado num novo ambiente modificado por uma inteligência que se torna artificial. Dentro desse processo, os cidadãos poderão exercer diversas funções: usuários, designers e coprodutores dos serviços. Ainda temos dúvida se a política de utilização será capaz de gerenciar a privacidade e a transparência destes serviços.

Na realidade, os métodos e ferramentas desenvolvidos e utilizados para a Tecnologia da Informação (TI) deverão abordar o contexto de sua utilização, antes de abordar os métodos e ferramentas que poderiam ser utilizados, para propor serviços integrados ao cidadão e conduzir a nova arquitetura de sistema de informação.

3.6.3 – Utilização da TI na França

A França pode ser considerado o país precursor da Tecnologia da Informação utilizada para conexão de serviços. Em janeiro de 1987, através do MINITEL, eram oferecidos ao público pela rede de mais de 5.000 serviços online, e no início de 1990 já eram mais de 23.000, e devido a esse sucesso telemático, a França se atrasou na implementação da internet (CASTELLS, 1998). No ano de 2000, apenas 163 cidades de 36.000 apareciam no índice de cidades conectadas a internet, e a partir de 2020, todas as cidades estão interconectadas numa plataforma colaborativa *Ville Internet* (Project ATLASS), idealizada com a Comissão Geral para a Igualdade dos Territórios (CGET).

3.6.4 – City Apps direcionados ao cidadão

Nos últimos anos, a França desenvolveu diferentes aplicativos (City Apps) constituindo uma abordagem matricial contendo uma classificação de serviços destinados as autoridades locais e ao cidadão.

As aplicações destinadas aos cidadãos foram desenvolvidas primeiramente para manter as relações entre instituições e cidadãos, visando fornecer serviços modernos e preservar a igualdade social dos territórios, considerando ainda que os serviços públicos deverão aprimorar os serviços existentes, e entregar novos serviços com agilidade e eficiência.

As abordagens e ferramentas desenvolvidas são muito variadas, e seus campos de intervenção podem ser tão pequenos quanto um projeto de uma associação, como podem reestruturar a cidade e ser usados para planejar decisões.

Esta diversidade reflete-se nos perfis dos responsáveis destes projetos e, em particular, dos atores participantes. Podemos citar alguns exemplos tais como:

- Implementação de recursos colaborativos ao cidadão (plataforma de consulta, padrões de relatórios, orçamento do cidadão, mídias sociais das cidades, e outros).
- Soluções colaborativas envolvendo cidades e empresas que podem ser utilizadas em diferentes territórios da França (incluindo aplicativos para obtenção de documentos oficiais, como carteira de identidade e aplicativos desenvolvidos por empresas para serviços públicos (bicicletas, trânsito, etc.).
- Iniciativas cidadão que são desenvolvidas pelos próprios cidadãos incluindo associações que propõem serviços à comunidade da cidade como parte de iniciativas artísticas: animação do espaço, diversões, aplicações e ações lúdicas, ações de cuidado, etc.

3.6.5 – Integração de aplicativos locais e governamentais (City in the pocket)

A France Service é uma plataforma digitalizada destinada a integrar todos os serviços de aplicativos disponíveis na França. A grande maioria destes aplicativos são colaborativos e permitem a coleta de dados e a produção aberta de dados.

Dados abertos pode ser definido como um conjunto de processos que convergem para um objetivo e *modus operandi* comum: a disseminação e uso de recursos de informação, independentemente de sua origem, contexto de produção final (CARMES, 2016). Esta plataforma aberta permite através de um API disponibilizado (“French Teacher”) para que startups de tecnologia francesa possa, usar seus dados e construir seu próprio ecossistema para a implementação de empresas incubadoras.

3.7 Conclusões do capítulo

A utilização de conceitos de IA associados às tecnologias da Informação e Comunicação, Gestão Urbana e Desenvolvimento Sustentável, com a criação de uma ferramenta de informação completa para uma cidade inteligente e conectada acessível a todos com a preocupação de desenvolver um processo que objetiva a reconexão do homem com seu meio ambiente, sem opor cidade e natureza, ao contrário de estável, seguro, hierárquico, otimizado e padronizado, apontando para um desenvolvimento sustentável, onde a cidade resiliente é flexível e transformável.

Neste sentido, este capítulo abordou temas relacionados aos dados e tecnologia da informação, apresentando inicialmente uma revisão do conceito de Inteligência Artificial e Ciência da Informação inserido na temática Cidade Inteligente

No próximo capítulo deste trabalho, serão apresentados alguns exemplos de aplicações de Cidade Inteligente.

4 SMART-CITY E SMART TERRITÓRIOS

Neste capítulo serão abordados inicialmente os conceitos, principais diferenças e tecnologias utilizadas numa Smart-City e num Smart Territórios que servirão de suporte para a proposta e implementação dos estudos de casos descritos nos próximos capítulos desta tese de doutoramento.

4.1 Principais características de uma Smart-City

Uma cidade inteligente abrange múltiplas e complexas realidades (BOURDIN, 2012) estando relacionado ao conceito de cidade sustentável, que é uma estrutura ordenada e estável que apresenta algumas características (TOWSEND, 2014):

- a) **Conciliação do desenvolvimento sustentável e o crescimento urbano:** Devemos considerar que uma cidade inteligente está diretamente associada à “metropolização” com a promessa de canalizar o crescimento nessas “cidades em expansão”. Em 2008, a maioria da população tornou-se urbano, resultando em um crescimento significativo das cidades. Uma cidade inteligente deve ser sustentável e otimizar os recursos energéticos. No contexto da urbanização acelerada, a cidade inteligente seria o conceito que desenvolvimento urbano e tecnológico, desenvolvimento sustentável e qualidade de vida.
- b) **Conectividade:** através da internet móvel e IoT: Nos dias atuais a internet sem fio está presente em todos os lugares, possibilitando assim a conexão dos dispositivos e sistemas numa cidade, que designamos Internet das Coisas (IoT). Através de uma infraestrutura promissora para desenvolver sistemas ditos “ubíquos” e objetos conectados que podem medir e relatar em tempo real, seja em casa ou no escritório, é importante um design de serviços que vise a integração no oferecimento de novos serviços associado a preocupação de "urbanizar o uso de tecnologias".

- c) **Urbanização de tecnologias:** As cidades vêm se transformando num espaço estratégico para todos os tipos de aplicações tecnológicas. Os espaços urbanos são utilizados para a distribuição de serviços, sendo relevante e fundamental a vida das pessoas que as tecnologias se urbanizam através da cidade, fazendo que as tecnologias se adaptem as cidades e não que a vida das pessoas se adaptem as tecnologias.

4.2 Cidade inteligente ou cidade de tecnologias conectadas

Uma cidade com tecnologias conectadas já pode ser considerado uma realidade. Atualmente já é possível colocar dispositivos RFID em todos os locais de numa cidade como Paris, possibilitando assim conhecer o histórico de intervenções na cidade, a leitura remota dos medidores de consumo de água e energia, monitoramento do serviço de recolhimento de lixo, os lugares onde os veículos estão estacionados, ou mesmo a informação do tempo de viagem de um veículo ou meio de transporte urbano.

Para melhor compreender o contexto que envolve o termo Cidade Inteligente, apresentaremos a seguir alguns conceitos importantes que facilitam a sua compreensão.

4.2.1 - O que é Inteligência?

PICON (2018) afirma que o termo inteligente deve ser entendido dentro do contexto de haver capacidade de aprendizagem, entendimento e racionalização, consequentemente, a transformação de uma cidade em inteligente deve ser compreendido como implementar um projeto baseado nas diversas experiências adquiridas em uma cidade e realizações atuais envolvendo o uso de tecnologias.

Na maior parte das vezes é mais importante pensar na dinâmica de funcionamento de uma cidade do que nas novas tecnologias e serviços que possam ser disponibilizados a população, cabendo sempre a pergunta, se a população está preparada para isso. Esse aspecto está associado a noção de metabolismo e sistema urbano que, além das reações programáticas, ele aprende e reage a situações e contextos.

Podemos sonhar com uma cidade inteligente que está em romances de ficção científica? Acho que ainda não, e o bom senso nos direciona ao entendimento que uma cidade é um sistema complexo e muitas vezes caótico, e que estamos ainda longe de uma nova era, o da "singularidade", onde a inteligência dos robôs terá suplantado a dos homens. PICON (2018) ressalta que uma cidade completamente automatizada sem necessidade da intervenção humana, ainda é um cenário considerado muito longe do contexto atual.

Entretanto, para uma série de situações, o principal objetivo de uma cidade inteligente é informar operadores e usuários, sugerindo uma gama de possibilidades, permitindo-lhes apreciar as possíveis consequências da decisão a ser tomada, ou seja, atualmente podemos afirmar que não há cidade inteligente sem usuários inteligentes.

Muitas vezes tentamos reduzir a questão da cidade inteligente aos avanços tecnológicos, mas devemos pensar em tecnologias de interação com o indivíduo mostrando um modelo que reflita o contexto econômico e social em torno dos dados disponíveis (informações).

4.2.2 - Rede inteligente (Smart grid)

O termo smart grid pode ser definido como redes elétricas inteligentes, considerado um dos pilares da 3ª revolução industrial, associado ao conceito de energia “verde”, que implica na promessa governamental de ajustar o consumo de energia utilizando fontes de energias renováveis, para evitar picos de consumo excessivos.

Dentro desse contexto, devemos considerar as dificuldades de armazenamento de grandes quantidades de energia provenientes da natureza (energia eólica e solar, por exemplo) de forma fácil, rápida e econômica. As tecnologias “*smart grid*” procuram ajustar a produção e distribuição em tempo real (oferta e demanda) de eletricidade, priorizando as necessidades de consumo (quantidade e localização) de acordo com sua urgência.

Entretanto, a condição de funcionamento de *smart grid* está associada ao comportamento de fontes alternativas de energia (exemplo: horário de incidência solar e eólica, velocidade do vento, taxa de incidência solar, etc.). Estas condições estão ligadas a natureza, e alterações climáticas devido principalmente com o desrespeito com nossa natureza, impactam diretamente essas variáveis.

Por outro lado, o uso racional de energia depende dos picos de demanda usual de eletricidade permanecem (em geral, demanda de pico de eletricidade é alcançado às 19h00 ligado ao acendimento de aquecedores e outros eletrodomésticos). e isso se deve, em grande parte a nossos hábitos.

Considerando que um sistema Smart Grid” não resolve o problema de pico de consumo, devemos tomar consciência desta realidade a desafios de como induzir uma população a mudanças na comportamentos na vida diária, consequentemente, o elemento chave para as cidades inteligentes, não está apenas na criação de redes inteligentes, mas deverá considerar também o comportamento na vida cotidiana das pessoas. Dentro desse contexto, o “consumidor” deve se tornar um “ator consumidor” informado e contextualizado na cidade inteligente.

4.2.3 - Mudanças econômicas: rumo a economia sob medida

Podemos considerar uma cidade inteligente sob a ótica de otimização de recursos, e dentro desse contexto visar a implementação de um "sistema de inteligência econômica".

Nos últimos anos, novos modelos econômicos vêm surgindo, trazidos para tanto através de uma revolução técnica (digital e conhecimento) e consciência da limitação de nossos recursos e nossos espaços.

Podemos citar o exemplo do Bla Bla Car, considerado um modelo perfeito de otimizar recursos de utilização compartilhada de veículos numa cidade, como também do Google, Amazon, Facebook e Apple que cada vez mais vinculam à sua capacidade para agregar informações (dados).

MOROZOV (2014) afirma que a principal estratégia das empresas gigantes consiste em agregar dados de uma multiplicidade de fontes: carros conectados, óculos conectados, e-mail, e outros, e fazer com que a eficácia do sistema dependa de sua onipresença: para aproveitá-la, devemos deixar seus serviços preencher, como um gás, os cantos mais pequenos do nosso cotidiano.

A empresa Google considera que tudo o que produz dados deve ser adquirido (MOROZOV, 2014) e o império do Google vai de carros conectados a aquecedores conectado, e seu principal objetivo é alcançar o aumento do conhecimento socioespacial, a ser oferecido através da utilização de informações correlacionadas de grandes bases de dados para realização de serviços sob medida, ou seja, os dados tornam-se um importante “ativo estratégico” à empresa.

O modelo de recuperação de dados visando a proposta de novos serviços personalizados vem sendo cada vez mais utilizados, como acontece com a AMAZON, especialista na venda distribuição e entregas de produtos, como também ocorre com o Uber através do UBERG se tornou um especialista em mobilidade, possuindo dados também para o oferecimento de uma grande variedade de novos serviços.

4.3 Design

Podemos considerar que a sociedade industrial do século XIX buscou novos caminhos do design, trazendo à tona uma "postura crítica ao artista diante das consequências brutais do capitalismo industrial". A arte e mais tarde as humanidades trouxeram ao projeto de design de dimensões não considerando apenas aqueles com desempenho técnico, mas outros elementos que farão parte da arte dos próximos anos, como pontuaremos a seguir.

4.3.1 – Utilização de cruzamento de dados numa cidade inteligente

A cidade e seus cidadãos são produtores de múltiplos dados, consequentemente, o problema que envolve a utilização de dados abertos é fundamental para permitir a criação de novos serviços numa cidade inteligente. Isso já vem acontecendo com os muitos hackers organizados para utilizarem esses cruzamentos de dados para a criação de novos serviços web.

Isso vai permitir o fornecimento de serviços aos moradores da cidade, alocando recursos onde eles são mais necessários, promovendo o compartilhamento de informações entre serviços para facilitar a tomada de decisões. Como exemplo, podemos citar o caso da utilização de cruzamento de dados de tráfego e serviços de entrega de mercadorias numa cidade, permitindo assim, a criação de novos modelos econômicos de serviços de mobilidade ciclística visando o descongestionamento urbano. Dentre desse contexto, podemos afirmar que o uso de tecnologias fornecerá capacidades tecnológicas que vão além da própria tecnologia.

Entretanto, a utilização de tecnologias pelo setor financeiro não acontece da mesma forma que ocorre em nossa sociedade civil, considerando que seus pontos de partida e objetivos são bem diferentes, embora utilize essas mesmas ferramentas técnicas do que outros usuários: a utilização de tecnologia, portanto, é muito mais abrangente.

Assim, podemos afirmar que uma cidade é um espaço complexo e anárquico, onde a utilização da tecnologia para a sua infraestrutura implicará em múltiplos usos, não necessariamente direcionados a cidade.

4.3.2 - Design de serviços

O design de serviços direcionados a população irá permitir o desenvolvimento de aplicações cada vez mais interessantes para uma cidade conectada, transformando em “inteligente”. Entretanto deve-se destacar deve-se notar, a existência dos dois lados em relação a essas inovações (STIEGLER, 2015).

Podemos exemplificar esse contexto, com a crise causada pela Uber no mercado de trabalho afetando aos taxistas, passando a enxergar um carro “baseado em serviço”, que representa um potencial econômico importante à vida das pessoas, considerando que a maioria das viagens de carro são individuais, e um carro fica parado a maior parte do tempo.

4.3.3 – Design Urbano

O design urbano deverá fazer parte da cidade conectada com o objetivo de se evitar uma prevalência das tecnologias sobre o homem, questionando sempre as ciências humanas e sociais e bases filosóficas se a utilização massiva de tecnologias em relação à questão da convivência das pessoas. Um design deverá sempre abordar a questão da cidade inteligente ou ambientes conectados.

Outro aspecto importante a ser considerado em relação ao design urbano, é em relação ao direito de apropriação e utilização de um design já existente, e como colocar os diversos tipos de aplicações disponibilizadas ao serviço da “urbanidade.

4.3.4 – Flexibilidade de utilização dos espaços urbanos

As grandes metrópoles encontram vem encontrando muitos desafios tais como a ocorrência de congestionamentos, poluição, e outros, exigindo novos modelos necessários para a otimização do aumento significativo da população nos espaços urbanos.

A complexidade das questões a serem abordadas exige várias adaptações espaciais e organizacionais de espaços urbanos, e por exemplo, não eliminaremos os problemas de poluição apenas pela alternância de tráfego. Algumas soluções podem ser adotadas, tais como:

- **Visão global de trabalho:** realização de atividades compartilhadas (co-working), de teletrabalho através da web, a terceirização de espaços de trabalho;
- **Alteração de infraestrutura de transportes:** implementação de estacionamentos flexíveis, redes de transporte ferroviários, ciclovias, postos de carregamento de veículos de transportes elétricos que utilizam baterias e terminais rodoviários;
- **Estilo de vida:** mudança de rotinas e hábitos de vida, incluindo uma alimentação saudável e responsável.

Podemos afirmar que uma cidade conectada vai também impactar a gestão de espaços urbanos com a noção de ubiquidade, surgindo uma questão importante: Se podemos trabalhar através de um computador ou smartphone pessoal justifica ter um escritório, ou mesmo poderíamos justificar a razão de sua existência?

Podemos afirmar que a “economia” do conhecimento justificam o trabalho em rede e uma mobilidade cada vez crescente, e a terceirização de serviços vêm se multiplicando, e a existência de um escritório fixo se torna cada vez menos necessário.

MARZLOFF (2015) afirma que os serviços podem alterar o formato de uma cidade. Assim, as estações deixam de ser apenas passos em direção a um trem para se tornarem lugares de vida encostados serviços, derrogando a missão original do local. As estações de trem e metro vêm se tornando um espaço de acomodação de pessoas, serviços e lojas, ou seja, de urbanidade. Outro exemplo disso, são as agências bancárias que deverão ser espaços flexíveis ou mesmo mutáveis em usos diversos, ou seja, a utilização e os serviços ou mesmo a experiência oferecida pelo serviço serão mais importantes que a tradicional edificação com lojas de serviços.

A gestão inteligente dos serviços permitirá atender aos problemas de congestionamento de uma cidade, com possibilidade de vagas de estacionamento através do conhecimento do trânsito e da modulação tarifária.

A empresa Xerox implementou um modelo de sistema, associado a sensores que permitem conhecer os lugares disponíveis em tempo real, reduz o tempo dedicado à busca de um lugar, melhora a circulação, em particular a dos transportes públicos, contribuindo assim, a uma gestão eficiente de áreas de entrega, reduzindo assim as emissões de CO₂ associadas tráfego urbano. Entretanto, soluções isoladas como este exemplo não são suficientes para resolver todos os problemas que possam ocorrer nos grandes centros urbanos.

4.3.5 - Capacidade de reatividade às situações e organização de serviços

Os novos aplicativos direcionados a cidades inteligentes e os valores de flexibilidade exigem que novas organizações serviços públicos. Por exemplo, o aplicativo (apps) Fix my Street (Dans ma rue) desenvolvido em Paris, para realização de serviços de manutenção em ruas de uma cidade, procurando endereços para acompanhamento em tempo real de serviços de obras, defeitos da estrada e a realização de trabalhos de manutenção.

Entretanto, a reatividade excessiva deste aplicativo pode acarretar em questionamentos da qualidade dos serviços de gestão pública de uma cidade, sobrepondo aos diversos benefícios do aplicativo. Ao mesmo tempo, a informação estando cada vez mais em todos os lugares, isso implicará numa maior transparência dos serviços públicos.

Mesmo que estas aplicações acarretem efeitos perversos, novas organizações podem ser imaginadas para responder às questões complexas levantadas pelas metrópoles, como por exemplo, uma solução para responder a picos de poluição numa cidade, uma solução “inteligente” consistiria em articular medidas de incentivo ao aluguel de espaços colaborativos locais (co-working), gestão de faixas de tráfego e modulação dos preços do estacionamento, como medida de contenção do congestionamento de centros urbanos.

Muitos métodos ainda precisam ser inventados em uma forma de colaboração interdepartamental e transdisciplinar, e o design sozinho não pode resolver essas questões cruciais, mas facilita o diálogo entre as partes interessadas ao procedimento designado “Design Thinking”.

4.4 Territórios inteligentes (Smart Territórios)

Territórios inteligentes (*smart territórios*) são grandes áreas habitacionais completamente redesenhadas visando não apenas o interesse de seus habitantes, como também estas áreas se destinam também a responder às novas necessidades dos profissionais e, em particular, daqueles que desejam trabalhar para o bem estar social dos cidadãos. Segundo estudo do SBA (*Smart Buildings Alliance*) estes lugares são pensados coletivamente e centrados nos usuários e seus usos (Figura 4.1).



Figura 4.1 - Smart Território (Fonte SBA).

Smart Territórios proporcionam uma melhoria da qualidade de vida dos habitantes de uma cidade, bem como as questões relacionadas com a implantação de tais infraestruturas, seja para profissionais ou autarquias que pretendam empreender um desenvolvimento económico sustentável.

Para implantar uma cultura digital territorial aberta, conectada, fácil e de agradável conveniência em todos os setores de uma cidade, incluindo os mais tradicionais, e mais específicos ao funcionamento de uma cidade e gestão de coletividades, devemos compreender o funcionamento de uma cidade e o papel central desempenhado pelo homem.

4.4.1 – Smart territórios e a melhoria da qualidade de vida das pessoas

Inicialmente, um território inteligente visa proporcionar aos moradores residências e casas confortáveis e energeticamente eficientes, sendo uma habitação otimizada para permitir que a população consuma menos energia com uma melhor qualidade. Isso se torna possível através da autonomia energética total ou parcial das edificações, onde os próprios edifícios produzem eletricidade através de painéis solares, por exemplo.

Entretanto, os territórios inteligentes vão muito além disso, pois respondem a uma estratégia global associada à economia colaborativa e solidária. Em geral, além de oferecer uma mistura social e cultural, esses locais visam limitar a circulação dos indivíduos, proporcionando-lhes um conjunto de serviços necessários a boa qualidade de vida do cidadão no seu dia a dia.

Nesse sentido, existe iniciativas de modo a criar postos de trabalho dedicados ao cidadão e próximos as suas residências, reduzindo assim os traços de carbono, limitando deslocamentos, aumentando o tempo dedicado a própria pessoa, favorecendo assim o bem estar social entre as pessoas.

Exemplificando, existem uma gama de serviços inovadores que têm sido implementados através de territórios inteligentes, tais como o compartilhamento de automóveis, que permite colocar à disposição de maior número de pessoas uma frota automóvel disponível para a locação, principalmente para deslocamentos de grande distância. Consequentemente, um automóvel passa a ser cada vez menos necessário neste tipo de infraestrutura, deixando se ser necessário realizar um investimento num veículo pessoal, e a solução de veículos compartilhados se tornam soluções mais rentável.

Podemos exemplificar o caso de hortas compartilhadas, muitas vezes visíveis nos telhados dos edifícios e que são destinadas ao cultivo e o consumo local. Muitos outros serviços estão disponíveis devido à atratividade desses novos ambientes para as empresas, como o agrupamento de custos relacionados a gastos com energia e telecomunicações, serviços de entrega de frutas e vegetais, e globalmente todas as atividades e iniciativas do cidadão que permitem a criação de vínculos sociais.

4.4.2 – Principais desafios da política territorial digital

Nas coletividades locais, o principal desafio destes novos tipos de territórios está associado à sua atratividade, considerando que estes tendem a atrair um certo número de startup, permitindo assim a diversificação da economia através do estabelecimento de novos setores associados ao digital.

Consequentemente, este domínio ocupa um grande espaço nestas áreas habitacionais, permitindo assim, a criação de toda uma gama de novos serviços. Além disso, esse tipo de ambiente oferece a possibilidade de lutar contra a reurbanização e a fuga de habitantes para áreas muito próximas aos centros urbanos.

Não podemos negligenciar a questão da otimização e, mais especificamente, a agregação de serviços oferecidos pelas comunidades para atender às necessidades dos indivíduos.

Num mundo onde o consumo responsável começa a ser cada vez mais importante, e acompanhando do aumento de conscientização das pessoas, a procura de um refúgio de paz, e em particular uma cidade inteligente, torna-se um desafio importante a conscientização aos problemas novos que vêm surgindo e que já assumem a sua relevância, dentre os quais, destacamos a eco cidadania e o desenvolvimento sustentável.

4.4.3 – Elementos indispensáveis de um território inteligente

Podemos afirmar que um território Inteligente é a combinação de quatro componentes complementares, cada um dos quais é essencial. Esses componentes, descritos a seguir, são todos voltados para o usuário e contribuem para o seu desenvolvimento em seu lugar de vida.

a) Atratividade e abertura: promovendo a diversidade social e intergeracional

- Acessível a todos
- Promoção da economia social e solidária
- Viver melhor e em conjunto
- Populações solidárias
- Territórios pacíficos

b) Convivência: privilegiando a usabilidade e os serviços

- Usos e serviços adaptados aos cidadãos: atendimento comum e trabalhos colaborativos
- Suporte e manutenção domiciliar
- Instalações comuns
- Horários de tempos livres
- Maior conforto residencial e equipamentos de serviços

c) Durável e Racionalidade: que preserva as gerações futuras

- Preservação de recursos naturais (energia/água)
- Escolha racional de materiais de construção civil
- Mobilidade tranquila e diversificada
- Preservação de espaços e do solo (agricultura)
- Gestão de resíduos

d) Colaborativo: que transforma o cidadão em ator

- Criação de espaços coletivos
- Aumentar o conceito de democrático
- Implementação de links e formas de diálogos com os cidadãos
- Redes de comunicação inteligentes (Smart Grids): velocidade das trocas bidirecionais
- Territórios conectados

Devemos considerar que as tecnologias digitais são uma realidade, e uma importante alavanca para aumentar a performance de todos os desafios de uma política territorial, e seu domínio para começarmos a tirar proveito é urgente.

Para viabilização da utilização de tecnologias digitais num território Inteligente (Smart Território) é imprescindível que a governança contemple os seguintes aspectos: a comunicação com os cidadãos, a atratividade territorial, saúde, desenvolvimento durável, segurança Civil, energia, água, estradas, estacionamento, iluminação pública, tratamento de lixo, serviços públicos, transportes públicos, espaços verdes, finanças, habitação e turismo.

A crescente mutação do mundo, caracterizada pelas seguintes componentes: transição energética, digital, crescimento exponencial de nosso conhecimento, forte desenvolvimento da economia colaborativa, novos modos de vida e formas de trabalho, emergência das novas tecnologias, inteligência artificial, robótica, nanotecnologias, biotecnologias, exigem a adaptação dos territórios, implica que devemos levar em consideração estas particularidades estabelecendo mecanismos de cooperação para geração de novas oportunidades que aproveitem plenamente esta nova dinâmica que vem ocorrendo em nosso planeta.

Devemos fazer o melhor com menos, que é o objetivo principal das ferramentas numéricas que são mais rápidas e baratas, possibilitam uma maior interatividade com menos obstáculos, proporcionam uma maior possibilidade de escolhas, uma maior fluidez e segurança na circulação de veículos numa cidade, com menos CO₂, uma maior preocupação com o social, e uma maior eficiência de uma cidade. Para isto, apontamos em três elementos principais de um Smart Território (Figura 4.2): valorização dos dados disponíveis, ferramentas e serviços colaborativos, acompanhamento e aconselhamentos.



Figura 4.2 – Elementos principais de um Smart Território (Fonte SBA).

4.4.4 – Principais componentes de um Smart Território

A seguir analisaremos as principais componentes a serem considerados para a implementação de um território digital representado através da Figura 4.3. Detalharemos a seguir alguns pontos chaves em função das componentes associadas à tecnologia digital: Cidadania, Governabilidade, Base de Dados e Infraestrutura.



Figura 4.3 – Principais componentes associadas à um Smart Território (Fonte SBA).

a) Cidadania

- **Cidade voltada ao cidadão:** através da realização de frequentes consultas ao cidadão, incentivando seu envolvimento no centro de um sistema administrativo simplificado (e-administração), e reduzindo as desigualdades de conhecimento digital.

- **Território sustentável:** preservação de recursos, política energética, e redução da poluição.
- **Território que assegura a proteção aos cidadãos:** visar uma maior segurança de espaços públicos, proteção de dados pessoais do cidadão, cyber-segurança.

b) Governabilidade

- **Estratégia digital:** incluída nos planos territoriais estabelecendo um documento com o programa de implementação.
- **Modelo de governança digital:** envolvendo a participação de atores públicos, empresas e cidadãos.
- **Território com gestão transparente:** com compartilhamento de todas as suas ações e resultados.

c) Base de dados

- **Linguagem comum:** estabelecer uma linguagem padronizada (esperanto digital) para que os dados sejam compreensíveis e utilizáveis por todos.
- **Generalização do BIM e CIM:** utilizar aplicativos compartilhados, como por exemplo: 3D, Building e City Information Modeling.
- **Smart contratos públicos:** sendo considerado um dos principais requisitos para publicação e difusão de dados em padrões territoriais, nacionais ou internacionais, contribuindo assim para o compartilhamento de repositórios 3D.

d) Infraestrutura

- **Território conectado:** redes de telecomunicações fixas e móveis de qualidade, implantação de redes de alta velocidade, cobertura de uma ou diversas redes IoT.
- **Infraestruturas públicas:** redes de transporte de serviços, redes de água e energia, etc.
- **Edifícios públicos:** edifícios abertos e ligados ao território.

4.5 As tecnologias digitais e cidadania

Novos serviços surgem para facilitar a mobilidade na cidade, incentivar a economia colaborativa, smartgrids, iluminação inteligente, democratização de acesso Wi-Fi nas áreas públicas. Os domínios de ações dos smart territories devem passar antes de tudo, através de um maior envolvimento de seus habitantes, implicando numa maior banalização por parte dos cidadãos da utilização das redes sociais, e-serviços e realização de petições online, além da realização de assembleias e associações de bairros que expressem uma vontade cidadã e inclusão social.

A democracia participativa deverá permitir a realização de projetos que nossos governantes eleitos não seriam capazes de realizar através de ações próprias, estabelecendo o conceito de e-administração à serviço do cidadão. A Figura 4.4 mostra uma imagem representativa das tecnologias digitais utilizadas para se comunicarem com o cidadão numa cidade inteligente.



Figura 4.4 – As tecnologias digitais utilizadas para o cidadão (Fonte SBA).

Assim, a inteligência de uma Smart-City será voltada ao cidadão através de um território voltado em prol do cidadão, direcionado à inclusão social e qualidade do meio-ambiente e segurança pública, com preocupação a utilização correta dos dados pessoais e cyber-segurança (Figura 4.5).



Figura 4.5 – O cidadão no centro das ações políticas dos territórios (Fonte SBA).

4.5.1 - Um território para o cidadão e pelo cidadão

Este conceito abrange o envolvimento do gestor com cidadão na gestão quotidiana e na melhoria contínua dos espaços públicos, onde o cidadão, por estar implicado na vida da cidade, possa expressar sua opinião e anseio para ajudar na escolha de uma melhor decisão.

Ao mesmo tempo, deve-se garantir sempre que o cidadão tenha uma maior inclusão digital, a partir da utilização de fácil domínio, permitindo assim que através da utilização de tecnologias digitais, proporcionem uma maior facilidade e agilidade a democracia participativa, através de simplificações e otimização dos processos administrativos.

4.5.2 - Um território para todos os cidadãos

Cada vez mais territórios e cidadãos deverão se conscientizar que entramos numa era, onde o desenvolvimento sustentável é uma necessidade. E isto pode ser concretizado através de ações que devem implicar todos os cidadãos na preservação de nossos recursos naturais, em frear o desenvolvimento de atividades poluentes e promover economias locais e solidárias.

Devemos atuar no meio ambiente, na qualidade do ar, da água, da poluição sonora, da alimentação, etc., para melhorar a qualidade de vida e a saúde das pessoas. Dentro desse contexto, as tecnologias digitais representam uma ferramenta que pode ajudar a medir, analisar e informar, a fim de compreender melhor o impacto das ações públicas e cidadã ao meio ambiente e, conseqüentemente desempenhar um papel fundamental no incentivo à políticas e comportamentos virtuosos dos cidadãos e gestores públicos.

4.5.3 - Um território que protege os cidadãos

A segurança pública representa um papel central das missões de serviço público, onde cada cidadão espera que o Estado e as comunidades o protejam, através de sistemas de vídeo-vigilância, supervisão e controle, mecanismos de interação e alerta dos cidadãos. A ligação em rede destas ferramentas tecnológicas, facilitam e melhoram a segurança dos nossos territórios.

Além disso, num mundo onde todos são produtores de dados, deixando traços de suas atividades cotidianas, a proteção dessas informações tornou-se uma questão importante nas políticas públicas. Finalmente, a implantação de soluções digitais exige uma atenção especial à cyber-segurança das infraestruturas públicas.

4.6 Governabilidade Digital

A governança territorial e a inserção de tecnologias digitais dentro de numa estratégia global, não significa a usar a tecnologia para dizer que está usando, mas sim de utilizar as alavancas que nos são oferecidas através das ferramentas tecnológicas para tentar responder questões-chave dos desafios atuais de nossa sociedade. Diante transições ecológica e digital atuais, é necessário identificar possíveis soluções, tendo uma visão clara das oportunidades e das restrições que envolvem a utilização de novas tecnologias.

Dentro de um território, o potencial dos serviços digitais é enorme. Na França, muitos serviços territoriais já vêm utilizando essas novas ferramentas digitais para entrar totalmente na era digital, a partir da exploração crescente de bases de dados disponíveis. Consequentemente, a criação, dentro dos territórios, de uma governança digital torna-se essencial, para que governantes possam utilizar essa gama de serviços digitais em uma visão estratégica e programática compartilhada em torno de novos desafios, através de uma boa coordenação entre as ações públicas e privadas dentro de um procedimento transversal (Figura 4.6).



Figura 4.6 – Governabilidade digital (Fonte SBA).

A governabilidade de uma Smart-City deverá estar voltada ao cidadão através de uma governança digital constituída de uma estratégia territorial digital, governabilidade digital e uma gestão territorial digital transparente (Figura 4.7).



Figura 4.7 – Governabilidade (Fonte SBA).

4.6.1 - Estratégia territorial digital

Uma abordagem de Território Inteligente deve fazer parte dos diversos planos diretores estratégicos elaborados para estabelecimentos públicos e de cooperação intermunicipal, como por exemplo, esquemas de integração territorial, planos de urbanização, habitação e meio ambiente, desenvolvimento durável e igualdade territorial, desenvolvimento econômico, inovação, etc. Cada um destes planos deve incluir a componente digital para que possam alavancar o uso de tecnologias digitais em diferentes programas a serem implementados no território.

4.6.2 - Governabilidade digital

Um modelo de governança digital que considere os diferentes atores, suas habilidades e seu escopo de atuação deve ser claramente estabelecido e implementado. Esse modelo de governança reunirá atores públicos e privados para garantir a convergência dos interesses de todos na implementação das tecnologias digitais, mencionadas anteriormente, proporcionando a implementação de programas comuns, coordenação de ações, promovendo o intercâmbio de dados e serviços e harmonizando os trabalhos.

4.6.3 - Gestão territorial digital transparente

A digitalização, os dados produzidos, o aumento das informações trocadas muitas vezes permitem compreender melhor, apreciar melhor uma situação, até simular diferentes opções para melhor escolher e decidir melhor. É também uma oportunidade para melhorar a transparência, clareza e privacidade para os cidadãos de um smart território e, de forma mais geral, para qualquer organização que faça parte do território.

4.7 Utilização de Banco de Dados

Os dados estão em toda parte: internet, celular e objetos conectados (IoT). A produção de dados digitais é enorme. Esses bancos de dados contêm informações brutas, sendo necessário realizar o tratamento destes para que possam ser utilizados. A aquisição e tratamento dos dados é uma questão-fundamental e um grande desafio para as políticas públicas concernente aos territórios.

Dados abertos (Open Data), Big Data e Smart Data deverão ser sujeitos a iniciativas e obrigações para serem utilizados por atores públicos e privados no contexto de um território digital, que deverá desempenhar um papel de autoridade organizadora e reguladora dos dados.

Do ponto de vista dos serviços públicos, o completo domínio de uma base de dados passa a ser um elemento central da estratégia e gestão de informações. Os atores públicos devem, portanto, se organizar para coordenar a produção, coleta, "refinamento" e fornecimento de todos os dados relativos ao seu território e seu domínio de competências. Ao mesmo tempo deve garantir a todos os cidadãos, a igualdade de acesso aos dados públicos e a qualidade de serviços prestados.

O gerenciamento de um Big Data territorial ainda é um problema emergencial, apresentando ainda algumas dificuldades de desenvolvimento fora dos grandes centros urbanos. Ao mesmo tempo, para atingir uma massa crítica de usuários, os atores públicos de um território ainda possuem alguma dificuldade em reunir a gestão de seus dados e integrar seus sistemas de informação. A Figura 4.8 mostra a gestão de dados num smart território.



Figura 4.8 – A gestão de dados num smart território (Fonte SBA).

Assim, a gestão de dados numa Smart City vem se transformando num grande desafio para as coletividades, e os dados representam uma gigantesca fonte de valor, e seu crescimento é exponencial, e devemos sobretudo, evitar que uma “torre de Babel” seja construída a partir dos dados, garantindo a inteligibilidade dos dados produzidos, estabelecendo uma Linguagem Comum, generalização dos referenciais 3D distribuídos e implementação de smart contratos (Figura 4.9).



Figura 4.9 – Características de dados num smart território (Fonte SBA).

Numa Smart-City, os dados são gerados tanto pela cidade quanto pelo cidadão, e permitirão a criação de novos serviços que atendam os anseios da sociedade, e para evitar que esses dados sejam utilizados para fins escusos, necessariamente deverão ser previstos mecanismos de proteção às informações pessoais e inibidores de ações ilegais previstos na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD);

4.7.1 - Linguagem Comum

Para permitir uma visão transversal e global da cidade e dos territórios, é essencial conectar os diferentes comércios e suas informações, para constituir uma linguagem urbana que ofereça uma nova forma de conceber a cidade e as ações a serem realizadas.

Exemplificando o problema, se tivermos duas aplicações diferentes com terminologias para designar um determinado objeto forma diferente, é necessária uma linguagem comum que permita a sua compreensão. Esse é o papel dos dicionários compartilhados, essenciais para agilizar o cruzamento e o enriquecimento de dados, condições essenciais para o surgimento de novos serviços.

4.7.2 - Referenciais 3D distribuídos

As principais qualidades dos dados urbanos é que eles podem ser geolocalizados, serem dotados de uma temporalidade que permita ser inserida no seu contexto: localização e acompanhamento de obras, consumo ou produção de energia, trânsito, etc.

Nos dias atuais as soluções digitais estão em crescente desenvolvimento, e dentre as principais aplicações temos o BIM e CIM (Building and City Information Modeling) estão entre as ferramentas digitais a serem implementadas para gerenciar esses dados e formatos e nomenclaturas relacionadas.

Estas ferramentas também oferecem um ambiente de trabalho colaborativo entre os diversos atores de um território.

4.7.3 - Smart contratos

Os atores públicos do território, e mais geralmente os atores envolvidos na extensão dos serviços urbanos, devem facilitar a publicação de seus dados, respeitando uma linguagem comum, em um repositório 3D aberto e compartilhado.

A elaboração de contratos públicos digitais (smart contratos) claramente definidos, agrupados num pacote “inteligente”, facilita a execução e implantação operacional do território inteligente.

4.8 Infraestrutura

Dentre os elementos fundamentais de apoio às comunidades, podemos destacar: a implantação de infraestruturas digitais (redes, objetos conectados e dados), que implicam num nível de domínio sinérgico tecnológico-jurídico.

Podemos constatar que atualmente os projetos de Smart-City são iniciativas, em sua grande maioria, isoladas, permanecendo em fase experimental. No entanto, é na transição para escala que empresas e comunidades encontrarão um modelo econômico viável e uma vitrine promissora para exportação de conhecimentos. A Figura 4.10 ilustra a gestão de infraestrutura urbana num smart território.



Figura 4.10 – A gestão de infraestrutura num smart território (Fonte SBA).

Assim, as infraestruturas públicas, destacando os sistemas de comunicação, os transportes, a distribuição de energia e água, edificações públicas, etc. representam a capilaridade de infraestrutura dos nossos territórios, e as mesmas devem tirar o máximo proveito das tecnologias digitais disponíveis (Figura 4.11)



Figura 4.11 – Infraestrutura (Fonte SBA).

4.8.1 - Território conectado

A concepção de um Smart Território exige redes de comunicação de qualidade: fixas e móveis, abertas e seguras, fibra ótica, 4G/5G, rede IoT, etc.

Os territórios desempenham um papel central no desenvolvimento das infraestruturas de comunicação usufruindo esses serviços como coordenador, facilitador ou até mesmo integrador.

4.8.2 - Infraestruturas públicas

As infraestruturas públicas vêm sofrendo rápidas transformações em direção a era digital, devendo também levar em consideração as mudanças da sociedade. O uso cada vez mais frequente de veículos elétricos e autônomos tem uma influência considerável nas infraestruturas disponibilizadas para recarregar baterias, tráfego veicular e gestão de locais de entrega/recebimento de produtos cada vez mais em alta devido os serviços online, etc.

Consequentemente, um estacionamento inteligente vem se tornando uma fonte adicional de receita, as estradas produzem energia, etc.

Ao mesmo tempo, as redes de distribuição de serviços de “fluidos” (eletricidade, gás, água, calor, frio) tornam-se bidirecionais com capacidade para regular as produções descentralizadas, a compra e a venda de energia ao nível residencial, de uma cidade ou de um território.

4.8.3 - Edificações públicas

A tecnologia digital está transformando a gestão de ativos imobiliários diversificando seus usos, otimizando sua ocupação, flexibilizando sua utilização e racionalizando seus custos. O poder público possui um patrimônio de grande valor que constitui verdadeiros nós urbanos, e transformar essas edificações em inteligentes fornecerá fontes de renda e economia para expandir e aumentar a qualidade da gama de serviços oferecidos a comunidade, reduzindo ao mesmo tempo impacto de carbono no território.

4.9 Exemplos de utilização de tecnologias digitais numa Smart-City

A utilização de tecnologias digitais serve para alavancar a implementação de políticas territoriais (Figura 4.12). Estas soluções são acessíveis através de diferentes formas de contratos públicos, como por exemplo os contratos públicos tradicionais, os prestação de serviços, para realização de obras públicas; arrendamento com opção de compra ou aluguel-compra, projeto-construção-exploração-manutenção, delegação de serviços público, de parceria, de eficiência de consumo energético, concessão, empresas de economia mista, etc.



Figura 4.12 – Tecnologias Digitais aplicadas aos territórios (Fonte SBA).

Uma escolha contratual deverá ser relevante à comunidade e dependerá de escolhas estratégicas, bem como dos recursos financeiros, técnicos e humanos disponíveis, e deverá ser decidida de acordo com as suas competências técnicas, a sua capacidade financeira e o nível de risco que pretende manter e/ou o nível de compromisso de desempenho pretendido junto as empresas privadas. A seguir apresentaremos alguns exemplos que mostram a utilização de tecnologias digitais em políticas territoriais.

4.9.1 - Energia verde e redução de contas de água e eletricidade

Esta forma de energia permite:

a) Melhorias de infraestrutura através de:

- Instalação de painéis fotovoltaicos em edificações públicas e/ou infraestruturas urbanas (como por exemplo, parques de estacionamento com cobertura de painéis solares).
- Instalação de iluminação pública inteligente, adaptando o nível de iluminação ao tipo de via e usos (frequência).

b) Novas formas de utilização de tecnologias digitais:

- Sistema de gerenciamento e controle da instalação, com previsão das condições meteorológicas e troca de comunicações com a rede utilizada (Smartgrid), determinando assim, a compra e venda de energia.
- Utilização de sensores para medição do nível de luminosidade, permitindo assim o ajuste otimizado de iluminação.

Dentre os principais aspectos positivos da utilização de energia verde a serem considerados podemos destacar: a possibilidade de melhorar a resiliência energética do território, a redução de contas de energia e a diminuição dos traços de carbono no meio-ambiente.

4.9.2 - Circulação dos transportes urbanos

A fluidez de tráfego numa Smart-City poderá ser melhorada a partir de:

a) Melhorias de infraestrutura

Através da implementação de um sistema de controle de tráfego que dará prioridade a utilização do transporte público (ônibus, trólebus) pelos cidadãos.

b) Formas de utilização de tecnologias digitais:

- Programação e controle de semáforos da cidade em tempo real, de acordo com a circulação veículos e transportes públicos.
- Interligação dos cruzamentos utilizando tecnologias digitais, e outros.

Dentre os principais aspectos positivos da utilização de tecnologias digitais para a melhoria de circulação dos transportes urbanos podemos destacar os seguintes:

- Os serviços de emergência (polícia, bombeiros, SAMU) utilizarão o mesmo sistema, significando uma melhor assistência aos cidadãos.
- Incentivar a população a adotar o transporte público que será bem mais rápido e de menor custo que a utilização de um automóvel particular.

4.9.3 - Desenvolver novas formas de mobilidade

O desenvolvimento de novas formas de mobilidade deverá ocorrer a partir de:

a) Melhorias de infraestrutura

Através da implementação de soluções de compartilhamento de veículos (preferencialmente elétricos) para utilização de cidadãos ou colaboradores de uma cidade (serviços públicos).

b) Formas de utilização de tecnologias digitais:

- Desenvolvimento de sistemas e aplicativos (reserva, chaves eletrônicas, geolocalização de veículos em tempo real, monitoramento de consumos, taxa de utilização).
- Compartilhamento dos custos de investimento e operacionais, aproveitando o uso de diferentes faixas horárias.

Dentre os principais aspectos positivos do desenvolvimento de novas formas de mobilidade podemos destacar: a diminuição dos traços de carbono, a fluidez de tráfego dos transportes (redução do número de veículos por habitante) e a redução de custos associados.

4.9.4 - Envolvimento cidadão - cidade

Para estabelecermos melhores mecanismos de comunicação e envolvimento dos cidadãos com a cidade.

a) Melhorias de infraestrutura

Através da utilização de aplicativos digitais que permitem aos cidadãos direcionar seus investimentos e ações realizadas pela comunidade, estabelecendo uma relação contínua entre os serviços públicos e cidadãos.

b) Formas de utilização de tecnologias digitais:

Um meio prático de responder à solicitação de expressão de um cidadão com agilidade, flexibilidade e menor custo.

Dentre os aspectos positivos de estabelecer mecanismos de comunicação e envolvimento dos cidadãos com a cidade pode-se destacar:

- Fortalecimento do compromisso e o vínculo cidadão;
- Obter informações top-down;
- Modernização da imagem dos serviços públicos;
- Mostrar a capacidade de evolução/modernização dos eleitos.

4.9.5 – Priorização da segurança

Para estabelecermos metas que priorizem a segurança devemos priorizar:

a) Melhorias de infraestrutura

- Priorizar a segurança diariamente e por ocasião de eventos festivos, culturais ou económicos,
- Proposição de soluções de vídeo-segurança: fixas ou móveis, temporárias ou permanentes,
- Permitir a monitorização remota, e garantir uma melhor capacidade de resposta dinâmica.

b) Formas de utilização de tecnologias digitais

A utilização das tecnologias de vídeo digital que permitem a implantação e transmissão eficientes de informações.

O principal aspecto positivo na priorização de segurança numa Smart-City é a de transmitir tranquilidade aos cidadãos.

É importante ressaltar a possibilidade de aprimorar a câmera através da utilização de um sensor multiuso para realização de contagem, vídeo-verbalização, fixo e móvel e controle de congestionamento de tráfego urbano.

4.9.6 – Melhorar a eficiência de infraestruturas urbanas

Para melhorar a eficiência de infraestruturas urbanas devemos priorizar:

a) Melhorias de infraestrutura

- Implementação de uma plataforma multisserviços associando entre si diferentes serviços de uma cidade (iluminação pública, vídeo-segurança, estações de carregamento de veículos elétricos, barreiras automáticas, etc.)
- Assegurar a gestão centralizada do espaço urbano num único posto de comando.
- Estabelecimento de serviços visando a melhoria de desempenho das infraestruturas urbanas em termos de custo e de qualidade de serviço.

b) Formas de utilização de tecnologias digitais

A utilização de uma plataforma digital permitirá a coleta dados, processamento, e introdução de novos dados, restituindo os mesmos para uma melhor compreensão de sua utilização e para que possa orientar ações imediatas e políticas públicas.

Finalmente, dentre os aspectos positivos proporcionados pela melhoria da eficiência de infraestruturas urbanas pode-se destacar:

- Criar transversalidade entre os serviços;
- Reduzir custos de supervisão;
- Repartir os custos de intervenção;

- Fornecer aos tomadores de decisão as ferramentas e os dados pontuais e precisos que possam permitir a construção de políticas públicas.

4.9.7 – Melhorar a qualidade de vida no trabalho e nas residências

Para melhorar a qualidade de vida no trabalho e nas residências devemos priorizar:

a) Melhorias de infraestrutura

Ao acelerarmos a transformação do solo através da construção e renovação de edifícios conectados e comunicantes, restabelece-se de forma quase natural a ligação entre o interior e o exterior, contribuindo assim para a continuidade dos serviços no espaço urbano.

b) Formas de utilização de tecnologias digitais

A implementação de uma arquitetura digital aberta e evolutiva, uma edificação inteligente torna-se uma plataforma multisserviços para ocupantes regulares ou ocasionais.

O principal aspecto positivo na melhoria da qualidade de vida no trabalho é o fato que uma cidade conectada e aberta se transforma num recurso ativo e um dos principais elos da política de concepção de uma Smart-City.

4.10 Conclusões do capítulo

A temática cidade inteligente e um meio ambientes conectado através do design significa encontrar a maneira de vincular tecnologia e meio onde vivemos através do design (urbanismo). Devemos deixar de lado um pouco, a abordagem hackathon (desempenho) para direcionarmos em direção a abordagem living lab (laboratório real), devido ao fato que a abordagem de design pode suscitar questões complexas referentes a organização e, portanto, aborda problemas relacionados à experimentação.

O verdadeiro valor agregado está no conhecimento dos usos e costumes, não existindo ainda um modelo de cidade inteligente, mas costuma observar, realidades complexas para serem cobertas. De certa forma, o design organiza o encontro do espaço, do objeto, com o indivíduo.

A utilização de conceitos de IA associados às tecnologias da Informação e Comunicação, Gestão Urbana e Desenvolvimento Sustentável, com a criação de uma ferramenta de informação completa para uma cidade inteligente e conectada acessível a todos com a preocupação de desenvolver um processo que objetiva a reconexão do homem com seu meio ambiente, sem opor cidade e natureza, ao contrário de estável, seguro, hierárquico, otimizado e padronizado, apontando para um desenvolvimento sustentável, onde a cidade resiliente é flexível e transformável.

Neste sentido, este capítulo abordou temas relacionados aos dados e tecnologia da informação, apresentando inicialmente uma revisão do conceito de Inteligência Artificial e Ciência da Informação inserido na temática Cidade Inteligente (Smart-City) e Território Inteligente (Smart Território).

Uma abordagem transversal e transdisciplinar, pode representar um elemento catalisador da urbanidade numa cidade inteligente. Hoje, a cidade inteligente é uma ficção que não consegue atender o usuário. A urbanidade é uma questão de atritos, compreensão e criação de uma linguagem comum. Através desta condição de projeto, que a cidade conectada será um dia inteligente

No próximo capítulo desta tese de doutorado, será apresentado um estudo de caso do conceito de Cidade Conectada aplicada numa cidade francesa de porte médio, próxima da região parisiense.

5 ESTUDO DE CASO I – CIDADE CONECTADA

Nos capítulos anteriores deste trabalho, vimos que num futuro bem próximo, as cidades constituirão um ambiente de vida de quase toda a humanidade diante de um mundo quase que totalmente urbanizado, e nos dias atuais, é na cidade que ocorre todo o desenvolvimento da vida humana. Desde o nascimento até a morte, o mundo urbano constitui o tempo e o espaço das pessoas.

Ao redor de nosso planeta, esses espaços urbanos visando atender às necessidades e expectativas de seus habitantes deverá se preocupar em atender quatro grandes questões: sociais, econômica, cultural e ambiental.

Atualmente, as cidades estão preocupadas por inúmeras questões que atingem a população: combate à exclusão social, pobreza, acesso a educação e cultura, criação de emprego, acesso mais fácil ao transporte, mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável, oferta de serviços e usos novo, melhorar o dia a dia de todas as gerações, etc.

Através do desenvolvimento da tecnologia digital, uma cidade está se tornando uma cidade inteligente, entretanto é importante ressaltar que desenvolver soluções tecnológicas para os diversos problemas de nosso cotidiano, sem integrar o cidadão, constitui um erro fundamental dado que os cidadãos utilizando novas tecnologias podem fornecer informações regularmente, melhorando ainda mais as soluções já existentes.

Numa sociedade onde as respostas tecnológicas e técnicas às questões humanas só crescem, as cidades, embora acolhendo maioria da população, ainda privam parte significativa desse acesso da população urbana a lugares, mas também a serviços.

Dentro do escopo desta tese de doutoramento que é motivada pela necessidade de estudarmos a cidade conectada. Apresentaremos neste capítulo, um estudo de caso de uma solução de cidade conectada e inclusiva, realizado em conjunto com a prefeitura de uma cidade francesa de porte médio próxima de Paris e Universidade Gustave Eiffel, na França.

5.1 Descrição da cidade escolhida

No desenvolvimento desse estudo foi escolhida uma cidade de porte médio, situada na França, a cidade de Noisy-le-Grand. Esta cidade tem uma população de 66.213 pessoas, fazendo parte da região parisiense (grande Paris), contendo um agrupamento de estabelecimentos públicos territoriais denominado “Grande Paris-Grande Oriente”.

Esta cidade está localizada na região de Seine Saint Denis, e fazendo divisa com Seine et Marne, esta cidade é afetada pelos problemas e projetos das cidades vizinhas, mas também da cidade que são políticas, geográficas, sociais, ambientais e econômica, a cidade também pretende evoluir em termos de tecnologia (Figura 5.1).

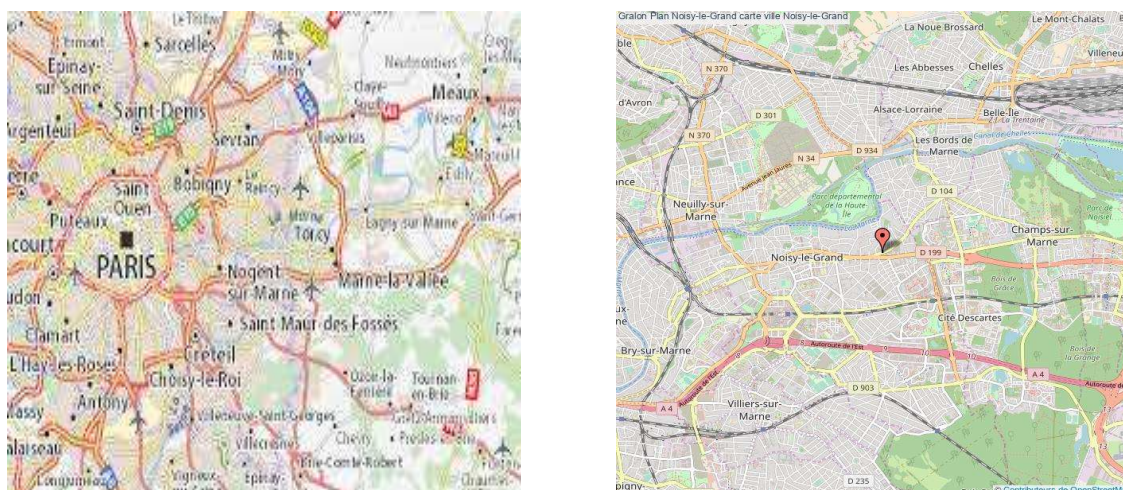


Figura 5.1 – Localização da cidade de Noisy-le-Grand, França (Fonte Google Maps).

Noisy-le-Grand possui uma população dinâmica se reúne regularmente em animações, lazeres e entretenimento, o que mostra que a importância social dos habitantes é relativamente importante.

Esta cidade com vocação internacional, porta de entrada para Marne-la-Vallée, próxima aos aeroportos de Orly e Roissy (Charles e Gaulle), goza de uma localização excepcional para servir toda a região parisiense. Sua rede de comunicação a transforma num local privilegiado de trocas e conexões rápidas através de via rodoviária e ferroviária.

Noisy-le-Grand é uma cidade, muito bem localizada na região de Paris, possuindo muitos atributos para desenvolver e dar aos gestores otimistas, o desejo de tornar a cidade um lugar inclusivo, onde a qualidade de vida é excelente, oferecendo a sua população serviços inovadores.

5.2 Cidade conectada e inclusiva - necessidades

5.2.1 – Principais necessidades da cidade

O principal objetivo delineado neste plano de implementação proposto pelas autoridades administrativas competentes cidade foi a implementação de uma cidade inteligente, global e integrada em seu ecossistema, devendo atender as seguintes iniciativas:

- Melhorar o conforto dos cidadãos, privilegiando as empresas da região
- Transformar os serviços públicos a integrando os mesmos IoTs e inovações tecnológicas para transformar a cidade em inteligente e inclusiva.
- Desenvolvimento da atratividade e visibilidade da cidade em diferentes escalas (nacional, internacional) para talento e negócios.

Essas iniciativas demonstram o forte interesse na criação de uma cidade inteligente e conectada, a fim de impulsionar a economia da cidade, mas também para melhorar o conforto e a qualidade de vida dos cidadãos da cidade. Esse desejo se refletiu em medidas, de ordem política e econômica, incentivando a criação de empresas startups inovadoras.

5.2.2 – Análise SWOT

Para oferecer um serviço que atenda às necessidades de uma cidade inteligente e inclusiva foi realizado uma abordagem inicial abordando o interesse e motivação junto as autoridades da Câmara Municipal da cidade escolhida para esse projeto de pesquisa, e uma lista de perguntas direcionada a três públicos distintos.

No Apêndice A deste trabalho estão apresentados a lista de perguntas de um roteiro de entrevista direcionado aos:

- a) Membros não participantes do projeto,
- b) Usuários, moradores e transeuntes,
- c) Membros internos do projeto

Os resultados obtidos através da análise SWOT realizada de nossa enquete é apresentado nas Figuras 5.2 e 5.3.

Forças	Fraquezas
1. Patrocinadores próximos a Universidade	1. Falta de orçamento
2. Existência de toda uma área e logística necessária para instalar soluções para transformação numa cidade conectada	2. Projeto muito aberto
3. Tema no centro de notícias	3. Não existem informações claras e suficientes sobre os patrocinadores
4. Cliente muito interessado	4. Período eleitoral na cidade que não permite o contato direto como os cidadãos.

Figura 5.2 – Análise SWOT – Forças e Fraquezas.

Oportunidades	Ameaças
1. Desenvolver soluções que possam realmente ser utilizadas na cidade.	1. Resistência dos cidadãos as soluções tecnológicas propostas
2. Estabelecer contatos permanentes com a cidade (avaliação contínua)	2. O cliente pode não utilizar as soluções em caso de perda de mandato legislativo
3. Possibilidade de continuidade do trabalho, otimizando o projeto de Cidade Conectada e inclusiva	3. O cliente poderá se apropriar de nossas ideias sem nos creditar

Figura 5.3 – Análise SWOT – Oportunidades e Ameaças.

5.2.3 – Expectativas do cliente

Após a realização de uma série de estudos preliminares e diversas reuniões com as autoridades municipais (cliente patrocinador desse estudo), foi identificado as diferentes expectativas do cliente:

1. Proposta de serviços inovadores (existentes ou não) importantes à cidade e comércio local.
2. Otimização dos imóveis locais já existentes dedicadas ao projeto.
3. Integrar os habitantes/usuários no projeto para determinar suas necessidades e expectativas.
4. Integração de aspectos ambientais, sociais e de segurança no projeto
5. Transformar a cidade escolhida numa cidade conectada e inclusiva.

A Figura 5.4, mostrada a seguir mostra o ecossistema proposto para o projeto Cidade Conectada e Inclusiva, que permite ter uma visão global do ambiente do projeto e das partes interessadas.

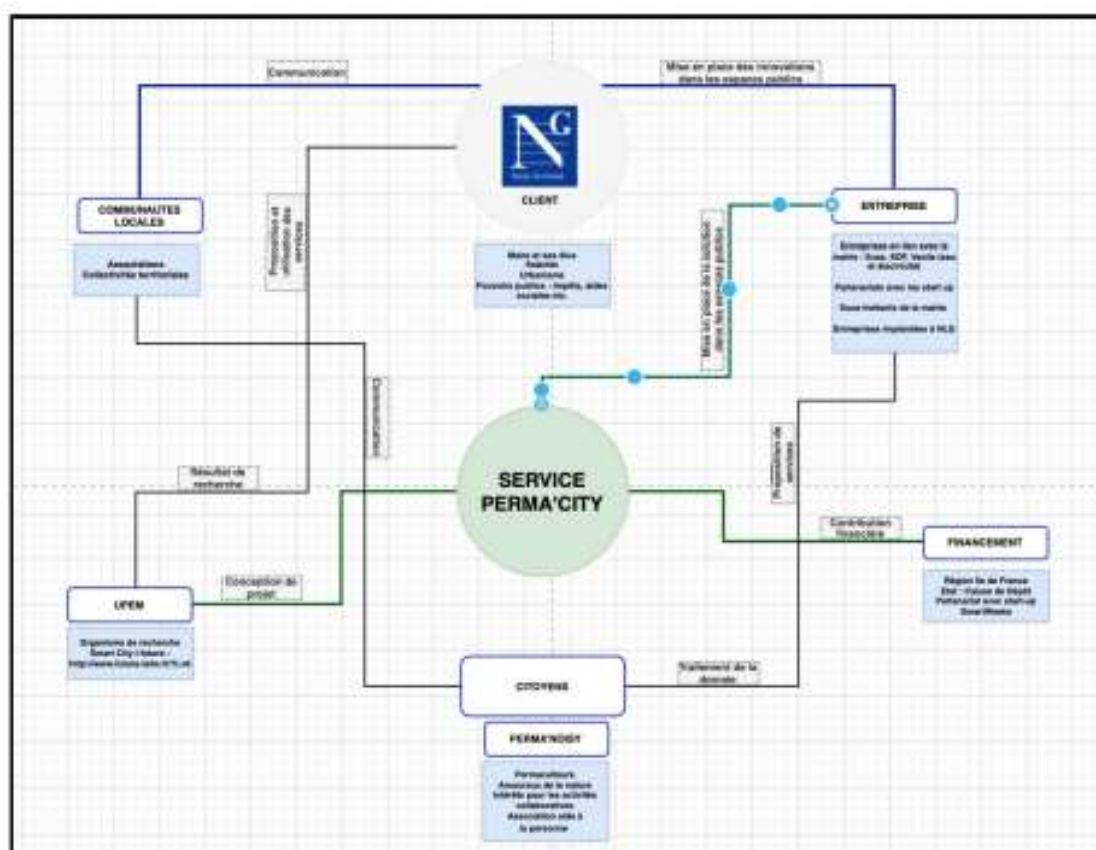


Figura 5.4 – Ecossistema do projeto Cidade Conectada e Inclusiva (projeto TIPI).

5.2.4 – Problemática

Durante o workshop de *Hackathon*, realizado para este fim, pudemos destacar as diferentes necessidades dos principais usuários de uma cidade conectada e inclusiva, que puderam ser esclarecidas as autoridades públicas patrocinadores deste projeto, e partir disso, conseguiu-se através de questionários e brainstorming, obter a seguinte questão: **“Como a cidade conectada pode redefinir a noção de comunidade inclusiva?”**

5.3 Projeto de uma cidade conectada e inclusiva

As autoridades locais tinham o objetivo de transformar a infraestrutura existente numa cidade conectada e inclusiva ao mesmo tempo. Consequentemente, os conceitos de cidade conectada e cidade inclusiva serão discutidos a seguir.

Podemos observar que esses dois conceitos são frequentemente confundidos com a Cidade Inteligente, mas na verdade são componentes integrantes da mesma, ou seja, uma cidade inteligente abrange um universo muito mais abrangente, integrando ainda a noção de sustentabilidade, inclusão, conectividade e ainda colaboração.

5.3.1 – Conceito de Cidade Conectada

Uma cidade conectada se concentra apenas na utilização de tecnologias digitais, onde a aquisição e o compartilhamento de dados devem estar no escopo de dar uma resposta as expectativas e interesses da população de uma cidade.

A Figura 5.5 esquematiza o conceito de cidade inteligente, mostrando que a cidade conectada é uma componente de uma Cidade Inteligente.

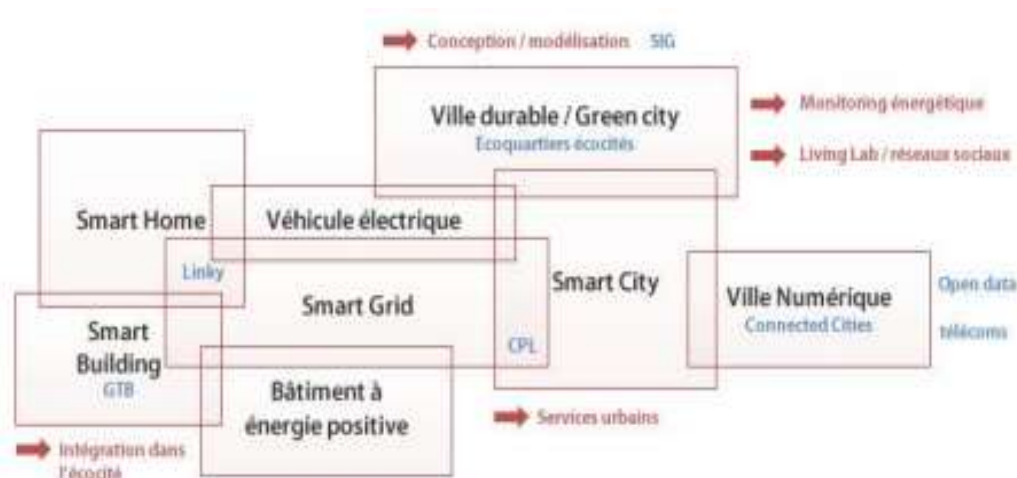


Figura 5.5 – Conceito de Cidade Inteligente (TIPI).

5.3.2 – Conceito de Cidade Inclusiva

Os habitantes de uma cidade podem encontrar muitas vezes obstáculos urbanísticos e sociais que o impedem de participar de forma plena da vida de sua comunidade. O conceito de inclusão tem a iniciativa de contribuir para o desenvolvimento de instalações, políticas, programas, serviços e ações comunitárias que atendam a todas as necessidades da comunidade população, independentemente de suas habilidades físicas ou cognitivas.

Os obstáculos existentes são enormes e imediatos, entretanto, quando podemos controlá-los, a urbanização contribui para tirar as pessoas da pobreza representando um motor de crescimento econômico, e quando estes estão fora de controle, a urbanização pode levar a uma explosão de áreas de favela com condições sanitárias inaceitáveis, poluição e aumento de índices de criminalidade.

A criação de cidades “inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis” para que as pessoas possam desfrutar dos benefícios da urbanização continua sendo um enorme desafio, apesar de muitas vezes existir um amplo compromisso à nível dos organismos internacionais e governamentais.

Surge então a pergunta: Como podemos construir cidades onde todos independentemente do sexo, orientação sexual, cor da pele, idade, religião, meios financeiros ou capacidade física possam viver e prosperar?

Para garantir que as cidades de amanhã ofereçam oportunidades e melhores condições de vida para todos, é fundamental compreender que o conceito de cidades inclusivas deverá agregar dimensões sociais e solidárias aos princípios já quase clássicos da cidade inteligente que são os seguintes: gestão de recursos energéticos, alimentar, ambiental e econômica. Podemos dizer que a força de uma cidade é o gerenciamento destes princípios.

Não se trata de se proteger de outros, mas para ver como reunimos tudo isso não é a cidade que é inteligente, mas pessoas conectadas que criam uma inteligência coletiva. Para garantir a inclusão social, a cidade deve garantir a igualdade de direitos e participação de todos, inclusive dos mais marginalizados. A falta de oportunidades para os pobres urbanos ou idosos é uma realidade, e a reivindicação mais importante e legítima por parte dos excluídos socialmente.

5.4 Avaliação das principais necessidades dos usuários de uma cidade

O projeto de criação de uma cidade conectada permitiu a obtenção de dados dos seus habitantes, como também de potenciais usuários de cidades vizinhas. Para isso, foi elaborado um questionário na plataforma *Microsoft Forms*, que está apresentado no Apêndice I deste trabalho.

5.4.1 – Principais resultados da pesquisa realizada

O objetivo da pesquisa realizada foi medir o nível de interesse e sensibilidade que os cidadãos possuem em relação a este projeto: implementação de uma “Cidade inteligente, conectada e inclusiva” que utiliza novas tecnologias para melhorar a vida dos moradores preservando recursos, meio ambiente, recursos energéticos e com preocupação à segurança dos cidadãos.

Os resultados obtidos nessa enquete mostraram que:

- **57% dos entrevistados** afirmaram que **mobilidade e transporte urbano** são elementos cruciais para a escolha de uma cidade, e em particular para o estabelecimento de uma cidade conectada, ou seja, a maioria das pessoas participantes afirmaram que os problemas de transporte e trânsito, sobretudo na ocorrência de greves, impactam a qualidade de vida de uma cidade.
- **62% dos entrevistados** acreditam que a **poluição ambiental** é um problema que afeta sua qualidade de vida das pessoas.
- **47% dos entrevistados** consideram que a **falta de segurança** em sua cidade afeta sua qualidade de vida das pessoas.
- E, finalmente, **39% dos entrevistados** acreditam que a **falta de limpeza** em sua cidade constitui um impacto negativo em sua qualidade de vida.

5.4.2 – Problemas mais importantes que afetam a vida das pessoas

Para a maior parte dos entrevistados nas cidades vizinhas da cidade escolhida, os mais importantes e sensíveis problemas que afetam diretamente a qualidade de vida das pessoas foram os seguintes:

- ✓ Poluição do ar
- ✓ Problemas de trânsito e congestionamento
- ✓ Segurança Pública
- ✓ Gestão de resíduos
- ✓ Oferta de transporte público
- ✓ Complexidade administrativa

5.4.3 – Critérios adotados para escolha do local de moradia

Essa enquête também mostrou que os critérios adotados pelas pessoas para a escolha do local de residência obedeceram a seguinte ordem:

- 1) Oferta de transporte público.
- 2) A enquête mostrou uma elevada importância para a poluição do ar.
- 3) A segurança de bens patrimoniais e pessoas.
- 4) A existência de espaços verdes e urbanos, como também a existência de infraestruturas que respeitem o meio ambiente.
- 5) Gestão de resíduos,
- 6) Problemas de tráfego e congestionamento, e
- 7) Competência administrativa

Estes primeiros resultados do questionário demonstraram a importância de encontrar inovações para resolver prioritariamente os problemas concernentes a poluição do ar, de trânsito e congestionamento, questões de segurança pública, ordenamento do território, espaços verdes e urbanos e gestão de resíduos.

Para continuidade deste estudo, buscou-se soluções existentes para atender às necessidades dos usuários pesquisados, como também dos clientes que propuseram este estudo, que inicialmente eram mais preocupados na busca de soluções para uma cidade conectada do que uma cidade inclusiva.

5.5 Comparação das condições existentes (análise de Benchmarking)

Diversas soluções já foram aplicadas e desenvolvidas para permitir que as cidades tenham um melhor desempenho. Além disso, as inovações adaptadas às empresas podem ser adaptadas em uma escala maior que represente uma cidade, assim como podemos validar alguns destes conceitos através de protótipos.

5.5.1 – Soluções verdes

Pressionado pelo aquecimento global e pelo esgotamento de recursos em nosso planeta, empresas, autoridades locais e estabelecimentos públicos, são cada vez mais preocupados em adotar uma postura ecológica, responsável e sustentável.

Diante desse movimento, existe toda uma preocupação em adotar soluções verdes para preservação e respeito de áreas urbanas. Dentro desse contexto foram propostas algumas soluções verdes para serem adaptadas no âmbito da revitalização e respeito do meio ambiente da cidade:

- **Utilização de árvores com capacidade de absorvência de poluição:** árvores artificiais desenvolvidas pela empresa BioUrban do México, capazes de absorver a poluição reproduzindo o processo de fotossíntese de uma árvore durante o período de um ano.
- **Instalação de coberturas para combater o fenômeno de aquecimento climático:** a empresa de coberturas Urban oferece algumas soluções para combater aquecimento climático utilizando coberturas de plantas nos telhados de edificações de uma cidade, surgindo como solução viável e relevantes para tornar uma cidade mais verde.
- **Implementação de um Mobility Tech Green:** trata-se da criação de uma plataforma de gestão de sistemas de mobilidade urbano multimodal, dando suporte à cidade, suas empresas na implementação de meios de mobilidade aos usuários e habitantes visando a transformação de sua cidade.
- **Telhados brancos para redução do número de ar condicionado:** projeto desenvolvido pela empresa francesa Cool Roof que pinta os telhados de branco, com o objetivo de aportar economia, e eliminar os gases de efeito estufa devido a utilização de ar condicionado, considerando que as cores escuras atraem e absorvem o calor, sentido num imóvel, enquanto que a cor branca manteria o local mais fresco e agradável durante o verão.
- **Desenvolvimento da permacultura:** incentivar à agricultura coletiva e compartilhada, promovendo a proximidade entre os moradores em torno de uma atividade lúdica, e ao mesmo tempo, atenderia a uma necessidade primária essencial a “alimentação”.

- **Instalação de painéis fotovoltaicos:** captação da energia solar através de coletores solares térmicos, utilizando assim, uma energia limpa e renovável, além da redução das emissões de gases no efeito estufa. Um sistema composto de painéis solares térmicos acoplados a um aquecedor solar de água será suficiente para uma família de 4 pessoas, evitando assim, a emissão uma tonelada de CO₂ por ano na atmosfera. A utilização desses sistemas para a infraestrutura de uma cidade, obtém-se resultados ainda mais importantes.

5.5.2 – Dispositivos IoT para monitoramento de qualidade de vida

O nível de qualidade do ar também pode ser considerado um ponto essencial para o bem-estar dos habitantes de uma cidade. Dentro desse contexto, a utilização de dispositivos conectados possui um papel relevante para a vida numa cidade. A seguir são apresentados alguns exemplos:

- **Sensores de temperatura e higrometria:** é relevante para infraestrutura municipal, para estações, escolas, ginásios e até as empresas da cidade saberem em tempo real a temperatura em seu prédio, bem como a medição da taxa de umidade do ar, permitindo também, adaptar as ações de manutenção sob o ponto de vista corretivo e preventivo.
- **Utilização de aplicativos como ferramenta de suporte à transição energética:** aplicativos com soluções conectadas relevantes para melhorar o conforto interior dos edifícios e infraestruturas. Podemos citar o exemplo do aplicativo Advizeo, que é um objeto conectado que rastreia desvios de energia e diferenças térmicas, permitindo medições referentes a taxa de ocupação, qualidade do ar, etc.

Através desses sensores autônomos e comunicantes, é possível medir o nível de concentração de CO₂ a cada dez minutos, informação que pode ser utilizada em tempo real, gerando alarmes e notificações (por e-mail ou SMS) de acordo com os limites aceitáveis pré-definidos. Esse monitoramento, aliado à avaliação de ventilação dos estabelecimentos, permite definir um plano de ação para atuação, quando for necessário a renovação do ar do ambiente.

5.5.3 – Manutenção de sensores e equipamentos

A manutenção de sensores e equipamentos é um aspecto importante na gestão de uma cidade, e se torna ainda mais importante e imprescindível numa cidade inteligente e conectada, assegurando assim a segurança e contribuindo para o bem-estar dos usuários e moradores (considerado na enquete como os dois pontos fundamentais do ponto de vista do cliente).

5.5.4 – Soluções tecnológicas de iluminação

A seguir serão apresentadas algumas soluções tecnológicas (instrumentos de medição, modelagem) disponíveis e possíveis de serem utilizadas na infraestrutura do território conectado.

Estas soluções levam em conta sua utilização em situações consideradas críticas (picos de calor/poluição/consequências nas redes de transporte inundações/danos a estruturas/poluição/danos a redes de comunicação – segregação social/risco para a saúde, etc.)

- **Iluminação pública inteligente:** várias soluções podem ser consideradas e/ou fundidos para garantir economia de energia, garantindo a segurança dos usuários e moradores que circulam na área. Sempre através do sistema de aplicação, alguns deles permitem controlar iluminação pública remotamente e, assim, reduzir significativamente os custos. Além disso, postes de luz inteligentes estão sendo desenvolvidos para ajustar qualquer autonomia sua luminosidade à noite de acordo com a passagem dos cidadãos. A economia alcançada pode variar de 50 a 80% da energia utilizada em este horário. Este sistema permitiria que usuários e moradores manter a visibilidade e sentir-se seguro na cidade, garantindo a cidade para economizar energia.

- **Luzes LED na cidade e infraestruturas locais:** A vida útil do LED vai até 40.000 horas. Para obter informações, uma lâmpada fluorescente compacta oferece 10.000 horas de luz, 2.000 horas de halogênio e lâmpadas incandescente 1000 horas. A eficiência também é muito melhor: entre 40lm/W e 80lm/W. Estas lâmpadas, embora caras de instalar, apresentar um bom relatório sobre o investimento tendo em conta que requer iluminação pública para funcionar.
- **Gestão criteriosa de resíduos:** é possível a prefeitura instalar sensores de enchimento de caixas para reduzir os custos de gestão de resíduos (cerca de 15%) e otimizar a rota dos caminhões de lixo (30 a 60% de economia de tempo). Na verdade, cria uma redução de custos simplificando sua rota de coleta.

5.5.5 – Soluções tecnológicas de segurança

Uma das maiores preocupações dos cidadãos de uma cidade é a segurança, e consequentemente descreveremos a seguir algumas soluções inovadoras de segurança disponíveis, que poderão ser utilizadas na cidade.

- **Câmeras inteligentes:** são dispositivos que além de gravar imagens, podem também extrair dados e informações das mesmas. Por exemplo, estes sistemas podem fornecer instantaneamente, o número de passagens de veículos, pessoas, etc., em um local definido.
- **Infraestruturas conectadas:** para serem utilizadas para múltiplos propósitos da cidade. Elas podem encorajar usuários a limitar sua velocidade na estrada, controlar as temperaturas das estradas no inverno para adaptar a sua intervenção no devido tempo (salinizar o gelo no inverno), limitando os riscos para os condutores de veículos e pedestres nas calçadas.
- **Edificações dotadas de sistemas de segurança:** conexão inteligente das infraestruturas e edificações da cidade, permitindo assim, alertar as autoridades competentes rapidamente para a solução de problemas, de acordo com tipo de problemas encontrados (emergência, polícia, serrallharia, centros de reciclagem, centros técnicos municipais).

5.5.6 – Soluções tecnológicas de mobilidade

A mobilidade urbana também foi considerada como uma questão fundamental para as cidades vizinhas e, em particular, para a cidade escolhida, caracterizada pelo seu dinamismo.

Esse desenvolvimento pode acarretar alguns inconvenientes como tráfego intenso devido à sua posição a meio caminho entre Marne-la-Vallée e Paris, consequentemente, várias soluções podem ser consideradas:

- **Bicicletas self-service:** o objetivo é utilizar serviços já disponíveis para a redução de tráfego de automóveis na cidade de Paris, o sistema Velib, no entanto, essa solução exige a criação de zonas de bicicletas nas calçadas.
- **Estacionamento compartilhado:** este conceito permite que os proprietários de estacionamentos privados ou públicos (hotéis, comércio, escolas, indivíduos, etc.) possam alugar lugares disponíveis para estacionamento.
- **Estacionamento inteligente e conectado (Smart Parking):** através do uso tecnologias IoT (Internet of Things), sensores instalados nos lugares de estacionamento permitem para informar os usuários sobre a disponibilidade de lugares. Esse conceito se integra perfeitamente no caso de um projeto global de uma Smart-City. A seguir mostramos algumas tecnologias já existentes, fornecem informações sobre:
 - ✓ **Tempo de estacionamento:** no caso de um usuário ultrapassar o tempo previsto, através de link com parquímetro, o pagamento do estacionamento poderá ser efetuado diretamente através de um smartphone,
 - ✓ **Análise da placa do veículo:** em caso de roubo, vandalismo, etc.
- **Micro-ônibus (shuttles):** a implementação de um serviço de shuttle dentro da cidade pode ser considerado relevante para o deslocamento para escolas ou para as estações de transportes públicos. As paradas devem ser definidas de acordo com os chamados lugares “estratégicos” relevantes para o seu funcionamento.

5.5.7 – Soluções para melhorar a interação entre os serviços e seus usuários

Podemos afirmar que uma cidade inteligente é uma cidade comunicante, consequentemente para a cidade escolhida, dentro de seu processo de transformação deve melhorar seu relacionamento com usuários/empresas/residentes, sendo necessário acompanhar esta mudança, através das seguintes ações:

- **Link de inovação/tecnologia/cidade inteligente:** Disponibilidade aos habitantes da cidade de uma seção informativa no site da cidade, explicando claramente todos os novos recursos implementados.
- **Criação de um aplicativo dedicado à cidade:** onde habitantes e usuários poderão ter acesso online de informações e notícias sobre a cidade, como também acompanhar projetos em andamento, implementando abas concernentes à segurança, transporte (meios de transporte disponíveis no momento), mobilidade, ambiente, serviços, projetos/trabalho, etc, permitindo que cada cidadão tenha uma interação online com a cidade, de modo a melhorar a qualidade de vida das pessoas, realizando propostas de melhoria, e ainda comunicar autoridades locais de possíveis ocorrências em vias públicas, como por exemplo: buraco nas ruas, iluminação pública defeituosa, despejo de lixo ou pertences fora dos horários/local previstos, etc.
- **Desenvolver Li-Fi:** o Wi-Fi gratuito representa um dos pilares de uma cidade conectada, entretanto esta tecnologia é difícil de ser implementada em todos os pontos da cidade, ao contrário da tecnologia Li-Fi (Light Fidelity), onde uma fonte de luz (LED) é transformada em um difusor de conteúdo digital, transmitindo as informações em linguagem digital. Esta rede inteligente de transmissão de informação seria baseada na utilização de todas as fontes de luzes LED da cidade. Assim, usuários e habitantes, terão acesso a uma conta gratuita, e poderão navegar em todos os locais públicos, transportes públicos, etc., onde uma multiplicidade de iluminação baseada em LED será implementada na cidade para esta finalidade.
- **Organização de jornadas de Cidade Aberta (Open City):** proporcionando assim, a realização de reuniões com usuários e moradores, explicando por meio de oficinas as principais novidades tecnológicas da cidade.

- **Mobilidade Verde (Mobility Tech Green):** implementação de uma plataforma multimodal de gestão da mobilidade, fornecendo suporte à cidade, e suas empresas na implementação de uma abordagem de responsabilidade social de apoio a usuários e cidadão para a transformação de sua cidade.

5.6 Estudo de Viabilidade

5.6.1 – Instalação de câmeras de segurança

A primeira solução em estudo abordou a instalação de câmeras de segurança com a função de armazenagem de imagens, como também a extração destes dados para obtenção de outras informações relevantes à cidade, como por exemplo, realizar a contagem do número de passagens numa determinada área de veículos, cidadãos, etc.

O principal interesse desse dispositivo é a aquisição de dados, que após serem tratados permitirá a análise dos comportamentos e hábitos dos cidadãos e utilizadores da cidade, permitindo assim, o desenvolvimento de infraestruturas e serviços a partir dos resultados obtidos, proporcionando assim a melhoria na qualidade de vida na cidade.

Algumas câmeras disponíveis no mercado são equipadas de um software capaz de reconhecer comportamentos anormais cidadãos na cidade (por exemplo, um acidente), podendo assim, através de algoritmos de IA detectar situações de risco à cidade. Exemplo: um cidadão deixa cair sua bolsa esportiva em frente à uma escola, e por se tratar de um comportamento anormal, um sinal alerta automático será emitido, permitindo que o operador seja notificado mais rapidamente da presença de uma bolsa suspeito em frente à uma escola, e policiais responsáveis pela segurança da cidade são enviados ao local sem necessidade de realizar o procedimento de explosão desse material suspeito.

Câmeras inteligentes a serviço da segurança já são muito utilizadas nos países nórdicos onde a engenharia permite a detecção de anomalias, antecipando o cometimento de delitos, e a utilização numa cidade inteligente deste tipo de câmera permite melhorar a segurança dos cidadãos, proporcionando assim, o aumento de sua qualidade de vida aumentar.

O ponto forte da utilização dessas câmeras inteligentes é que essa ferramenta permite coletar uma infinidade de dados, extraíndo, por um lado, imagens vigilância por vídeo, mas também vários dados, como o número de passagens de cidadãos e veículos, identificar quedas ou comportamentos anormal.

Os dados potencialmente adquiridos são diversos e adaptáveis de acordo com as necessidades da cidade, no entanto, é importante ressaltar que esse tipo de equipamento não pode ser instalado em qualquer local, e já por envolver a filmagem de pessoas existe atualmente toda uma regulamentação, muito rigorosa a respeito de sua utilização. Consequentemente, a sua colocação em prática em locais estratégicas, é algo ainda complicado, devido a necessidade de obtenção de autorizações necessárias como também, devido ao seu alto custo que envolve a sua utilização (instalação, infraestrutura, operacional e de manutenção).

5.6.2 – Dispositivos IoT para medição de temperatura e qualidade do ar

A qualidade do ar representa um ponto essencial para o bem-estar dos moradores de uma cidade. A utilização de tecnologias IoT (objetos conectados) permitem o monitoramento contínuo de temperatura e umidade do ar em infraestrutura municipal, estações, escolas, ginásios e até empresas da cidade. Isto permitirá a realização de ações de manutenção adequadas do ponto de vista corretivo e preventivo.

Esses sensores podem ser acoplados a aplicativos (web services) para melhorar a transmissão de dados e comunicação entre a cidade e seus cidadãos. Atualmente já existem muitos aplicativos para monitoramento da transição energética que oferecem soluções conectadas relevantes para melhorar a conforto interior dos edifícios e infraestruturas.

Podemos citar o exemplo do aplicativo Advizeo que é um objeto conectado, que permite acompanhar as mudanças de energia e as diferenças de temperatura. A diversidade de dados coletados permite a obtenção de diferentes informações, tais como a taxa ocupação ou medida da qualidade do ar.

A utilização de sensores autônomos e comunicantes, permite também medir a temperatura e até a concentração de CO₂ que pode ser visualizada em um aplicativo apresentando os dados em tempo real, gerando alarmes e notificações (por e-mail ou SMS) de acordo com os limites de valores pré-definidos. Esse monitoramento, aliado à avaliação de ventilação dos estabelecimentos permite definir um plano de ação incluindo a implementação de ações, quando necessárias, para a renovação ar no ambiente. Esses e-mails ou SMS podem ser enviados, por exemplo, para pais de alunos para informá-los sobre as condições de temperatura e umidade nas escolas.

A implementação dessas instalações exigirá recursos humanos e financeiros de suas compras, suas instalações, bem como sua manutenção e conservação. Finalmente, podemos destacar que as principais vantagens do monitoramento da temperatura e qualidade de ar numa cidade inteligente são as seguintes:

- Adequação do sistema de manutenção da cidade de acordo com as necessidades e a análise feita através destes sensores (manutenção preditiva),
- Melhoria da comunicação entre a cidade e os cidadãos, proporcionar que os habitantes a obtenção de informações em tempo real, permitindo que os mesmos possam tomar decisões e precauções antecipadas.

5.6.3 – Permacultura

A permacultura é uma forma de agricultura inspirada na natureza para desenvolvimento da agricultura baseada na sinergia, através da diversidade de culturas, sua resiliência e sua produtividade natural, procurando tornar a agricultura autossuficiente e urbana.

O objetivo da permacultura é produzir um ambiente harmonioso, resiliente, produtivo e sustentável, ou seja, uma verdadeira filosofia que visa cuidar da terra e dos homens através do compartilhamento de recursos e colheitas.

Esta forma de agricultura prepara os indivíduos à ética, como também à um conjunto de princípios fundamentais a serem seguidos, cujo o objetivo é permitir que esses indivíduos criem seu próprio meio ambiente, através de uma agricultura urbana autônoma, sustentável e resiliente, e inspirada nas funções naturais do ambiente "projetado",

A permacultura promove o compartilhamento e a aproximação entre os utilizadores em torno de uma atividade lúdica, atendendo ainda a uma necessidade primária essencial "a alimentação". Existem 3 tipos principais de permacultura:

- **Agricultura:** pratica diretamente o plantio, garantindo a preservação e equilíbrio do solo, e uma melhor fertilidade a longo prazo.
- **Habitação:** construções baseadas em materiais biodegradáveis locais, e de baixo consumo de energia, baseada no princípio da ecologia mínima (casas individuais feitas de palha e barro na Holanda).
- **Economia:** promoção de organizações associativas utilizando o sistema de trocas locais, gerando laços sociais, solidariedade e coesão da comunidade.

5.6.4 – Coleta inteligente de resíduos

A coleta de resíduos será realizada utilizando de sensores de enchimento de containers, reduzindo assim os custos de gestão de resíduos (cerca de 15%), como também otimizando a rota de caminhões de lixo (30 a 60% de economia de tempo), proporcionando uma redução significativa de custos e também agilizando a rota de coleta de lixo pelos caminhões.

Diversas empresas se especializaram nesse mercado, através da utilização da tecnologia ZigBee, que garantem transmissão de informações sem fio com baixo custo e consumo de energia. Seu funcionamento possibilita transmissões para distâncias até 4 km, suficiente para áreas urbanas.

Quando a taxa de preenchimento da lixeira atingir 80%, o sistema de coleta é acionado, permitindo que a cidade, por um lado, faça economias e, por outro, otimizar a jornada desses caminhões, garantindo aos habitantes da cidade e usuários de espaços limpos, desfrutando os benefícios da urbanização.

5.7 Integração de soluções tecnológicas para a permacultura

A integração de algumas soluções propostas anteriormente foi implementada no domínio de permacultura, onde através da visualização da horta comunitária em tempo real, os habitantes podem obter informações e aconselhamentos da horta, calendário de plantio e colheita e horários de funcionamento, criando assim uma comunidade ao redor das hortas.

Este projeto proporcionou uma conexão entre habitantes e usuários, criando vínculos, e uma atenção especial ao meio ambiente através da eco-responsabilidade, compartilhamento, inclusão social e acima de tudo a inovação.

Graças a este aplicativo, moradores e usuários permanecerão sempre ligados à sua horta e, fazendo parte de uma abordagem ecológica e de compartilhamento, permitindo ainda que estes agricultores informais possam revender produtos biológicos dentro da sua cidade.

A permacultura colaborativa pode ser feita nos seguintes casos:

- **Em terrenos não habitáveis da cidade:** permitindo assim o cultivo de uma horta colaborativa.
- **Instalação de uma estufa nos telhados:** adaptados em novos edifícios baseados na utilização de normas que permitam a recepção deste tipo de estrutura.
- **Residências particulares da cidade:** em jardins abandonados com a ajuda de voluntários.

Foram também oferecidas a população soluções completas, repertoriando inclusive, possíveis locais para as permaculturas, baseadas na coleta de informações por meio de sensores (tipo de terra, clima, poluição), permitindo assim, informar as melhores condições de plantio (semear, cultivar, colher e produzir). As Figuras 5.6 e 5.7 mostram algumas telas típicas do aplicativo implementado.

O local de plantio deve ser capaz de evoluir baseado na utilização de pouca energia, consequentemente foram definidas as informações mais relevantes, descritas a seguir, a serem utilizadas no momento de projeto e manutenção de permacultura através da utilização de câmeras de segurança, sensores e dados abertos (open data):

- **Clima da futura horta:** ventos predominantes, seca, frio intenso, umidade constante.

- **Crescimento da terra:** a vegetação é rara ou normal? Um solo poluído, fértil, quais são as plantas orgânicas (bio) mais indicadas.
- **Formas do terreno:** condições climáticas, direção e orientação de ventos predominantes. Exemplo: num terreno inclinado, deve-se utilizar valas para manter a água no solo
- **Segurança:** monitoramento de hortas e usuários.

Perfil do usuário



Minhas colheitas



Chats

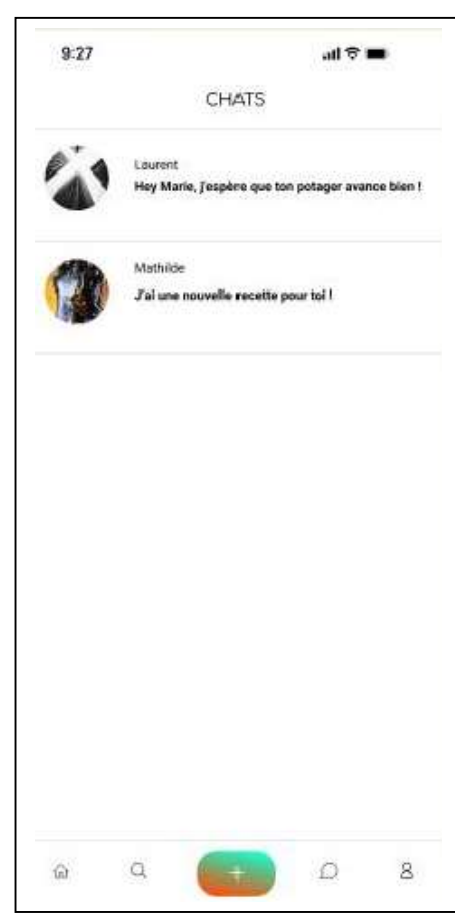


Figura 5.6 – Telas típicas do aplicativo – informações pessoais (TIPI).

Índices (ar e água)

Recettes

Conversa

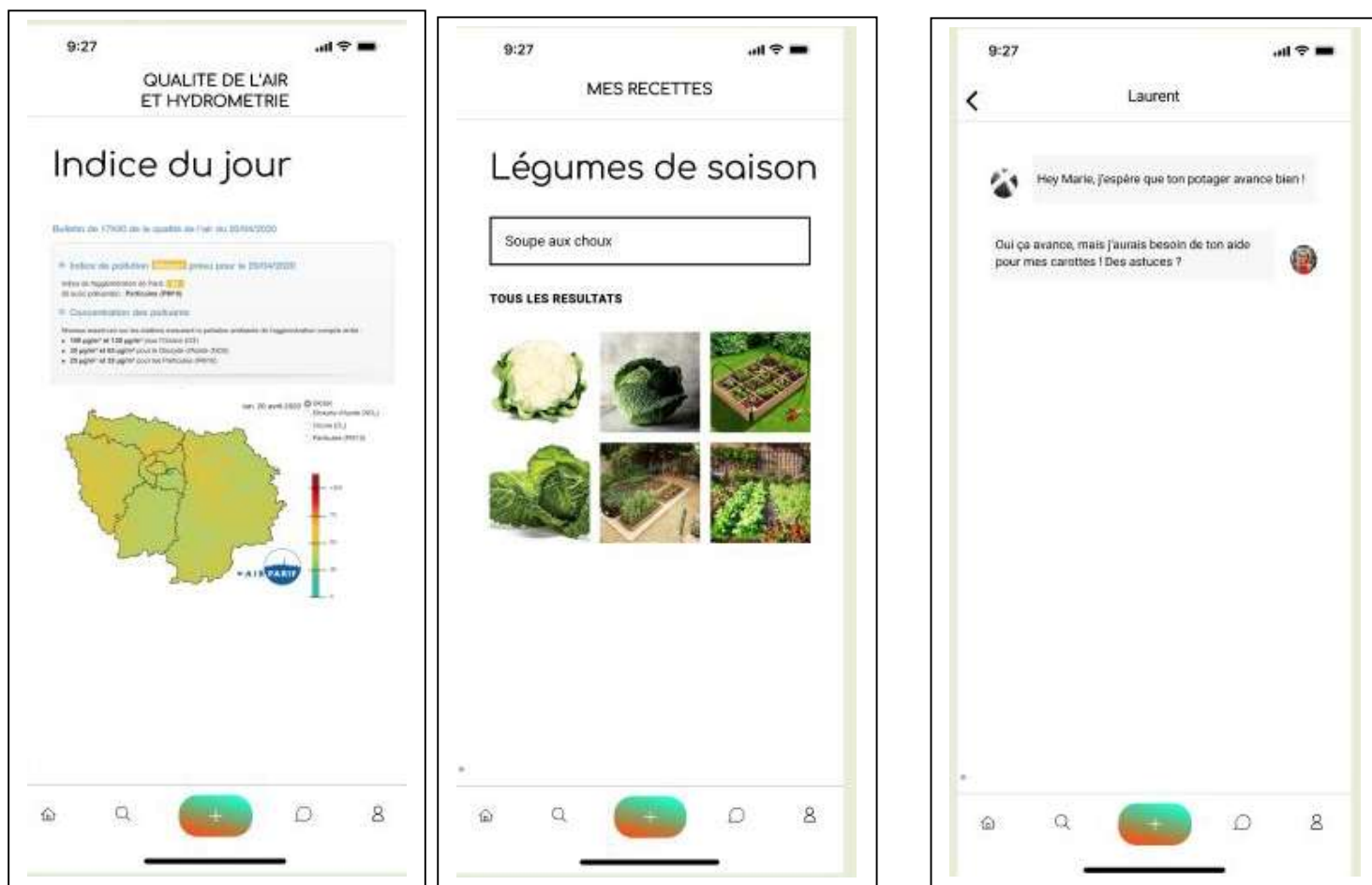


Figura 5.7 – Telas típicas do aplicativo – informações gerais (TIPI).

Para validação das premissas propostas foram realizados alguns estudos de casos, com participantes motivados pelo uso dessas novas tecnologias. A Figura 5.8 sintetiza dois estudos de casos abordando diferentes perfis de usuários (idoso aposentado e jovem ecologista) e suas necessidades.

	Giles D. Função: aposentado Idade: 67 anos Características Pessoais: gosto pela jardinagem Tecnologia utilizada: Google Home	Principal necessidade: ter em seu jardim um sistema de monitoramento
---	--	--

a) Estudo de caso 1.

	Sophie B. Função: Permacultura Idade: 25 anos Características Pessoais: ecologista convicta e produtos biológicos Tecnologias utilizadas: redes sociais, plataformas de recomendações (Yuka)	Necessidade: fabricar seus próprios produtos
--	--	--

b) Estudo de caso 2.

Figura 5.8 – Estudos de casos.

5.8 Conclusões do Capítulo

O objetivo desse projeto foi fornecer uma solução viável para os problemas atuais que nos deparamos numa cidade. Assim, dentro do conceito de uma cidade conectada através de IoT, nosso objetivo era integrar serviços nas áreas de transporte, segurança, meio ambiente, etc., adicionando a estes, o conceito de cidade inclusiva, permitindo assim, a integração do cidadão como ator na cidade urbana.

Para oferecer uma solução mais completa e adaptada ao nosso contexto e às necessidades da prefeitura da cidade escolhida, foi inicialmente proposta o desenvolvimento de um aplicativo no domínio da permacultura, e através desse aplicativo, o os moradores poderão estar sempre conectados à sua horta e ao mesmo tempo fazer parte de uma abordagem ecológica, mas sobretudo integrar a ideia de cidade inclusivo. Este projeto de permacultura e sua implementação respondem aos desafios questões ambientais, sociais e políticas da cidade, respeitando o meio ambiente e proporcionando uma integração social da cidade com cidades vizinhas.

Os estudos de casos apresentados para a validação deste trabalho de doutoramento mostraram a eficiência e praticidade na utilização das ações direcionadas ao desenvolvimento sustentável de modo a sensibilizar os habitantes de um centro urbano, impactando diretamente o bem-estar a população da cidade escolhida, como também deram maior atratividade aos comerciantes e grandes empresas, mostrando que os valores sociais e políticas ambientais são considerados pela comunidade como elementos fundamentais à qualidade de vida de seus habitantes.

A maioria das soluções apresentadas são de fácil implantação, uma vez que se baseiam na utilização de um conjunto de sensores associados a um web-serviço, entretanto a maior dificuldade encontrada foi o de sensibilizar as autoridades públicas a aprovarem medidas de incentivo ao desenvolvimento da agricultura urbana, mostrando que além de ser uma questão ecológica, permitirão também que os moradores se organizem em grupos ou associações, para ocuparem espaços públicos não utilizados em ações de respeito ao meio ambiente.

Finalmente, no próximo capítulo desta tese de doutoramento, apresentaremos alguns estudos de caso abrangendo aplicações hardware e software na área de sistemas móveis.

6 ESTUDO DE CASO II – MACHINE LEARNING

No capítulo anterior deste trabalho, apresentamos um estudo de caso para uma solução de cidade conectada e inclusiva, realizado em conjunto com a prefeitura de uma cidade de porte médio escolhida e Université Gustave Eiffel, na França.

Neste capítulo apresentaremos algumas soluções tecnológicas utilizando aprendizado de máquina (Machine Learning) utilizando a linguagem Python), onde inicialmente, serão introduzidos alguns conceitos básicos de aprendizagem de máquina.

6.1 Aprendizado de Máquina (Machine Learning)

A diversas aplicações de uma Smart-City exigem a necessidade de desenvolver aplicativos de web-services baseados em técnicas de Machine Learning (aprendizado de máquina) para realização de tarefas tais como o reconhecimento de voz, diagnósticos, mecanismos de pesquisa, jogos, condução autônoma, etc.

A aprendizagem automatizada envolve a realização das seguintes etapas:

- Construção de um modelo correspondente à realidade a partir da utilização de bases de dados.
- Buscar a utilização (ou criação) de métodos que permitam que um computador realize tarefas (muitas vezes complexas) graças ao processo de aprendizagem.
- A aprendizagem artificial permite a produção, a partir da utilização dos dados de entrada, de modelos de predição para serem utilizados em dados inexistentes.

6.1.1 – Métodos de Aprendizagem Automática

Os métodos de aprendizagem automática requerem a realização dos seguintes procedimentos, que deverão ser aplicados, de acordo com o problema em estudo:

- Máquina de Aprendizagem e tipos de supervisão e aprendizado
- Componentes do aprendizado
- Função de custo et otimização
- Validação e Teste
- Medidas de Performance

A Figura 6.1 as etapas de treinamento e validação a partir da seleção de um modelo para posterior validação a partir da utilização de parâmetros e hiper parâmetros associados ao modelo em estudo.

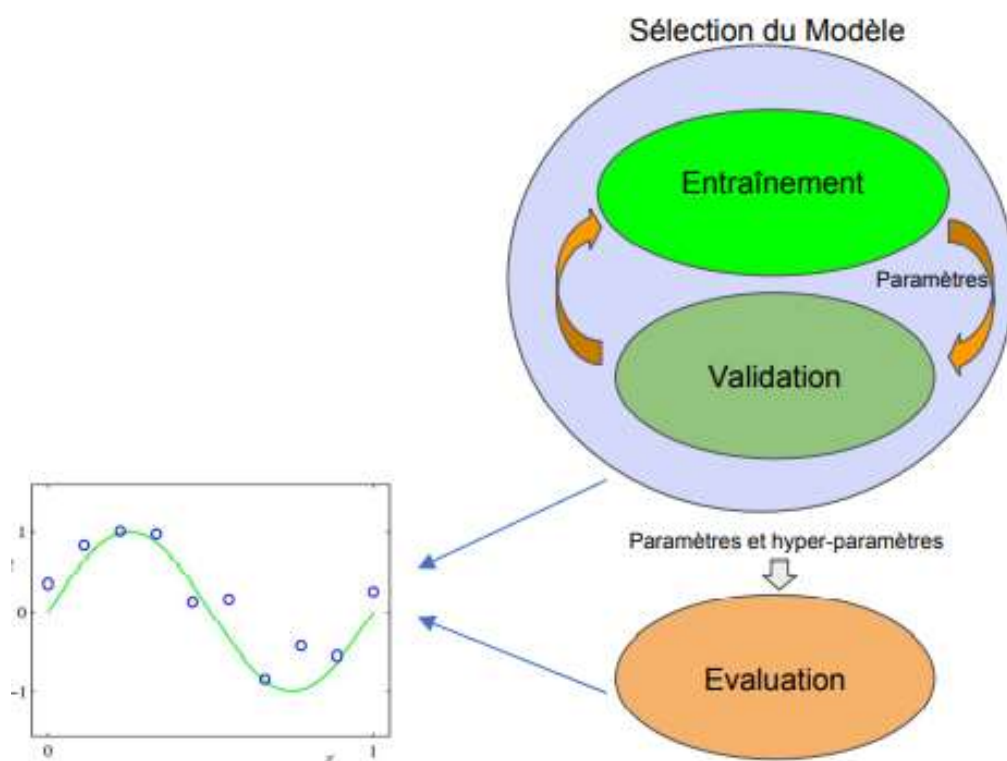


Figura 6.1 – Machine Learning – Etapas.

6.1.2 – Terminologias e Conceitos

Para melhor contextualizar nossos exemplos de aplicação, apresentaremos a seguir algumas terminologias e conceitos correntemente utilizados em Machine Learning:

- **Etiqueta ou rótulo (label):** é a “coisa” que nós tentamos predizer.
Exemplo: Preço de um determinado produto, como por exemplo uma pizza, a espécie de planta ou animal, observando uma imagem, o autor de um texto pela forma de escrever, etc.
- **Características (features):** é uma variável de entrada.
Exemplo: um detector de spam, onde as características podem ser as palavras do e-mail, endereço do remetente, etc.
- **Amostras (samples):** é uma instância particular dos dados. Exemplo: um e-mail.
 - ✓ **Rótulos (labels): {característica, etiqueta}: (x, y).**
Exemplo: e-mails já rotulados pelo usuário como spam /não spam.
 - ✓ **Não rotulados (sem label):**
Exemplo: distinção de um cão e um gato numa imagem.
- **Modelo (model):** define a relação entre características (features) e as etiquetas (labels). É composto de duas fases:
 - ✓ **Treinamento (training):** O modelo aprende as relações entre as características (features) e etiquetas (labels) a partir de exemplos
 - ✓ **Inferência:** Consiste em aplicar o modelo treinado em exemplos não rotulados (labels) para realizar modelos de previsões y'
- **Reagrupamentos (clustering):** reagrupamento de conjuntos de exemplos não supervisionados através de classes
- **Classificação (classification):** permite reconhecer as classes a partir de sua descrição (elementos descritivos. O modelo de predição é realizado em valores discretos.
Exemplos:
 - ✓ Este e-mail é um spam?
 - ✓ Que tipo de íris corresponde esta planta?
 - ✓ Esta imagem representa um cão ou um gato?

- **Regressão (regression):** Classificação em valores numéricos, e o modelo de predição é realizado em valores contínuos.

Exemplos:

- ✓ O preço de uma pizza em função de seu tamanho, dos ingredientes, etc.
- ✓ A consumação de um veículo em função de sua potência, seu peso, etc.
- ✓ Qual será o valor da temperatura em função de um determinado lugar (ou região) e uma data (ou período anual), etc.

6.1.3 – Algoritmos de aprendizagem

Os algoritmos de aprendizado de máquina atuais podem ser amplamente classificados em três categorias, aprendizado supervisionado, aprendizado não supervisionado e aprendizado por reforço.

As duas categorias mais utilizadas para a resolução de problemas de aprendizado de máquina são aprendizado supervisionado e não supervisionado. A diferença básica entre os dois é que os conjuntos de dados de aprendizado supervisionado têm um rótulo de saída associado a cada “tupla” de dados, enquanto os conjuntos de dados de aprendizado não supervisionado não.

A principal desvantagem de um algoritmo de **aprendizado supervisionado** é que o conjunto de dados precisa ser rotulado manualmente. Este é um processo considerado custoso, pela necessidade de trabalhar com grandes volumes de dados.

Por outro lado, a principal desvantagem de qualquer **aprendizagem Não Supervisionada** é que seu espectro limitado de aplicações.

Para contrabalançar essas desvantagens, pode ser utilizado o conceito de **aprendizagem semi-supervisionada**, onde nesse tipo de aprendizado, o algoritmo é treinado com base em uma combinação de dados marcados e não marcados. Normalmente, essa combinação conterá uma quantidade muito pequena de dados rotulados e uma quantidade muito grande de dados não rotulados.

O procedimento básico a aprendizagem semi-supervisionada é que, o programador agrupará dados semelhantes usando um algoritmo de aprendizagem não supervisionado e, em seguida, usará os dados rotulados existentes para rotular o resto dos dados não rotulados.

Os casos de uso típicos desse tipo de algoritmo têm uma propriedade comum entre eles - A aquisição de dados não rotulados é relativamente barata, enquanto rotular os ditos dados é muito cara.

Podemos exemplificar intuitivamente a utilização destes três algoritmos de aprendizagem através da relação entre um aluno-professor, onde na aprendizagem supervisionada, um aluno está sob a supervisão de um professor em casa e na escola, na aprendizagem não supervisionada, o aluno precisa descobrir sozinho um conceito, e no aprendizagem semi-supervisionada, o professor ensina alguns conceitos em sala de aula, e entrega ao aluno uma lição de casa com perguntas baseadas em conceitos semelhantes aos transmitidos em sala de aula.

6.2 Exemplo 1: Controle de espécies num ecossistema

Num território inteligente, muitas vezes, é importante verificar a qualidade ambiental através do controle de espécies existentes num ecossistema. Neste estudo de caso, têm-se o problema de distinguir duas espécies diferentes de gaivota (mouette rieuse e goéland) no porto de Calais (França), mostradas na Figura 6.2).

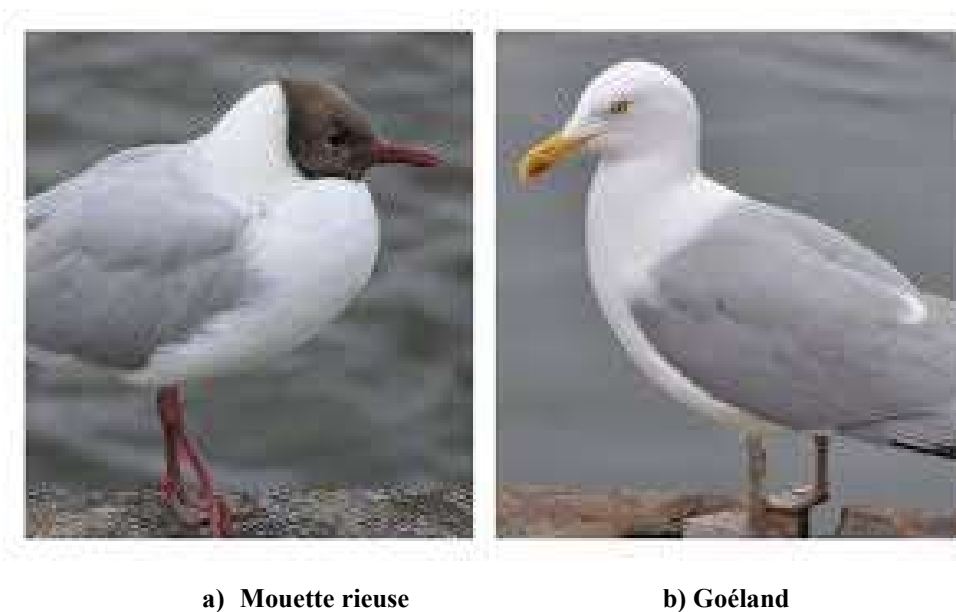


Figura 6.2 – Espécies diferentes de gaivota no porto de Calais (France).

Neste estudo, utiliza-se a técnica de reagrupamento (clustering) e classificação, e será proposto um algoritmo de Machine Learning para controle do tipo de gaivotas num determinado ecossistema.

Em termos de primeira análise, simplificaremos a solução deste problema, considerando que não existem outras espécies de pássaros neste local. A Figura 6.3 apresenta alguma características dessas duas espécies de pássaros realizados por um especialista (oráculo).

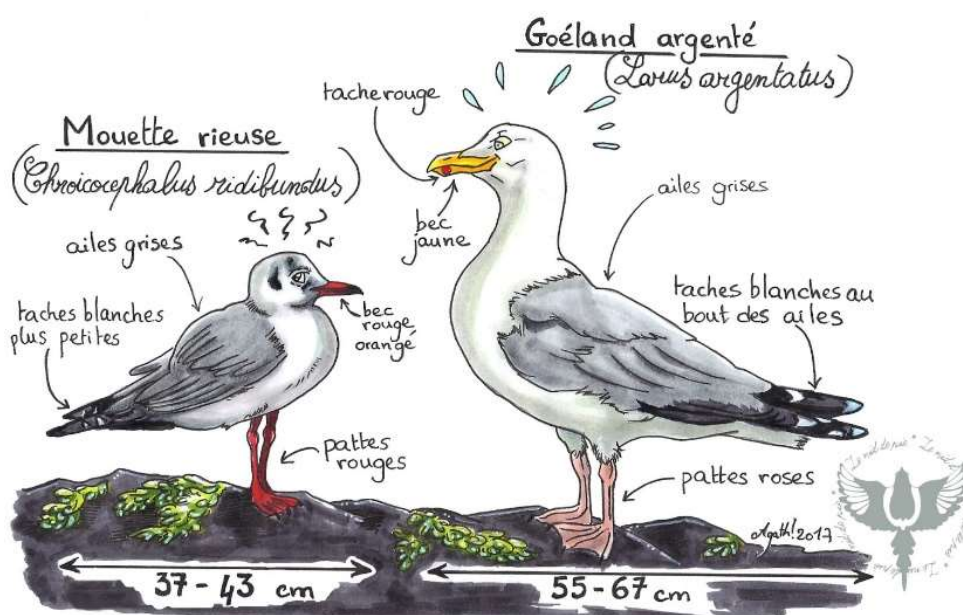


Figura 6.3 – Características dos pássaros em estudo.

O algoritmo de reagrupamento (clustering) frequentemente utilizado em Machine Learning será realizada em seis etapas sequenciais descritas detalhadamente a seguir.

6.2.1 – Etapa 1: Inspeção inicial

Nesta etapa de inspeção inicial, duas características desses pássaros (features) podem ser facilmente distinguidos: o tamanho e a cor das penas, consequentemente, poderíamos inicialmente avaliar as medidas de cada ave que observa desenhar através de uma representação gráfica (Figura 6.4).

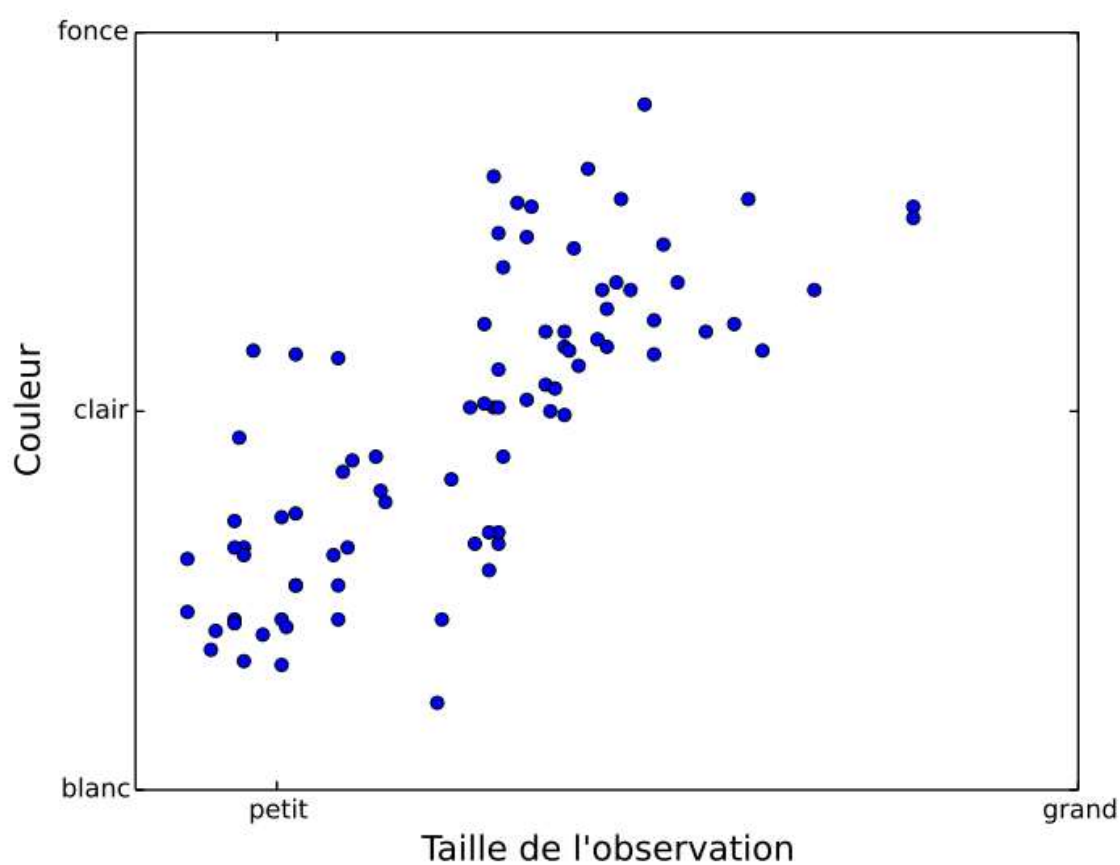


Figura 6.4 – Inspeção inicial observando duas características.

6.2.2 – Etapa 2: Rotulagem

Nesta etapa são estabelecidos rótulos (label) por um especialista (oráculo), reagrupando através de características (features): tamanho e cor das penas (reagrupamento). A Figura 6.5 apresenta esse reagrupamento.

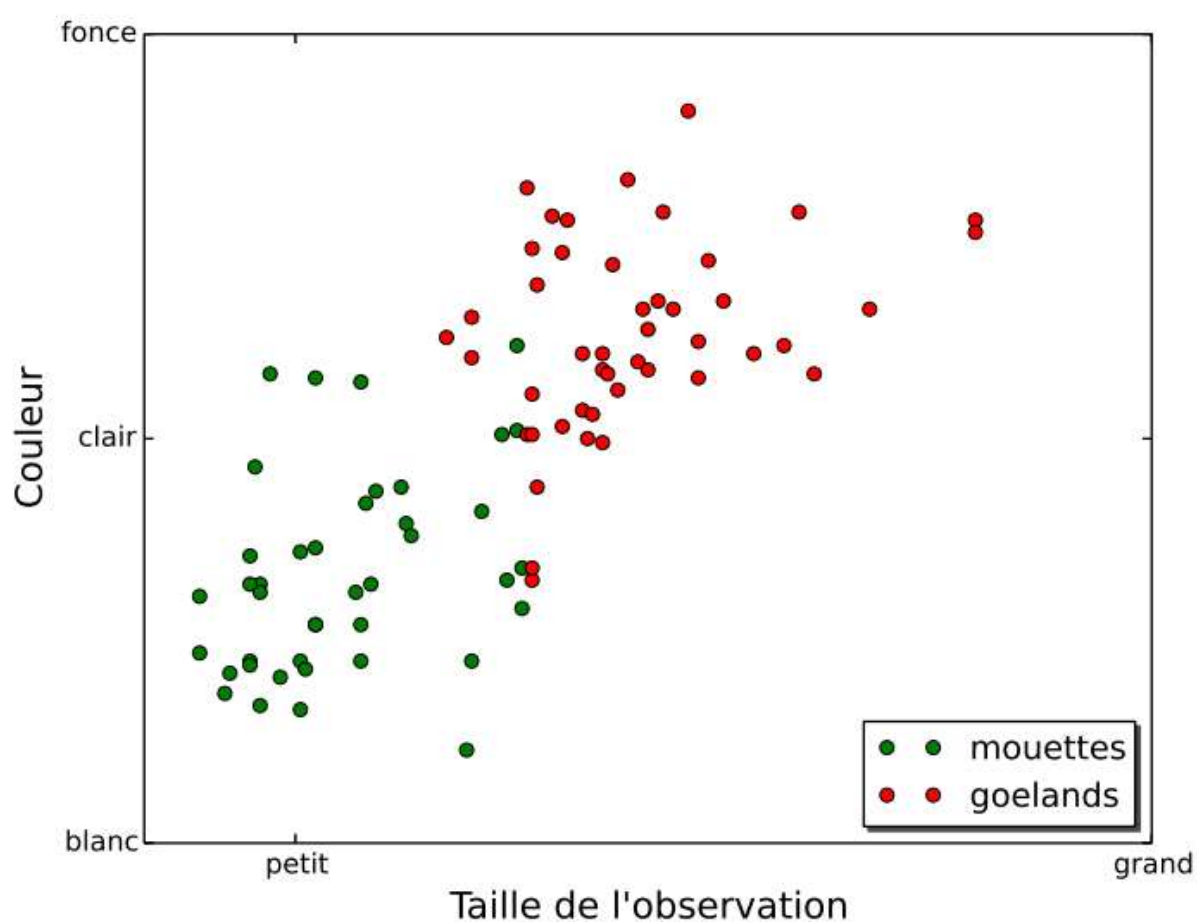


Figura 6.5 – Reagrupamento através dos features estabelecidos.

6.2.3 – Etapa 3: Regra inicial de separação das amostras

Nesta etapa, o especialista precisa encontrar uma regra que permita a **separação das amostras** através de uma demarcação, **minimizando o erro**.

Como regra inicial de separação das amostras, realizada por um especialista, é traçado uma linha divisória de separação das amostras, através de uma reta simples. A Figura 6.6 apresenta a linha de separação dos agrupamentos.

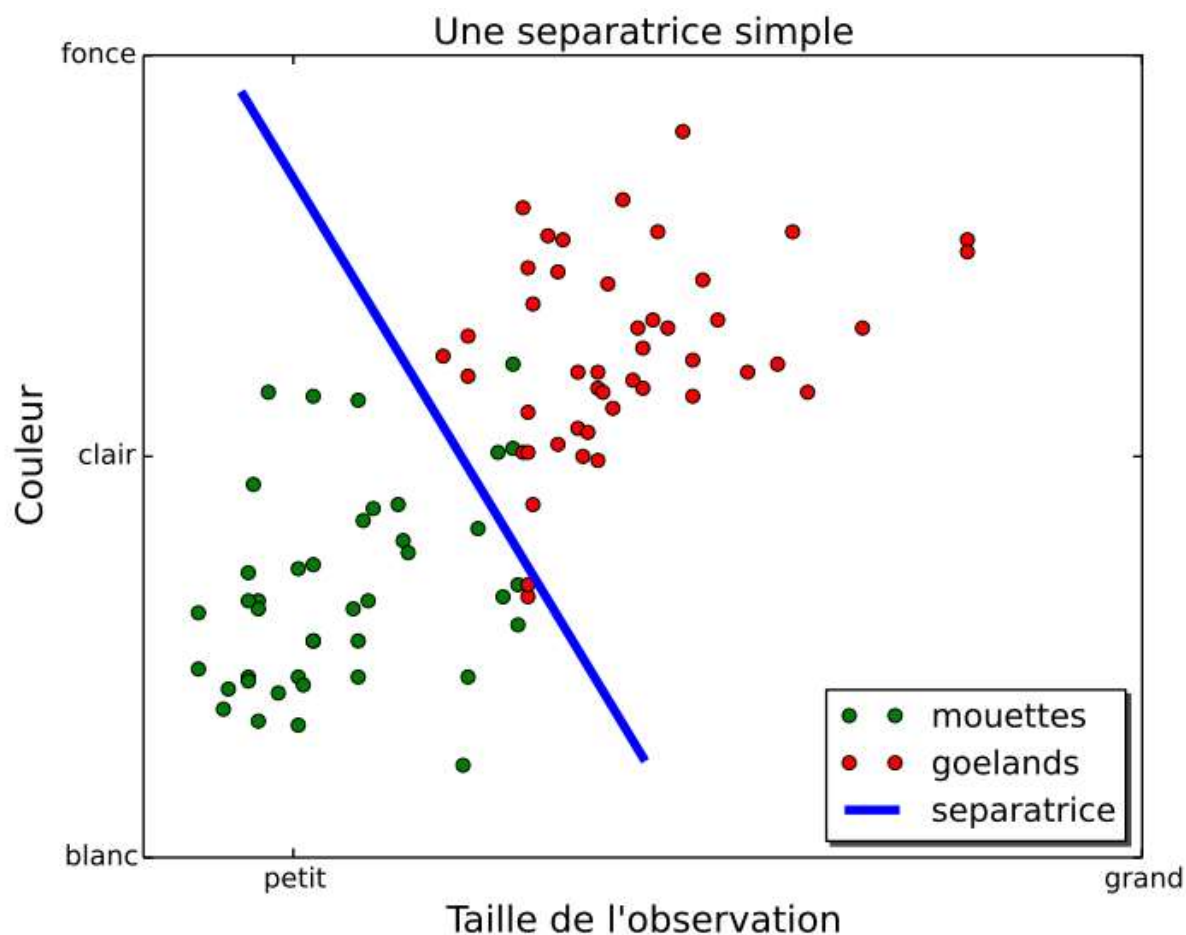


Figura 6.6 – Linha separatriz simples dos agrupamentos.

6.2.4 – Etapa 4: Linha de separação complexa

Nesta etapa, o especialista realizará a separação das amostras precisa encontrar uma regra um pouco mais complexa que permita a **separação das amostras através de uma demarcação, minimizando o erro**. Assim, será traçada uma **linha complexa** de separação das amostras. A Figura 6.7 apresenta a linha de separação dos agrupamentos.

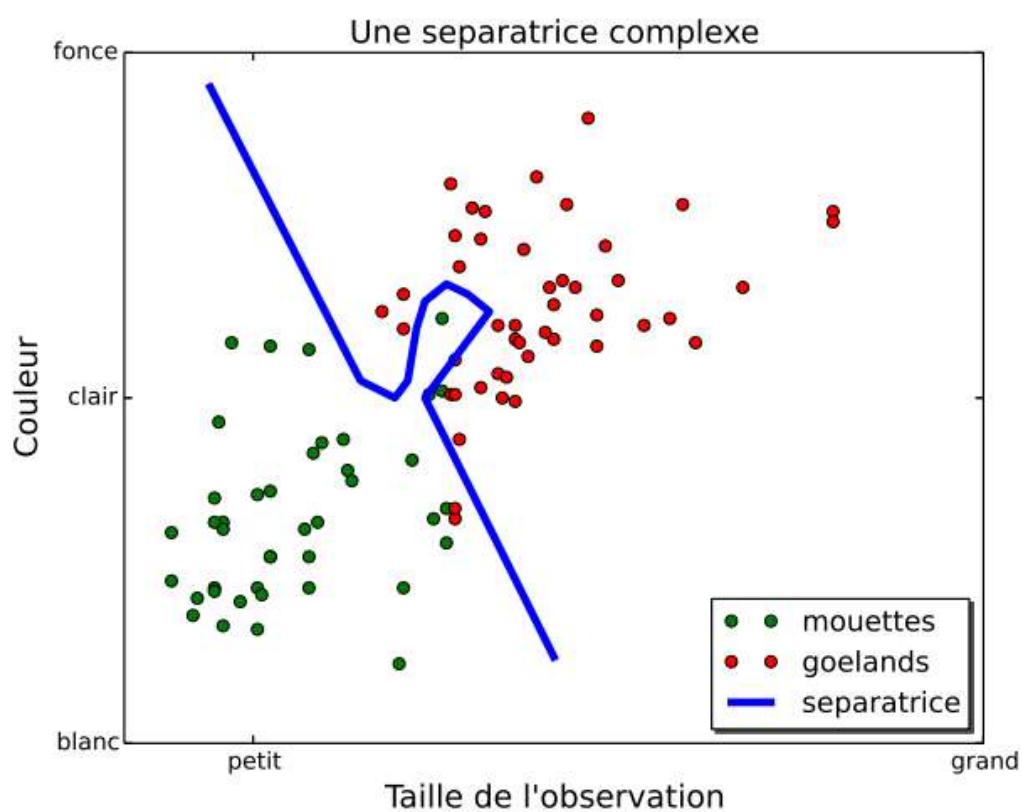


Figura 6.7 – Linha de separação complexa para os agrupamentos.

6.2.5 – Etapa 5: Generalização do problema

Nesta etapa, o especialista obterá uma **linha de separação das amostras simples** para modelização (preferência uma regressão linear ou polinomial) **minimizando o erro**. A Figura 6.8 apresenta a linha de separação dos agrupamentos obtida através de regressão linear.

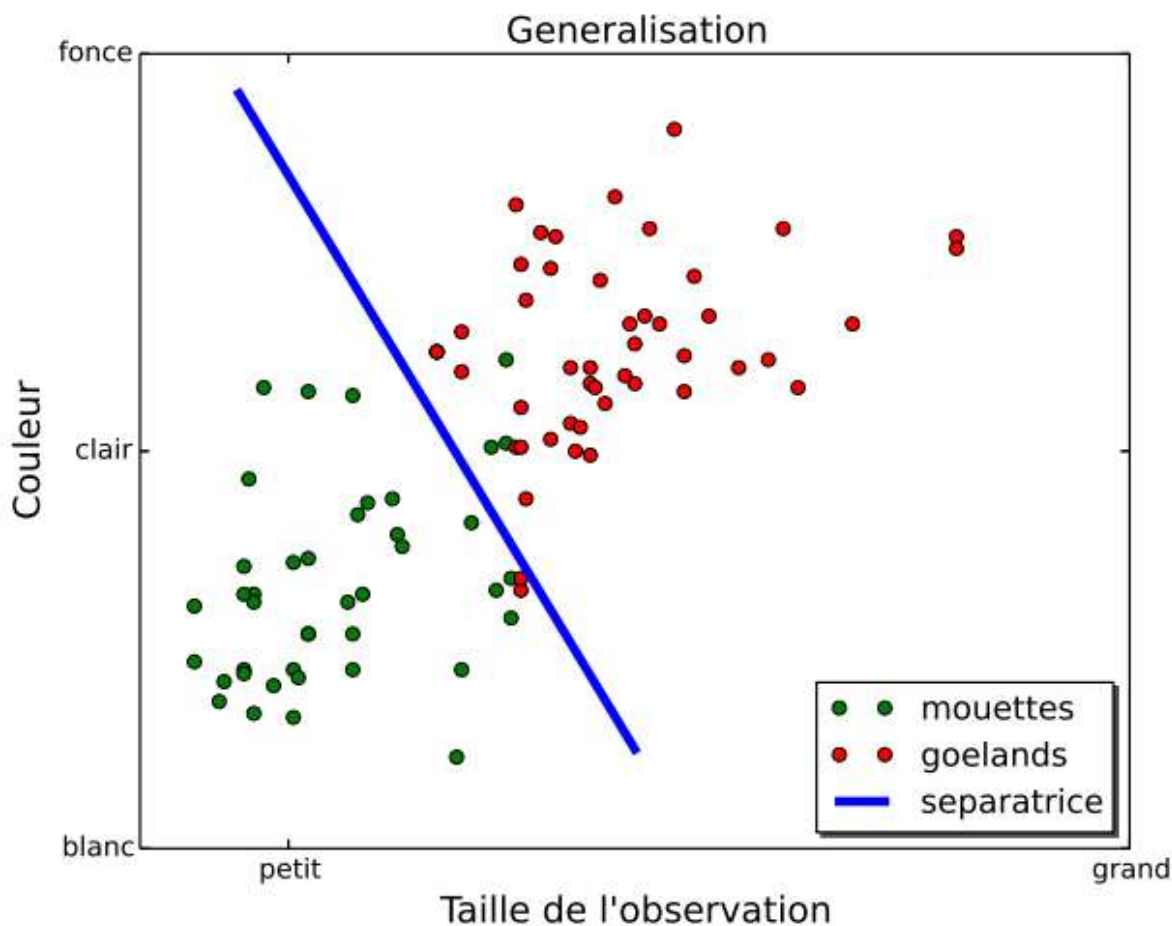


Figura 6.8 – Linha de separação para os agrupamentos – Generalização do problema.

6.2.6 – Etapa 6: Medida de desempenho (performance)

Nesta etapa, realiza-se a verificação do resultado obtido, e o erro de generalização do problema em estudo. Esta etapa exige, por parte de um especialista uma análise rigorosa interpretativa dos resultados obtido, pois alguns erros podem ser mais graves do que outros! Consequentemente, a medição de desempenho, depende da aplicação, e deverá ser definida com muita atenção. A Figura 6.9 apresenta a linha de separação dos agrupamentos.

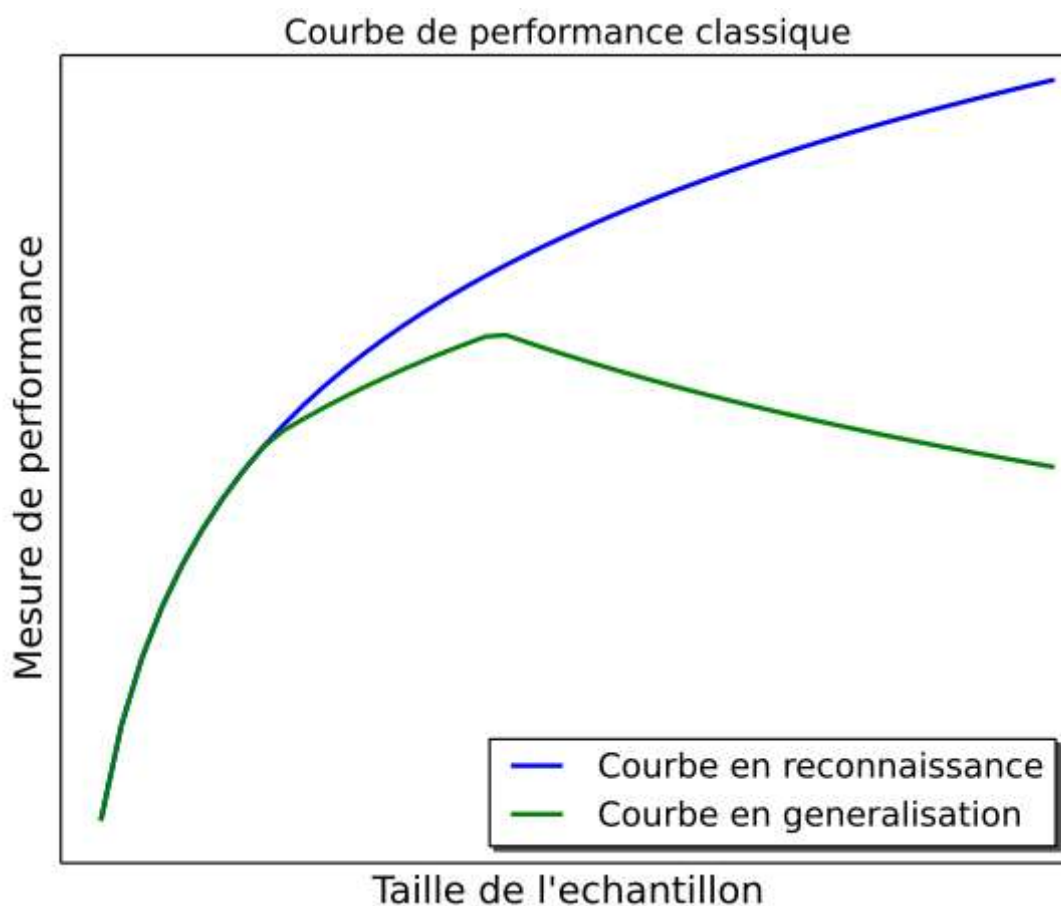


Figura 6.9 – Medida de desempenho.

6.3 Classificação utilizando Machine Learning e Deep Learning

Dentre as metodologias de análise de situações de uma cidade inteligente, podemos utilizar métodos tradicionais de Machine Learning (ML), como o apresentado no estudo de caso anterior, mas em algumas situações mais complexas, onde não é possível a definição precisa de características (features), exigem a utilização de aprendizagem profunda ou Deep Learning (DL).

Para exemplificarmos o problema, utilizaremos um problema de importância relevante a uma cidade inteligente, de classificação automatizada de veículos, que poderá ser utilizada para controle de tipo de veículo que circula numa cidade, ou restrições de circulação de determinados veículos em alguns dias da semana, ou mesmo para segurança da cidade. De um modo geral, devemos utilizar:

- **Machine Learning (ML):** As características (features) devem ser selecionadas manualmente sendo também necessários a definição de um sistema de classificação (Figura 6.10).
- **Deep Learning (DL):** Através de um aprendizado profundo, a sequência de extração e modelagem de recursos é automática, ou seja, eles são considerados no mesmo algoritmo implementado (Figura 6.11).

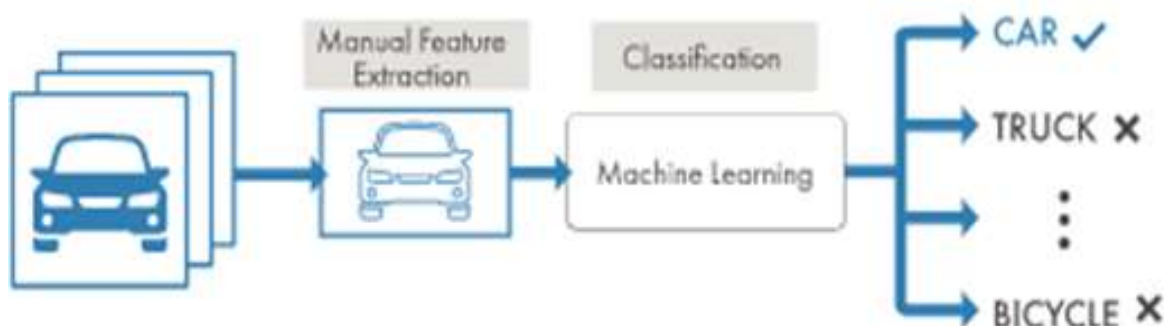


Figura 6.10 – Utilização de Machine Learning para classificação de veículos.

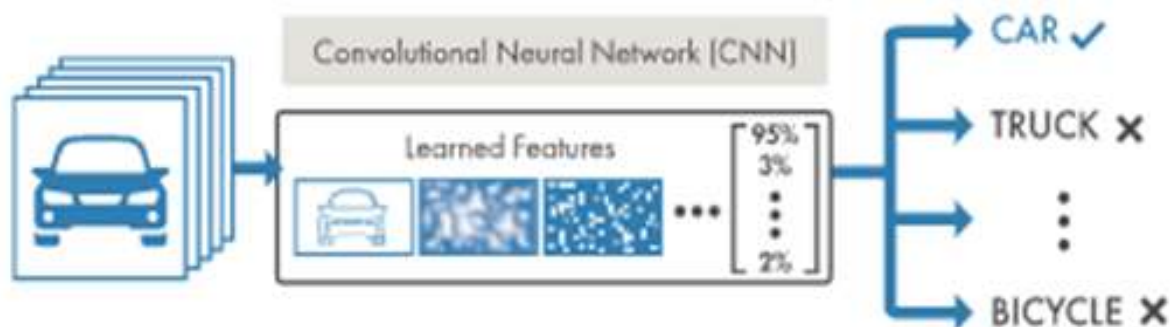


Figura 6.11 – Utilização de Deep Learning para classificação de veículos.

6.4 Tipos de Aprendizado

Para utilizarmos melhor as técnicas de Machine Learning numa Smart-City detalharemos a seguir os tipos de aprendizagem utilizados, apresentando alguns algoritmos básicos (diagrama de Voronoi), antes de mostrar um estudo de caso aplicado a uma cidade inteligente.

6.4.1 – Aprendizagem supervisionada

Como vimos anteriormente, a aprendizagem supervisionada é realizada através de exemplos conhecidos, exigindo que um especialista (oráculo) realize a rotulagem (label) dos dados conhecidos (Figura 6.12).

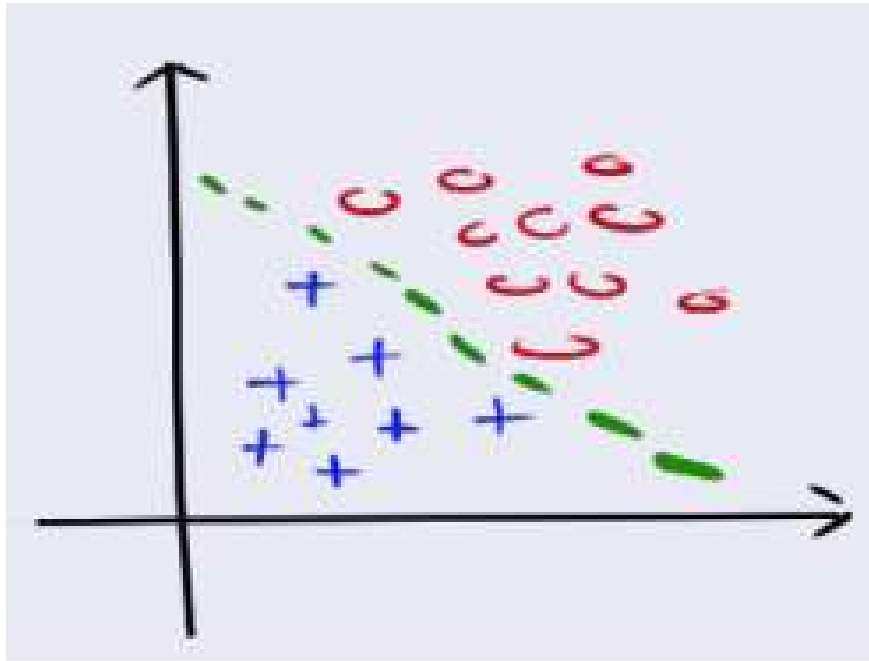


Figura 6.12 – Aprendizagem supervisionada.

Definição: Seja S , uma base de dados de aprendizagem conhecidos:

$$S = (x_i, u_i)_{1 \leq i \leq N} \quad (6.1)$$

Exemplificando, o problema, considere uma função h o mais próximo possível da função objetivo f (alvo), de forma que:

$$u_i = f(x_i) \quad (6.2)$$

Função de probabilidade:

$$P(x_i, u_i) \quad (6.3)$$

Para a aprendizagem supervisionada, em função do valor da função objetivo f , teremos os seguintes tipos de representações:

- **Aprendizagem por regressão:** No caso a função objetivo f ser é uma função contínua
- **Aprendizagem por classificação:** No caso a função objetivo f ser é uma função discreta
- **Aprendizagem de conceito:** No caso a função objetivo f ser é uma função lógica (binária)

Dentre os principais métodos de aprendizagem supervisionada, podemos destacar: o de busca dos k mais próximos vizinhos, utilização de árvores de decisões, perceptron, utilização de redes neurais e classificação de naive-bayesiana.

6.4.2 – Aprendizagem não supervisionada

Aprendizagem não supervisionada é realizada através de exemplos não conhecidos (não rotulados), não existindo nenhum especialista (oráculo). A Figura 6.13 apresenta um exemplo típico de aprendizagem não supervisionada.

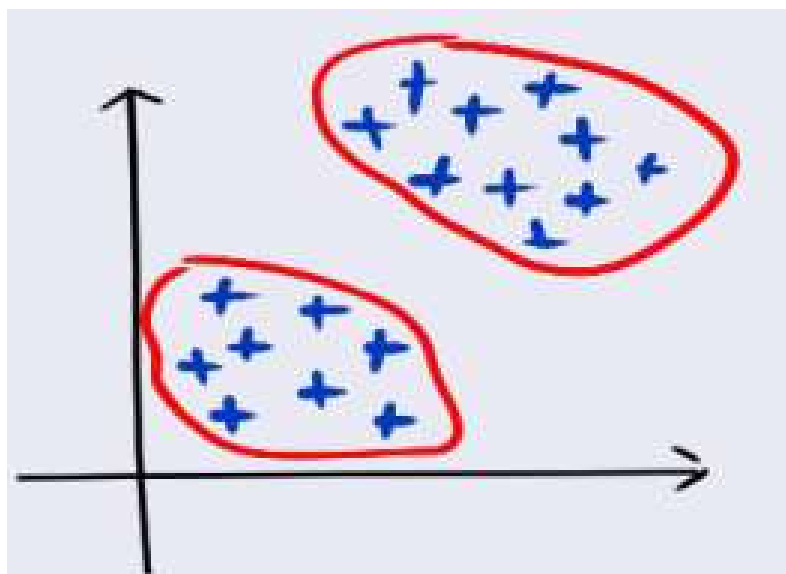


Figura 6.13 – Aprendizagem não supervisionada.

Definição: Seja S , uma base de dados de aprendizagem conhecidos definida pela eq. 6.1 apresentada anteriormente, no caso de aprendizagem supervisionada devemos procurar “expressões regulares” que descrevam as características do sistema em estudo, que podem ser representadas sob a forma de:

- **Regressão:** representação sob a forma de funções
- **Distribuição gaussiana:** representação sob a forma de uma nuvem de pontos
- **Rede Bayesiana:** representação sob a forma de um modelo complexo

6.4.3 – Aprendizagem semi-supervisionada

Aprendizagem semi-supervisionada é uma forma de aprendizagem intermediária realizada através de amostras rotuladas e não rotuladas. Um exemplo típico deste tipo de aprendizagem é a aprendizagem ativa.

6.4.4 – Aprendizagem por reforço

A aprendizagem por reforço é realizada através de observações e recompensas. O algoritmo implementado atua com observações no ambiente, que por sua vez orienta o desenvolvimento do algoritmo. Entretanto algumas recomendações deverão ser obedecidas para a sua implementação e funcionamento:

- O algoritmo deverá aprender um comportamento a partir de observações, e o mesmo deverá tomar uma decisão (ação) que irá agir sobre o meio-ambiente e gerar um valor de retorno (noção de realimentação);
- Este mecanismo ajudará a orientar o processo de aprendizagem, e poderá ser muito útil quando o ambiente de atuação conter muitas incertezas;
- Não existirá uma supervisão, pois todo esse processo deverá ocorrer de forma natural.

6.4.5 –Método de busca dos k mais próximos vizinhos

Um dos métodos mais utilizados de aprendizado supervisionado é o de busca dos k mais próximos vizinhos, que é um método de classificação e regressão, simples e de fácil compreensão, onde seus parâmetros é o valor k e a medida da distância entre dois pontos.

O princípio de funcionamento de seu algoritmo pode ser facilmente compreendido através das Figuras 6.14 e 6.15 apresentam diferentes distribuições de dados representados através de um pequeno quadrado preto no interior de uma representação de base de dados representada através de círculos vermelhos e triângulos azuis, de forma concentrada ou dispersa.

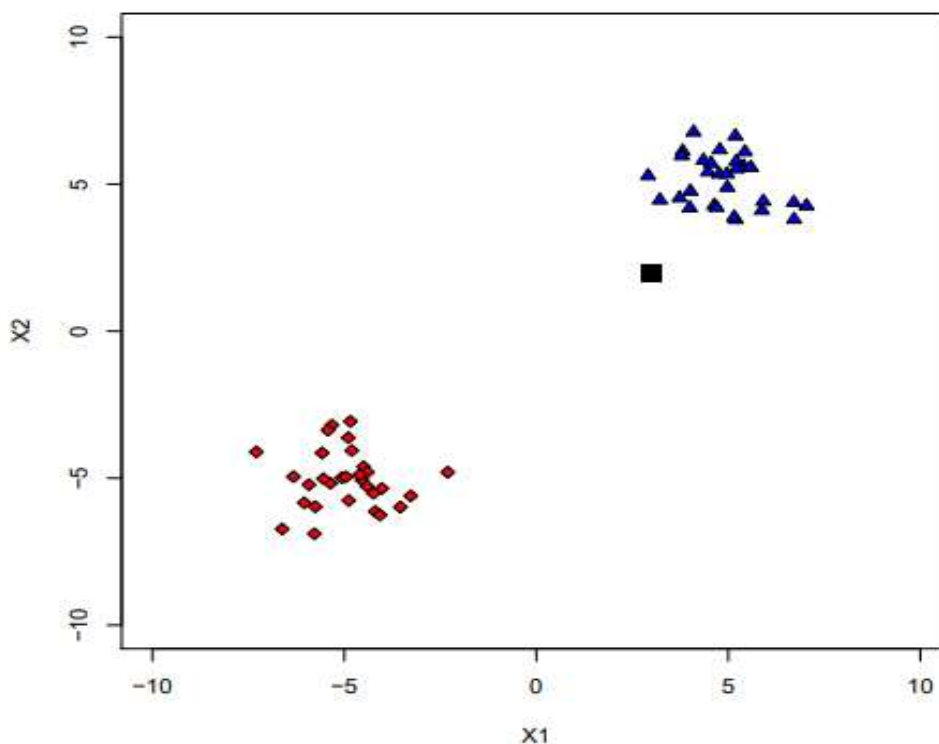


Figura 6.14 – Aprendizagem supervisionada – Representação de dados concentrados.

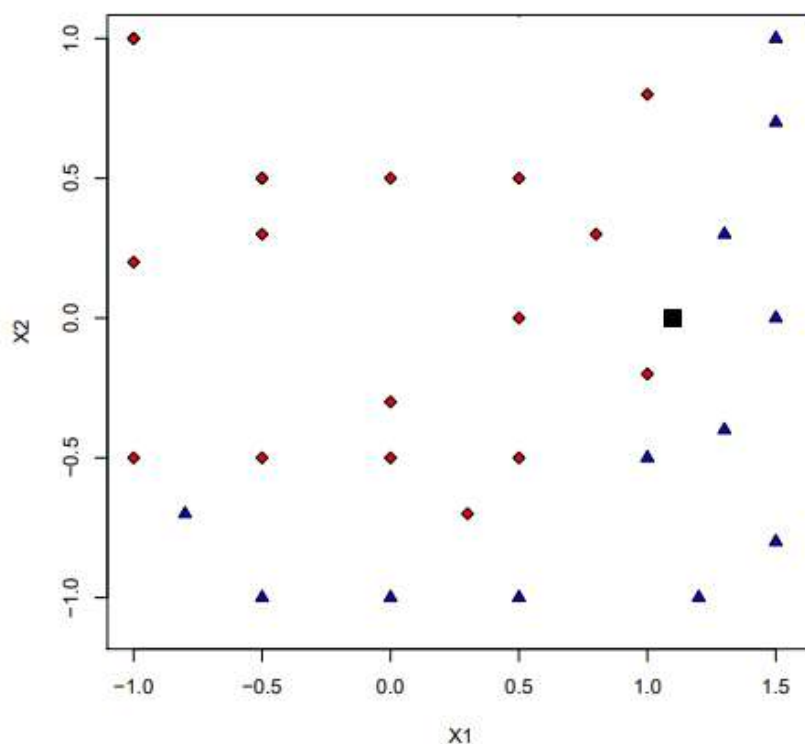


Figura 6.15 – Aprendizagem supervisionada – Representação de dados dispersos.

Observando estas duas figuras, que apresentam diferentes distribuições de dados, como podemos classificar o quadrado preto nesta representação de dados?

A resposta a essa questão, é relativamente simples e traduz nosso método, ou seja, devemos procurar o ponto vizinho mais próximo, e identificamos o novo ponto associando a classe correspondente.

6.4.6 –Diagrama de Voronoi

Representa um tipo especial de decomposição de um determinado espaço não linear, por exemplo, um espaço métrico, determinado pela distância para uma determinada família de objetos (subconjuntos) no espaço.

Estes objetos são normalmente chamados de regiões ou polígonos (ou sementes), e cada região está associado a célula de Voronoi correspondente, isto é um conjunto de todos os pontos no dado espaço o qual a distância para uma dada região não é maior do que sua distância para os outros objetos.

A implementação de um diagrama de Voronoi em Machine Learning será definido pela implementação das seguintes etapas:

- Divisão do plano contendo os dados no interior de polígonos (Figura 6.16);
- Cada polígono é criado a partir de um exemplo de aprendizagem (treinamento), sendo constituída de um conjunto de pontos mais próximo da amostra de dados correspondente;
- Traçagem da linha de separação entre os pontos (Figura 6.17).

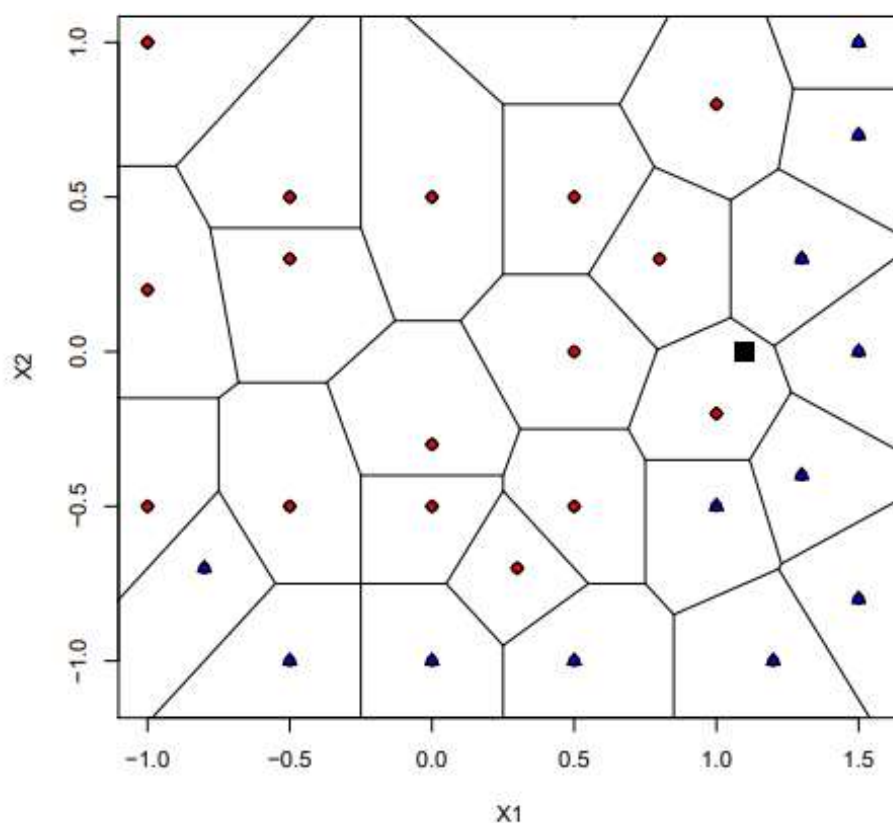


Figura 6.16 – Algoritmo de Voronoi – Representação de dados.

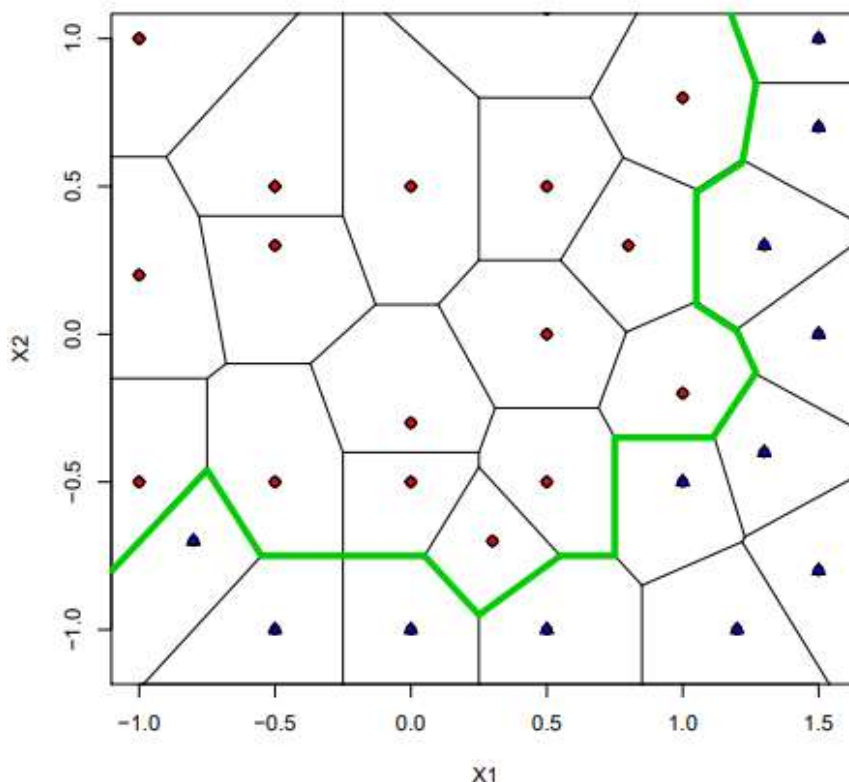


Figura 6.17 – Algoritmo de Voronoi – Aprendizagem de um modelo não linear.

A aprendizagem de um modelo não linear, a ocorrência de pontos discrepantes que podem mudar “fortemente” a fronteira a ser encontrada, e consequente a ocorrência de um comportamento não desejado.

Uma solução para este tipo de problema é utilizar mais de um ponto vizinho, ou contar os k pontos vizinhos mais próximos e utilizar a classe dominante (Figura 6.18).

Para a escolha do melhor valor de k para rotular um ponto devemos escolher a classe dominante entre os k vizinhos mais próximos, devemos obedecer a algumas regras (Figura 6.19):

- Para um ponto vizinho mais próximo, o resultado representa uma vantagem (+)
- Para os dois pontos vizinhos mais próximos, o resultado será indeterminado
- Para os cinco pontos vizinhos mais próximos, o resultado será uma desvantagem (-)

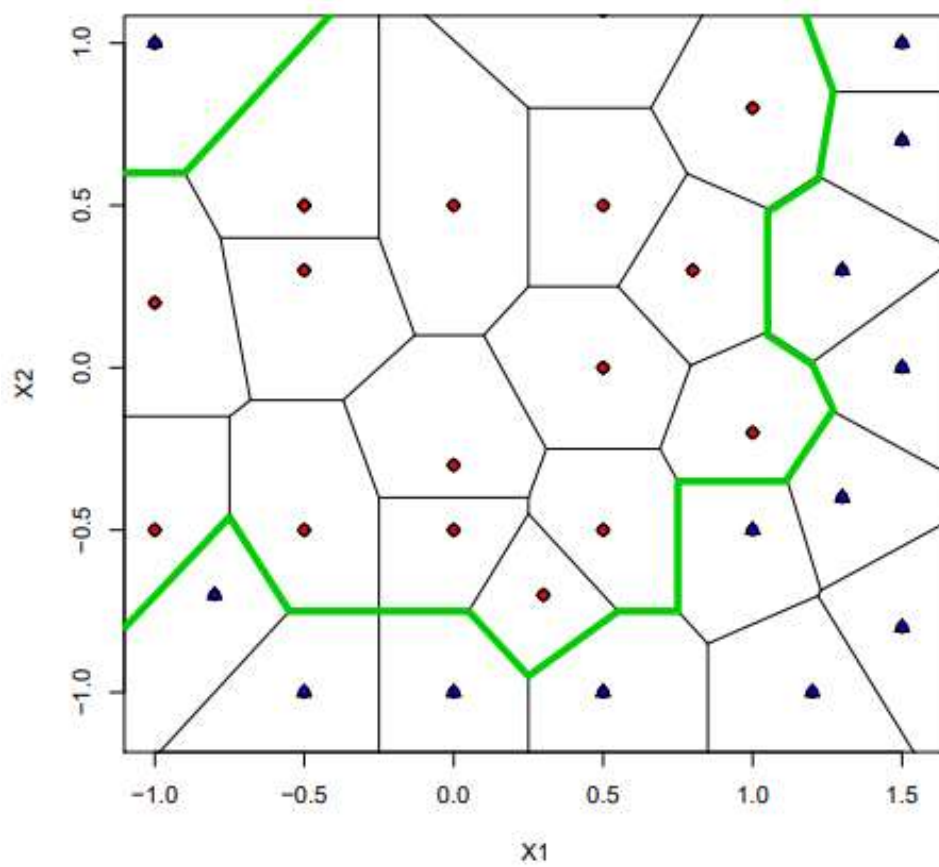


Figura 6.18 – Algoritmo de Voronoi – K -vizinhos.

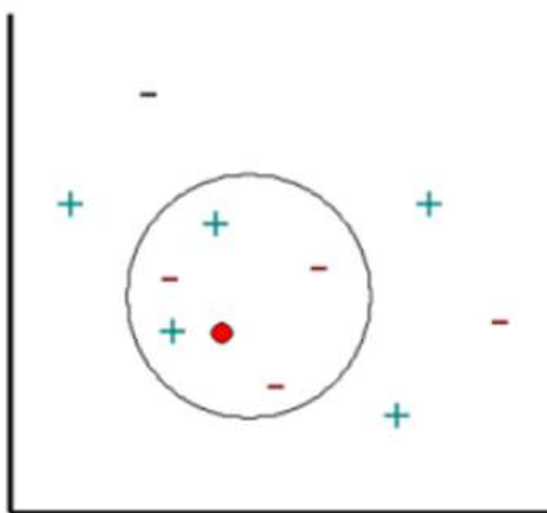


Figura 6.19 – Algoritmo de Voronoi – Escolha do melhor valor de k .

6.4.7 - Descrição das etapas de implementação de um algoritmo de Voronoi

As implementações de um diagrama de Voronoi em Machine Learning será definido pela implementação dos seguintes passos:

1. Para o ponto central da célula $p(x_i, y_i)$, determinar a reta perpendicular que passa pelo ponto médio e a reta que liga os pontos $p(x_i, y_i)$ e $p(x_j, y_j)$ para cada j diferente de i .
2. Calcular todos os pontos de interseção entre todas as retas calculadas no passo anterior e também entre as retas que passam pelos pontos do retângulo que contém todos os pontos iniciais, isto é, $p(x_{min}, y_{min})$, $p(x_{max}, y_{min})$, $p(x_{max}, y_{max})$, $p(x_{min}, y_{max})$.
3. Eliminar todos os pontos de interseção que se encontram do lado oposto entre as retas e o ponto central em análise $p(x_i, y_i)$. Os pontos remanescentes constituirão os vértices de um polígono convexo.
4. Ordenar todos os pontos do polígono em uma lista de tal forma que as linhas que ligam os pontos consecutivos da lista não cruzem com nenhuma outra linha. Tal ordenação pode ser alcançada usando um algoritmo para encontrar uma região convexa (*convex hull algorithm*).

6.5 Exemplo 2: Mapeamento de uma cidade utilizando Voronoi

Num território inteligente é imprescindível levantar um mapeamento de pontos de interesse de uma determinada região pra disponibilização de serviços. Um caso típico são a determinação de espaços de comércio em torno das estações de transportes públicos de uma Smart-City.

Com esta finalidade, utilizaremos o Diagrama de Voronoi descrito anteriormente para mapeamento das estações de transporte de Paris, França, com o objetivo de separar pontos de interesse em polígono, e caso algum desses pontos estiver dentro de tal polígono, ele está mais próximo do ponto contido nesse polígono do que de qualquer outro. Este estudo de caso será implementado em linguagem Python (Apêndice II).

O mapeamento das estações de transporte em Paris (França) será implementado através do diagrama de Voronoi através de quatro etapas sequenciais descritas detalhadamente a seguir.

Etapa 1: Instalação da biblioteca de mapas de cidades, *OpenStreetMap* disponibilizada no github, e leitura e visualização das estações de transporte da região parisiense é apresentado na Figura 6.20.

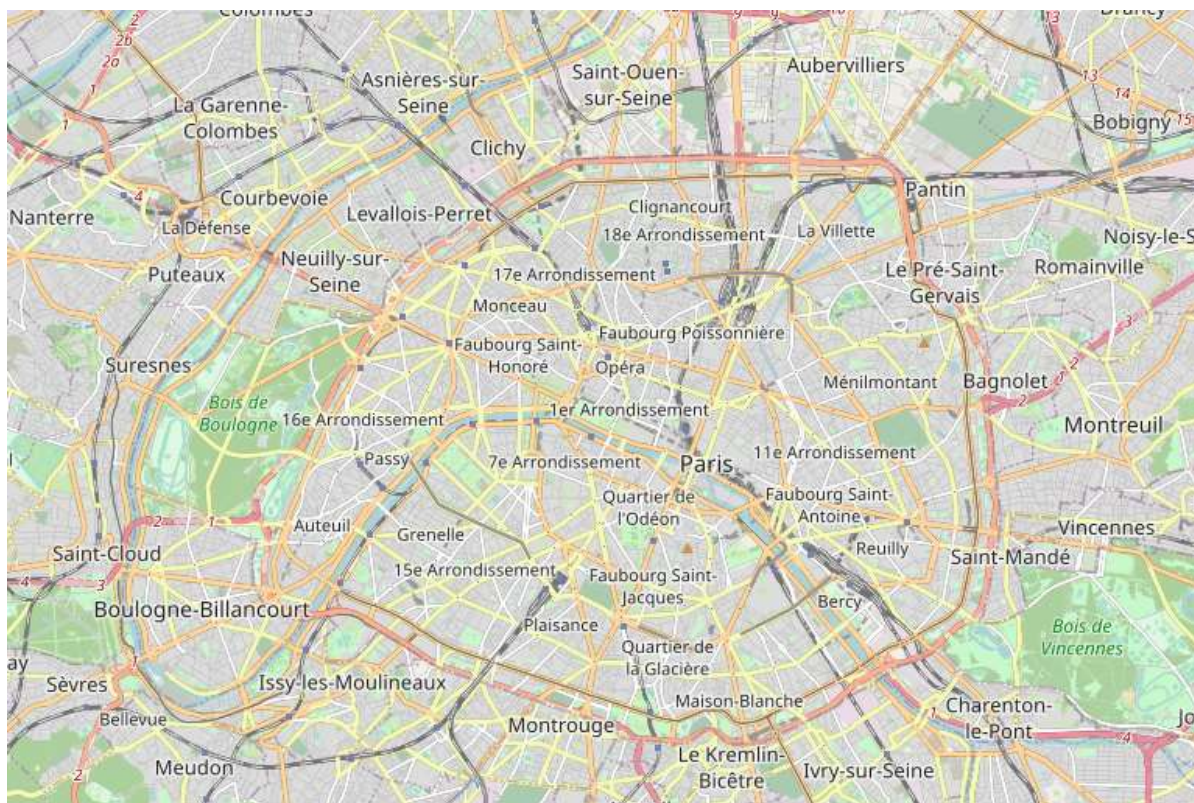


Figura 6.20 – Mapeamento das estações de transportes públicos da cidade de Paris.

Etapa 2: Apresentação de uma parte do Data Frame representativo das estações de trem da cidade de Paris contendo as seguintes informações de coordenadas, nome, bairro e tipo de estação. A tabela apresentada na Figura 6.21 apresenta dez estações de trem parisiense.

	1	2	3	4	5
11601	2.233137	48.883159	PUTEAUX	PUTEAUX	tram
11602	2.372490	48.897428	ROSA PARKS	PARIS-19EME	tram
11603	2.408952	48.867428	SEVERINE	PARIS-20EME	tram
11604	2.345775	48.819627	STADE CHARLETY - PORTE DE GENTILLY	PARIS-13EME	tram
11605	2.401210	48.924588	STADE GEO ANDRE	LA COURNEUVE	tram
11606	2.221397	48.867951	SURESNES LONGCHAMP	SURESNES	tram
11607	2.276277	48.833614	SUZANNE LENGLEN	PARIS-15EME	tram
11608	2.350173	48.937238	THEATRE GERARD PHILIPPE	SAINT-DENIS	tram
11609	2.301197	48.933118	TIMBAUD	GENNEVILLIERS	tram
11610	2.230144	48.913708	VICTOR BASCH	COLOMBES	tram

Figura 6.21 – Dataframe contendo 10 primeiras estações de trem da cidade de Paris.

Etapas 3: Extração de uma parte do Data Frame representativo das estações de metrô da cidade de Paris contendo as seguintes informações de coordenadas, nome, bairro e tipo de estação. A tabela apresentada na Figura 6.20 apresenta dez estações do metrô parisiense.

	1	2	3	4	5
298	2.300983	48.839568	Vaugirard (Adolphe Chérix)	PARIS-15EME	metro
299	2.329003	48.842004	Vavin	PARIS-06EME	metro
300	2.285267	48.869672	Victor Hugo	PARIS-16EME	metro
301	2.363944	48.804174	Villejuif-Léo Lagrange	VILLEJUIF	metro
302	2.366975	48.787002	Villejuif-Louis Aragon	VILLEJUIF	metro
303	2.367968	48.795945	Villejuif-Paul Vaillant Couturier (Hôpital Pau...	VILLEJUIF	metro
304	2.315271	48.881054	Villiers	PARIS-17EME	metro
305	2.308041	48.841697	Volontaires	PARIS-15EME	metro
306	2.379884	48.857876	Voltaire (Léon Blum)	PARIS-11EME	metro
307	2.304651	48.883874	Wagram	PARIS-17EME	metro

Figura 6.22 – Dataframe contendo 10 primeiras estações de metrô da cidade de Paris.

6.6 Conclusões do capítulo

Neste capítulo foram apresentados alguns estudos de casos que permitiram a validação de algumas ferramentas tecnológicas descritas neste trabalho de doutoramento. Poderíamos nos aprofundar mais nestes exemplos, mas acreditamos que os exemplos apresentados mostraram ser eficiente para serem aplicados numa Smart-City, com o objetivo de melhorar à qualidade de vida de seus habitantes.

A maioria das soluções apresentadas são de fácil implantação, uma vez que se baseiam em utilizações disponibilizadas na internet (open source), sendo dependentes de um conjunto de sensores associados a web-serviços,

Finalmente, no próximo capítulo desta tese de doutoramento, desta tese de doutoramento, apresentaremos alguns estudos de caso abrangendo aplicações hardware e software na área de sistemas móveis.

7 ESTUDO DE CASO III – SISTEMAS EMBARCADOS

Dentre as diversas aplicações de uma Smart-City temos necessidade de implementar algumas soluções tecnológicas disponíveis (reconhecimento de voz, diagnósticos, mecanismos de pesquisa, jogos, condução autônoma, etc.) baseadas na utilização de linguagens naturais de código aberto (Scratch e Python) e plataforma de prototipagem de código aberto utilizando o sistema embarcado Arduino (hardware e software).

Dentro desse contexto, neste capítulo apresentaremos algumas destas soluções enfatizando a direção autônoma numa Smart-City, sendo apresentado inicialmente um breve resumo dessas plataformas que servirão de base para os exemplos apresentados neste capítulo.

7.1 Linguagem Scratch

Linguagem de programação Scratch é uma ferramenta open-source intuitiva de rápido aprendizado, com sintaxe baseada num conjunto de instruções ou comandos em blocos sequenciais (LACAZE, 2020), onde o computador consegue interpretar para realizar uma ação (Figura 7.1).



Figura 7.1 – Exemplo de código de programação em linguagem Scratch (LACAZE, 2020).

Esta linguagem se inspirou na forma como os DJs fazem a mixagem de sons para criarem novas músicas. Mas essa linguagem consegue mixar diversos tipos de mídias, como imagens, sons e outros programas.

Atualmente, Scratch é considerada mais acessível que linguagens de programação textuais, por se utilizar de uma interface gráfica que permite que programas sejam construídos com blocos encaixados (como um bloco Lego).

O Scratch utiliza uma sintaxe comum a muitas linguagens de programação, onde cada bloco da linguagem contém um comando em separado, que podem ser agrupados livremente caso se encaixem.

7.2 Biblioteca Microsoft de aplicações em IA

A biblioteca Microsoft de serviços cognitivos (Cognitive Services) é uma coleção de serviços criada com propósito de associar algoritmos de IA e interfaces de programação de aplicativos (APIs) para ajudar os desenvolvedores a adicionar recursos de Inteligência Artificial (IA) a sites, aplicativos e dispositivos (LACAZE, 2020),

Estas bibliotecas permitem que sejam realizadas aplicações em IA sem a necessidade de uma equipe de pesquisa de IA necessária, infraestrutura e orçamento selecionem ferramentas de IA para suas necessidades. Os usuários podem escolher entre uma biblioteca dos algoritmos de IA da Microsoft para serviços cognitivos no Azure, a plataforma de computação em nuvem pública da Microsoft (cloud computing).

Como a maioria dos principais provedores de serviços em nuvem, a Microsoft tornou-se um provedor baseado em nuvem de serviços de IA. Os Serviços Cognitivos representam uma das maiores suítes de recursos de IA e inclui recursos de Deep Learning, Visão de máquina e avaliação de sentimentos.

A maioria das ferramentas incluídas na biblioteca Microsoft de Serviços Cognitivos são compatíveis com o chat de Inteligência Artificial de compreensão de linguagem natural (NLU) da Microsoft, disponibilizado como Azure Bot Service. Estes serviços cognitivos permitem melhorar as habilidades desses agentes para ajudar com o seguinte:

- Desenvolvimento em escala de aplicativos baseados na utilização de IA;
- Recomendações inteligentes e tradução automática;

- Desenvolvimento de Apps numa Smart-City,
- Desenvolvimento de aplicações utilizando Visão de Máquina para reconhecer usuários a partir de imagens e conteúdo simples.

Os serviços de IA adicionam muito potencial de capacidade para empresas que, de outra forma, podem ser incapazes de criar tais serviços. Como muitas formas de automação, pode ajudar uma empresa a economizar custos. Da mesma forma, como acontece com muitas formas de automação, o serviço também pode representar uma ameaça aos empregos dos trabalhadores humanos.

7.3 Dispositivo robótico móvel MBot

MBot é um robô modular programável com os ambientes de programação por blocos Scratch e Arduino (Figura 7.2), permitindo através de sensoramento a detecção de obstáculos realizar tarefas pré-programadas, como por exemplo: seguir uma linha, emitir sons e sinais luminosos, receber comandos através de um controle remoto, WiFi, ou comunicar-se através de um canal infravermelho com outros robô. Possui ainda um chassi resistente alumínio, sendo acionados através de motores de corrente contínua (DC motor).



Figura 7.2 – Dispositivo Robótico MBot (LACAZE, 2020).

7.3.1 – Exemplo de programação em linguagem Scratch

Este tipo de dispositivo robótico móvel autônomo, em escala reduzida, possui funcionalidade muito semelhante a veículos autônomos, que deverão estar disponíveis nos próximos anos numa Smart-City, sendo atualmente considerada uma plataforma interessante para validação de alguns conceitos, como também a contextualização de situações que podem ocorrer numa cidade.

O exemplo descrito a seguir será utilizado em todos os exemplos de utilização de veículos autônomos numa Smart-City utilizando a biblioteca Microsoft de serviços cognitivos (Cognitive Services) descrita anteriormente.

7.3.2 – Deslocamento de um robô móvel em linguagem Scratch

Neste exemplo utilizaremos o dispositivo robótico MBot para realizar a tarefa de deslocamento de uma posição determinada à outra (movimento de ida e volta), obedecendo as seguintes etapas descritas na especificação funcional conforme Grafcet funcional correspondente à movimentação do dispositivo robótico móvel em estudo apresentado na Figura 7.3.

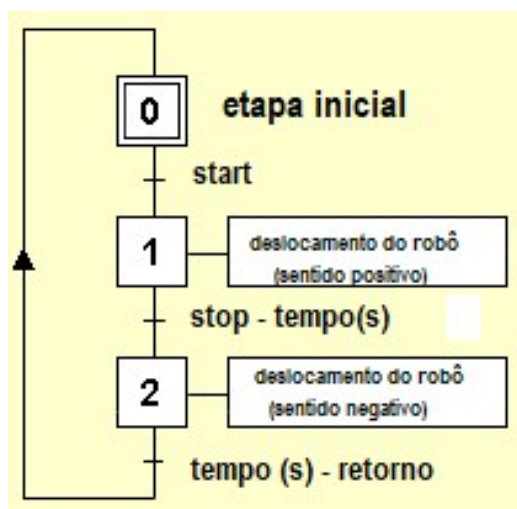


Figura 7.3 – Movimentação do dispositivo robótico - Grafcet funcional.

As especificações tecnológicas relativa ao Grafcet funcional apresentado e implementadas em linguagem Scratch (Figura 7.4) são as seguintes:

1. A partir de uma posição inicial de repouso (etapa 0), a partir de um comando (start), o robô móvel se desloca desta posição inicial de uma distância de X cm, correspondente a uma velocidade de 100 mm/s durante o tempo de 5s (etapa 1).
2. O robô aguarda o tempo de 2s no local
3. O robô retorna a sua posição inicial em velocidade contrária de 100 mm/s durante o tempo de 5s (etapa 2)

Para assegurar que o robô retorne a mesma posição inicial, podemos utilizar sensores disponíveis neste dispositivo robótico, evitando assim, problemas de aderência com a superfície, e outros tipos de erros. A implementação em linguagem Scratch do problema em estudo é apresentada na Figura 7.4.

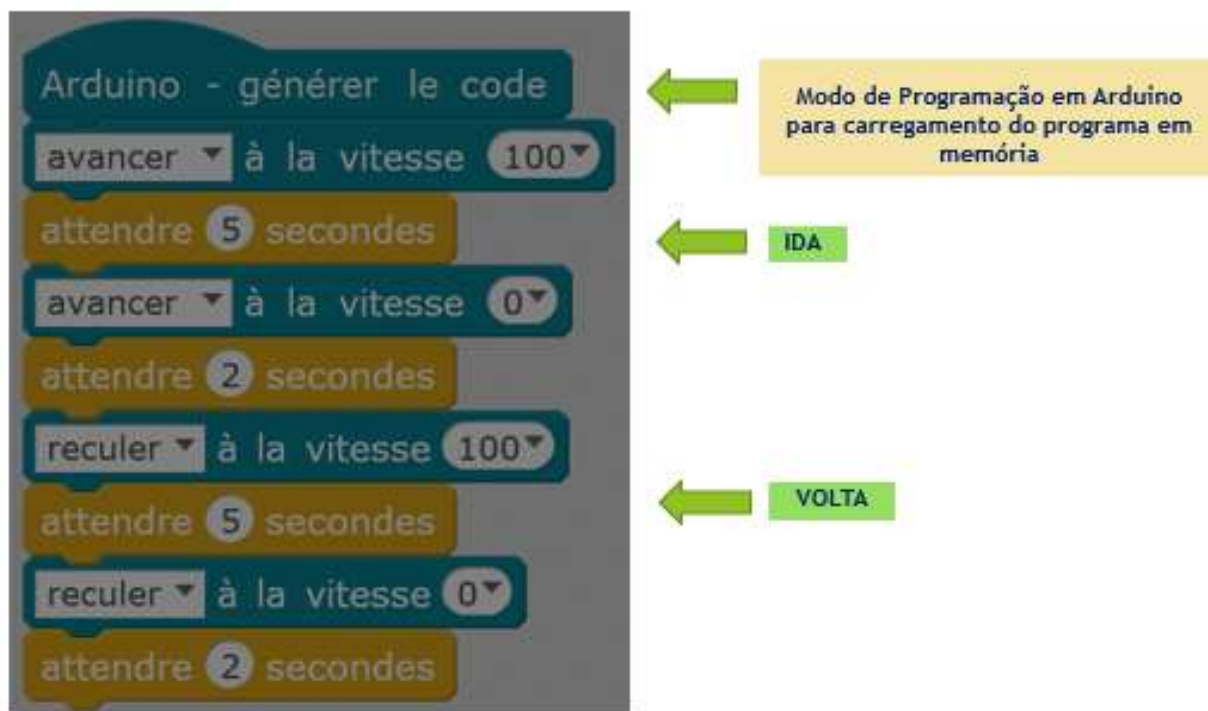


Figura 7.4 – Implementação do programa em linguagem Scratch.

7.4 Reconhecimento facial e mobilidade urbana

Como vimos anteriormente, o crescente impacto das novas tecnologias "digitais" exercidas no processo de urbanização, as pesquisas atuais estão focando em ferramentas dedicadas a digitalização da vida pública dos cidadãos e no desenvolvimento de diversos serviços de informação. Podemos dizer que quanto mais recursos de IA são integrados, maior será a inteligência da cidade. Uma Cidade Inteligente é baseada em diversos pilares, como segurança, educação, sustentabilidade, mobilidade, entre outros, e a AI deve integrar cada um deles.

O uso da Inteligência Artificial (IA) para a segurança é muito importante, visto que é possível realizar controle de acesso às cidades, monitoramento, reconhecimento facial na busca de pessoas desaparecidas, além da integração com a Polícia Militar, Civil e outras autoridades. O uso de viaturas inteligentes com DVR veicular também vem sendo um destaque, assim como a análise de comportamento de indivíduos a fim de evitar sequestros e roubos.

Por meio do monitoramento e gerenciamento das cidades, é possível gerenciar a coleta de lixo, rondas policiais, monitoramento de eventos, detecção de incêndios, fogo e fumaça, vandalismo e até mesmo terremotos e inundações, evitando diversas tragédias e melhorando a qualidade e eficiência dos serviços públicos.

Atualmente existem diversas soluções tecnológica disponíveis utilizando as linguagens naturais de código aberto (Scratch) associada a uma plataforma de prototipagem de código aberto Arduino materiais (hardware e software). Nesta última parte deste trabalho, descreveremos algumas aplicações tecnológicas utilizando o conceito de veículos robóticos autônomos e reconhecimento de imagens.

7.4.1 – Exemplo 1: Controle de um veículo através do reconhecimento facial (idade)

Neste exemplo, será implementado um programa em linguagem Scratch referente ao deslocamento de um dispositivo robótico móvel autônomo numa Smart-City, a partir de um reconhecimento facial, utilizando bibliotecas de IA disponibilizadas para linguagem Python.

Este programa foi implementado a partir da aplicação de deslocamento de um dispositivo robótico móvel de uma determinada posição e retorno a sua posição inicial, apresentado anteriormente, adicionando um sistema de visão robótica. Nesta aplicação utilizamos o aplicativo em linguagem Scratch e as biblioteca Microsoft Cognitive Services apresentadas anteriormente.

Este aplicativo desenvolvido pela Microsoft, permite o reconhecimento da idade de uma pessoa através do reconhecimento facial, graças à análise das características da pessoa. Nesta aplicação associaremos uma condição lógica a idade detectada para a pessoa para movimentação do robô.

As especificações tecnológicas relativa ao Grafcet funcional apresentado anteriormente, adicionadas das bibliotecas de IA, implementadas em linguagem Scratch (Figura 7.3) são as seguintes:

O algoritmo implementado em linguagem Scratch, obedeceu as etapas descritas nas especificações tecnológicas apresentadas a seguir:

1. No caso que a idade da pessoa detectada através do reconhecimento facial ser inferior a 30 anos, o robô MBot avançará durante o tempo de 2s (velocidade de 100 mm/s), interrompendo depois o seu movimento (velocidade 0)
2. No caso que a idade da pessoa detectada através do reconhecimento facial ser superior a 30 anos, o robô MBot recuará durante o tempo de 2s (velocidade de 100 mm/s), e depois interrompe o seu movimento (velocidade 0)

A Figura 7.5 mostra o programa implementado em linguagem Scratch, e a Figura 7.6 alguns dos resultados experimentais de reconhecimento facial obtidos (pessoas com idade superior e inferior a 30 anos).

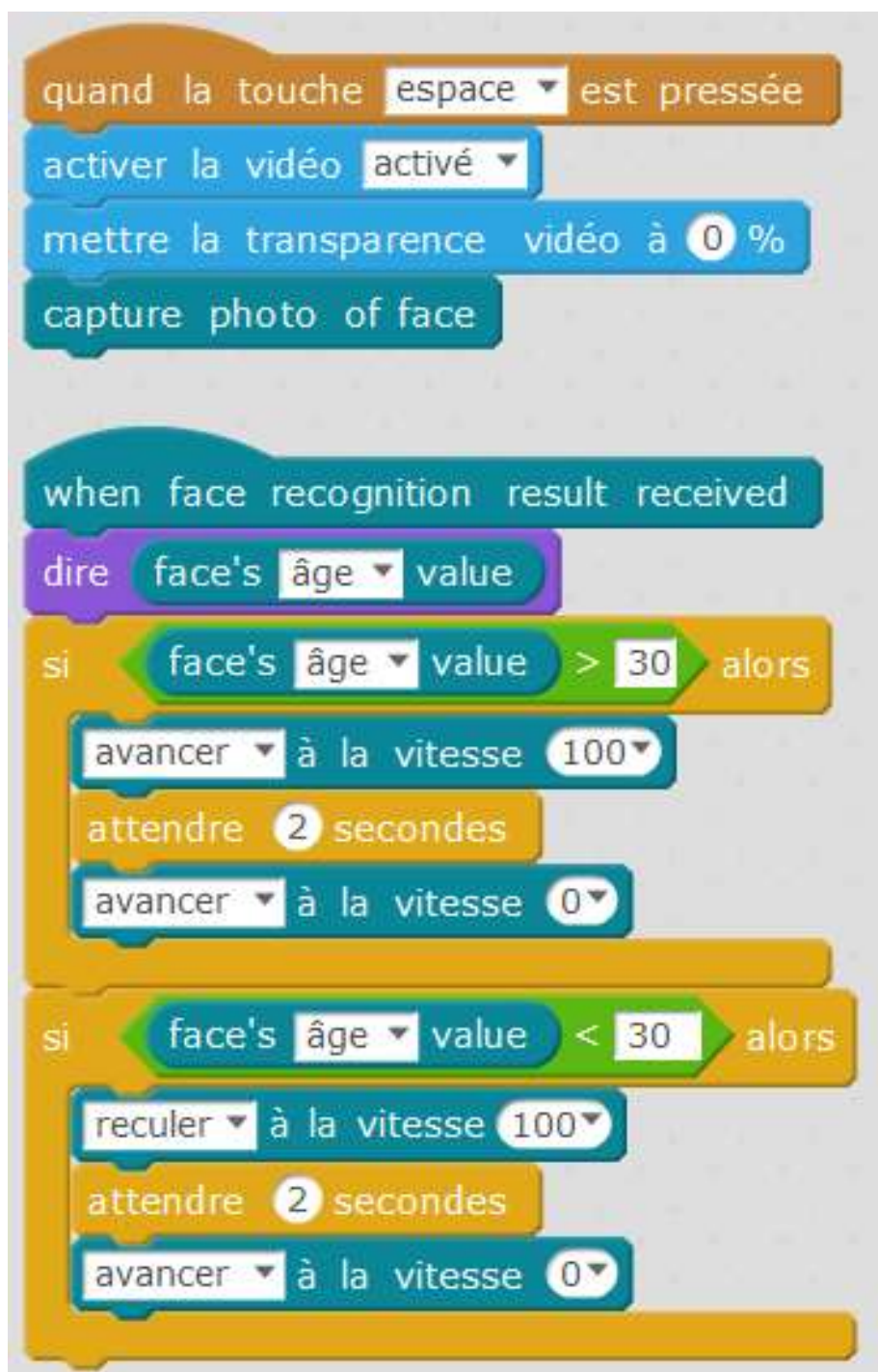


Figura 7.5 – Programa de movimento e reconhecimento facial (idade) implementado.



Figura 7.6 – Reconhecimento facial através da idade de uma pessoa.

7.4.2 – Exemplo 2: Controle de um veículo através do reconhecimento facial (sorriso)

Da mesma forma da aplicação apresentada anteriormente, neste exemplo, será implementado um programa em linguagem Scratch referente ao deslocamento de um dispositivo robótico móvel autônomo numa Smart-City, a partir do reconhecimento facial (neste caso, um sorriso), utilizando o aplicativo em linguagem Python (scratch) da biblioteca Microsoft Cognitive Services da Microsoft.

Como foi descrito anteriormente, este aplicativo desenvolvido pela Microsoft, permite o reconhecimento facial de uma pessoa, atribuindo um valor analógico graças à análise das características da pessoa, neste caso nossa variável será o sorriso. Nesta aplicação associaremos uma condição lógica a esta variável (pessoa sorrindo ou não).

O algoritmo implementado em linguagem Scratch, obedeceu as etapas descritas nas especificações tecnológicas descritas a seguir:

1. Se a pessoa estiver sorrindo, o robô MBot avançará durante o tempo de 2s (velocidade de 100 mm/s), interrompendo posteriormente seu movimento (velocidade 0)
2. Se a pessoa não estiver sorrindo, o robô MBot recuará durante o tempo de 2s (velocidade de 100 mm/s), interrompendo posteriormente o seu movimento (velocidade 0)

A Figura 7.7 mostra o programa implementado em linguagem Scratch, e a Figura 7.8, alguns dos resultados experimentais de reconhecimento facial obtidos através desta aplicação.

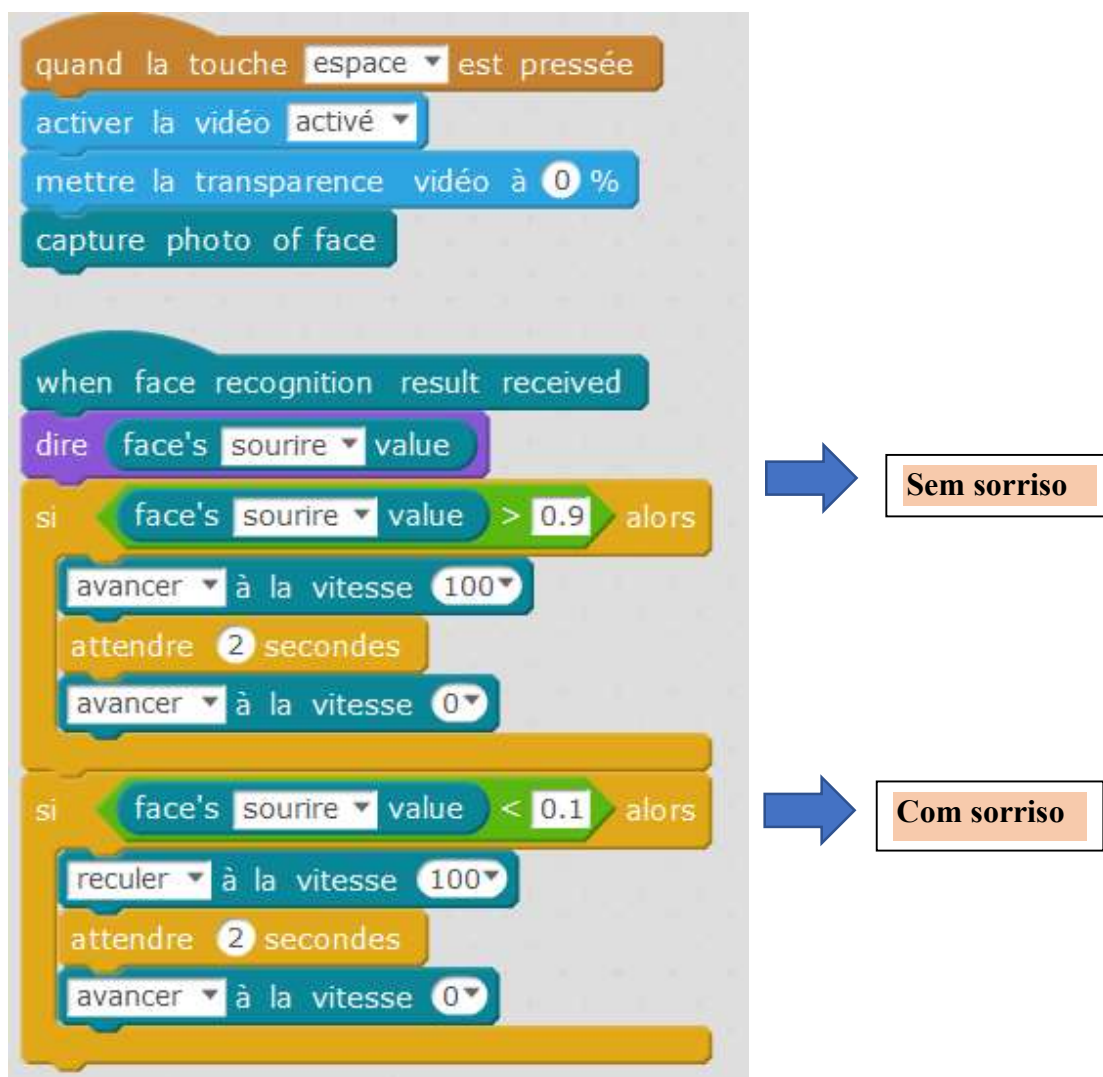


Figura 7.7 – Programa de movimento e reconhecimento facial (sorriso) implementado.

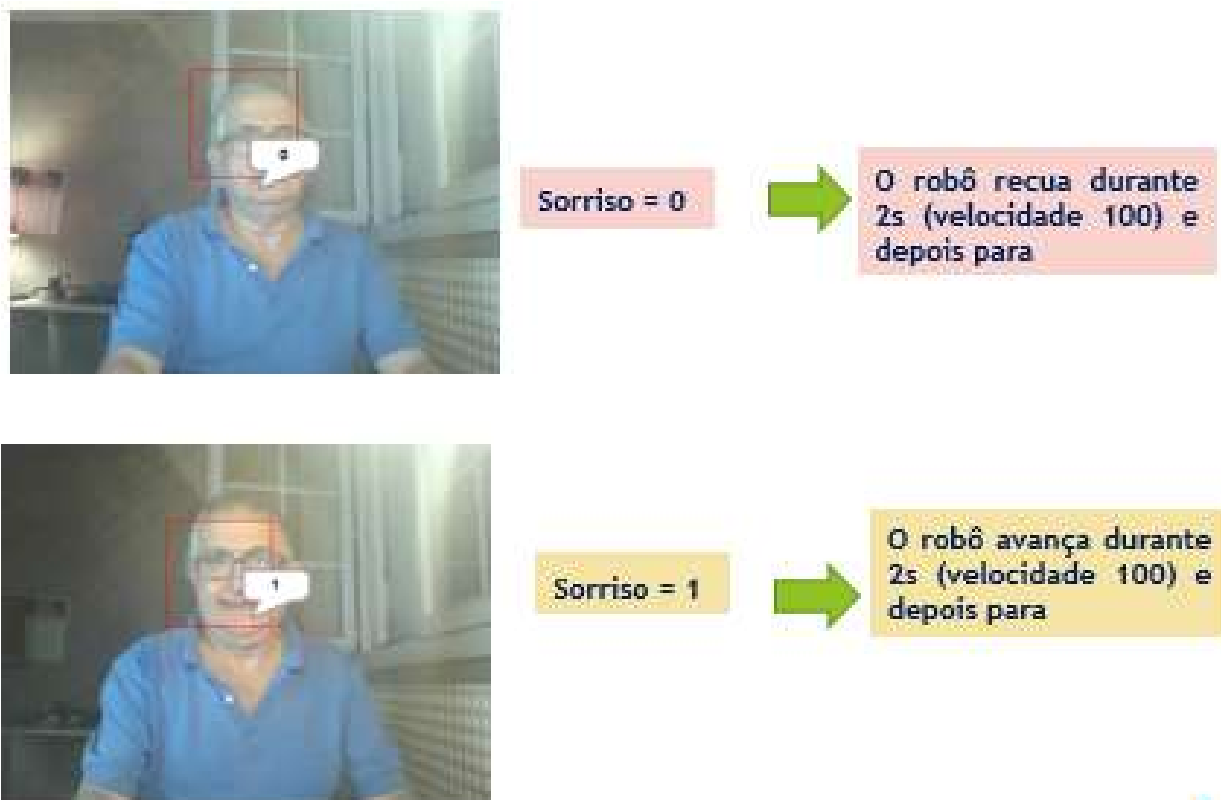


Figura 7.8 – Reconhecimento facial de uma pessoa através de um sorriso.

7.5 Conclusões do capítulo

Neste capítulo foram apresentadas algumas soluções tecnológicas disponíveis que podem ser aplicadas numa Smart-City, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida de seus habitantes através de aplicações em reconhecimento de voz, diagnósticos, mecanismos de pesquisa, jogos, condução autônoma, etc.

As soluções apresentadas são de fácil implantação, uma vez que se baseiam em utilizações disponibilizadas na internet (*open source*), sendo dependentes de um conjunto de sensores associados a web-serviços, e são baseadas na utilização de linguagens naturais de código aberto (Scratch e Python) e plataforma de prototipagem de código aberto utilizando o sistema embarcado Arduino (hardware e software).

Finalmente, no próximo capítulo desta tese de doutoramento, apresentaremos as conclusões finais deste trabalho de doutoramento, discussão de resultados obtidos e algumas perspectivas futuras para continuidade desse trabalho.

8 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

O projeto de uma Cidade Inteligente (Smart-City) deve integrar diferentes áreas do conhecimento em engenharia, incluindo Mecatrônica, IA, Tecnologia da Informação e Comunicação, Gestão Urbana e Desenvolvimento Sustentável e o desenvolvimento de aplicativos virtuais, e através desta integração foi realizado um estudo aprofundado para a aplicação de conceitos, gerando como principal resultado a implementação de aplicativos e estudos de casos utilizando linguagem Python baseada na arquitetura conceitual proposta nesta tese de doutoramento.

Os resultados obtidos e abordagem proposta para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa mostra a relevância deste tema para a sociedade que permitiu ao longo do desenvolvimento desta tese, um aprimoramento da metodologia inicialmente proposta, através da introdução de novos conceitos descritos neste trabalho.

Os resultados obtidos através dos estudos de casos abordados neste trabalho, realizados através de implementação computacional e em maquetes didáticas (parte operativa) poderão ser implementados em situações reais em uma Smart-City.

Dentre as aplicações desenvolvidas neste trabalho, podemos destacar a implementação com apoio de autoridades locais de web-serviços na cidade Noisy-le-Grand na França, os estudos de classificação de mapeamento de uma cidade utilizando algoritmos de Inteligência Artificial (algoritmo de Voronoi) e o mapeamento de espécies utilizando a técnica de classificação de Machine Learning, que poderá ser aplicado para controle de qualidade ambiental através do mapeamento de espécies e pragas.

A metodologia proposta se mostrou adequado para o desenvolvimento do trabalho, sendo de extrema importância para contemplarmos possíveis melhorias dos diferentes processos. Dentre as principais vantagens associadas ao trabalho podemos considerar a melhoria do tempo de serviço, redução de custos, e um índice maior satisfação do usuário. Através do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa está previsto implementar outros projetos em relação a parceiros socioeconômicos públicos ou privados nacionais ou internacionais: instituições e redes internacionais, PMEs, startups, etc.

É importante enfatizar que o desenvolvimento deste trabalho envolveu instituições participantes e pesquisadores do Brasil e da França, onde houve uma sinergia de experiência científica complementar com a comunidade científica nacional e internacional comprovada no campo da mecatrônica, computação, sistemas especializados e Tecnologia da Informação e Comunicação, IoT e Gestão Urbana, capazes capacitar pesquisadores, desenvolver e validar o tema proposto neste projeto de cooperação científica.

O conceito de Smart-City tem seu início a partir de uma cidade conectada sendo havendo necessidade de desenvolver as soluções tecnológicas integrando o cidadão à cidade. Essa integração de soluções deverá considerar aspectos culturais e educacionais diferentes, específicos de cada comunidade.

Através do desenvolvimento desse projeto de pesquisa, espera-se que os resultados obtidos criem uma ferramenta de informação abrangente para uma Cidade Inteligente e Conectada (Smart-City) acessível a todos e destinada principalmente à comunidade. Torna-se essencial ter uma visão que permita a convergência e sinergia dessas áreas do conhecimento, o que é crucial na área de pesquisa e no ponto de vista comercial.

A verificação da metodologia, utilizando técnicas de simulação de sistemas dinâmicos híbridos, e através da melhoria dos diferentes sistemas híbridos inteligentes implementados no caso de estudo da cidade inteligente. Assim, ter uma otimização no tempo juntamente com uma capacidade de reconfiguração, flexibilidade e adaptabilidade do sistema de agendamento e dos diferentes agentes envolvidos.

Este trabalho implementará um modelo de serviço formal que integra uma cidade inteligente, usando ferramentas de IA, HDS, IoT e sua modelagem baseada em agente para modelagem e otimização de processos e serviços, validada por meio de um estudo de caso envolvendo as instituições e pesquisadores participantes neste projeto, que possuem experiência científica complementar com a comunidade científica nacional e internacional comprovada no campo da mecatrônica, computação, sistemas especializados e Tecnologia da Informação e Comunicação, IoT e gestão urbana, capaz de treinar pesquisadores, desenvolver e validar o tema proposto neste projeto. de cooperação científica.

Os resultados esperados são analisados através de sua validação através da definição formal através de estudos de caso para uma cidade conectada de uma metodologia de uso geral aplicada a uma Smart-City, que integra IA, IoT e modelagem de sistemas de automação para dispositivos robóticos, otimização de processos, serviços e execução de tarefas de uma Smart-City, que foram validados por meio da realização de estudos de casos com aplicação imediata em uma Smart-City.

No caso da uma cidade conectada na direção de uma cidade inteligente, você ressalta a necessidade de desenvolver as soluções tecnológicas integrando o cidadão. Como essa integração pode ocorrer considerando aspectos culturais e educacionais diferentes?

Como perspectiva futura deste trabalho de doutoramento deverá ser realizada a validação e verificação da metodologia e formalismo proposto no trabalho, utilizando de formalismos de modelização e simulação de sistemas dinâmicos híbridos utilizando Redes de Petri (RdP), e a melhoria dos diferentes sistemas híbridos inteligentes implementados no caso de estudo da Smart-City, considerando uma maior integração de sensores e serviços (web-services). Assim, ter uma otimização no tempo juntamente com uma capacidade de reconfiguração, flexibilidade e adaptabilidade do sistema de agendamento e dos diferentes agentes envolvidos.

Referências

ANOGARAN, G.; VARATHARAJAN, R.; LOPEZ, D.; KUMAR, P.; SUNDARASEKAR, R.; THOTA, C., A (2018): New architecture of Internet of Things and big data ecosystem for secured smart healthcare monitoring and alerting system. **Future Generation, Computer System Review**, v. 82.

AUTISSIER David, DEBROSSE Denis, LEHMANN Valery, METAIS-WIERSH Emily (2019): Démocratie Participative Digitale - Angoulême expérimente les projets participatifs digitaux, **Collection: Académie des Sciences de Management de Paris, Thèmes Environnement / Ethique / Société, Editions EMS**, ISBN: 978-2-37687-275-7.

BENGIO Yoshua (2009): Learning Deep Architectures for AI, **Foundations and Trends in Machine Learning**. Vol. 2 No 1. DOI 10.1561/22000000006.

BIRD Steven, KLEIN Evan, LOPER Edward (2018): Natural Language Processing with Python, **O'Reilly Media**, Inc.2009, ISBN: 978-0-596-51649-9, published online by Cambridge University Press.

BRADLEY, D.; RUSSELL, D.; FERGUSON, I., et al. (2015): The Internet of Things – The future or the end of mechatronics, **Mechatronics**, v. 27, p. 57–74, Elsevier Ltd.

BRANDÃO MONIZ, A. (2013): Robots and humans as co-workers: The human-centered perspective of work with autonomous systems, **ET Working Papers Series**, No. WPS03/2013.

BORDREUIL Jean-Samuel (2000): La ville desserrée, in: La ville et l'urbain, l'état des savoirs, **Editions La découverte**.

BOURDIN, Alain (2012): Du bon usage de la ville, **Amazon**.

BRUCE, Lewis C. (1897): Dual Brain Action and Its Relation to Certain Epileptic States Transactions. **Medico-Chirurgical Society of Edinburgh**, 16, 114, Meeting V.—February 3, 1897.

BUCHNER, R.; WURHOFER, D.; WEISS, A.; TSCHELIGI, M. (2012): "User experience of industrial robots over time," Human-Robot Interaction (HRI), 2012 **7th ACM/IEEE International Conference on**, vol., no., pp.115,116, 5-8 March 2012.

BUZAN, Tony (2018): Développez votre intelligence avec le Mind Mapping : Mémorisation créativité communication méthode révolutionnaire booster capacité, Éditions **Alisio**, Amazon.

CARMES, M (2016): «L'Open Data Territorial dans ses tensions. L'ouverture des données de marchés publics comme instrument techno-politique», **Revue internationale d'intelligence économique**, 1 (V. 8).

CASTELLS, Manuel (2001): La société en réseaux, Tome 1: l'ère de l'informatique, **Fayard**, 1998, EAN : 9782213608457

CHA ZHANG; ZHENGYOU ZHANG (2014): Improving Multiview face detection with multi-task deep convolutional neural networks, **Applications of Computer Vision (WACV), 2014 IEEE Winter Conference on**, vol., no., pp.1036,1041, 24-26 March 2014. DOI: 10.1109/WACV.2014.6835990.

CHAO SHANG, FAN YANG, DEXIAN HUANG, WENXIANG LYU (2014): Data-driven soft sensor development based on deep learning technique, **Journal of Process Control**, Volume 24, Issue 3, March 2014, Pages 223-233, ISSN 0959-1524, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jprocont.2014.01.012>.

DAVALOS, S., MERCHANT, A., ROSE, G. (2015): Using Big Data to Study Psychological Constructs: Nostalgia on Facebook, **Journal of Psychology & Psychotherapy**, June 2015.

ESNEIR, Will (2008): Graphic Storytelling and Visual Narrative - Principles and Practices from the Legendary Cartoonist, **Ed. W. W. Norton & Company**.

EUROPEAN COMMISSION: Communication from the Commission - Europe (2014): A strategy for smart, sustainable and inclusive growth.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>

EUROPEAN COMMISSION: On Artificial Intelligence (2020): A European Approach to Excellence and Trust:
https://ec.europa.eu/info/publications/white-paper-artificial-intelligence-european-approach-excellence-and-trust_en (September 2020).

FAROOQ, U.; HASAN, K. M.; ASAD, M.U.; SALEH, S.O. (2012): Fuzzy logic-based wall tracking controller for mobile robot navigation, **Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2012 7th IEEE Conference on**, vol., no., pp.2102,2105, 18-20 July 2012.

FLORIAN N., SORIN-AUREL M. (2014): A Machine Learning Approach for Abstraction based on the Idea of Deep Belief Artificial Neural Networks, **Procedia Engineering**, Volume 69, 2014, Pages 1499-1508, ISSN 1877-7058, <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.147>.

FRACHET, Jean-Christophe (2022): A Pedagogía como metodologia facilitadora em transmissão de conhecimentos para Smart-City – Estudos de casos, PhD Thesis, UNICAMP. Faculdade de Engenharia Mecânica, march., 2022

GRAY Dave, BROWN Sunni, MACANUFO James (2010): Game storming: A Playbook for Innovators, Rulebreakers, and Changemakers, **O'REILLY Editions**.

HAGGBLOOM, Steven J. & col. (2002): The 100 Most Eminent Psychologists of the 20th Century, **Review of General Psychology**, vol. 6, no 2, p.146.

HAO LIU, BINGPENG MA, LEI QIN, JUNBIAO PANG, CHUNJIE ZHANG, QINGMING HUANG (2015): Set-label modeling and deep metric learning on person re-identification, **Neurocomputing**, Volume 151, Part 3, 3 March 2015, Pages 1283-1292, ISSN 0925-2312.

INCHUL SONG; HYUN-JUN KIM; JEON, P.B. (2014): Deep learning for real-time robust facial expression recognition on a smartphone, **Consumer Electronics (ICCE), 2014 IEEE International Conference on**, vol., no., pp.564,567, 10-13 Jan. 2014. DOI: 10.1109/ICCE.2014.6776135.

INSEE (2022): Quelles seront les 10 villes les plus peuplées en 2050 ?, Sciencepost.fr, Statistiques mondiales, **Institut National de la statistique et des études économiques**.

JEANNERET, Yves (2019): L'urbanité, c'est là et ça va donner. Le motif de la donnée dans les représentations de la ville., **Questions de Communication**, 2019/2 (no 36), pp. 25-42, <https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.20807>

JIMENEZ R., PRIETO F., GRISALES V. (2012): Video surveillance for monitoring driver's fatigue and distraction, **Optics, Photonics, and Digital Technologies for Multimedia Applications**, Brussels, Belgic, 2012.

JIMENEZ M., R.; LOPEZ, J. D. (2013): "Trajectory planning for a robotic mobile using fuzzy c-means and machine vision," **Image, Signal Processing, and Artificial Vision (STSIVA)**, 2013 XVIII Symposium of, vol., no., pp.1,4, 11-13 Sept. 2013.

JUNYING GAN, LICHEN LI, YIKUI ZHAI, YINHUA LIU (2014): Deep self-taught learning for facial beauty prediction, **Neurocomputing**, Volume 144, 20 November 2014, Pages 295-303, ISSN 0925-2312, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2014.05.028>.

KAROLIS, V.R., CORBETTA, M., THIEBAUT DE SCHOTTEN, M. (2019): The architecture of functional lateralization and Von its relationship to callosal connectivity in the human brain. **Nature Communications**, mars 2019.

KHATOUN R., ZEADALLY S. (2016): Smart cities: Concepts architectures research opportunities, **Communications of the ACM**, Vol. 59, N 8, pp. 46-57.

KELLEY D. (2013): Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential within us all. **Urban Being - Anatomy et Identity of the City Edition**.

KNOWLES, Malcolm S. (1990): L'apprenant adulte: vers un nouvel art de la formation. **Paris, Éditions d'Organisation**, 277 p., ISBN 0-87201-023-6.

KONSTANTINOS CHARALAMPOUS, ANTONIOS GASTERATOS (2014): A Tensor-Based Deep Learning Framework, **Image and Vision Computing**, Available online 12 August 2014, ISSN 0262-8856.

LACAZE. Sarah, MOCQ, François (2020) : Scratch et Raspberry PiProjets maker pour s'initier à l'électronique et à la robotique, **LA FABRIQUE**, 2e édition, ISBN : 978-2-409-02790-1

LÄNGKVIST M., LARS K., AMY L. (2014): A review of unsupervised feature learning and deep learning for time-series modeling, **Pattern Recognition Letters**, Volume 42, 1 June 2014, Pages 11-24, ISSN 0167-8655.

LEITÃO, P.; RODRIGUES, N.; BARBOSA, J.; TURRIN, C.; PAGANI (2015): A. Intelligent products: The grace experience. **Control Engineering Practice**, v. 42, p. 95–105, 2015.

LEMAN, V. (2019): Démocratie Participative Digitale, **EMS Edition**.

MAGER, Robert F. (1975): Preparing instructional Objectives, **CEP Press**, Atlanta, Georgia, ISBN: 1879618036

MARZLOFF, Bruno (2015): C'est l'un des objets d'expérimentation de la chaire environnements connectés, **Banque Populaire Atlantique**
<http://blogs.lecolededesign.com/environnements-connectes/2015/11/17/le-hackathon-la-centrale-par-ceux-qui-le-font>

MOROZOV, Evgeny (2014): Pour tout résoudre pour tout résoudre, cliquez ici: l'aberration du solutionniste technologique, **Revue Française des Sciences de L'information et de la Communication**, Limoges: Fyp éditions. ISBN: 978-2-36405-115-7.

MUHAMMAD WAQAS SHAH, S.; PASHA (2017): M. IoT-Based Smart Health Unit. **Journal of Software**, v. 12, n. 1, p. 45–32, 2017.

NAN-NAN, J., JIANG-SHE Z., CHUN-XIA, Z. (2014): A sparse-response deep belief network based on rate distortion theory, **Pattern Recognition**, Vol. 47, Issue 9, September 2014, p. 3179-3191, ISSN 0031-3203, <http://dx.doi.org/10.1016/j.patcog.2014.03.025>.

NEEF M, ELIZALDE A, HOPENHAYN, M. (1989): Human Scale Development: An Option for the Future, **Digital Dialog Review**, N°1.

OCHIAI, T.; MATSUDA, S.; XUGANG LU; HORI, C.; KATAGIRI, S. (2014): "Speaker Adaptive Training using Deep Neural Networks," **Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)**, 2014 IEEE International Conference on, vol., no., pp.6349,6353, 4-may 2014, DOI: 10.1109/ICASSP.2014.6854826.

ORSONI, Florent (2015): La ville intelligente, de l'utopie aux réalités, **Droit et Ville**, 2015/2 (N. 80), pp 107-119, <https://doi.org/10.3917/dv.080.0107>

PARKER, G, VAN ALSTYNE, M., CHOUDARY SANGEET P. (2016): Platform Revolution how Networked Markets are transforming the Economy-and how to Make Them Work for You Hardcover, **Illustrated Review**.

PRASANNA TAMILSELVAN, PINGFENG WANG (2013): Failure diagnosis using deep belief learning based health state classification, **Reliability Engineering & System Safety**, Volume 115, July 2013, Pages 124-135, ISSN 0951-8320.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2013.02.022>.

PICON, Antoine (2018): Ville et systèmes d'information: de la naissance de l'urbanisme moderne à l'émergence de la smart city, **Review Flux 1-2**, N° 111-112, pp 60-93.

PICON, Antoine (2014): Smart Cities : Théorie et critique d'un idéal autoréalisateur, **Editions B2**.

ROAM, Dan, RÉMOND, Anne (2009): Convaincre en deux coups de crayon Broché, **ESF ed.**, ISBN: 271012582X.

RIOUX-MALDAGUE, L.; GIGUERE, P. (2014): Sign Language Fingerspelling Classification from Depth and Color Images Using a Deep Belief Network, **Computer and Robot Vision (CRV), 2014 Canadian Conference on**, vol., no., pp. 92,97, 6-9 May 2014. DOI: 10.1109/CRV.2014.20.

ROSARIO, J.M. (2005): Principles of Mechatronics. 1^a ed. São Paulo: **Pearson Prentice Hall**, 2005.

SANGWOOK KIM, YONGHWA CHOI, MINHO LEE (2015): Deep learning with support vector data description, **Neurocomputing**, Vol 165, 1 Oct. 2015, pp. 111-117, ISSN 0925-2312.

SANGWOOK KIM, ZHIBIN YU, RHEE MAN KIL, MINHO LEE (2015): Deep learning of support vector machines with class probability output networks, **Neural Networks**, Volume 64, April 2015, Pages 19-28, ISSN 0893-6080.

SCHMIDHUBER, J. (2015): Deep Learning in Neural Networks: An overview, **Neural Networks**, Volume 61, January 2015, Pages 85-117, ISSN 0893-6080.

SCHWAB, K. (2016): The Fourth Industrial Revolution, **Crown Business**, 2016.

SHUSEN ZHOU, QINGCAI CHEN, XIAOLONG WANG (2013): Active deep learning method for semi-supervised sentiment classification, **Neurocomputing**, Vol. 120, 23 Nov. 2013, pp. 536-546, ISSN 0925-2312, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2013.04.017>.

SIBBETH, David (2020): Visual Leaders: New Tools for Visioning, Management, and Organization Change.

DEGUCHI, Atsushi. et al. (2020): What is Society 5.0?, **In: Society 5.0. Springer**, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2989-4_1.

STEFFE, Leslie P., GALE, Jerry (2012): Constructivism in Education, **Routledge**, 600 p., ISBN: 978-1-136-47608-2.

STIEGLER, Bernard (2015): La Société Automatique – L'avenir du travail, **Collection Essais, Ed. Fayard**, ISBN: 2213685657.

TAUSCZIK, Y., PENNEBAKER (2010): The Psychological Meaning of Words: LIWC and Computerized Text Analysis Methods, **Journal of Language and Social Psychology** 29(1):24-54, 2010.

TOWNSEND, M. Anthony (2014): Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia, **WW Norton & Co, Editor**, ISBN: 0393349780.

XIAODONG C.; GOEL, V.; KINGSBURY, B. (2014): "Data Augmentation for deep neural network acoustic modeling," **Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)**, 2014 IEEE International Conference on, pp. 5582,5586, may 2014.
DOI: 10.1109/ICASSP.2014.6854671.

XUE YUN, C.; SHIMING, X.; CHENG-LIN, L.; CHUN-HONG, P. (2014): "Vehicle Detection in Satellite Images by Hybrid Deep Convolutional Neural Networks," **Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE**, vol.11, no.10, pp.1797,1801, Oct. 2014.
DOI: 10.1109/LGRS.2014.2309695.

YANMING GUO, YU LIU, ARD OERLEMANS, SONGYANG LAO, SONG WU, MICHAEL S. LEW (2015): Deep learning for visual understanding: A review, **Neurocomputing**, available online, nov 2015, ISSN 0925-2312.

YAQING ZHANG, XI LI, ZHONGFEI ZHANG, FEI WU, LIMING ZHAO (2015): Deep learning driven block wise moving object detection with binary scene modeling, **Neurocomputing**, vol. 168, nov. 2015, pp. 454-463, ISSN 0925-2312, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2015.05.082>.

YUAN DONG, YINAN LIU, SHIGUO LIAN (2015): Automatic age estimation based on deep learning algorithm, **Neurocomputing**, available online, nov. 2015, ISSN 0925-2312.

YUN BAI, ZHIQIANG CHEN, JINGJING XIE, CHUAN LI (2016): Daily reservoir inflow forecasting using multiscale deep feature learning with hybrid models, **Journal of Hydrology**, vol. 532, jan. 2016, Pages 193-206, ISSN 0022-1694.

ZEILER M.D., FERGUS R. (2014): Visualizing and Understanding Convolutional Networks. In: Fleet D., Pajdla T., Schiele B., Tuytelaars T. (eds), Computer Vision – ECCV 2014 (ECCV 2014), **Lecture Notes in Computer Science**, vol 8689. Springer, Cham.

ZHAO Y.; XIAORUI W.; BO XU (2014): Exploring one pass learning for deep neural network training with averaged stochastic gradient descent, **IEEE Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)**.

Sites disponíveis na internet:

[uxdesign.cc/.../human-centric-desi...habit-f34b3ad8e55a](#)

[http://www.villes-internet.net](#)

[Est-ce que la technologie désurbanise la ville ? | InternetActu.net](#)

[O que é o Scratch ? Conheça e veja os seus benefícios para as crianças \(planetcode.com.br\)](#)

[Notes de publication – Service Speech - Azure Cognitive Services | Microsoft Docs](#)

APÊNDICE A – Elaboração de um roteiro de entrevista

A1 - Lista de perguntas destinadas à membros não participantes do projeto

1. Quanto tempo leva para implementar uma cidade inteligente em termos de residencial, administrativo, transporte, segurança?
2. A cidade digital passando à cidade inteligente pode tornar a cidade virtual?
3. Quais os possíveis impactos no meio ambiente?
4. Na sua opinião, quais são os limites da cidade inteligente?
5. A cidade inteligente pode acarretar na invasão da privacidade de usuários?
6. Quais são os principais desafios urbanos da cidade inteligente?
7. Como a cidade inteligente pode responder às questões sociais?

A2 - Lista de perguntas destinadas aos usuários, moradores e transeuntes

1. Na sua opinião, o que é uma Smart-City (Cidade Inteligente)?
2. Na sua opinião, quais são os serviços para serem melhorados na cidade?
3. Priorize o que lhe parece mais importante em uma cidade: mobilidade/ transporte, limpeza, segurança, quantidade/qualidade do serviço, ambiente.
4. Quais são os serviços que podem tornar a sua cidade uma Smart-City?
5. Quais são suas principais necessidades em relação a sua cidade?
6. Quais serviços você acha que faltam a cidade?
7. Que críticas você pode fazer em relação à sua cidade?
8. Você acha que as tecnologias são intrusivas às pessoas (coleta de dados pessoal)?

A3 - Lista de perguntas destinadas aos membros internos do projeto

1. Qual é o progresso de desenvolvimento do projeto neste momento?
2. Qual é o orçamento alocado para o projeto?
3. Você tem um prazo a respeitar?
4. Quais são as infraestruturas/edifícios a priorizar no âmbito do projeto: O novo? O antigo? Que tipologia: equipamentos/edifícios municipais? (Escolas? Ginásio? Espaços culturais?) Mobilidade/transportes? (novas estações de trem? A antiga estação? Áreas verdes?
5. As instalações na cidade / na rua fazem parte dos objetivos do projeto?
6. O setor privado será impactado pela implementação deste projeto?
7. Qual é o objetivo deste projeto: redução de custos? Aumentar a visibilidade da cidade? Um ajuste regulatório? Atrair empresas? Garantir a bem-estar da população? Recuperar e divulgar informações sobre a cidade?
8. Qual é a área que você deseja priorizar em termos de inovação: segurança, manutenção, comunicação: com foco no atendimento ao cidadão e ao meio ambiente
9. Você estaria disposto a experimentar novas tecnologias que não ainda não sejam comprovadas e validadas, ou que ainda não foram testadas? Tecnologias inovadoras/experimentais?

APÊNDICE B – Programação em linguagem Python - Diagrama de Voronoi para mapeamento das estações de transportes de Paris (França)

Utilização de Diagrama de Voronoi - Mapa das estações de metro de Paris

instalação OpenStreetMap: `pip install git+https://github.com/rossant/smopy.git`
(<https://github.com/rossant/smopy.git>).

Bibliotecas

In [13]:

```
import numpy as np
import pandas as pd
import scipy.spatial as spatial
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.path as path
import matplotlib as mpl
import smopy
%matplotlib inline
```

Leitura do mapa de metrô de Paris (RATP) - <http://data.ratp.fr> (<http://data.ratp.fr>)

In [14]:

```
df = pd.read_csv('https://github.com/ipython-books/'
                 'cookbook-2nd-data/blob/master/'
                 'ratp.csv?raw=true',
                 sep='#', header=None)

df[df.columns[1:]].tail(3)
```

Out[14]:

	1	2	3	4	5
11608	2.350173	48.937238	THEATRE GERARD PHILIPPE	SAINT-DENIS	tram
11609	2.301197	48.933118	TIMBAUD	GENNEVILLIERS	tram
11610	2.230144	48.913708	VICTOR BASCH	COLOMBES	tram

DataFrame object contains the coordinates, name, city, district, and type of station.

Seleção das estações de metrô de Paris

In [15]:

```
metro = df[(df[5] == 'metro')]
metro[metro.columns[1:]].tail(3)
```

Out[15]:

	1	2	3	4	5
305	2.308041	48.841697	Volontaires	PARIS-15EME	metro
306	2.379684	48.857876	Voltaire (Léon Blum)	PARIS-11EME	metro
307	2.304651	48.883874	Wagram	PARIS-17EME	metro

Extração das estações de metro de Paris

Através do Pandas, podemos usar operações de string vetorizadas usando o atributo `str` da coluna correspondente

In [16]:

```
paris = metro[4].str.startswith('PARIS').values
```

Criação de um vetor com o número de cada estação. Colocamos 0 se a estação não for em Paris.

In [17]:

```
districts = np.zeros(len(paris), dtype=np.int32)
districts[paris] = metro[4][paris].str.slice(6, 8) \
    .astype(np.int32)
districts[~paris] = 0
ndistricts = districts.max() + 1
```

Extração das coordenadas de todas as estações

In [18]:

```
lon = metro[1]  
lat = metro[2]
```

Recuperação do mapa de Paris com o OpenStreetMap e especificação dos limites do mapa com as coordenadas extremas de latitude e longitude de todas as nossas estações de metrô. Utilização do Scapy para geração do mapa.

In [19]:

```
box = (lat[paris].min(), lon[paris].min(),  
       lat[paris].max(), lon[paris].max())  
m = smopy.Map(box, z=12)  
m.show_ipython()
```



Diagrama de Voronoi

Calculo do diagrama de Voronoi das estações usando SciPy. Um objeto Voronoi é criado com as coordenadas dos pontos. Ele contém vários atributos utilizados para exibição

In [20]:

```
vor = spatial.Voronoi(np.c_[lat, lon])
```

Reconstrução de uma função genérica para exibir um diagrama 2D de Voronoi para regiões finitas

Disponível em <http://stackoverflow.com/a/20678647/1595060>
(<http://stackoverflow.com/a/20678647/1595060>).

Observação: SciPy já implementa tal função, mas esta função não leva em conta pontos infinitos.

```

def voronoi_finite_polygons_2d(vor, radius=None):
    if vor.points.shape[1] != 2:
        raise ValueError("Requires 2D input")
    new_regions = []
    new_vertices = vor.vertices.tolist()
    center = vor.points.mean(axis=0)
    if radius is None:
        radius = vor.points.ptp().max()
    # Construct a map containing all ridges for a
    # given point
    all_ridges = {}
    for (p1, p2), (v1, v2) in zip(vor.ridge_points,
                                  vor.ridge_vertices):
        all_ridges.setdefault(
            p1, []).append((p2, v1, v2))
        all_ridges.setdefault(
            p2, []).append((p1, v1, v2))
    # Reconstruct infinite regions
    for p1, region in enumerate(vor.point_region):
        vertices = vor.regions[region]
        if all(v >= 0 for v in vertices):
            # finite region
            new_regions.append(vertices)
            continue
        # reconstruct a non-finite region
        ridges = all_ridges[p1]
        new_region = [v for v in vertices if v >= 0]
        for p2, v1, v2 in ridges:
            if v2 < 0:
                v1, v2 = v1, v1
            if v1 >= 0:
                # finite ridge: already in the region
                continue
            # Compute the missing endpoint of an
            # infinite ridge
            t = vor.points[p2] - \
                vor.points[p1] # tangent
            t /= np.linalg.norm(t)
            n = np.array([-t[1], t[0]]) # normal
            midpoint = vor.points[[p1, p2]].\
                mean(axis=0)
            direction = np.sign(
                np.dot(midpoint - center, n)) * n
            far_point = vor.vertices[v2] + \
                direction * radius
            new_region.append(len(new_vertices))
            new_vertices.append(far_point.tolist())
    # Sort region counterclockwise
    vs = np.asarray([new_vertices[v]
                     for v in new_region])
    c = vs.mean(axis=0)
    angles = np.arctan2(
        vs[:, 1] - c[1], vs[:, 0] - c[0])
    new_region = np.array(new_region)[
        np.argsort(angles)]
    new_regions.append(new_region.tolist())

    return new_regions, np.asarray(new_vertices)

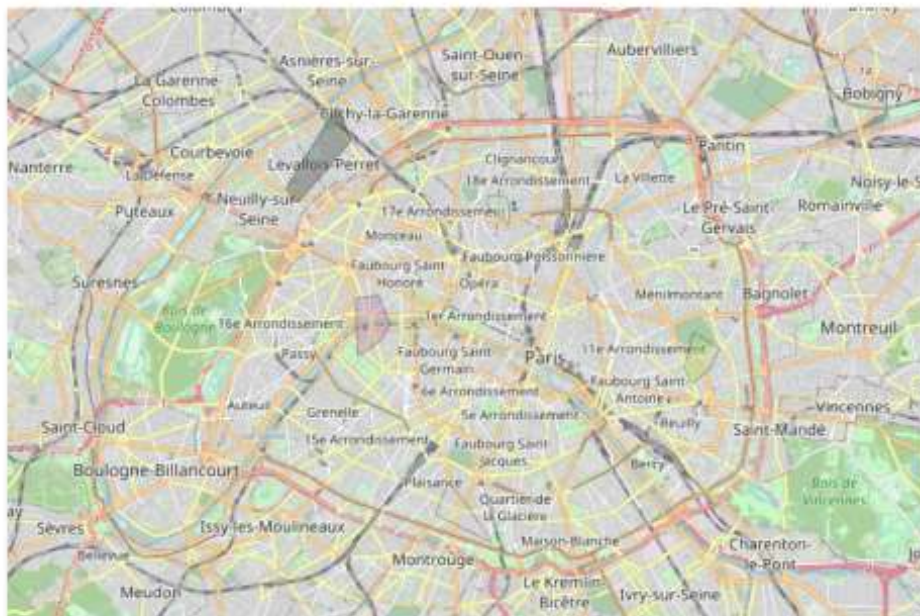
```

Visualização do mapa com o diagrama de Voronoi, utilizando o método `show_mpl()` do aplicativo Map

```
ax = m.show_mpl(figsize=(12, 8))
ax.add_collection(
    mpl.collections.PolyCollection(
        cells, facecolors=colors,
        edgecolors='k', alpha=.35))
```

Out[24]:

<matplotlib.collections.PolyCollection at 0x2a9fa2991c0>



APÊNDICE C – Artigo científico submetido para publicação

SMART CITY CONNECTED THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Sylvie Mercier, Laboratory Automation, Robotics and Artificial Intelligence, DSI-UNICAMP

Jean-Christophe Frachet, Laboratory Automation, Robotics and Artificial Intelligence, DSI-UNICAMP

Helder Aníbal Hermeni, Mechatronics Design Department, FATEC “Arthur de Azevedo”

João Mauricio Rosário, Laboratory Automation, Robotics and Artificial Intelligence, DSI-UNICAMP

Summary

The technological advances of recent years should bring about major transformations in cities, involving the use of 5G internet, embedded electronic devices as well as the concept of storage cloud that bring technological solutions such as digital modeling of a city, collaborative work, the Internet of Things (IOT), augmented reality, pedagogical and robotics having as federative element the use of Artificial Intelligence (AI). AI represents an important tool for the new economic and social challenges of a changing society, such as developing programs to perform specific tasks that are used in a wide range of activities. In view of the above, this article aims to describe the opportunities for digital innovations that involve the design of a Smart City, being proposed some solutions used for this sector based on the 4th Industrial Revolution transposing these concepts to a Smart City, being used several tools currently available from Industry 4.0 applied in the day-to-day of a city. From the use of AI concepts to Information and Communication technologies, Urban Management and Sustainable Development, with the creation of a complete information tool for an intelligent and connected city accessible to all with the concern of developing a process that aims at reconnecting man with his environment, without opposing city and nature, as opposed to stable, safe, hierarchical, optimized and standardized, pointing to sustainable development, where the resilient city is flexible and transformable.

Keywords: Artificial Intelligence; Smart city; Health; Data Security and Processing; IoT; Pedagography, Resilience; Ecosystem.

1. Introduction

The implementation of multidisciplinary projects increases when we try to find a project that allows integration and synergy between the different participants involved. Likewise, a resilient society, acting as a common front against the social, economic and sustainable disturbances of development, must rely on a mutual understanding and treatment of a complex and universal information base.

In view of this reality, this article develops a multidisciplinary research overview contemplating dynamic aspects that involve decision-making for the organization and functioning of an intelligent city, such as urban mobility and public transport operators, urban innovations, sustainability and the environment, thus establishing a lasting link between all involved and technical reality, industrial and local, as shown in Figure 1.

Figure 1: Research themes associated with a Smart City (author: J.C. Frachet). 2



2. New Industry 4.0 Technologies applied in a Smart City

Industry 4.0 emphasizes the concept of collaborative design, through digital models of reconfigurable embedded systems to more advanced stages, which can occur during the manufacturing process, where we should consider the complete life cycle of a product, from the characterization of the following elements:

1. Acquisition and statistical analysis of digital information (*Big Data*);
2. Advanced information flow management, including the planning and logistics of "extended supply" of an entire ecosystem of partners, including contractors and outsourced services, associated with the productive sector;
3. Use of interactive automated equipment and tools with the user, optimized predictive maintenance, through equipment, tools and instrumentation specific to production;
4. Remote access for remote diagnosis or remote maintenance thanks to the Internet of Things (*IoT*);
5. Use of operators based on the use of Augmented Reality, and collaborative *robots* ("*Cobots*");
6. Use of new production technologies, such as the use of additive and 3D manufacturing; and
7. Use of adaptive processes normally used in industrial processes and adapted to a *Smart City*, such as lean manufacturing (*Lean Manufacturing*).

In the context of Future Vision of a Smart City the different domains of application of AUTOMATION 4.0, and its consequent transformation into a city and its surroundings. These technologies available from other application areas are described in detail below:

- **EDM (*Electronic Document Management*):** Consists of the dematerialization of documents (data sheets, spreadsheets, documents for control and regulation, reports), using electronic information exchanges. Storing this information in data clouds (e-cloud) and search engines further promotes information sharing and collaborative work.
- **Integrated Planning:** Consists of the exchange of information between the different information systems of a city, thus enabling the integration of supply planning and manufacturing and its adjustment in real time, modifying the schedules of subcontractors or other team members, considering the adjustments related to possible correlated problems.
- **PLM - Product Lifecycle Management:** These management tools allow you to track the different configurations of a product (or document) throughout its lifecycle (design or design, production, operation). At the same time, these tools make it possible to computerize the processes of review and validation and history of possibilities of performing the same product, thus allowing the tracking of the different versions of the components of which they are constituted.

- **Digital Model:** Consists of sharing information collaboratively, involving all stages of a digital model of a smart city. This model refers not only to geometric data, but also to structured data, necessary to numerically simulate the behavior of the city and its surroundings. Through a 4D and 5D Digital Model, the model is extended with time (planning) and cost dimensions.
- **Advanced Logistics:** For the precise knowledge of the delivery times of material /services in the city, the different means of transport necessary for the supply of the city are geolocated in real time, thus allowing to optimize the production flows and the number of displacements to the site. The stock levels of raw materials or components on site are computerized to allow optimal supply management.
- **IoT: Industrial internet of Things:** These objects allow you to exchange information about the environment or the use of a particular object over the internet network. Low-frequency radio communication networks provide extensive territory coverage, or even connect an entire site with few active network equipment.
- **Collaborative Robotics:** Autonomous or semi-automatic robots operate collaboratively with their operators in harsh environments, in specific tasks for the following situations: difficult to accomplish, or risky to be performed by man or necessary to improve quality and productivity.
- **Connecting Devices(M2M - Machine-to-Machine):** The exchange of information from one machine to another machine, or even according to a scenario, from a product to a machine, allows its adaptation to different manufacturing ranges. This can be applied in the case of automatic positioning or routing of a prefabricated element to a maintenance machine.
- **Assistance Robots (AR):** This is specialized equipment that allows employees to be assisted in performing tasks that require strong physical efforts during their activity. Such equipment could be, for example, a robotic arm or an exoskeleton that increases the operator's physical capabilities.
- **Autonomous Drones:** These devices allow you to monitor the evolution of work on a construction site, as well as allow the realization of dimensional measurements or the location of people and equipment arranged in a city. They will also make it possible, through their aerial vision, to carry out control operations or interventions with total safety for operators.

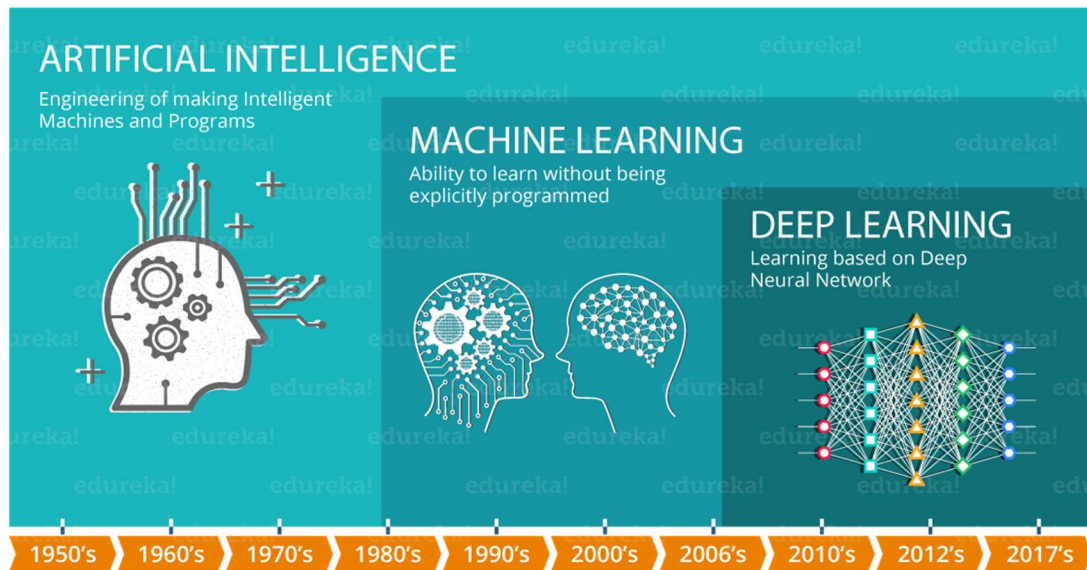
- **3D geolocation:** Location of products, equipment and people in a city, including within environments, thus allowing the optimization of movements or security controls during risky operations. Telemetry equipment allows automatic 3D acquisition of the sizing points of a building and through the positioning of specialized equipment or tools will allow the optimization of their management.
- **Augmented Reality (AR):** Consists of displaying information complementary to the actual context. This can be done through glasses or a front display, or by projecting images.
- **Pedagography:** Use of graphic tools as a tool to facilitate interaction and learning, based on training technique (pedagogy/andragogy) and visual tools based on graphics.
- **Tele-maintenance:** Equipment and machinery used in a construction site may be connected to the Internet, thus allowing maintenance operators to perform remote diagnostics or interventions. Preventive maintenance is improved due to the online integration of equipment operating parameters with information from the After Sales Service provided by the manufacturer.
- **Additive Manufacturing:** The automated processes of manufacturing parts by adding materials, performed through 3D printing, allow the production of a specific part of any part, from its digitized design, without the need for its machining or the realization of a mold for its manufacture.

3. The Evolution of Artificial Intelligence to Deep Learning

Artificial Intelligence can be defined as the intelligence generated through a machine obtained through the use of various programming techniques simulating human cognitive processes. These techniques allowed the recognition of natural controls, human-machine interaction for decision making, among others. These fields of research are growing to multiply and diversify their applications: autonomous cars, medical diagnostics, personal assistants, algorithmic finance, industrial robots, video games, etc. (Rosario, 2005).

Machine learning techniques, as they are known, take several decades to support the development of AI, where it seeks greater autonomy in home automation, IT agents, etc. These techniques allowed the recognition of natural controls, human-machine interaction for decision making, among others (Figure 2). The explosion of the power of computing changed AI in the 2010s, science fiction to a reality increasingly close to the great scientific challenge. Algorithms of deep learning neural networks or quantum computers: so many hopes for transhumanists.

Figure 2: The evolution from AI to Deep Learning.



Machine Learning (ML) techniques take several decades to support the development of Artificial Intelligence, where it seeks greater autonomy in home automation and Information Technology agents (Bradley, 2015). In this field, different tasks are developed in automated systems, using Machine Learning (ML) techniques to develop industrial tasks (Jimenez, 2013), which developed an artificial vision system by neural networks to detect symptoms of drowsiness or distraction of a driver.

Other ML techniques are cloudy systems used to determine the navigation path of robotic systems (Farooq, 2012). AI algorithms focused on a solution of supervised and unsupervised problems that properly integrated with different simulation tools, obtaining ideal conditions for different complex situations, allowing the user the best possible solutions under different conditions, optimizing the available resources.

In the field of automation and robotics, human-machine interaction and robotic agents represented few studies using DL techniques as an important research point. Prasanna (2013) proposes a method to validate the operational conditions of complex electrical systems, through multivariate training using DL technology, focused on reducing maintenance costs, preventing breakdowns. Konstantinos (2014), the authors propose a method of human-robot interaction in which, thanks to the analysis of the imaging process, recognize the signals of the hand to identify the tasks to be developed by the robot, the characteristics obtained if a learning system is implemented Machine based on DL. It is important to describe this as a field of application from learning training to research and development of robotics training techniques.

3.1 Artificial Intelligence Applications

Human-machine interaction and robotic agents were presented as an important research point. In this field, different tasks are developed in medicine as auxiliaries in the treatment of pathologies (Prasanna, 2013), in automated systems for the development of industrial tasks (Buchner, 2012), in biological systems that can emulate different environments thanks to the use of neural. (Schmidhuber, 2015), one of the machine learning (ML) techniques. Jimenez (2012) developed an artificial vision system by neural networks to detect symptoms of drowsiness or distraction of the driver.

Other ML techniques are cloudy systems used to determine the navigation path of robotic systems (Farooq, 2012). Jimenez, 2013 describes a hybrid ML system, a diffuse classification algorithm that allows to establish the trajectory of a mobile with a two-dimensional robotic vision system.

Among the most recent major ML techniques, *deep learning (deep learning or DL)* is usually based on multilayer neural systems that emulate the human brain and use different methods for training hidden layers. These techniques, which can be used in the implementation of computer intelligence systems in robots (Florian, 2014), are still in the development stage, but offer the possibility of revolutionizing the current limitations of ML when considering patterns in decision making.

Character recognition systems are another important application of the DL technique that drives hybrid models. Nan-Nan (2014) features a variant of Deep Belief Networks (DBN), a basic type of DL, to minimize redundancy in training. This network can extract multiplexing capabilities at various levels of abstraction, validating numeric characters, greatly improving the performance of techniques such as analyzing their key elements.

Other applications that can be used are based on the processing and retrieval of information through images, being developed methods that allow the identification of objects and extraction of resources from images.

Xue Yun (2014), proposes a variant of the formation of a network of neurons, where deep convolutional neural networks (DNN), constitute another DL-based method, developed with the objective of extracting satellite imagery complexes from the desired patterns for the detection of vehicle information, proposing a hybrid variant that divides the data into several different scale blocks and uses the characteristics of Haar (Cha, 2014), presenting better performance compared to conventional NDS and solves the problem of scale, from the satellite in which the vehicle is located in areas such as cities.

Other applications of the use of images, is facial detection. Cha Zhang, (Cha, 2014) uses dl for facial identification in pose, expression and lighting changes conditions, using 117,000 basic faces with variations to recognize 5 variations that, along with angular variations, determine 15 possible subcategories in which a possible face could be found, as well as the problems of the classical classifiers, such as those presented in the algorithm.

In the area of automation and industrial robotics, few studies have been conducted using DL techniques, where we can highlight the field of application of learning training to the research and development of training techniques in robotics, such as the following works:

- Proposal of method for validation of operational conditions of complex electrical systems, through multivariate training using DL technology, focused on this case in reducing maintenance costs, prediction and defect prevention (Prasanna, 2013);
- Proposal of formation of dl of an industrial sensor capable of evaluating multiplex inputs to estimate the distillation point per unit of heavy diesel, presenting the advantages of simple neural networks and vector support (Chao Sang, 2014);
- Proposal of human-robot interaction methodology through the analysis of image processing, recognizes the signals of the hand to identify the tasks to be developed by the robot, the characteristics obtained in the context in which the machine learning system implemented be based on the use of DL (Konstantinos 2014).

Other studies developed in recent years concern the use of DL complementing conventional methods, such as convolution networks, self-encoders and deep networks (Schmidhuber, 2015), such as to obtain the characteristics of input data (Yaging, Yuan, Yamming, 2015). The variations presented involve hybrid models of DL with conventional techniques, such as vector support machines (Sangwook, 2015), learning at various scales (Yun Bai, 2016), and the development of new emerging techniques. (Hao Liu and Yaging, 2015).

3.2 Using AI in a Smart City

The increase in computational capacity and infrastructure in recent years, have been causing a high impact on the use of Artificial Intelligence in engineering applications, where science fiction is becoming increasingly a reality and close to the great scientific challenge.

Deep Learning neural network algorithms or quantum computers: so many hopes for transhumanists. The following Areas of AI for a Smart City will be presented below.

3.2.1 Innovation management

The implementation of management techniques and systems designed to create the most favorable conditions for the development of concrete innovations and represents a difficult approach because it is not natural. Innovation management is the cross-cutting function that seeks to ensure the sustainable development of a city, using the maximum of innovations, being considered the most important function of an intelligent and connected city. For example, in the face of a possible difficulty or obstacle encountered, instead of questioning the origin of this difficulty we have to start directly with the elaboration of a brainstorming, thus reflecting a subjective understanding of the problem skewed by the limitations of the individual perspective that may inhibit a technological innovation.

The use of new technologies that use Artificial Intelligence techniques can improve but not replace human knowledge and therefore innovation, which involves an iterative process of experimenting with different approaches and reformulations to develop new ways of considering a problem, that is, identifying the problems that innovators need to be solved, where they could increase innovation and create new value for everyone within an organization, community and society. To this end, research in various areas of knowledge, such as the link between knowledge and innovation, can help to understand the extent to which AI can mitigate the obstacles inherent to human knowledge.

3.2.2 Economic Intelligence

Products arising from the use of Artificial Intelligence allow them to help people with their personal finances in making their own decisions, such as the automatic transfer of money to a financial application account, such as the use of agents that will analyze the data that a consumer may forget, through the systematization of check-ins on smartphones or social networks, to inform the consumer of his behavior in relation to the costs incurred.

The development of financial algorithms involves the use of complex AI systems to make decisions about the pace of their business, using faster decision-making speeds than a person, being able to carry out millions of transactions daily without human intervention.

Within this context, robots are becoming increasingly utilized in the investment management sector, where these agents provide financial consulting and portfolio management with minimal human intervention, work on algorithms designed to automatically develop a financial portfolio based on client's investment objectives and risk tolerance that can adapt real-time changes in the market and adjust conveniently and optimized the portfolio of a financial application.

Algorithmic trading involves the use of complex AI systems for making business decisions at faster speeds than anyone, usually making millions of transactions a day without human intervention, where automated trading systems are increasingly used by large institutional investors.

Several financial institutions have been investing in AI mechanisms to assist them in their investment practices in market analysis and data mining in the company and with clients to assist them in making investment decisions. Its wide range of features includes the use of natural language processing to read texts such as news, broker reports and social media inserts. An AI mechanism for extracting data and information to develop consumer profiles and associate them with the best real-time wealth management and investment decision making products.

Several emerging products use AI to help people with their personal finances, for example, automatic consumer aid applications to optimize their spending and savings based on their own habits, customs and personal goals, which allow the analysis of factors such as monthly income, current balance and consumption habits, so that their own decisions are subsequently made, and transfer of capital made available to a financial application account, making the use of agents that analyze the data that a consumer could eventually forget, and *systematically checking in through* the use of smartphones and social networks, informing the consumer about their behavior in relation to the expenses incurred.

3.2.3 Health

In hospitals, artificial neural networks begin to be used as support systems for clinical decision-making for medical diagnosis. A medical consultation and diagnosis can be performed through the use of AI, and mainly because of the pan demies, applications are increasingly being developed that allow computer-assisted diagnosis of medical examinations and images, in which these systems help to perform a diagnosis from clinical examination results, and digitize digital images, for typical appearances and for evidence of ostentatious cuts, such as possible detection of diseases or infections.

We can highlight some examples of applications that use AI for health use:

- Follow-up robots for the care of the elderly;
- Medical extraction report to provide more useful information for medical analysis;
- Establish procedures for the treatment and provision of medical consultations based on the use of a database;
- Use of assistance robots for repetitive tasks, including drug management;
- Creation of new medicines based on organic elements;
- Use of avatars instead of patients for clinical training;
- Prediction of progression of a disease establishing the probability of death occurring through surgical procedures.

3.2.4 Durability and Environment

We can consider that today AI is part of our daily lives, providing several innovative applications that improve our society in terms of assistance, safety and comfort and the environment. Currently through applications we can interpret images and analyze videos automatically. Through connected cameras, AI applications allow understanding of the environment, being able to make predictions to anticipate our needs and behaviors. A Smart Environment characterizes all the elements that are part of a city, such as homes, transportation system and workplaces, all well integrated into the smart environment, where each camera becomes a platform connected to new "applications" that greatly improve our quality of life.

The exponential growth in the amount of data and information (Big Data) comes from database, different types of sensors, messages on social media sites, digital images and videos published online, transactional records of online shopping or GPS signals from mobile phones etc. and constitute large volumes of information.

The goal of AI is to enable a machine to perform functions normally associated with human intelligence: understanding, reasoning, dialogue, adaptation and primarily learning, and especially the ability to process Big Data and learn data models and a certain potential in developing environmental actions and launching sustainable development programs for an intelligent city.

When talking about AI and Big Data, you can raise major concerns about possible inappropriate deviations and use of this information. In the collective imagination, AI rhymes with dystopia, a dictatorship of control or alienation of man by the machine. However, many concrete solutions to climate issues are emerging and are in the experimental phase. In fact, thanks to its inherent ability to process data, AI can optimize existing processes and create a new usage model.

Finally, the use of AI in a smart city allows the optimization of the use of natural resources in companies, mainly automating the analysis of energy consumption. In this sense, the high quality of AI is to facilitate the rationalization of sustainable development. For example, a pollution sensor allows real-time measurements of air quality and can be used to experience solutions and their impacts. It is also possible to improve water distribution in a city by considering a reduction in water consumption from AI analysis.

3.2.5 Urban infrastructure and buildings

As far as the infrastructure of a Smart City is concerned, collaborative robots have become common place in urban planning and revitalization projects in a city. often attributed to jobs considered dangerous to humans, proving to be more effective in very repetitive tasks that can lead to errors or accidents due to lack of focus and other factors. employment that is not convenient for people's physical and psychological health.

The economic impact of the technological-industrial revolution related to AI, robotics and home automation is hindering all sectors, but especially the secondary sector, which must continue to affect our civilization, just as the 1st Industrial Revolution has profoundly changed the world. humanity.

Currently many workplaces, especially factories are already equipped with sensors used to collect vital information, which allow to help optimize services. Predictive and prescriptive analysis will predict and quantify the impact of the arrival of new technologies to make the best possible decisions.

The correct use of AI applied to residential areas may provide for risk situations, such as the possibility of leaks and losses, as well as the possibility of quickly diagnosing the cause of it. The safety of public roads and construction sites can be strengthened, and can go further in terms of safety, through of facial recognition and the area, to determine if a person outside the work environment is trying to infiltrate this area.

Through automation and management of operations in quality control and compliance will help technicians deal with complex issues that can go unnoticed and can be applied to food control in school restaurants, allowing to regularly deal with defective batches and potentially dangerous to the consumer, with possible machine failures that can damage a product.

Traceability can therefore be optimized with the invaluable help of AI. It is also important to emphasize that our planet is burning. Awareness is finally starting, and that's where AI is a great tool for limiting the impact of energy consumption on buildings that incorporate this tool into your initial project. For example, it is now possible to treat wastewater from industries, including oil (which consume a lot of water) through AI and thus deal with the phenomena of drought, polluted water treatment and redistribute directly into agriculture.

It is also important to emphasize that our planet has undergone enormous transformations due to a lack of awareness of people, and AI can be a great tool to limit the impact of energy consumption on buildings that incorporate this tool into your initial project. For example, wastewater treatment industries, including oil that consume a lot of water, through AI, with the phenomena of drought, polluted water treatment and redistribution directly in agriculture.

3.2 6 Mobility and Transport

A Smart City with fuzzy logic controllers can be implemented through the automated transmission of information from transport vehicles, such as cars that may have a Fuzzy Logic controller, public transport. Many cars already have some AI-based driver assistance features, such as advanced automatic parking and bot navigation control, enabling better handling and obstacle prevention and object recognition.

AI can also be used to optimize traffic management applications, reducing wait times, power consumption, and control of clean emissions. In the future, fully autonomous cars will be developed, and AI must provide safe, efficient and reliable transportation while minimizing the impact on the environment and communities.

Finally, we can consider that the main challenge in the development of applications using AI is the fact that transport systems are inherently complex, involving a very large number of different components and parts, each with specific and often conflicting objectives.

3.2.7 Culture, entertainment and tourism

Various applications can be implemented through AI in cultural and entertainment venues and leisure parks. To manage customer relationships, explore the site or enrich the experience of visiting with special effects, interactivity of attractions with the use of Virtual Reality (VR) and Augmented Virtual (VA) and mixed realization (VR-VA) for virtual tourism that should add value to a Smart City. To this end, it is impossible to resolve the inevitable problems related to cybersecurity and legal liability.

We can consider the existence of a wide range of possibilities for applying AI in the tourism sector, ranging from hyper personalization of services to intelligent equipment management, through intelligent guidance or automatic production of editorial content, where even small companies can develop projects that integrate AI, provided they demonstrate agility, adequate management capacity and control of information and data (Big Data).

3.2.8 Safety

Data is an essential part of the process, but diligence is the same way we know cybercriminals are usually one step ahead. However, AI with the advancement of technology and the amount of data that travels through networks has much to learn and keep business secure and can be used for the development of cybersecurity systems, being based on the technical skills of those who implement and design the technology, that is, the development manager will not have the right to error.

Not being able to make mistakes is a huge task, where many lines of code must be written and verified to ensure that the software companies they use to protect their network are free of vulnerabilities, and to ensure full control, security companies should be able to learn from existing data using the concept of machine learning.

Through machine learning, companies can develop technologies that can pass malicious AI testing (malware). This is partially possible thanks to the large amount of data present in corporate networks and usable by machines for analysis and learning purposes.

This visibility and capabilities allow Information Technology professionals to make significant progress in their search for an AI capable of autonomously protecting large-scale connected networks that will expand further with the current growth of the Internet of Things (IoT), which poses a significant threat, where this technology is more prone to security breaches, justifying the use of AI solutions for risk mitigation, where knowledge gained through data processing and analysis allows networks to be programmed to automatically perform certain actions in response to malicious behavior.

3.2.9 Intelligence and Data Protection

The visibility and resources made available in a Smart City will allow Information Technology (IT) to play a key role, and the development of AI algorithms to be able to autonomously protect large-scale connected networks that will expand further with the current growth of the Internet of Things (IoT)

IoT poses a significant security threat, where this technology is more prone to security breaches, justifying the use of AI solutions for risk mitigation, where knowledge gained through data processing and analysis allows networks to be programmed to automatically perform certain actions in response to suspicious behavior (malware).

Individuals considered suspects will be required to authenticate again, and threats deemed obvious will be quarantined for verification and analysis. In the event of a security breach, through AI a knowledge base can be implemented to assign a risk score to the threat, helping the security team to quickly detect and combat advanced cyber-attacks. Through the use of a set of corporate networks, AI and machine learning will help you understand, systematize, and respond to the various forms of threat that may occur through cyber-attacks.

3.2.10 Governance and Politics

AI can be used for the governance of a connected smart city, thus providing a significant gain in city productivity and improved quality of services, with features such as the implementation of essential alerts to governance, such as risk of loss of economic independence, lack of governance of transformations, underestimation of impacts on everyday life, possibility of pandemics, and especially in the world of work and inventiveness required in the accompaniments, in particular by the training mechanism.

The use of AI-based media analytics can represent a multimedia search facilitator, creating a set of descriptive keywords for a multimedia element, checking the media content of a subject (such as verifying the relevance of content for a television viewing time), image analysis using object recognition techniques, or facial recognition, or video analysis for the recognition of relevant scenes, objects or faces, automatic speech recognition for storage purposes or for other purposes. Some apps are aimed at analyzing audiovisual media content, such as movies, television shows, advertising videos, or user-generated content, and detecting celebrity logos, products, or faces for serving relevant ads.

One of the perspectives for the use of AI in the governance of connected cities are the productivity gains of a city and the improvement of the quality of services, as essential alerts: risk of loss of economic independence, lack of governance of transformations, underestimation of impacts on the city. everyday life, especially in the world of work, and inventiveness required in the accompaniments, especially by the training equipment.

The use of AI-based media analytics can represent a multimedia search facilitator, creating a set of descriptive keywords for a multimedia element, checking the media content of a subject (such as verifying the relevance of content for a television viewing time), image analysis using object recognition techniques, or facial recognition, or video analysis for the recognition of relevant scenes, objects or faces, automatic speech recognition for storage purposes or for other purposes. Some apps are aimed at analyzing audiovisual media content, such as movies, television shows, advertising videos, or user-generated content, and detecting celebrity logos, products, or faces for serving relevant ads.

AI is implemented in automated online assistants; they can be avatars on web pages and can benefit companies to reduce their operational and training costs and optimize communication with customers to improve this aspect. of the company. Applications are also developed for sign recognition (understanding of sign language by machines), individual speech recognition, global voice recognition (of several people in a noisy room), facial recognition for the interpretation of emotions and nonverbal signals.

Today, many telecommunications companies use heuristic research in workforce management, in a scheduling application that provides employee skilled hours. Several AI tools are also widely implemented in the areas of national security, voice and text recognition, data mining, and email spam filtering.

3.2.11 Citizenship (social and solidarity)

In the field of human resources and social actions for a population, AI can be used for the screening of curricula and classification of candidates for jobs and administrative functions, according to their level of qualification, as well as can be used as a mechanism for predicting the success and adaptability of candidates in certain functions, with information inserted in job search platforms available to the community aiming at their social insertion.

AI implements discussion bots that can automate repetitive communication tasks and can be used to transform structured data into intelligent comments and recommendations in natural language and to be able to write financial reports, executive summaries, sales documents, or custom marketing documents at a speed of thousands of pages per second and in multiple languages.

In this topic applications can be developed for sign recognition (understanding of signal language by machines), individual vocal recognition, global voice recognition (of several people in a room with noises), facial recognition for the interpretation of emotions and nonverbal signals. Today, many telecommunications companies use heuristic research in workforce management, in a scheduling application that provides employee skilled hours.

Several AI tools can also be implemented in the areas of national security, speech and text recognition, data mining, and email spam filtering.

4. Concept of Urbanity

4.1 The passage of the human being to the urban being

The development of the human species is exponential, and 2,000 years there was a population growth and 225 million people to more than 7 billion, and through industrial society, through mechanization, people moved closer to the cities and formed megacities. This led to a climate change still in progress, causing global impacts, added to the loss of biodiversity, essential for human life on the planet.

At the same time, digital technology is changing day-to-day practices, dematerializing the relationship with time, space and matter (Figure 3), directing an intelligent city, which would encompass the association of the concepts of demographic growth, climate change and the use of digital technology.

Figure 3: The use of digital systems (author: J.C. Frachet).



4.2 The need for a citizen approach and rationale

The use of technologies cannot be enacted to but be incorporated in a natural way into the everyday life of a citizen. Cooperation between human beings is therefore inevitable to face the changes that are already taking place and that will increase in the coming years, through each individual, and it is necessary to present a sense and understanding through explanation and training to citizens, knowledge and transmission of information should involve those who own it and those who receive it.

4.2.1 The transmission of learning

We can classify the learning of knowledge into three categories: Know-how, learning techniques and social skills.

A known database that can be numeric (represented by numbering bases), and analog (represented by a curve, drawing, or image).

Learning techniques are associated with information that is nothing more than a data transmission vehicle, i.e. digital information that can be defined as an interpreted data, while an analog data can be viewed and represented through a curve, drawing or image.

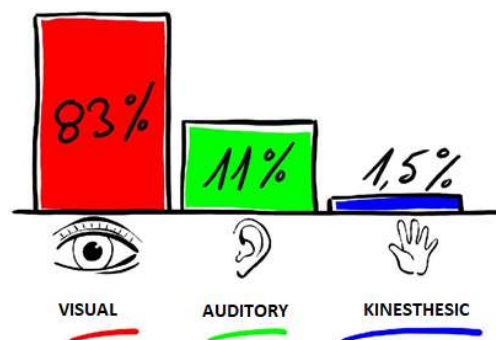
The knowledge of information can be understood from the behavioral point of view through tacit Knowledge that is not formalized and is difficult to transmit and explicit knowledge that is formalized knowledge, which can be transmitted in the form of reusable documents.

The use of knowledge in the context of the activity is called know-how or skills, and the conceptualization of this knowledge and skills and the experience of these work situations form what is called expertise.

4.3 Pedagography

The concept of pedagography is associated with the graphic representation of knowledge through images, panels and graphic representations, and can be used in the training and guidance of citizens in an intelligent village. This type of representation is justified by the context of a current world where information is constantly evolving dynamically, requiring a citizen to learn continuously, thus justifying the use of facilitation tools, such as graphism (Figure 4).

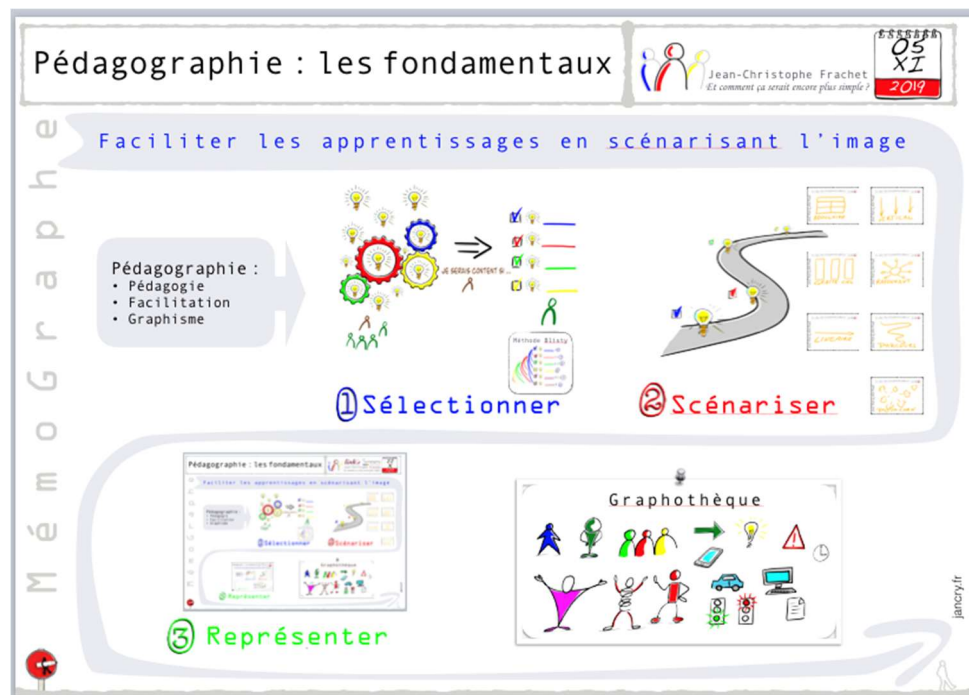
Figure 4: Graphing as a learning facilitator (author: J.C. Frachet).



4.5 Memography

Memography is a one-page document, preferably in A3 format, which facilitates the memory of the elements that were presented during training. It brings together the main elements that must be retained, where the information is inserted visually using graphical tools as facilitators of the representation.

Figure 4: Fundamentals of Memography (author: J.C. Frachet).



5. Methodological Procedures

5.1 Study Object

Present tools used for the development of methodologies dedicated to the sizing, modeling, optimization and modeling of intelligent cities from the use of AI techniques, machine learning and information technology (IT) that will allow the implementation of an intelligent city model, with data acquisition and information of interest and preparation of the report with your information, modeling, optimization, development and implementation of these algorithms and integration of different activities of smart cities.

This work presents the creation of methodologies for sizing, modeling, optimization and modeling of an intelligent city, providing a bibliographic and methodological basis using AI techniques, machine learning and information technology (IT) for the implementation of an intelligent city model through: Acquisition of data of interest and preparation of the report with your information; Modeling, optimization, development and implementation of these algorithms; Integration of different dynamic activities that constitute a *Smart City*.

Models for predicting the behavior of a *Smart City* (medium size) should establish the flow of activities and optimal allocation of resources to needs. Consequently, the forecast models to be used play a very important role, where a city's infrastructure may vary its dynamic behavior due to different factors (climatic and environmental, epidemic, economic, political, administrative, among others), and unrealistic approximations can lead to more situations using neural networks (Extreme Learning Machine, Multi-Layer Perceptron and Recurrent Neural Networks) and statistical and econometric models (Autoregressive AR, ARMA and ARIMA models).

The methodology proposed in this work for an intelligent city is based on the development of different steps that will allow the validation of a general methodology that aims to integrate HDS, AI and agent-based systems.

In order to improve competitiveness and optimize the different tasks existing in the company, such as the provision of services, planning and execution of tasks. The main stages of the development of this work will be described in detail below:

- **Modeling:** The development of models of an organization or company using hybrid dynamic systems.
- **Event identification and dynamic modeling:** identification of the necessary states and continuous dynamic modeling (stochastic or deterministic) for each state.
- **Integration of the hybrid dynamic model:** From the definition of the same in order to obtain a complete hybrid dynamic model organizational of the study.
- **Database and scheduling:** development of a database based on simulations and planning and scheduling algorithm, using metaheuristics or intelligent hybrid systems, for the tasks identified in the organization.
- **Agent-based model:** it is essential to integrate all parts of the value chain, integrating machines and humans, where it is allowing an optimized relationship between the entities involved in the organization.
- **Agent skills:** definition of the individual and collective skills of each agent, in order to distribute the tasks scheduled in the previous step and perform them in an optimized and decentralized manner, obeying the dynamics of a multi-agent system based on hólons.
- **Intelligent agents:** In the case of robotic agents and software, it is important to perform a modeling, control and development of an artificial intelligence system that allows a simple decision-making capability in the organization's environment and is therefore an intelligent agent.
- **IoT:** Definition and selection of items related to IoT and their relationship with the agents that integrate the system, such as network projection, protocols, data flow and use, definition of computer clusters, communication between agents.

- **Integration of the whole system:** As a synergistic and complementary set is carried out through the structured inclusion of a complex and comprehensive methodology. It allows a view of the organization from management to the specific execution of the defined tasks, which will result in greater competitiveness, reflected in the processes and services developed by the organization.

The different forecast models will be evaluated and selected based on the performance of each case and its predictability. From these predictive models, an optimization algorithm will allow the approach of the future behaviors of the different systems, distributing the flow of information in the most efficient way, resulting in a reduction of costs, and thus allowing an optimization of the costs of resources used.

5.2 Data Collection Procedures

Data collection for further analysis of the technologies present in the Fourth Industrial Revolution that were used in the implementation of smart cities was conducted in this article through a literature review, which was presented in summary terms in previous sessions. For this, the research was carried out in the databases of Science Direct, Web of Science and Scopus, chosen for their relevance. After the research, the most cited and relevant articles of each research were selected in all databases for analysis.

After the selection and analysis of the articles, data were collected for the articles that presented the main concept of intelligent cities, a development that characterized the second phase of the research. In these articles were identified the elements most addressed by scientists in the development of actions applied in the structuring of cities smart cities.

5.3 Data Analysis Procedures

The development of the Internet of Things, integrated systems and its global network (e.g., intelligent transport network that is used to regulate congestion), cyber-physical systems create new opportunities for building "smart city" and transition to the "smart economy" based on Industry 4.0. The development of Industry 4.0 will solve some resource and energy efficiency problems, urban production, demographic changes in megacities. Industry 4.0 makes production harmless to the urban environment.

With the implementation of technologies that were born in industry 4.0, analysis and development become intellectual, digital and integrated not only at the level of a simple factory or factory. These technologies provide not only vertical integration processes within the organization, from design and acquisition to production to logistics and service. Digital technologies create conditions for horizontal integration that goes beyond the "smart city" and promote automated value creation chains at local, regional, national and global levels. On the other hand, the development of "smart cities" as an objective of urban, industrial, economic, social, environmental policy promotes new digital integration of the modern economy. "Smart cities" are creating more attractive conditions for living, working, education, accumulating social and human capital, attracting financial resources for business development.

Smart cities can be considered as organized structures of the digital economy. Despite the terminological difference between the concepts "smart city" and "Industry 4.0", the concept of industry has always been an integral part of the concept of the city and can be considered properly substantiated.

New digital technologies are not only transforming simple production into internet of things-based value chains and physical cyber systems and creating new forms of interaction in production systems, but also creating new links between manufacturing, suppliers and customers. "Smart" technologies and solutions are going beyond production complexes, transforming logistics, marketing and other components of business processes at all levels of the economy into dimensions of country, region, city, transportation, energy systems and other infrastructure elements creating new urban environments - integrated, interconnected, equipped by Industry 4.0 tools. Industry 4.0 is creating industrial and technological foundations for emerging "smart cities" whose development and integration become an integral element of the digitization of the economy.

5. Results

In this article, the development of basic technological foundations of "smart city" was exposed through the evolution of this content conceptually with the idea that "smart cities" can be considered complex ecosystems whose management requires provision of constant access to basic resources without damage to the environment.

With the growing impact of new "digital" technologies on the urbanization process, current research is focusing on tools dedicated to digitizing citizens' public life and developing various information services.

The development of technologies such as Internet of Things, cloud computing, physical cyber systems, big data, among others, has made it possible to make the entire urbanization process smarter and can make it a reality: Urban planning and construction with the "smart home", production and businesses such as the "smart factory" and the "smart economy"; "intelligent management" and; the creation of conditions for the development of "smart populations".

In the light of the above, Industry 4.0 technologies are currently generating an essentially new infrastructure of the "smart city", creating new opportunities to solve particular problems in relation to resources and energy efficiency, organization of urban production, demographic changes in modern megacities. In turn, the development of the "smart city" becomes a form of new industrialization of the modern economy. Directions for further research can be taken through new political and economic measures that allow the promotion of "smart" urbanization based on new technologies of the 4th industrial revolution.

5.1 Use of facial knowledge for handling a vehicle

Below we will present a study of the displacement of a mobile vehicle in a smart village using AI libraries available for Python language.

A fundamental application in a smart city is easy recognition. An experimental platform was implemented in the laboratory using basically a computer with a digital camera and a mobile robotic device. Using a Python (scratch) language application using the Microsoft Cognitive Services library that recognizes a person's age through facial recognition thanks to the person's characteristics. Figure 5 shows the implemented program, and figure 6 shows the experimental results of facial recognition.

Figure 5: Program implemented in scratch language.

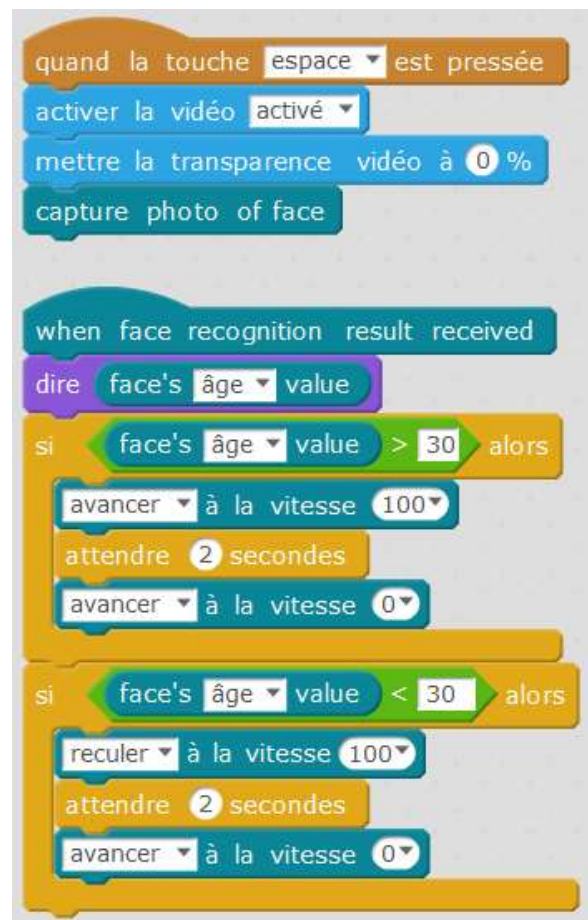
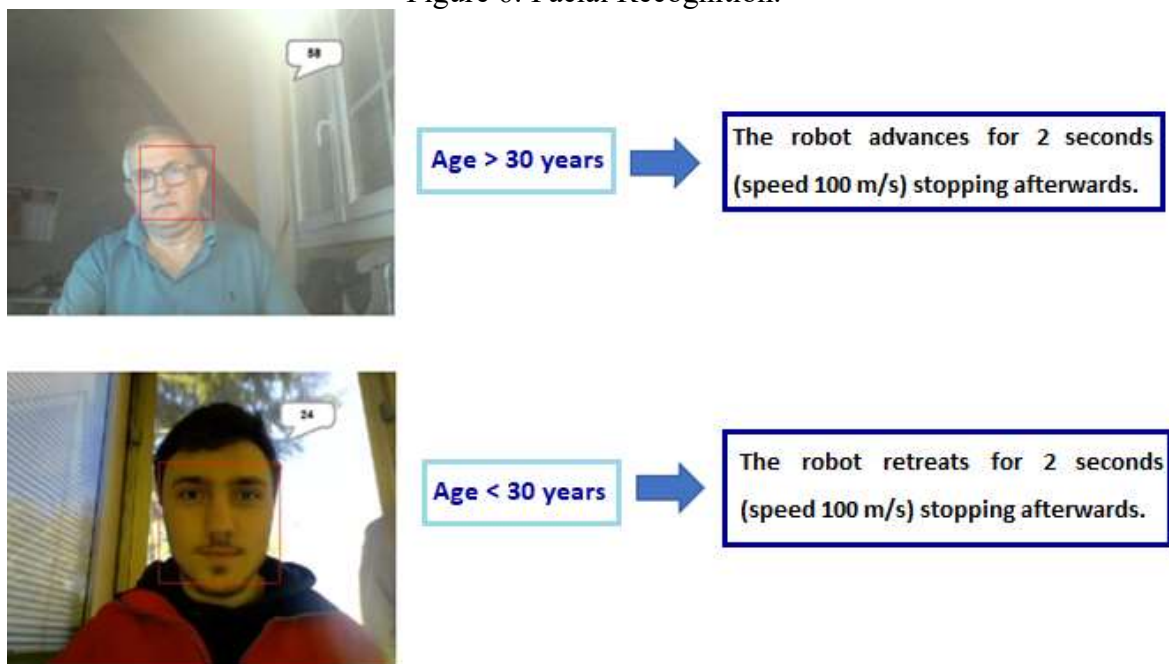


Figure 6: Facial Recognition.



6. Discussions

The use of Artificial Intelligence (AI), in the cities' routine, allows machines to learn through experiences and adjust to new data inputs, performing tasks like human beings.

IA is already present in the daily life of humanity, through applications and in large cities, in projects that involve the concept of Intelligent Cities, in which certain urban spaces are the stage of experiences of intensive use of communication technologies and urban management information.

Smart Cities have gained attention in recent years because of the increase in global urbanization. In 2014, the equivalent of 54% of the world's population lived in cities, with a tendency to grow by 1.84% per year by 2020, a scenario that creates demand for more efficient services.

The use of information and communication technologies – an integral part of Smart Cities and Industry 4.0 improves the action of public services and the results of public policies in areas such as security, mobility, better use of resources and sustainable development.

The greater the integration of Artificial Intelligence resources, the greater the intelligence of the city.

A smart city is based on several pillars, such as security, education, sustainability, mobility, among others, and AI must integrate each of them.

The use of Artificial Intelligence for security is very important, since it is possible to perform the control of access to cities, monitoring, facial recognition in the search for missing persons, in addition to integration with the Military Police, Civil and other authorities. The use of intelligent vehicles with vehicular DVR has also been a highlight, as well as the analysis of behavior of individuals in order to prevent kidnappings and thefts.

Through the monitoring and management of cities, it is possible to manage garbage collection, police patrols, monitoring of events, detecting fires, fire and smoke, vandalism and even earthquakes and floods, avoiding various tragedies and improving the quality and efficiency of public services.

The mobility of a Smart City improves exponentially when we apply AI, as it is possible, for example, to monitor traffic in real time, detect accidents even before they happen, and issue warnings and alerts to authorities.

The use of AI brings many benefits also to the health area and its application is extremely comprehensive. One example is the creation of systems in which the citizen can know if the medicine he needs is available in the public network or even if his doctor is available for consultations, making the service more efficient.

The use of new technologies, such as solar panels for energy capture, also makes cities smarter and promotes the use of clean energy, supplying electric cars, thus giving rise to more solutions to the issue of urban sustainability.

To make a city smart, rather there is a need for the process of digitalization, because to use the Tools of Artificial Intelligence is concise that there is connectivity and energy. These areas are all interconnected, because the integration of equipment, data and information depends on connectivity.

The smarter the city, the greater the number of cameras, which will generate a higher demand for monitoring all videos produced in real time. Consequently, this motivates a smaller number of people involved in the visual monitoring process, which is called the blindness paradox: the more cameras installed, the less human attention to events. It is in this case that I A comes in, because it takes care of this task, generating alerts of what really needs to be monitored by human eyes, facilitating work and optimizing processes.

We realize that the use of Artificial Intelligence will be increasingly recurrent, not only in the " Smart Cities "but also in the routine of the citizen as a whole. Investing in efficient equipment and tools allows more and more people's quality of life and life in cities to become easier.

7. Conclusions

The smart city project should integrate different areas of engineering knowledge, including Mechatronics, AI, Information and Communication Technology, Urban Management and Sustainable Development and the development of virtual applications, and through this integration we will conduct an in-depth study for the application of concepts, generating as main result the implementation of applications and case studies using Python language based on architecture proposed in this research.

The improvement of the concepts described in this work can be implemented through the results obtained through case studies applied to a Smart City, resulting from the methodology proposed in this work, being extremely important to contemplate possible improvements of the different processes. Among the main advantages associated with the work we can consider the improvement of the service time, cost reduction, and a higher user satisfaction index. Through the development of this research work it is planned to implement other projects in relation to national or international public or private socioeconomic partners: international institutions and networks, SMEs, start-ups, etc.

It is important to emphasize that the participating institutions and researchers involved in this project have complementary scientific experience with the national and international scientific community proven in the field of mechatronics, computing, specialized systems and Information and Communication Technology, IoT and Urban Management, capable of empowering researchers, developing and validating the theme proposed in this scientific cooperation project.

Through the development of this research project, it is expected that the results obtained create a comprehensive information tool for a Smart City accessible to all and aimed primarily at the community. It is essential to have a vision that allows the convergence and synergy of these areas of knowledge, which is crucial in the research area and from the commercial point of view.

The verification of the methodology, using techniques of simulation of hybrid dynamic systems, and through the improvement of the different intelligent hybrid systems implemented in the case of intelligent city study. Thus, have an optimization in time along with a reconfiguration capacity, flexibility and adaptability of the scheduling system and the different agents involved.

This work suggests the formal service modeling that integrates an intelligent city, using AI, HDS, IoT tools and its agent-based modeling for modeling and optimization of processes and services, validated through a case study with the institutions and researchers participating in this project, has complementary scientific experience with the national and international scientific community proven in the field of mechatronics, computing, specialized systems and Information and Communication Technology, IoT and urban management, able to train researchers, develop and validate the theme proposed in this project. scientific cooperation.

The expected results are analyzed through its validation through the formal definition of a general-purpose methodology applied to the intelligent hospital, which integrates AI, HDS, IoT and agent-based modeling for modeling and optimization of processes, services and execution of hospital tasks. a company, which will be validated through a case study in a smart city.

Another important result will be the verification of the methodology, using hybrid dynamic systems simulation techniques and the improvement of the different intelligent hybrid systems implemented in the case of intelligent city study. Thus, have an optimization in time along with a reconfiguration capacity, flexibility and adaptability of the scheduling system and the different agents involved.

8. References

BENGIO YOSHUA (2009): Learning Deep Architectures for AI. Foundations and Trends in Machine Learning. Vol. 2 No 1. DOI 10.1561/2200000006.

BRADLEY, D.; RUSSELL, D. ; FERGUSON, I. ; et al. (2015): The Internet of Things – The future or the end of mechatronics. Mechatronics, v. 27, p. 57–74, Elsevier Ltd.

BUCHNER, R.; WURHOFFER, D.; WEISS, A.; TSCHELIGI, M. (2012): "User experience of industrial robots over time," Human-Robot Interaction (HRI), 2012 7th ACM/IEEE International Conference on, vol., no., pp.115,116, 5-8 March 2012.

CHA ZHANG; ZHENGYOU ZHANG (2014): "Improving Multiview face detection with multi-task deep convolutional neural networks," Applications of Computer Vision (WACV), 2014 IEEE Winter Conference on, vol., no., pp.1036,1041, 24-26 March 2014. DOI: 10.1109/WACV.2014.6835990.

CHAO SHANG, FAN YANG, DEXIAN HUANG, WENXIANG LYU (2014): Data-driven soft sensor development based on deep learning technique, Journal of Process Control, Volume 24, Issue 3, March 2014, Pages 223-233, ISSN 0959-1524, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jprocont.2014.01.012>.

FAROOQ, U.; HASAN, K. M.; ASAD, M.U.; SALEH, S.O. (2012): "Fuzzy logic-based wall tracking controller for mobile robot navigation," Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2012 7th IEEE Conference on, vol., no., pp.2102,2105, 18-20 July 2012.

FLORIAN N., SORIN-AUREL M. (2014): A Machine Learning Approach for Abstraction based on the Idea of Deep Belief Artificial Neural Networks, Procedia Engineering, Volume 69, 2014, Pages 1499-1508, ISSN 1877-7058, <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.147>.

HAO LIU, BINGPENG MA, LEI QIN, JUNBIAO PANG, CHUNJIE ZHANG, QINGMING HUANG (2015): Set-label modeling and deep metric learning on person re-identification, Neurocomputing, Volume 151, Part 3, 3 March 2015, Pages 1283-1292, ISSN 0925-2312.

INCHUL SONG; HYUN-JUN KIM; JEON, P.B. (2014): "Deep learning for real-time robust facial expression recognition on a smartphone," Consumer Electronics (ICCE), 2014 IEEE International Conference on, vol., no., pp.564,567, 10-13 Jan. 2014. DOI: 10.1109/ICCE.2014.6776135.

JIMENEZ R., PRIETO F., GRISALES V. (2012): "Video surveillance for monitoring driver's fatigue and distraction". Optics, Photonics, and Digital Technologies for Multimedia Applications II Brussels, Belgic, 2012.

JIMENEZ M., R.; LOPEZ, J. D. (2013): "Trajectory planning for a robotic mobile using fuzzy c-means and machine vision," Image, Signal Processing, and Artificial Vision (STSIVA), 2013 XVIII Symposium of, vol., no., pp.1,4, 11-13 Sept. 2013.

JUNYING GAN, LICHEN LI, YIKUI ZHAI, YINHUA LIU (2014): Deep self-taught learning for facial beauty prediction, Neurocomputing, Volume 144, 20 November 2014, Pages 295-303, ISSN 0925-2312, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2014.05.028>.

KONSTANTINOS CHARALAMPOUS, ANTONIOS GASTERATOS (2014): A Tensor-Based Deep Learning Framework, Image and Vision Computing, Available online 12 August 2014, ISSN 0262-8856.

LÄNGKVIST M., LARS K., AMY L. (2014): A review of unsupervised feature learning and deep learning for time-series modeling, Pattern Recognition Letters, Volume 42, 1 June 2014, Pages 11-24, ISSN 0167-8655.

LEITÃO, P.; RODRIGUES, N.; BARBOSA, J.; TURRIN, C.; PAGANI (2015): A. Intelligent products: The grace experience. Control Engineering Practice, v. 42, p. 95–105, 2015.

MUHAMMAD WAQAS SHAH, S.; PASHA (2017): M. IoT-Based Smart Health Unit. Journal of Software, v. 12, n. 1, p. 45–32, 2017.

NAN-NAN, J., JIANG-SHE Z., CHUN-XIA, Z. (2014): A sparse-response deep belief network based on rate distortion theory, Pattern Recognition, Volume 47, Issue 9, September 2014, Pages 3179-3191, ISSN 0031-3203, <http://dx.doi.org/10.1016/j.patcog.2014.03.025>.

OCHIAI, T.; MATSUDA, S.; XUGANG LU; HORI, C.; KATAGIRI, S. (2014): "Speaker Adaptive Training using Deep Neural Networks," Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2014 IEEE International Conference on, vol., no., pp.6349,6353, 4-9 May 2014. DOI: 10.1109/ICASSP.2014.6854826.

PRASANNA TAMILSELVAN, PINGFENG WANG (2013): Failure diagnosis using deep belief learning based health state classification, Reliability Engineering & System Safety, Volume 115, July 2013, Pages 124-135, ISSN 0951-8320, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2013.02.022>.

RIOUX-MALDAGUE, L.; GIGUERE, P. (2014): "Sign Language Fingerspelling Classification from Depth and Color Images Using a Deep Belief Network," Computer and Robot Vision (CRV), 2014 Canadian Conference on, vol., no., pp.92,97, 6-9 May 2014. DOI: 10.1109/CRV.2014.20.

ROSARIO (2005): J. M., Principles of Mechatronics. 1^a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

SANGWOOK KIM, YONGHWA CHOI, MINHO LEE (2015): Deep learning with support vector data description, Neurocomputing, Volume 165, 1 October 2015, Pages 111-117, ISSN 0925-2312.

SANGWOOK KIM, ZHIBIN YU, RHEE MAN KIL, MINHO LEE (2015): Deep learning of support vector machines with class probability output networks, *Neural Networks*, Volume 64, April 2015, Pages 19-28, ISSN 0893-6080.

SCHMIDHUBER, J. (2015): Deep learning in neural networks: An overview, *Neural Networks*, Volume 61, January 2015, Pages 85-117, ISSN 0893-6080.

SHUSEN ZHOU, QINGCAI CHEN, XIAOLONG WANG (2013): Active deep learning method for semi-supervised sentiment classification, *Neurocomputing*, Volume 120, 23 November 2013, Pages 536-546, ISSN 0925-2312, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2013.04.017>.

XIAODONG C.; GOEL, V.; KINGSBURY, B. (2014): "Data Augmentation for deep neural network acoustic modeling," *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2014 IEEE International Conference on, vol., no., pp.5582,5586, 4-9 May 2014. doi: 10.1109/ICASSP.2014.6854671.

XUE YUN, C.; SHIMING, X.; CHENG-LIN, L.; CHUN-HONG, P. (2014): "Vehicle Detection in Satellite Images by Hybrid Deep Convolutional Neural Networks," *Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE*, vol.11, no.10, pp.1797,1801, Oct. 2014. DOI: 10.1109/LGRS.2014.2309695.

YANMING GUO, YU LIU, ARD OERLEMANS, SONGYANG LAO, SONG WU, MICHAEL S. LEW (2015): Deep learning for visual understanding: A review, *Neurocomputing*, Available online 26 November 2015, ISSN 0925-2312.

YAQING ZHANG, XI LI, ZHONGFEI ZHANG, FEI WU, LIMING ZHAO (2015): Deep learning driven block wise moving object detection with binary scene modeling, *Neurocomputing*, Volume 168, 30 November 2015, Pages 454-463, ISSN 0925-2312, <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2015.05.082>.

YUAN DONG, YINAN LIU, SHIGUO LIAN (2015): Automatic age estimation based on deep learning algorithm, *Neurocomputing*, Available online 30 November 2015, ISSN 0925-2312.

YUN BAI, ZHIQIANG CHEN, JINGJING XIE, CHUAN LI (2016): Daily reservoir inflow forecasting using multiscale deep feature learning with hybrid models, *Journal of Hydrology*, Volume 532, January 2016, Pages 193-206, ISSN 0022-1694.

ZEILER M.D., FERGUS R. (2014): Visualizing and Understanding Convolutional Networks. In: Fleet D., Pajdla T., Schiele B., Tuytelaars T. (eds) *Computer Vision – ECCV 2014*. ECCV 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8689. Springer, Cham.

ZHAO Y.; XIAORUI W.; BO XU (2014): "Exploring one pass learning for deep neural network training with averaged stochastic gradient descent," *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2014 IEEE