



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

CAROLINE DA SILVA SANTOS

**USOS DA INTERNET DAS COISAS EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS
BAIANAS**

**Salvador
2023**

CAROLINE DA SILVA SANTOS

**USOS DA INTERNET DAS COISAS EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS
BAIANAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Souza Couto.

**Salvador
2023**

SIBI/UFBA/Faculdade de Educação – Biblioteca Anísio Teixeira

Santos, Caroline da Silva.

Usos da internet das coisas em duas escolas públicas baianas / Caroline da Silva Santos. - 2023.

148 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Souza Couto.

Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2023.

1. Tecnologia educacional. 2. Internet das coisas. 3. Internet na educação. 4. Ensino fundamental - Inovações tecnológicas. 5. Escolas públicas. I. Couto, Edvaldo Souza. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. III. Título.

CDD 371.334 - 23. ed.



Universidade Federal da Bahia
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO (PGEDU)

ATA Nº 1

Ata da sessão pública do Colegiado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO (PGEDU), realizada em 10/04/2023 para procedimento de defesa da Dissertação de MESTRADO EM EDUCAÇÃO no. 1, área de concentração Educação, Sociedade e Práxis Pedagógica, do(a) candidato(a) CAROLINE DA SILVA SANTOS, de matrícula 2020104759, intitulada USOS DA INTERNET DAS COISAS EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS BAIANAS. Às 15:00 do citado dia, Defesa Remota - Conferencia Web, foi aberta a sessão pelo(a) presidente da banca examinadora Prof. Dr. EDVALDO SOUZA COUTO que apresentou os outros membros da banca: Profª. Dra. BARBARA COELHO NEVES e Prof. Dr. KAIO EDUARDO DE JESUS OLIVEIRA. Em seguida foram esclarecidos os procedimentos pelo(a) presidente que passou a palavra ao(à) examinado(a) para apresentação do trabalho de Mestrado. Ao final da apresentação, passou-se à arguição por parte da banca, a qual, em seguida, reuniu-se para a elaboração do parecer. No seu retorno, foi lido o parecer final a respeito do trabalho apresentado pelo(a) candidato(a), tendo a banca examinadora **aprovado** o trabalho apresentado e **recomendado a sua publicação em livro, além de artigos científicos**, sendo esta aprovação um requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre. Em seguida, nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão pelo(a) presidente da banca, tendo sido, logo a seguir, lavrada a presente ata, abaixo assinada por todos os membros da banca.

Kaio Eduardo de Jesus Oliveira

Dr. KAIO EDUARDO DE JESUS OLIVEIRA

Examinador Externo à Instituição

Dra. BARBARA COELHO NEVES, UFBA

Examinadora Interna

Edvaldo Souza Couto

Dr. EDVALDO SOUZA COUTO, UFBA

Presidente

Caroline da Silva Santos

CAROLINE DA SILVA SANTOS

Mestrando(a)

Dedico este trabalho à minha querida mãe, a quem agradeço as bases que deu para me tornar a pessoa que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Transcrevo aqui o meu sentimento de gratidão com a conclusão deste processo formativo:

Sou grata a Deus, pelo amor, cuidado e proteção durante todo o percurso desta caminhada.

Agradeço à minha mãe pelos ensinamentos, pelo amparo, pela certeza de nunca estar sozinha, pelo amor infinito que nos une.

Ao meu esposo, Fernando, meu amigo e meu amor, agradeço por acreditar nesse sonho, compreendendo minhas ausências e impaciências, mas sempre incentivando a seguir em busca deste objetivo, mergulhando no meu universo com seu apoio incondicional em todas as fases desta pesquisa: aulas remotas, viagens para as visitas técnicas, na busca por atualidades, encurtando as dificuldades.

Sou grata à minha irmã, que me auxiliou e compreendeu a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Agradeço ao Professor Dr. Edvaldo Souza Couto pela orientação, acolhimento e ensinamentos, sempre acreditando neste estudo desafiador em expansão na Educação, ajudando a superar os obstáculos.

Gostaria de agradecer à Professora Bárbara Coelho Neves, da FACED-UFBA, pelos ensinamentos essenciais para essa pesquisa.

Aos professores e colegas da FACED-UFBA pelas trocas que possibilitaram ampliar os horizontes.

À Universidade Federal da Bahia pela sua trajetória, história e seu protagonismo político e institucional, referência na defesa da educação pública de qualidade e inclusiva.

Quando não houver esperança

Quando não restar nem ilusão

Ainda há de haver esperança

Em cada um de nós

Algo de uma criança

Enquanto houver Sol

Enquanto houver Sol

Ainda haverá

Enquanto houver Sol

(Britto, Sérgio. Titãs)

USOS DA INTERNET DAS COISAS EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS BAIANAS

RESUMO

Considerando que a escola na contemporaneidade vivencia o cenário das inovações tecnológicas, com o impulso de novas tecnologias digitais e inteligentes incorporadas as novas formas de pensamentos, de organização e de construções, a agregação de objetos à internet, de modo inteligente e sensorial, denominada de Internet das Coisas (IoT), do inglês *Internet of Things*, já está presente nos ambientes educacionais e a sua expansão e complexidade são vistas como uma revolução tecnológica e desafiadora para as instituições educacionais. Frente a isso, o objetivo da pesquisa foi analisar as experiências da aplicação da IoT, em duas escolas públicas, municipais, de ensino fundamental do estado da Bahia. Foi adotado o método qualitativo, de caráter descritivo e analítico, focalizando a análise do estudo empírico. Nesse contexto, foi delineada a pesquisa através da descrição detalhada dos dados e da análise do que foi levantado em ambientes físicos e virtuais, e no estudo do campo empírico para compreender as características, aplicabilidade, possibilidades e desafios da IoT, delineando-a no campo educacional. As duas escolas estudadas foram o Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC), no município de Vitória da Conquista – BA e a Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, localizada na cidade de Mata de São João - BA. Selecionamos três professores e o (a) diretor (a) das duas escolas para conhecer as suas percepções da aplicação da IoT, as relações desta tecnologia com as práticas educacionais e os processos de ensino-aprendizagem. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, com a finalidade de compreender as perspectivas e consequências dos avanços da IoT no ambiente escolar, incluindo questões de segurança e privacidade de dados. Os resultados deste estudo apontam que a IoT é objeto de atenção na educação, traz novas possibilidades para o contexto educacional, transforma a comunicação, hábitos, habilidades e aprendizagem da comunidade escolar, transcendendo o uso apenas de um dispositivo tecnológico, ou de um espaço automatizado, ou de um ambiente inteligente. Foi possível perceber que o percurso da tecnologia nas escolas, precisa ser mais acompanhado e inserido no contexto dos professores, que precisam participar de todo o processo. Verificou-se que é indispensável ter um ambiente favorável e democrático nas escolas, com infraestrutura, garantia da lei, transparência para o uso de elementos de IoT nos seus espaços, para assegurar que os dados captados, dentro dos seus espaços, não sejam usados para outros fins, além dos supostamente educacionais.

Palavras-chave: Tecnologia Educacional; Internet das Coisas; Internet das Coisas na Educação; Ensino Fundamental; Escolas Públicas.

USES OF THE INTERNET OF THINGS IN TWO PUBLIC SCHOOLS IN BAHIA

ABSTRACT

Considering that the school in contemporary times lives in the scenario of technological innovations, with the impulse of new digital technologies and designers created as new forms of thoughts, organization and constructions, the aggregation of objects to the internet, in an intelligent and sensorial way, called Internet of Things (IoT), from the English Internet of Things, is already present in educational environments and its expansion and complexity are seen as a technological revolution and challenging for educational institutions. In view of this, the objective of the research was to analyze the experiences of the application of IoT in two public, municipal, elementary schools in the state of Bahia. A qualitative, descriptive and analytical method was adopted, focusing on the analysis of the empirical study. In this context, the research was outlined through the detailed description of the data and the analysis of what was surveyed in physical and virtual environments, and in the study of the empirical field to understand the characteristics, applicability, possibilities and challenges of IoT, outlining it in the field educational. The two schools studied were the Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC), in the municipality of Vitória da Conquista - BA and the Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, located in the city of Mata de São João - BA. We selected three teachers and the director of the two schools to learn about their evidence of the application of IoT, the relationships of this technology with educational practices and teaching-learning processes. Semi-structured interviews were conducted in order to understand the perspectives and consequences of IoT advances in the school environment, including security and data privacy issues. The results of this study indicate that IoT is an object of attention in education, it brings new possibilities to the educational context, transforms communication, habits, skills and learning in the school community, transcending the use of only a technological device, or a controlled space, or a smart environment. It was possible to perceive that the path of technology in schools needs to be more closely monitored and inserted in the context of teachers, who need to participate in the whole process. It was verified that it is essential to have a favorable and democratic environment in schools, with infrastructure, guarantee of the law, transparency for the use of IoT elements in their spaces, to guarantee that the data captured, within their spaces, are not used for fins other than the supposedly educational ones.

Keywords: Educational Technology; Internet of Things; Internet of Things in Education; Elementary School; Public schools.

USOS DEL INTERNET DE LAS COSAS EN DOS ESCUELAS PÚBLICAS DE BAHIA

RESUMEN

Considerando que la escuela en la contemporaneidad vive en el escenario de las innovaciones tecnológicas, con el impulso de las nuevas tecnologías digitales y los diseñadores crean como nuevas formas de pensamiento, organización y construcción, la agregación de objetos a internet, de forma inteligente y sensorial, denominado Internet of Things (IoT), del inglés Internet of Things, ya está presente en los entornos educativos y su expansión y complejidad se visualizan como una revolución tecnológica y un reto para las instituciones educativas. En vista de eso, el objetivo de la investigación fue analizar las experiencias de la aplicación de IoT en dos escuelas primarias públicas municipales en el estado de Bahía. Se adoptó un método cualitativo, descriptivo y analítico, con foco en el análisis del estudio empírico. En este contexto, la investigación se delineó a través de la descripción detallada de los datos y el análisis de lo relevado en ambientes físicos y virtuales, y en el estudio del campo empírico para comprender las características, aplicabilidad, posibilidades y desafíos del IoT, delineando en el campo educativo. Las dos escuelas estudiadas fueron el Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC), en el municipio de Vitória da Conquista - BA y la Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, ubicada en la ciudad de Mata de São João - BA. Seleccionamos a tres docentes y al director de las dos escuelas para conocer sus evidencias sobre la aplicación de IoT, las relaciones de esta tecnología con las prácticas educativas y los procesos de enseñanza-aprendizaje. Se realizaron entrevistas semiestructuradas para comprender las perspectivas y consecuencias de los avances de IoT en el entorno escolar, incluidos los problemas de seguridad y privacidad de datos. Los resultados de este estudio indican que IoT es un objeto de atención en la educación, trae nuevas posibilidades al contexto educativo, transforma la comunicación, los hábitos, las habilidades y el aprendizaje en la comunidad escolar, trascendiendo el uso de solo un dispositivo tecnológico, o un sistema controlado. espacio, o un entorno inteligente. Fue posible percibir que el camino de la tecnología en las escuelas necesita ser más monitoreado e insertado en el contexto de los docentes, quienes necesitan participar de todo el proceso. Se verificó que es fundamental tener un ambiente favorable y democrático en las escuelas, con infraestructura, garantía de ley, transparencia para el uso de elementos IoT en sus espacios, para garantizar que los datos captados, dentro de sus espacios, no sean utilizados para aletas distintas a las supuestamente educativas.

Palabras llave: Tecnología Educativa; Internet de las Cosas; Internet de las cosas en la educación; Enseñanza fundamental; Escuelas publicas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fachada principal do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC) - Vitória da Conquista -BA.....	27
Figura 2 - Fachada Principal da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos	28
Figura 3 - Principais grupos do sistema IoT.....	34
Figura 4 - Torradeira Sunbeam Deluxe Automatic Radiant Control à Internet.....	41
Figura 5 - Captura de vídeo da cafeteira da Sala Trajan.....	42
Figura 6 - Internet Digital DIOS Refrigerator	42
Figura 7 - Karotz	43
Figura 8 - Refrigerador LG InstaView Door-in-Door	44
Figura 9 - Aspirador Robô SAMSUNG JetBot 90 AI+	44
Figura 10 - Fritadeira Elétrica Tramontina by Breville Smart	45
Figura 11 - Fechadura Xiaomi Face Recognition Smart Door Lock X.....	45
Figura 12 - Smart Controle Universal Positivo	46
Figura 13 - Echo Dot (4ª Geração): Smart Speaker com Alexa	47
Figura 14 - Monitor inteligente de glicose	48
Figura 15 - Tecnologia de reconhecimento facial, verificação de temperatura e checagem do uso de máscara de proteção	49
Figura 16 - Apple Watch Series 7	50
Figura 17 - Pulseira Inteligente Schood	50
Figura 18 - Iluminação Inteligente na Ciclovía Novo Rio Pinheiros	52
Figura 19 - Tela OpenR do carro Mégane E-Tech Electric, da Renault.....	53
Figura 20 - Comunicação V2V e V2I.....	53
Figura 21 - Drones com transmissão de imagem on-line	55
Figura 22 - Robô entregador Amazon Scout	55
Figura 23 - A Internet das coisas “nasceu” entre 2008 e 2009	57
Figura 24 - Dispositivo global e crescimento da conexão.....	58
Figura 25 - Cartaz do 1º Congresso Brasileiro de Tecnologia, Sistemas e Serviços com RFID	60
Figura 26 - Circular Interno.....	84
Figura 27 - Circular em Tempo Real	85
Figura 28 - Ônibus Moradia	86
Figura 29 - Painéis Informativos	86

Figura 30 - Estacionamento.....	87
Figura 31 - Fila dos Restaurantes	87
Figura 32 - Smart Lock	88
Figura 33 - Smart Campus.....	89
Figura 34 - App Smart UFPA	90
Figura 35 - Smart Cities Innovation Center PUCRS.....	91
Figura 36 - Iluminação Inteligente	91
Figura 37 - Sala de Aula Inteligente	92
Figura 38 - Lousa Interativa	93
Figura 39 - Cantina Escolar Inteligente.....	94
Figura 40 - Smart School Bus	94
Figura 41 - Localização do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire.....	102
Figura 42 - Fachada Principal do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire ...	103
Figura 43 - Fachada Lateral do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire	103
Figura 44 - Camisa do Uniforme Inteligente.....	104
Figura 45 - Uniforme Inteligente CAIC - Vitória da Conquista-BA.....	105
Figura 46 - Registro do SMS enviado aos celulares dos pais ou responsáveis	106
Figura 47 - Reportagem da Folha de São Paulo	107
Figura 48 - Reportagem da BBC NEWS.....	108
Figura 49 - Reconhecimento Facial Escolar em escolas municipais de Mata de São João-BA	115
Figura 50 - Reportagem sobre Reconhecimento Facial Escolar em Mata de São João-BA .	116
Figura 51 - Localização da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos.....	117
Figura 52 - Fachada da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos.....	117
Figura 53 - Lateral da Escola João Pereira Vasconcelos	118
Figura 54 - Dispositivo de reconhecimento Facial Escolar – Ponto Id instalado na rede municipal de Educação de Mata de São João-BA.....	119
Figura 55 - Entrada dos alunos na escola para realizar o reconhecimento facial.....	120
Figura 56 - Aluna em frente ao dispositivo de Reconhecimento Facial Escolar.....	120
Figura 57 - Captura de face no dispositivo Ponto Id	121
Figura 58 - Fluxograma do processo de Reconhecimento Facial Escolar da escola estudada	122
Figura 59 - Página Digital para acesso ao Ponto Id Aluno.....	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultado da consulta realizada no Portal de Periódico da CAPES a respeito da quantidade de artigos publicados no período de 2016 a 2020, relativo à Internet das Coisas e Internet das Coisas e Educação.	18
Quadro 2 - Análise descritiva realizada no Portal de Periódicos CAPES a respeito dos artigos publicados no período de 2016 a 2020, relativo à Internet das Coisas e Educação.	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 A PESQUISA.....	24
1.2 METODOLOGIA.....	26
1.2.1 Campo Empírico: Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC) (Vitória da Conquista-BA) e Escola Municipal João Pereira Vasconcelos (Mata De São João - BA)	27
1.2.2 Sujeitos da Pesquisa	29
1.2.3 Instrumentos, Coleta de Dados e Procedimentos de Análise	29
2 INTERNET OF THINGS (IOT) OU INTERNET DAS COISAS	31
2.1 FUNCIONAMENTO	34
2.2 APLICAÇÃO	39
2.2.1 Smart Home	41
2.2.1.1 Eletroportáteis e Eletrodomésticos	41
2.2.1.2 Segurança e controles de consumo	45
2.2.1.3 <i>Smart Speaker</i>	46
2.2.2 Smart Healthcare (Saúde)	47
2.2.3 Smarts Cities - Cidades Inteligentes	51
2.2.3.1 Infraestrutura	51
2.2.3.2 Objetos móveis	52
2.2.3.3 Aplicativos móveis	56
2.2.4 Smart School	56
2.3 EVENTOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS.....	58
2.4 SEGURANÇA E PRIVACIDADE DE DADOS.....	67
2.5 LEGISLAÇÃO	70
3 INTERNET DAS COISAS NA EDUCAÇÃO	77
3.1 ALGUNS PROJETOS DE INTERNET DAS COISAS NAS INSTITUIÇÕES EDUCACIONAIS	81
3.1.1 Outras aplicações de IoT na educação	92
3.2. SEGURANÇA E PRIVACIDADE DE DADOS NA EDUCAÇÃO	97
4 UMA EXPERIÊNCIA DO USO DA INTERNET DAS COISAS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE VITÓRIA DA CONQUISTA-BA	102

4.1 O DIRETOR E PROFESSORES ENTREVISTADOS FALAM SOBRE O PROJETO UNIFORME INTELIGENTE	109
5 UMA EXPERIÊNCIA DO USO DA INTERNET DAS COISAS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE MATA DE SÃO JOÃO-BA	115
5.1 A DIRETORA E PROFESSORES ENTREVISTADOS FALAM SOBRE O PROJETO RECONHECIMENTO FACIAL ESCOLAR.....	123
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	131
REFERÊNCIAS	135
APÊNDICE A	147
APÊNDICE B.....	148

1 INTRODUÇÃO

A decisão de pesquisar sobre as tecnologias na educação surgiu ainda na graduação, no curso de Pedagogia, na Universidade Federal da Bahia, no ano de 2002. A partir desse encontro com o objeto de estudo, foi delineada a minha trajetória acadêmica e profissional na área da educação, que transita durante quase duas décadas, entre o meu ingresso na faculdade, até os dias atuais.

Como estudante universitária, sempre despertando olhares para a prática pedagógica e para as novas tecnologias na educação, estive em vários eventos educacionais relacionados com essa temática. Um dos projetos na Faculdade de Educação da UFBA que me chamou a atenção, foi o Tabuleiro Digital, que é considerado um projeto de Inclusão Digital, proposto pelo GEC (Grupo de Pesquisa em Educação, Comunicação e Tecnologias), com objetivo de integrar a comunidade acadêmica através da democratização do uso do computador e da Internet. Esse contato vai além do acesso à máquina, passa pela cidadania na interação, numa era de avanços na informação e comunicação.

A partir dessa experiência, inicio o meu percurso na área de educação e tecnologia. Desse modo, muitas atividades extracurriculares com foco nesse tema foram realizadas, durante os meus quatro anos de formação acadêmica, contribuindo significativamente na minha trajetória profissional e nas decisões após a formatura. Nesse percurso, tive contato, ainda na academia, com o Centro de Estudos e Assessoria Pedagógica do Colégio Antônio Vieira, onde realizei o curso de Tecnologias Educacionais, com oficinas nos laboratórios da própria instituição de ensino (Laboratório de robótica do ensino fundamental I—Vieirinha).

Depois da graduação, já vivenciando o cotidiano escolar em escolas particulares e públicas, utilizei, com mais frequência, os recursos tecnológicos nas minhas atividades pedagógicas, de modo a ressignificar a minha prática e potencializar o processo de ensino-aprendizagem. A partir desse momento, direcionei a minha trajetória para a Pós-graduação, cursando uma Especialização na área da Psicopedagogia, em que destaco o estudo sobre a aprendizagem humana e a construção do conhecimento. Posteriormente, já como servidora pública da Universidade Federal da Bahia, realizei outra especialização, em Produção de Mídias para Educação Online, na Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e, ainda dentro dessa temática, concluí o curso de Formação em Tutoria Online.

Tendo em vista o mestrado na área educacional, cursei algumas disciplinas como aluna especial de programas de Pós-Graduação *stricto sensu* da UFBA. Primeiro no Programa de Estudos Interdisciplinares sobre a Universidade (PPGEISU/UFBA), no componente

Tecnologias Educacionais na Universidade (HACC71) em 2014.2 e no Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE/UFBA), no Tópico Especial em Educação (TEE) Educação, Redes Sociais e Cultura Digital (EDCE49), no semestre letivo 2018.1, componente curricular ministrado pelo Professor Edvaldo Souza Couto. Foram nestes encontros que despertei o interesse em estudar a Internet das Coisas no campo educacional.

Nesse sentido, a justificativa deste estudo está pautada no âmbito pessoal e profissional, pela relevância acadêmica e profissional. A significância acadêmica sucedeu após ser realizado um levantamento de artigos com as temáticas “Internet das Coisas” e Internet das Coisas e Educação, por um período de cinco anos (2016–2017–2018–2019–2020) na plataforma de pesquisa do Portal de Periódicos CAPES¹, versão CAFE. Esse portal eletrônico de publicações científicas foi escolhido por conter coleções de produções científicas brasileiras de qualidade. Nessa verificação, observou-se que as publicações sobre a temática Internet das Coisas na educação ainda são poucas, então, há a necessidade de aprofundamento do tema.

No âmbito profissional, encontra-se em paralelo aos objetivos de se ter um olhar “panorâmico” sobre as contribuições, de participar como agente da educação de discussões sobre a temática, sobre as experiências e os desdobramentos da abordagem da Internet das Coisas na área educacional.

Nesse primeiro momento inicia-se uma investigação para fazer o estado da arte da pesquisa, na base de dados supracitada. O artigo científico foi escolhido como tipo de recurso e não outra publicação, como livro, dissertação, tese, devido essa fonte de pesquisa ser sucinta e completa, com métodos, técnicas e discussões de ideias em diferentes áreas do conhecimento. De acordo com Marconi e Lakatos (2013, p. 84), “os artigos científicos são pequenos estudos, porém completos, que tratam de uma questão verdadeiramente científica, mas que não se constituem em matéria de um livro”.

O início da pesquisa nesse ambiente começou pela revisão bibliográfica, seguida de ações como coleta de dados, mapeamento bibliográfico e análise descritiva dessas informações. Nesse processo, também foi realizado o agrupamento qualitativo e quantitativo de dados, separação por temas, áreas e categorias de análise e criação de tabelas que seguiram a seguinte sequência: ano, título, autor, local e resumo.

Na fase de separação das categorias de análise, a partir das releituras dos artigos selecionados, esta autora separou as produções em duas categorias:

1 Portal de Periódicos Capes *website*: www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?

i) Categoria 1: produções que abordam frutos do trabalho empírico sobre a tecnologia IoT no processo de ensino-aprendizagem;

Subcategorias: pesquisas centradas na implementação de modelos pedagógicos, com dispositivos e tecnologia Internet das Coisas;

ii) Categoria 2: Apresentam as pesquisas com foco em revisão de literatura, Internet das Coisas no contexto educacional;

Subcategorias; produções que indicam obter um diagnóstico acerca das iniciativas de Internet das Coisas para possível contribuição significativa da IoT para a educação.

Para a pesquisa no Portal de Periódico CAPES foram usados os seguintes filtros: pesquisa avançada, por título, tipo de literatura, recorte temporal e artigos revisados por pares. Os descritores utilizados, foram “Internet das Coisas” e “Internet das Coisas” AND educação”, que tiveram o auxílio do operador booleano “AND” na expressão “Internet das Coisas AND educação”, para que não fossem encontradas publicações com os assuntos separados (internet e educação) e das aspas duplas (“”), como conectores usados para detalhar mais a pesquisa do mapeamento das produções e procurar o assunto na totalidade “Internet das Coisas” e não separadamente, internet e coisas.

Quadro 1 - Resultado da consulta realizada no Portal de Periódico da CAPES a respeito da quantidade de artigos publicados no período de 2016 a 2020, relativo à Internet das Coisas e Internet das Coisas e Educação.

ANO	EXPRESSÃO PESQUISADA	EXPRESSÃO PESQUISADA	TOTAL DE PESQUISAS ENCONTRADAS POR ANO	TOTAL DE PESQUISAS NA ÁREA DE EDUCAÇÃO POR ANO
	“Internet das Coisas”	“Internet das Coisas” e Educação		
2016	7	1	7	1
2017	2	0	2	0
2018	6	1	6	1
2019	7	1	7	1
2020	11	2	11	2
TOTAL	33	5	33	5

Fonte: Elaborado pela autora

O Quadro 1 mostra que foram encontrados 33 artigos publicados com o termo “Internet das Coisas”. Nota-se, neste quadro, que a publicação dos artigos com esse assunto, foi ampliada nessa plataforma digital, passando de sete, em 2016, para onze, em 2020. Dentre

os 33 artigos foi realizado um recorte com o descritor “educação”, e o número de artigos que tratam do tema na Educação totalizaram cinco, mantendo uma proporção estável nesse período. A análise dessas cinco publicações será apresentada no Quadro 2.

Nas produções analisadas, as áreas que abordaram a Internet das Coisas foram: engenharia, comunicação, ciência da informação, direito, saúde, educação, cidades inteligentes, sistema de informação, entre outros. Nota-se que as pesquisas brasileiras sobre a Internet das Coisas se concentram mais relacionadas às temáticas Engenharia de Produção, Ciência da Informação e Comunicação. Sobretudo, já existe um aumento da sua representatividade em diversas áreas, inclusive à educação.

Quadro 2 - Análise descritiva realizada no Portal de Periódicos CAPES a respeito dos artigos publicados no período de 2016 a 2020, relativo à Internet das Coisas e Educação.

ANO	TÍTULO	AUTOR(A)(ES)	ESTADO	RESUMO
2016	A formação no tempo e no espaço da Internet das Coisas	Zuin, Vânia Gomes; Zuin, Antônio Álvaro Soares	São Paulo	A Internet das Coisas tem revolucionado a forma de produção e reprodução do conhecimento. Trata-se de um tipo de interface comunicacional entre humanos, máquinas e objetos que, ao fundir os mundos material e informacional, suscita as seguintes questões: (1) a possibilidade de obtenção imediata de quaisquer informações implicaria na produção do pensamento crítico, em uma espécie de relação causa-efeito; (2) se é possível acessar as informações em quaisquer tempo e espaço, quais seriam as transformações decorrentes no processo formativo dos alunos e dos professores? Justamente essas questões motivaram os autores do artigo a elaborar o seguinte objetivo: refletir criticamente sobre a revitalização do conceito de formação (Bildung) na temporalidade e localidade da Internet das Coisas.
2018	Internet das Coisas na educação: estudo de caso e perspectivas	Tavares, Sérgio; Tori, Romero; Kofuji, Sergio Takeo; Marcellos, Lincoln; Beingolea Garay, Jorge Rodolfo	São Paulo	Com a presença da Internet na vida das pessoas evidenciou-se uma significativa mudança comportamental. As pessoas comunicam-se, trabalham, relacionam-se e aprendem de modo totalmente diferente. A inovação tecnológica acaba por facilitar o acesso à informação através de um número cada vez maior de dispositivos, assim como também traz consigo uma demanda cada vez maior por pessoas com boa formação educacional, capazes de gerar competências e habilidades de um profissional com perfil mais crítico, flexível, dinâmico e que esteja em formação contínua durante a vida toda. Os mais diversos modelos pedagógicos procuram-se adaptar a esta diversidade de informações, dispositivos e tecnologias conhecidas como Internet das coisas (IoT) com o intuito de estabelecer novas formas de conhecimento e aprendizado. Este artigo apresenta uma experiência de aprendizado que integra o método BYOD ao cenário de IoT. Os resultados obtidos evidenciam uma clara aceitação da tecnologia de IoT dentro do processo de ensino.

ANO	TÍTULO	AUTOR(A)(ES)	ESTADO	RESUMO
2019	A Internet das Coisas e suas implicações na Educação.	Araújo, Marcos Alberto de; Galhardo, Cristiane Xavier; Santos, Vivianni Marques Leite	Bahia	A Internet das Coisas é uma inovação tecnológica que está presente fortemente no dia a dia das pessoas e tem encontrado aplicação em diversos setores da sociedade. Este artigo aborda os conceitos de Internet das Coisas e suas implicações para a área da educação. Como metodologia, concentrou-se em uma revisão da literatura na base de dados Periódicos Capes nos últimos 5 anos e em uma busca de anterioridade na base de dados de registros de computador do Instituto Nacional de Propriedade Industrial. O objetivo principal desse estudo foi obter um diagnóstico acerca das iniciativas de Internet das Coisas para melhorias na educação. Como resultado constata-se que a crescente utilização de recursos tecnológicos em sala de aula e a conectividade destes dispositivos com outros objetos potencializam o processo de ensino-aprendizagem e tem encontrado aplicações, principalmente, no que se refere a plataformas educacionais, e também no gerenciamento de informações sobre os estudantes por meio dos acessos feitos em suas plataformas.
2020	Internet das Coisas na Educação: um panorama a partir de Revisões Sistematizadas da Literatura	Arêas, Lucas Ribeiro; Peixoto, Gilmar Teixeira Barcelos	Rio de Janeiro	Internet das Coisas (Internet of Things—IoT) refere-se a uma rede de objetos físicos que podem se conectar uns com os outros, por meio da Internet, permitindo coleta e transmissão de dados. Nesse contexto, este artigo tem por objetivo geral apresentar a análise dos dados de duas Revisões Sistematizadas da Literatura sobre a produção científica relacionada a aplicações da IoT no contexto educacional. A primeira revisão foi promovida em 2018, a partir de trabalhos internacionais publicados em 2017, identificados na base Scopus. A segunda, realizada em 2020, considerou trabalhos nacionais identificados nos anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, no período de três anos, de 2017 a 2019. Em ambos os casos, foram analisados aspectos como objetivos, recursos, procedimentos utilizados e resultados de pesquisas da área. De modo geral, a primeira revisão realizada destacou a personalização da aprendizagem como uma possível contribuição significativa da IoT para a educação. Já os trabalhos da segunda revisão, tiveram como foco a melhoria do processo de ensino e aprendizagem por meio do uso de IoT.
2020	O Impacto da Internet das Coisas na educação: uma revisão	Silva, Luiz Gustavo Pereira; Lemos, Thiago Oliveira; Rufino, Hugo Leonardo Pereira	Minas Gerais	A forma como produzimos e recebemos informações vem se alterando rapidamente com os avanços na área da Tecnologia da Informação e Comunicação. Dentre os avanços podemos destacar a Internet das Coisas, conceito que busca expandir o acesso à internet para todos os objetos que, uma vez conectados podem além de gerarem dados se tornarem agentes ativos na construção da informação. Por meio desta revisão bibliográfica procuramos entender como a Internet das Coisas afetará a área da educação analisando suas oportunidades e desafios neste campo. Apesar de se tratar de uma nova tecnologia já existem várias iniciativas de aplicação desse conceito para o ensino, nesse trabalho além de apresentarmos suas características gerais, também procuramos indicar quais delas têm se destacado positivamente e que tendem a se consolidar nos próximos anos.

Fonte: Elaborado pela autora

O Quadro 2 apresenta o mapeamento dos artigos sobre Internet das Coisas que abordam o tema Educação. Nota-se no quadro acima, que os estudos tratam de pesquisas relacionadas a IoT no processo de ensino aprendizagem (40%) e na categoria de revisão de literatura sobre a temática (60%). O estudo mostrou que dos 05(cinco) artigos, 04 (quatro), estão distribuídos geograficamente na região sudeste do país (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais) e apenas uma publicação é da região Nordeste (Bahia).

Para uma melhor compreensão, apresentamos os artigos nas categorias analisadas. A seguir, faremos a análise das produções que abordam a Internet das Coisas no processo de ensino-aprendizagem, com foco no uso de dispositivos com a IoT e implementação de modelos pedagógicos.

Os autores Vânia Zuin e Antonio Zuin (2016), define a Internet das Coisas como uma revolução na produção e reprodução do conhecimento, onde os seus efeitos já são visualizados na área educacional. Nesse sentido, analisam as transformações decorrentes no processo formativo dos alunos e dos professores, com a Internet das Coisas, destacando a preparação das estratégias didáticas dos professores no processo de ensino-aprendizagem. Os autores relacionam a temporalidade e localidade da IoT no processo formativo. Sendo assim, nota-se que o artigo reflete como a tecnologia pode se tornar uma autoridade educacional, em vez do professor e, nos mostra como é importante e decisivo o papel do professor no progresso formativo do aluno diante das tecnologias.

A tecnologia IoT no processo de ensino-aprendizagem, através do método *BYOD*, em que os alunos usaram o próprio dispositivo (celular) nas atividades escolares propostas, com aplicação de IoT nas ferramentas (celular, aplicativos e servidores), foi apresentada por Tavares *et al.* (2018).

Nessa experiência de aprendizado, foi expressa a mudança comportamental que a inovação tecnológica traz e as adaptações de modelos pedagógicos que visam novas formas de conhecimento e aprendizado. O texto apresenta as tendências e limites com a IoT na educação. Como propensões, o autor destaca o desenvolvimento da inteligência coletiva, através das atividades colaborativas, a automação escolar e gerenciamento de logística escolar (com registro de frequência, fluxo de pessoas num ambiente, economia de energia elétrica). A virtualização total no processo de aprendizagem, sem a presença do professor, a conexão em nuvem ou, apenas, por meio de sensoriamento a um computador são vistas como limites.

Os artigos apresentados a seguir, integram-se na categoria de revisão de literatura, com diagnósticos acerca da Internet das Coisas, vista como inovação tecnológica, seus impactos e aplicações no contexto educacional.

Para Araújo, Gualharo e Leite (2019), a Internet das Coisas constitui um novo paradigma na educação, implicando no modelo de padrão de ensino, com novos atrativos tecnológicos. Nesse sentido, há a necessidade de adaptações ou novas metodologias para o ensino e gestão educacional.

Através de levantamento bibliográfico e análise de exemplos, no período de cinco anos, os autores relataram que existe um número expressivo de trabalhos científicos abordando a temática da Internet das Coisas, mas são poucas as publicações sobre as implicações da IoT no campo da educação.

Observa-se nesse artigo que a aplicação da IoT é analisada através do uso dos dispositivos tecnológicos, que segundo o texto, precisam ser mais aprimorados na área da educação. Como exemplo dessa aplicação, foram citadas as plataformas de ensino, que cresceram significativamente no país. Neste estudo, vimos que a IoT traz benefícios na conexão de alunos, professores e conteúdos pedagógicos, auxilia no processo de gerenciamento escolar, com geração de dados para o gestor e o professor tomarem decisões e ter a melhoria da prática pedagógica.

Uma revisão sistemática da literatura sobre internet das coisas na educação, foi proposta por Arêas e Peixoto (2020). Os autores apresentam uma análise de dados científicos da pesquisa, no contexto internacional, no ano de 2017, em base de literatura acadêmica e nacional e, em 2019, em anais de eventos. Nessa discussão, destacam os elementos da aplicação da IoT na educação, para uma compreensão mais significativa do perfil do aluno, de interesses e dificuldades de aprendizagem. Como exemplos, citam os ambientes escolares inteligentes, compostos de objetos inteligentes: *tablets*, lousa interativa, impressora 3D, ferramentas de monitoramento de desempenho do aluno, entre outros.

O texto mostra que o uso desses recursos tecnológicos focaliza a personalização do ensino, com coleta de dados reais, que servem como base para acompanhamento dos processos de ensino-aprendizagem. Entretanto, a pesquisa mostra que há uma preocupação em relação à evolução da IoT no ambiente educacional e aponta a infraestrutura dos ambientes, padronização de arquitetura, segurança e privacidade, como desafios para esse desenvolvimento.

Seguindo a mesma categoria, Silva, Lemos e Rufino (2020), demonstram como a Internet das Coisas afeta a área educacional, através das várias iniciativas existentes de

aplicação do conceito de IoT, que é percebido na economia, nas moradias, no trabalho e na educação. Assim, a IoT aparece como tendência na área educacional, evidenciada na educação personalizada, realizada através de monitoramento do ensino e das avaliações, no uso de equipamento próprio do aluno conectado à Internet e, no acesso aos conteúdos educacionais por alunos e professores, dentro e fora da instituição educacional.

Outras temáticas relacionadas à IoT, no campo educacional, foram pesquisadas nessa publicação, destacando o crescimento da Educação à Distância-EAD, o *E-learnig* (modalidade de ensino on-line através de plataforma) e o uso frequente do *Big Data*. Nota-se que os riscos da utilização da Internet das Coisas na educação, também foram esclarecidos como questões de segurança e privacidade dos dados e da dependência da conexão com a internet sem fio.

Nesse cenário, este estudo revelou que os cinco artigos analisados, abordam a IoT como uma inovação capaz de transformar a sociedade e as relações dos seus usuários, mostrando que a educação já vivencia essa realidade. Sendo assim, nota-se que as tendências, nesse contexto, estão relacionadas ao uso da tecnologia como uma ferramenta tecnológica para o ensino, para ter uma educação personalizada e colaborativa.

No estudo foi possível observar que há uma concentração das pesquisas na região sudeste do Brasil, principalmente no estado de São Paulo, onde se percebe uma centralização regional das atividades científicas no país. Logo, é necessário estimular, de maneira geral, a ampliação das participações de outras regiões para o aumento da produção científica e para o desenvolvimento dos locais menos favorecidos.

Percebe-se que a maior parte das publicações brasileiras utilizam a revisão de literatura como técnica nas pesquisas. Sendo assim, há muito o que explorar além das bases de literatura, de anais de eventos, que são fontes importantes para melhorar o desenvolvimento de novas proposições e conceitos. É importante realizar outras técnicas de estudo, por exemplo, análise de documentos, uso de questionários e realização de entrevistas.

Quando se amplia as técnicas de investigação, temas como a Internet das Coisas, estudado na área educacional, pode ter maior aceitação de estudo. Nesse cenário, teremos a análise das oportunidades que a tecnologia pode trazer para a educação, melhorando a mediação da ação do homem com a tecnologia, observando os desafios a serem enfrentados.

Nesse percurso, observa-se que as publicações começam por referir a tecnologia no espaço e no tempo, com a transformação da informação, que é obtida em tempo real. Passando para a centralização da sua aplicação, na educação, como recurso inovador e promissor, com viés de crescimento futuro. Isto, pode ser observado na crescente

plataformização do ensino, no avanço da Educação à Distância (EAD) e do processo de gerenciamento do ensino, com coleta massiva de dados.

A partir da pesquisa de estado da arte, descrita acima, que fez reconhecer a evolução das publicações sobre Internet das Coisas na Educação, foi delineando o objeto de estudo e, para o seu desenvolvimento foram feitos alguns recortes. Sendo assim, este estudo aponta outra perspectiva que não foi apresentada nos artigos analisados, a avaliação de projetos de implementação de IoT nas escolas. É importante ressaltar que não se trata de um estudo comparativo e, sim, de avaliar projetos distintos de implementação de Internet das Coisas em escolas públicas municipais, na Bahia, que aplicaram alguns elementos de IoT.

1.1 A PESQUISA

No cenário de inovação tecnológica, a Internet das Coisas vem propulsionar mudanças em diferentes áreas, pois essa tecnologia pode estar presente em diferentes lugares e momentos e a sua expansão e complexidade são vistas como uma revolução tecnológica.

A aplicação da IoT na educação, em busca de um ambiente mais inteligente na sala de aula, ou além dela, é um panorama atual. A perspectiva é de uma maior interatividade do homem com o objeto e do homem com o homem, monitorando o espaço físico, através de sensores que trazem os dados reais captados do ambiente. Esses dados serão compartilhados entre pessoas e objetos, modificando as práticas pedagógicas.

Sendo assim, a Internet das Coisas no campo educacional, pode criar ambientes inteligentes, como salas de aulas conectadas e laboratórios inteligentes, que se conectam e coletam dados físicos e/ou fisiológicos das pessoas, para fins de uma melhor aprendizagem. O uso da IoT, no ambiente escolar, pode ser notado tanto na automatização de locais, como na personalização de tarefas e da aprendizagem. Contudo, nesse processo existem desafios a serem considerados, entre eles, a coleta demasiada de dados e a privacidade dos alunos.

Para este estudo foram escolhidas duas escolas públicas municipais, de ensino fundamental, que têm experiências com a IoT em seus espaços, especificamente, na cidade de Vitória da Conquista - BA, com o projeto Uniforme Escolar Inteligente, em 2012 e, em 2021, o município de Mata de São João - BA, com o Projeto de Reconhecimento Facial, ambos para monitoramento de frequência de alunos.

A primeira escola foi escolhida para a investigação, devido ao seu projeto de 2012, considerado inovador no Brasil e pioneiro no estado, pelo uso da IoT no contexto escolar através de implementação de etiquetas de radiofrequência nos uniformes escolares, com o objetivo de controle de frequência dos alunos na escola. O outro projeto escolhido, é mais

atual, estando em fase experimental em uma escola da cidade de Mata de São João-BA. Neste, a IoT é aplicada na identificação biométrica do aluno, através do reconhecimento facial para controle de frequência. Os dados gerados serão utilizados pelos professores e pela gestão escolar, nas ações de controle de presença do aluno e de merenda escolar da cantina.

Nessa perspectiva, algumas questões se lançaram quando refletimos sobre a realidade das diversas aplicabilidades da Internet das Coisas no ambiente educacional, entre elas estão as mudanças que a Internet das Coisas propulsiona na área educacional, a sua expansão e complexidade, vistas como uma revolução tecnológica e a presença da IoT na educação em diferentes lugares e momentos. Diante das primeiras reflexões, o problema desta pesquisa é investigar como as instituições escolares públicas de ensino fundamental na Bahia estudam ou usam a Internet das Coisas, através da especificidade dos projetos de IoT nessas escolas, das contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, as possibilidades e os desafios em questões de segurança dos dados coletados, privacidade dos usuários, infraestrutura adequada, rupturas no modo de pensar, de agir e de se relacionar dos envolvidos nesse processo. Desse modo, a pesquisa pretende responder ao problema, a partir da questão geral: Como escolas públicas na Bahia, que implantaram elementos de IoT usam essa tecnologia?

No decorrer do estudo, com a intenção de responder à questão geral acima, algumas questões orientadoras foram elaboradas:

- Nas instituições de ensino público, precisamente as do estado da Bahia, quais elementos de IoT são utilizados?
- A implementação dos projetos de IoT nas escolas, se limitou apenas à tecnologia, como mais uma ferramenta? Ou atuou nas relações com a comunidade escolar?
- Quais as percepções dos professores e gestores dessas escolas sobre a aplicação da IoT, em relação ao processo de ensino aprendizagem e a sua prática?
- Como os profissionais envolvidos interpretaram a ideia da implementação da Internet das Coisas na escola?
- Quais são as perspectivas e consequências dos avanços da IoT no ambiente escolar, em relação às questões de segurança e privacidade de dados?

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar as experiências da aplicação da IoT, em duas escolas públicas municipais, de ensino fundamental, do estado da Bahia.

Como objetivos específicos, pare se ter um melhor detalhamento, podemos anunciar três:

- 1) Apresentar características, aplicabilidade, limites e desafios da Internet das Coisas;
- 2) Delinear sobre a Internet das Coisas aplicadas à Educação;
- 3) Analisar a experiência da aplicação da Internet das Coisas na educação, no município de Vitória da Conquista-BA e da cidade de Mata de São João-BA.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: O Capítulo 1 define o percurso metodológico da pesquisa. O Capítulo 2 define a fundamentação teórica da tecnologia Internet das Coisas, apresentando um contexto histórico, conceitos, cenários e principais aplicações. O Capítulo 3 delinea sobre a Internet das Coisas aplicadas à Educação. O Capítulo 4 define um estudo sobre a experiência de IoT num Projeto Pioneiro no Brasil, da Secretaria Municipal de Educação de Vitória da Conquista -BA. O Capítulo 5 descreve e analisa um projeto em fase experimental da Secretaria Municipal de Educação de Mata de São João-BA, de reconhecimento facial nas escolas.

1.2 METODOLOGIA

A metodologia consiste na próxima etapa para o desenvolvimento do presente estudo que, de acordo com Minayo (2009, p. 14), inclui simultaneamente a teoria da abordagem (o método), os instrumentos de operacionalização do conhecimento (as técnicas) e a criatividade do pesquisador (sua experiência, sua capacidade pessoal e a sua sensibilidade).

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi adotado o método qualitativo de caráter descritivo e analítico, focalizando a análise do estudo empírico. Nesse momento da investigação, alguns mecanismos foram utilizados para a inserção no ambiente da pesquisa, como os estudos de referenciais teóricos (artigos, dissertações, teses, relatórios etc.); estudos em livros, revistas técnicas, sites, entre outros; revisão de leis, decretos, planos de ação, projetos relacionados com o tema abordado. Essas fontes de dados extraídas nos ambientes estudados, no processo interativo e na situação analisada, levam à compreensão dos fenômenos dessa investigação.

De acordo com Minayo (*Ibidem* p. 21), a abordagem qualitativa “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes”. Nesse entendimento, há um ambiente mais profundo relacionado aos processos e fenômenos que não deveriam ser quantificados.

Em referência ao caráter descritivo e analítico, o estudo descritivo vai especificar os fatos, os fenômenos e levantar informações referentes ao problema a ser investigado. Gil (2008, p. 47) destaca que as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações

entre variáveis. Na mesma linha, Triviños (1987, p. 110), destaca que o estudo descritivo pretende “descrever com exatidão” os fatos e fenômenos de determinada realidade. Para Silva & Menezes (2001, p. 21), “a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”.

Em síntese, como o assunto desse estudo encontra-se em discussões e já se tem um conhecimento sobre a temática, mesmo em fase de evolução de estudos científicos, os fins da pesquisa descritiva e analítica, ambas escolhidas para esse estudo, é possibilitar uma nova visão sobre essa realidade existente. Nesse contexto, foi delineada a pesquisa através da descrição detalhada dos dados e da análise minuciosa do que foi levantado em ambientes físicos, virtuais e no estudo do campo empírico, que será descrito abaixo.

1.2.1 Campo Empírico: Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC) (Vitória da Conquista-BA) e Escola Municipal João Pereira Vasconcelos (Mata De São João - BA)

O ambiente escolhido para essa investigação são duas escolas públicas municipais do estado da Bahia, de ensino Fundamental I e II, localizadas nos Municípios de Vitória da Conquista e de Mata de São João, que realizaram experiências de alguns elementos da Internet das Coisas nesses espaços.

A primeira experiência foi realizada no Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC), no município baiano de Vitória da Conquista. Nesse projeto, a Prefeitura dessa cidade investiu cerca de 1,2 milhão de reais, em uniformes escolares inteligentes (DCC *Student Id*), projeto desenvolvido com a tecnologia de *Radio Frequency of Identification*/RFID, em etiquetas do fardamento dos alunos, que tem o objetivo de controlar a entrada e saída, destes, no ambiente escolar.

Figura 1 - Fachada principal do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC), Vitória da Conquista –BA



Fonte: CAIC (2020).

A Figura 1, acima, destaca a fachada principal do Centro Municipal de Educação Paulo Freire, situado na cidade de Vitória da Conquista -BA, onde o projeto Uniforme Escolar Inteligente foi implementado, pela primeira vez, na rede municipal de ensino dessa localidade. Nesse projeto, o fardamento possui um *minichip* instalado na camiseta do aluno, que ao entrar e sair da escola, passa por um leitor que detecta o chip e geram dados. Esses dados são transformados em informações, que chegam à direção, via sistema, e aos pais através de mensagens de SMS (*Short Message Service*).

A segunda experiência é a implementação de um sistema de reconhecimento facial para controlar a frequência dos alunos, que está em fase de teste na Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, localizada na cidade de Mata de São João (BA).

Figura 2 - Fachada Principal da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos



Fonte: Imagem da autora (2022).

A Figura 2 apresenta a fachada principal da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, localizada no litoral do Município de Mata de São João -BA. Nessa instituição de ensino está sendo realizada a fase experimental do projeto de identificação biométrica, com reconhecimento facial escolar.

Nesse processo, ao adentrar e sair da escola, um leitor de reconhecimento facial captura o rosto do aluno e faz a comparação no sistema que reconhece a sua face, gerando dados da frequência do aluno no ambiente. No decorrer do processo, um aplicativo de celular conectado à internet, faz a comunicação da informação processada aos pais e funcionários da escola (direção, professores, e equipe da cozinha, esta última, para organização da merenda escolar).

Esses ambientes escolares mencionados acima, que têm experiências na utilização de elementos de IoT na área educacional, compõem-se como campo empírico desta pesquisa. A

partir dessa definição, nessa etapa da investigação serão observadas as propostas dos projetos, a aplicação da tecnologia, os sujeitos envolvidos nesse processo (diretor, professores, alunos e pais). Para analisar as contribuições no processo de ensino-aprendizagem, as mudanças no modo de pensar, de agir e de se relacionar dos envolvidos nesse processo e os desafios em questões de infraestrutura adequada, segurança dos dados coletados e privacidade dos usuários, vistas como consequências do avanço dessa tecnologia.

1.2.2 Sujeitos da Pesquisa

Para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, foram entrevistados 8 sujeitos que participaram do processo de implementação de elementos de Internet das Coisas nas escolas analisadas. Os sujeitos desta investigação são professores e gestores que vivenciaram o uso da IoT nas escolas supracitadas, de acordo com a divisão abaixo:

- Professores do ensino fundamental e gestor do Centro Municipal de Educação Paulo Freire, em Vitória da Conquista - BA;
- Professores do ensino fundamental e gestor da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, localizada no litoral do Município de Mata de São João- BA.

1.2.3 Instrumentos, Coleta de Dados e Procedimentos de Análise

Na primeira fase, exploratória, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica através de livros, e publicações periódicas em meios físicos e digitais. Além de outros materiais publicados na internet, como leis e decretos. Os dados coletados serão vistos nos capítulos seguintes.

De acordo com Gil (2010, p. 29), “a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos”.

Nesse cenário, a revisão bibliográfica foi feita consultando as melhores referências dos estudos da Internet das Coisas e Internet das Coisas e Educação, tanto em meio físico, como em meio virtual, em *sites*, redes sociais, plataformas de compartilhamento de vídeos e repositórios institucionais.

Após a construção do referencial teórico fundamentado na pesquisa bibliográfica, a segunda fase da investigação, que consiste no recorte empírico, deu seguimento através do estudo de campo, com construção de dados e com a escolha da utilização de um instrumento que dá à pesquisa um caráter também qualitativo. Para o levantamento de dados sobre a

percepção de alguns funcionários (diretores e professores) que trabalham nas duas escolas municipais, destacadas acima, optou-se pela entrevista semiestruturada. Essa técnica foi escolhida, porque produz uma melhor amostra da população em interesse.

Para Manzini (1990/1991, p. 154), “a entrevista semiestruturada está direcionada por um assunto sobre o qual elaboramos um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista”. Para tal, foi escolhido um roteiro para formulação de perguntas e direcionamento da entrevista, que foram realizadas na primeira escola, em meio digital, devido ao período pandêmico que vivemos, onde requereu o distanciamento social e por meio físico, na segunda escola, após esse momento. As perguntas das entrevistas se encontram nos Anexos 1 e 2.

2 INTERNET OF THINGS (IoT) OU INTERNET DAS COISAS

O termo Internet das Coisas é uma tradução do Inglês *Internet of Things* e está associado a sigla IoT. Para uma melhor compreensão do termo e acompanhamento do desenvolvimento da tecnologia, destacaremos neste capítulo, alguns acontecimentos e projetos que contribuem para o entendimento, conceituação e implicações da tecnologia IoT.

A existência de projetos e aplicações de Internet das Coisas iniciou na década de 80, mesmo antes do seu termo ser projetado anos depois. Segundo Singer (2014, p. 21), a organização europeia *The Internet of Things Council* aponta que projetos desse âmbito já eram tratados por diferentes nomes:

Inteligência ambiente, computação calma, computação ubíqua, computação pervasiva, a maioria deles empurrados por agentes industriais como a Phillips e a IBM. Uma característica dominante une essas diferentes perspectivas: a sensação de que a conectividade da internet está se tornando cada vez mais ubíqua e pervasiva. Em outras palavras: a ideia de que eventualmente tudo, incluindo artefatos físicos mundanos, estará conectado (KRANENBURG *et al*, 2011, p. 2, tradução nossa).²

A expressão *Internet of Thing* foi engendrada em 1999, num evento para uma multinacional americana *Procter & Gamble*, por Kevin Ashton, pesquisador britânico da área da computação do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), um centro americano de pesquisa científica e inovação tecnológica, referência mundial nessas áreas. Nesse evento, o pesquisador apresentou uma projeção de um sistema de sensores que conectava o mundo físico à internet, através do etiquetamento eletrônico de produtos, com identificadores de rádio frequência, que facilitaria a logística da cadeia de produção (FINEP, 2015).

Nesse cenário, com o surgimento da expressão “Internet das Coisas”, inicia-se a ideia de que o mundo material poderia estar conectado a um conjunto de rede (internet). Essa concepção gerou a expectativa de se ter um mundo mais inteligente através de coisas que se comunicam e assim, o termo e seus elementos precisavam ser atenuados.

Segundo Singer (2014), no ano de 2005, a agência da ONU International Telecommunications Union (ITU), habilitada em tecnologias da informação e comunicação, apresentou em sua publicação anual um relatório sobre tecnologias emergentes. O documento conceituava a Internet das Coisas, numa visão de que a internet poderia conectar qualquer objeto através de tecnologias com RFID e sensores, além de abordar conteúdos éticos e

²“Ambient intelligence, calm computing, ubicomp, pervasive computing, most of them pushed by industrial players such as Philips and IBM. A dominant characteristic unites these different perspectives: a sense that internet connectivity is becoming increasingly ubiquitous and pervasive. In other words, the idea that eventually everything, including mundane physical artefacts, will be connected.”

sociais. Esse documento era uma recomendação, denominada ITU-T Y.2060, que trazia uma concepção geral da Internet das Coisas. O relatório foi apresentado em termos gerais Internet das Coisas (IoT) na perspectiva da ITU-T, a fim de esclarecer o que é a Internet das Coisas e as atividades relacionadas à IoT. Especificamente, esta Recomendação descreve o seguinte:

- Termos e definições de IoT;
- Conceito e escopo de IoT;
- Recursos de IoT;
- Requisitos de IoT de alto nível;
- Modelos de referência de IoT (ITU, 2005, p. 1)

Foi em 2009, a formalização da definição do termo “*Internet of Thing*”, a partir do artigo denominado *That ‘Internet of Things’, Thing*, escrito por Ashton, para uma revista digital, *RFID Journal*, da área de identificação por radiofrequência (RFID). Essa publicação reforçou a expressão de IoT e os seus elementos (POSTCAPES, 2017).

Segundo trecho de Asthon (2009),

[...] estamos presenciando o momento em que duas redes distintas -a rede de comunicações humanas (exemplificando na internet) e o mundo real das coisas - precisam se encontrar. Um ponto de encontro onde não mais apenas “usaremos um computador”, mas onde o “computador se use” independente, de modo a tornar a vida mais eficiente. Os objetos - as “coisas” - estarão conectados entre si e em rede. De modo inteligente, e passarão a “sentir” o mundo ao redor e a interagir (FINEP, 2015).

Muitas definições surgiram ao longo do tempo, considerando a IoT como a *web* das coisas e a internet do futuro. Nesse contexto, alguns autores a apontam como uma nova revolução da tecnologia da informação e comunicação. Nessa visão, trouxemos para esse estudo algumas definições da Internet das Coisas.

Para Atzori (2011), a “Internet das Coisas” semanticamente significa “uma rede mundial de objetos interconectados exclusivamente endereçáveis, com base em protocolos de comunicação padrão”. O autor traz uma visão de conectividade da tecnologia e da interação entre os objetos inteligentes. Essa posição não inclui maior atenção aos usuários dessa tecnologia.

Para Kranenburg (2012), a internet das coisas é definida a partir de duas concepções: da conectividade e da utilização da tecnologia pelos seres humanos na sociedade, numa visão antológica.

De um lado, uma posição reativa que vê a IoT como uma camada de conectividade sobre as atuais instituições, modelos de negócios e estruturas de governança. Por outro, uma posição proativa que vê a IoT como uma nova ontologia que alterará a relação entre seres humanos, processos autônomos M2M (Machine to Machine) e estruturas de tomada de decisão (KRANEMBURG, 2011, p. 5).

Em uma perspectiva comunicacional, Lemos (2013), define a Internet das Coisas como uma forma de comunicação eletrônica entre objetos que são dotados de capacidade performativa infocomunicacional:

A IoT é uma rede baseada na internet, na qual objetos físicos e digitais são instrumentalizados com sensores e interligados com capacidade de comunicação por redes com um número de identificação único. Esses objetos sentem o mundo, produzem dados e agem de forma autônoma e independente de uma intervenção humana direta. O modo particular de sentir o mundo, de comunicar e de agir sobre outros objetos é o que dá especificidade à IoT. Chamamos essa qualidade de sensibilidade performativa (SP) (LEMOS, 2016, p. 2)

Para Santaella *et al* (2013, p. 10), “A Internet das Coisas corresponde à fase atual da internet em que objetos se relacionam com objetos humanos e animais os quais passam a ser objetos portadores de dispositivos computacionais de conexão e comunicação”. Nessa perspectiva comunicacional do objeto, notamos a associação com ubiquidade e pervasividade e uma preocupação maior com os usuários dessa tecnologia.

A ubiquidade se refere à noção de algo que está presente em todos os lugares e em todos os momentos, persistente, sempre disponível e atuante. Em muitos aspectos, supera as noções tradicionais de espaço e tempo físico, como no caso do espaço e tempo do digital em rede, em que muitos eventos ocorrem de modo simultâneo e em muitos lugares diferentes (SANTAELLA, 2013, p. 29).

A definição de IoT que une a visão de conectividade do objeto, da ubiquidade e da atenção ao usuário é destacada por Magrani (2018),

De maneira geral pode ser entendido como um ambiente de objetos físicos interconectados com a internet por meio de sensores pequenos e embutidos, criando um ecossistema de computação onipresente (ubíqua), voltado para a facilitação do cotidiano das pessoas, introduzindo soluções funcionais nos processos do dia a dia (MAGRANI, 2018, p. 21).

As definições de IoT têm em comum, segundo Magrani (2018, p. 21), “que elas se concentram em como os computadores, sensores e objetos interagem uns com os outros e processam informações/dados em um contexto de hiperconectividade”. O autor ainda destaca

que, o termo hiperconectividade está atrelado às comunicações entre indivíduos (*person-to-person*, P2P), indivíduos e máquina (*human-to-machine*, H2M) e entre máquinas (*machine-to-machine*, M2M).

No presente estudo, a Internet das Coisas será abordada além da visão da tecnologia como um objetivo e da concepção de conectividade e dos objetos, será incluída a comunicação das coisas entre si e a relação com os usuários (segurança e privacidade).

2.1 FUNCIONAMENTO

A fim de compreender melhor as definições de Internet das Coisas, antes de iniciarmos uma linha do tempo com aplicações de IoT em diversas áreas e trazer os acontecimentos que são cenários sobre o tema, falaremos do seu funcionamento através dos componentes que fundamentam as aplicações.

Santos *et al.* (2016), descreve os seis componentes básicos da IoT, denominando-os de blocos básicos, que juntos têm a função de construir essa tecnologia.

Figura 3 - Principais grupos do sistema IoT



Fonte: Santos *et al.* (2016).

De acordo com Santos *et al.*, os blocos de construção da IoT, são:

Identificação: é um dos blocos mais importantes, visto que é primordial identificar os objetos unicamente para conectá-los à Internet. Tecnologias como RFID, NFC (*Near Field Communication*) e endereçamento IP podem ser empregados para identificar os objetos.

Sensores/Atuadores: sensores coletam informações sobre o contexto onde os objetos se encontram e, em seguida, armazenam/encaminham esses dados para data *warehouse*, clouds ou centros de armazenamento. Atuadores podem manipular o ambiente ou reagir de acordo com os dados lidos.

Comunicação: diz respeito às diversas técnicas usadas para conectar objetos inteligentes. Também desempenha papel importante no consumo de energia dos objetos sendo, portanto, um fator crítico. Algumas das tecnologias usadas são WiFi, Bluetooth, IEEE 802.15.4 e RFID.

Computação: inclui a unidade de processamento como, por exemplo, microcontroladores, processadores e FPGAs, responsáveis por executar algoritmos locais nos objetos inteligentes: a IoT pode prover diversas classes de serviços, dentre elas, destacam-se os Serviços de Identificação, responsáveis por mapear Entidades Físicas (EF) (de interesse do usuário) em Entidades Virtuais (EV) como, por exemplo, a temperatura de um local físico em seu valor, coordenadas geográficas do sensor e instante da coleta;

Serviços de Agregação de Dados: que coletam e sumarizam dados homogêneos/heterogêneos obtidos dos objetos inteligentes; Serviços de Colaboração e Inteligência que agem sobre os serviços de agregação de dados para tomar decisões e reagir de modo adequado a um determinado cenário; e Serviços de Ubiquidade que visam prover serviços de colaboração e inteligência em qualquer momento e qualquer lugar em que eles sejam necessários.

Semântica: refere-se à habilidade de extração de conhecimento dos objetos na IoT. Trata da descoberta de conhecimento e uso eficiente dos recursos existentes na IoT, a partir dos dados existentes, com o objetivo de prover determinado serviço. Para tanto, podem ser usadas diversas técnicas como *Resource Description Framework* (RDF), *Web Ontology Language* (OWL) e *Efficient XML Interchange* (EXI) (SANTOS *et al.*, 2016, p. 6).

Os seis blocos básicos da Internet das Coisas, apresentado na figura 3, mostram que a IoT não é uma tecnologia única, pois as aplicações de IoT utilizam diferentes componentes em sua fundamentação, que se associam a outras tecnologias, permitindo a interação entre os dispositivos conectados. Logo, essas tecnologias são integrantes para a construção da IoT.

O terceiro bloco, da comunicação, traz as tecnologias de comunicação utilizadas em IoT, entre elas, WiFi, Bluetooth, tecnologias 3G/4G/5G e RFID as quais trataremos a seguir.

- **WiFi.** A tecnologia Wi-Fi, é definida por Santos *et al.*, (2016, p. 8) como “uma solução de comunicação sem fio bastante popular, pois está presente nos mais diversos lugares, fazendo parte do cotidiano de casas, escritórios, indústrias, lojas comerciais e até espaços públicos das cidades. O padrão IEEE 802.11(Wi-Fi) define um conjunto de padrões de transmissão e codificação”.

Essa tecnologia é muito empregada em dispositivos móveis utilizados em IoT, como *smartphones* e *tablets*, devido ao seu alcance e vazão que são adequados para navegar na Internet, mesmo tendo um consumo maior de energia.

- **Bluetooth.** É uma tecnologia sem fios (*wireless*), que faz a comunicação de dados entre dispositivos como celulares, computadores, câmeras digitais, *tablets* entre outros, através de ondas de rádio.

O Bluetooth é um protocolo de comunicação proposto pela Ericsson para substituir a comunicação serial RS-232 3. Atualmente, o *Bluetooth Special Interest Group* é responsável por criar, testar e manter essa tecnologia. Além disso, Bluetooth é uma das principais tecnologias de rede sem fio para PANs – Personal Area Networks, que é utilizada em smartphones, headsets, PCs e outros dispositivos (SANTOS, *et al.* 2016, p. 9).

- **3G/4G/5G.** O 3G, 4G e 5G são denominações que correspondem respectivamente, a terceira, quarta e quinta gerações das redes móveis, que são responsáveis pelo acesso à Internet de dispositivos como celulares, *tablets* e computadores e são aplicados à IoT. A adaptação de uma geração para outra traz novas tecnologias, com recursos de redes mais rápidos que melhoram a conexão com a internet, principalmente na velocidade do carregamento para acesso aos seus serviços.

A terceira geração de rede móvel, 3G, foi lançada no ano 2000 e possibilitou o uso de e-mails, navegações em sites, uso de redes sociais, entre outros. Já o funcionamento da 4G, foi no ano de 2010, com melhorias na conexão e na estabilidade do sinal, permitindo além das possibilidades de uso da 3G, a transmissão de vídeos em tempo real nos celulares.

Sobre a 3G e 4G, Santos et, al. (2016), destaca:

Os padrões de telefonia celular 3G/4G também podem ser aplicados à IoT. Projetos que precisam alcançar grandes distâncias podem aproveitar as redes de telefonia celular 3G/4G. Por outro lado, o consumo energético da tecnologia 3G/4G é alto em comparação a outras tecnologias. Porém, a sua utilização em locais afastados e baixa mobilidade podem compensar esse gasto. No Brasil, as frequências utilizadas para o 3G são 1900 MHz e 2100 MHz (UMTS), enquanto o padrão 4G (LTE) utiliza a frequência de 2500 MHz (SANTOS, *et al.* 2016, p. 9).

Ambas às gerações estão presentes na maior parte dos municípios brasileiros, mas essas redes não foram projetadas para conectar tantos dispositivos ao mesmo tempo. Sendo assim, foi necessário ter melhorias na conexão, na velocidade e no tempo de resposta para facilitar a aplicação da Internet das Coisas. Por isso, foi criada a proposta de uma nova geração de redes móveis para superar essas limitações, denominada 5G.

O 5G é a quinta geração da rede móvel que faz projeções de ter mais velocidade para baixar e enviar arquivos, com o tempo mínimo de respostas entre um aparelho e os servidores

de internet (*delay*) e estabilidade nas conexões. Com isso, terá um maior número de dispositivos conectados ao mesmo tempo e um melhor consumo de jogos eletrônicos, áudios e vídeos.

O 5G trará mudanças mais profundas para aplicações industriais e de automação do que para usuários de *smartphones*. Esses usuários terão à disposição, taxas de transmissão média e de pico muito superiores ao 4G, mas a grande inovação da quinta geração é em aplicações comerciais (como carros autônomos, cirurgias remotas, sensores em parque industrial, entre outras (ANATEL, 2020).

O trânsito é um ambiente que se beneficiará com o 5G, terá maior segurança que o 4G, quando nele estiver vários aparelhos conectados ao mesmo tempo. Por exemplo, dispositivos como *smartphone*, relógio, carro e semáforos podem estar se comunicando, simultaneamente, permitindo mais autonomia aos objetos e trazendo mais benefícios e confiança aos usuários, com informações do tráfego e previsão do tempo.

A tecnologia 5G não cancela a 4G e nem substitui a rede de internet fixa, o que propõe, é o alcance de velocidade potente, superando outras tecnologias. Nesse sentido, o 5 G desenvolverá inovações em diferentes setores da sociedade, atuando em três circunstâncias: na banda larga móvel, no controle de missão crítica e na Internet das Coisas, como explica a Anatel (2020):

A nova tecnologia possui três modos de uso:

1. Banda Larga Móvel avançada: focada em altas velocidades de download e upload, para as novas necessidades do usuário comum.
2. Controle de Missão Crítica: focada em prover conexão com baixíssima latência e altíssima confiabilidade, voltada para aplicações sensíveis a atrasos e erros como carros autônomos, cirurgias remotas, controle remoto de maquinário industrial.
3. Internet das Coisas Massiva: focada em atender grande quantidade de dispositivos IoT, com grande cobertura e baixo consumo de bateria, levando a Internet das Coisas a um novo patamar de atendimento (BRASIL, 2020).

Diante do exposto, observa-se que há inúmeras possibilidades com a rede 5G e outras ainda serão exploradas, impactando as nações em diferentes setores. Alguns países como os Estados Unidos, Alemanha, China e Japão já estão usando a rede 5G. O Brasil, em 2021, realizou o seu leilão de frequências, que constituiu a primeira fase do plano brasileiro de implementação do 5G no país. Posteriormente, em 2022, todas as capitais brasileiras ativaram o 5G, passando para a segunda fase do plano, de implementação e oferta da tecnologia com as estruturas necessárias para as localidades. Segundo o edital do leilão do 5G da ANATEL, em 2022, o 5G deveria estar presente em todas as capitais brasileiras. A chegada do 5G no Brasil e suas potencialidades veremos adiante.

- **RFID.** O RFID é um método de identificação, em que ocorre a comunicação entre objetos através da radiofrequência. Para o seu funcionamento são utilizados alguns equipamentos, como as etiquetas e os *chips*, que foram criados com o avanço da banda larga. Ambos são denominados *tags*, onde as informações a serem transmitidas são armazenadas.

Um sistema RFID típico é composto basicamente de dois elementos: um leitor e etiquetas de radiofrequência (*tags*) que operam a certa frequência. O leitor é composto de um transmissor e de uma antena, e as *tags*, de um microchip e de uma antena interna. As *tags* são fixadas em um objeto e possuem informações sobre o objeto que são enviadas ao leitor, quando requisitado (LI; BECERIK-GERBER, 2011).

Nessa operação, o leitor de radiofrequência emite um sinal para a etiqueta ou um *chip* de RFID, que são ativados e transmitem o sinal através de onda de radiofrequência, o leitor recebe novamente a informação já armazenada da *tag* e envia para um dispositivo com *software*.

A conexão por RFID integrada a objetos eletrônicos começou a se destacar em massa, a partir de 2005, quando foi implantado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DOD) em embalagens e paletes e por algumas empresas, entre elas, a multinacional Walmart que utilizou essa tecnologia através de etiquetas RFID para controle de estoques, em substituição do código de barra.

Mancini (2019, p.7) afirma que o marco do início do conceito de Internet das Coisas, foi com o uso do sistema por rádio frequência RFID. Nesse contexto, podemos observar que a tecnologia RFID potenciou a Internet das Coisas, como destaca Magrani (2020, p. 46), “A tecnologia RFID é essencial para a intensificação da IoT no cotidiano, utilizada na identificação de objetos, disponibilizando informações sobre o estado, a localização e mudanças no ambiente dos aparelhos equipados”.

Os sistemas RFID quando associados à Internet das Coisas, dão uma amplitude as suas aplicações em ações cotidianas, como fazer pagamentos, rastrear objetos, identificação biométrica, aplicação médica, entre outras funcionalidades, visando otimizar o tempo, economizar dinheiro e ter um melhor bem-estar.

Atualmente, o processo não se restringe só a produtos, as etiquetas e *chips* de RFID podem ser encontrados em pessoas e animais. Nos seres humanos, podem ser utilizados para monitoramento através de etiquetas afixadas em peças do vestuário, como ocorreu na cidade de Vitória da Conquista na Bahia, em 2012, com o Projeto Uniformes Inteligentes, em que

etiquetas RFID estavam no fardamento dos alunos de uma escola municipal para monitoramento dos estudantes.

Quando o aluno vestindo o uniforme passa pela portaria, o leitor ativa a etiqueta nesse exato momento, produzindo uma informação (entrada e saída de aluno). Como cada etiqueta tem um número, esse é associado a um aluno específico. Assim, ao detectar a entrada e saída do aluno X, o sistema envia, automaticamente, um SMS para o telefone cadastrado dos responsáveis desse aluno (LEMOS, 2013, p. 22).

A aplicação de RFID para controle de pessoas, é realizada também por *biochips* implantados sobre a pele. Trata-se de *microchip* para identificação e armazenamento de dados usados para facilitar atividades do cotidiano, como reconhecimento em academia, trabalho, transporte, fazer pagamentos eletrônicos, ligar automóveis e eletrodomésticos, abrir e fechar portas e para diagnósticos de saúde. Nos animais, além das etiquetas, faixas e anéis, há a implantação de *microchips* para identificação e monitoramento das espécies, tanto para os animais de natureza selvagens, nos seus habitats, como para monitoramento dos domésticos que ficam sozinhos no ambiente.

Diante do contexto, foi preciso se pensar em alguns pontos para alcançar a potencialidade do funcionamento e da utilidade da IoT: a identificação dos objetos por radiofrequência (RFID), barateamento dessa rede de comunicação, avanço nas redes de sensores, evolução da miniaturização e da nanotecnologia e políticas para IoT. Nesse panorama, na Internet das Coisas, o objeto deve ter características de capacidade de computação, de comunicação e de controle, como descreve Magrani (2018).

A perspectiva de ampliação do uso da Internet das Coisas visa avanços tecnológicos, econômicos e sociais, com o desenvolvimento de outras tecnologias, como as denominadas emergentes, que englobam as tecnologias inteligentes, os sensores e os dispositivos eletrônicos. Nesse cenário, inúmeras aplicações da IoT já é possível em diversos ambientes.

2.2 APLICAÇÃO

Para uma melhor compreensão de como a Internet das Coisas evoluiu, destacaremos algumas aplicações em IoT. Apresentaremos os primeiros objetos com essa tecnologia e as inovações que colaboram para a sua expansão. Vale ressaltar que a escolha dos equipamentos mostrados não está relacionada com a seleção dos melhores, mas os que, ao longo do tempo, nos deram um melhor entendimento sobre a sua criação e o desenvolvimento do estudo.

Desde a proposta do termo, em 1999, com Ashton, a IoT seria pensada como uma revolução que seria necessária e suas aplicações seriam úteis para a economia. Como Dave

Evans (2011, p. 02) apontou: “[...] a IoT representa a próxima evolução da Internet dando um grande salto na capacidade de coletar, analisar e distribuir dados que nós podemos transformar em informações, conhecimento e, por fim, sabedoria”.

De acordo com Magrani (2018, p. 45), “Muitas dessas utilidades já estão em vigor, e as funcionalidades da IoT são possíveis graças a tecnologias como *Wi-Fi*, *bluetooth* e identificação por radiofrequência RFID”.

O *Oxford English Dictionary*, conceitua a *Internet of Thing* como “a conexão de dispositivos dentro de objetos do cotidiano via internet, permitindo que eles compartilhem dados”. Logo após a definição, refere-se a amplitude de objetos inteligentes existentes, “De geladeiras inteligentes a ursos de pelúcia habilitados para a web, a internet das coisas nunca foi tão extensa” (OXFORD, 2020).

Nesse sentido, muitos objetos inteligentes que integram a tecnologia IoT foram criados, em áreas diferentes e com funções diversificadas, como destaca Magrani (2018, p. 46), “[...] os produtos que hoje estão integrados com a tecnologia da IoT são das mais variadas áreas e têm funções diversas, como eletrodoméstico, meios de transportes e brinquedos. ”

Relacionada com o conceito de coisas inteligentes, a palavra *smart*, adjetivo de origem inglesa, que significa inteligente, pode associar-se a pessoas, objetos e ambientes. Portanto, quando há um objeto ou um ambiente ligado à internet, que age de forma inteligente, através da mudança de algumas funções, é considerado *smart*.

Esses objetos basicamente têm três características. Sensores que sentem o mundo a volta dele, ou seja, que entendem temperatura, pressão, luminosidade. Eles têm coisas que mudam o ambiente a volta deles, como leds, telas e tudo mais. E eles têm a conexão com a internet” (VARELLA, 2020).

A Internet das Coisas é aplicada numa diversidade de objetos e de ambientes, pode ser usada por dispositivos como *desktops*, *smartphones*, *tablets*, entre outros e, coisas do dia a dia. São exemplos de aparelhos com sistemas inteligentes: geladeira *smart*, *smart TV*, *smart lamp*, *smart locker*, brinquedos e objetos móveis (carros, caminhões, bicicletas, patinetes, *drones*, robôs). Como descreveremos adiante.

Quando se reporta as possibilidades emergentes em IoT, estamos falando também de ambientes que dispõem de dispositivos conectados à internet, como *smart home*, *smart school*, *smart healthcare*, *smart cities* e áreas como o agronegócio, indústria e setor de serviços, que compõem esse ecossistema de espaços e objetos inteligentes, que se destacam como tendências mundiais. A seguir, veremos algumas áreas de aplicação da IoT.

2.2.1 Smart Home

As casas inteligentes constituem de residências automatizadas e conectadas à internet, através de sistemas e de produtos *smarts*, como eletrodomésticos e eletroportáteis, lâmpadas, tomadas, câmeras, fechaduras e outros. Esses dispositivos são conectados à internet e podem ser controlados através de *smart speaker* (assistentes virtuais que atuam por comando de voz) ou *smartphone*, mesmo a pessoa estando distante da casa. Com eles, a proposta é ter mais facilidade, praticidade e segurança no ambiente, nas funções de monitoramento do espaço, acompanhamento de consumo de energia, controle de iluminação, entre outras funcionalidades.

2.2.1.1 Eletroportáteis e Eletrodomésticos

O primeiro produto do ambiente *smart home* e o primeiro dispositivo com Internet das Coisas foi criado por Simon Hacket e John Romkey, a Sunbeam Deluxe Automatic Radiant Control à Internet, uma torradeira que podia ser ligada e desligada mediante a internet. O aparelho foi apresentado na *INTEROP '89 Conference* e sua exposição foi um fenômeno. O objeto era constituído por uma torradeira, um pequeno guindaste robótico e um computador, todos conectados à internet num sistema que controlava ligar e desligar a energia, a cor da torrada e o manuseio das fatias do pão para serem colocadas no aparelho. Na primeira exposição, o pão era colocado manualmente, já na segunda, o guindaste robótico foi incluído, completando o sistema automatizado.

Figura 4 - Torradeira Sunbeam Deluxe Automatic Radiant Control à Internet

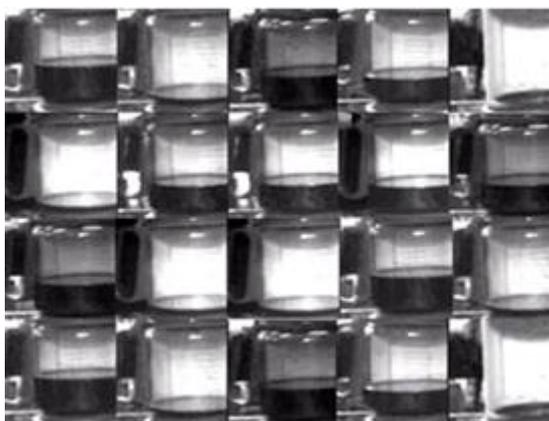


Fonte: <https://gumption.typepad.com/blog/2008/05/what-would-your.html>

Outras invenções com aplicações em IoT foram apresentadas, como em 1993, ano que os pesquisadores da Universidade de Cambridge criou a cafeteira da Sala Trojan, um aparelho

que capturava imagem através de uma câmera, enviando-as a um computador para monitorar o volume do café na jarra. Assim, as pessoas olhavam nesse computador e sabiam quando tinha café pronto. Esse eletroportátil inteligente ficou conhecido pela primeira transmissão da *webcam* e seu funcionamento foi até o ano de 2001.

Figura 5 - Captura de vídeo da cafeteira da Sala Trajan



Fonte: <https://www.bbc.com/news/technology-20439301>

No ano de 2000 a multinacional sul coreana *LG Eletronics* anunciou a primeira geladeira com conexão à internet, o *Internet Digital DIOS Refrigerator*, um aparelho conectado à internet e integrado com tela plana e webcam, que além de refrigerar os alimentos, apresenta outras funções, de rádio, TV, câmera digital, agenda e leitura de e-mails. Além disso, consome menos eletricidade do que as geladeiras convencionais. Esse refrigerador foi apresentado em um evento na Coreia do Sul, em 2000, mas o produto estava sendo desenvolvido pela empresa, desde 1997. Foram envolvidas 55 pessoas nesse projeto e teve um investimento de mais de US\$ 12 milhões, sendo o eletrodoméstico pioneiro com Internet das Coisas (UOL, 2002).

Figura 6 - Internet Digital DIOS Refrigerator



Fonte: <https://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u11230.shtml>

No ano de 2005 foi criado o primeiro objeto conectado com a internet, que teve a comercialização em grande quantidade. O *Nabaztag*, um produto com formato de coelho que, na primeira versão, desempenhava algumas funções programadas (informar a previsão do tempo, leitura de *e-mails* e rádio personalizado). Após o produto inicial, em 2016, teve a versão *tagv2*, com reconhecimento de voz e transmissão mp3. Em 2011 passou a se chamar *Karotz*. (NABAZTAG, 2015)

Figura 7 - Karotz



Fonte: <https://www.facebook.com/wizz.cc.karotz/>

Após esses lançamentos, outros eletrodomésticos e eletroportáteis inteligentes foram apresentados e comercializados. Por exemplos: fogão, ar-condicionado, aspiradores de pó, TVs, lavadora e secadora de roupas, panela de arroz, fritadeiras elétricas, chaleiras, entre outros. A seguir, mostraremos alguns aparelhos para explicar a funcionalidade *smart*.

A LG lançou na Consumer Electronic Show (CES 2021), maior evento de tecnologia do mundo realizado em Las Vegas, com formato digital nesse ano, o refrigerador LG *InstaView Door-in-door*. Um produto que contém reconhecimento de voz para abrir a porta e a tecnologia *UVnano*, que através da luz, mantém o dispensador de água de maneira higiênica e livre de bactérias. A sua conexão com o usuário abrange a verificação dos dispensadores de água e gelo e a agenda. Quando vinculado com a empresa Amazon e com o aplicativo da LG (LG ThinQ), no período de substituição do filtro, o refrigerador solicitava filtros de água (LG, 2020).

Figura 8 - Refrigerador LG InstaView Door-in-Door



Fonte: encurtador.com.br/uO125

O robô aspirador da SAMSUNG foi apresentado também na CES 2021. O dispositivo possui sensores 3D e inteligência artificial, que faz o reconhecimento de outros objetos no ambiente. Com o sensor LIDAR, semelhantes aos dos carros automáticos, o aparelho detecta distância e rastreia a localização. A comunicação com o usuário se dá, através de uma câmera e um aplicativo móvel, o *SmartThings*, que faz a conexão com o dispositivo de qualquer lugar, em tempo real, para controle da limpeza. Outras funções também podem ser realizadas, como o agendamento e roteiro da limpeza (SAMSUNG, 2021).

Figura 9 - Aspirador Robô SAMSUNG JetBot 90 AI+



Fonte: encurtador.com.br/ILVY6

A Fritadeira Elétrica *Smart* em Aço Inox da Tramontina, é um eletroportátil *smart*, que possui um LCD Iluminado com sete funções, entre elas, a função de fritura pré-definida e de personalização, que permite a programação do tempo e da temperatura para o prato escolhido.

Figura 10 - Fritadeira Elétrica Tramontina by Breville Smart

Fonte: encurtador.com.br/diqP1

2.2.1.2 Segurança e controles de consumo

O Ambiente *smart home* tem o conceito de casa eficiente, ao se referir a segurança e controle de consumo de energia e água. Os objetos *smart* desse ambiente funcionam por meio da conexão *Wi-Fi* e são acionados pelos usuários através de aplicativo, acionados manualmente ou por comando de voz. Sendo assim, o controle da área interna e externa de uma residência pode ser realizado pelo morador com o seu smartphone em qualquer lugar.

Fechadura digital com biometria, sensores *wi-fi* de fumaça, de gás, sensor de água, câmeras, tomadas, interruptores, lâmpadas, central de controle infravermelho, entre outros, são exemplos de objetos inteligentes para esse ambiente. Destacaremos alguns abaixo.

A multinacional chinesa *XIAOMI*, lançou no mercado, em 2021, a fechadura inteligente *Xiaomi Face Recognition Smart Door Lock X*. O equipamento possui um *display AMOLED* que exibe a face da pessoa, o *status* geral do bloqueio e o valor atual da bateria. Para o seu desbloqueio, existem oito opções, dentre elas, o desbloqueio por reconhecimento facial 3D, por *NFC*, código *PIN*, *Bluetooth*, chave padrão e impressão digital.

Figura 11 - Fechadura *Xiaomi Face Recognition Smart Door Lock X*

Fonte: <https://www.xiaomitoday.com/2021/10/10/xiaomi-smart-door-lock-x/>

Outro exemplo que destacamos é a central de controle de infravermelho (*smart* controle), que é um aparelho *smart*, que se conecta através da rede *wi-fi* e realiza o gerenciamento de todos os dispositivos infravermelhos do ambiente, por comando de voz ou aplicativos. Pode gerenciar ar-condicionado, televisores, *home theater* e outros.

Figura 12 - Smart Controle Universal Positivo



Fonte: <https://www.positivocasainteligente.com.br/smart-controle-universal>

2.2.1.3 Smart Speaker

Smart speaker é um aparelho que reproduz áudio e tem a presença de um assistente pessoal virtual, que são *softwares* inseridos em dispositivos que respondem a comandos de voz. Segundo Chayapathy, Anitha e Sharath (2017, p. 385) “as assistentes pessoais inteligentes são capazes de organizar e manter informações, tendo a capacidade de fornecer informações com base em entradas de voz ou comandos e gerenciar dispositivos conectados à nuvem”.

Acender e apagar luzes, reproduzir *mídias* como *podcast* e música, informar a hora, situação do tempo, notícias, programar alarme e *timer*, são algumas ações que podem ser executadas por uma assistente pessoal virtual. Podem também, se comunicar com outros objetos inteligentes, como lâmpadas, câmeras *wi-fi*, dispositivos de infravermelho, entre outros. As interações são *criptografadas* e armazenadas na nuvem das empresas.

Na linha desses dispositivos destaca-se a assistente virtual *Alexa*, *software* desenvolvido pela empresa Amazon, em 2014, que está atualmente contido nas caixas de som EcoDot, já na sua 5ª edição e no EcoShow (com *smart display*), já na 15ª edição. Esses dispositivos são da mesma empresa, a Amazon. Outras empresas também possuem assistentes virtuais, a empresa Apple desenvolveu, em 2010, a Siri, inserindo-a no iPhone. A Google tem a Google Assistente, lançada em 2016, disponível em 21 idiomas e pode ser encontrada em smartphones, alto-falantes e fones de ouvido.

Figura 13 - Echo Dot (4ª Geração): Smart Speaker com Alexa



Fonte: <https://www.amazon.com.br/Novo-Echo-Dot-4%C2%AA-gera%C3%A7%C3%A3>

2.2.2 Smart Healthcare (Saúde)

Smart healthcare é a assistência à saúde realizada através de ambientes e equipamentos que fazem conexão com internet, onde os dados são conectados através da Internet das Coisas. São soluções pensadas para a preservação da saúde e tratamento de doenças. Na saúde destacam-se as aplicações como monitoramento de pacientes com diabetes, diagnóstico de infecção hospitalar, monitoramento de pessoas nas unidades de saúde, diagnósticos descentralizados e identificação de controle de epidemia (BNDES, 2011).

A IoT além de estar presente em hospitais, clínicas, farmácias, laboratórios, entre outros espaços relacionados à saúde, está sendo utilizada no formato virtual, na telemedicina, no atendimento remoto em triagem de enfermagem, psicoterapia, teleconsulta emergencial, simples e nutricional. Alguns equipamentos com aplicação de IoT já estão em uso na área da saúde, como marcapassos cardíacos com dispositivos de IoT, equipamento de monitoramento contínuo inteligente de glicose (CGM), leitos hospitalares inteligentes, que monitoram o paciente com risco de queda da maca e outros dispositivos.

O uso dos objetos inteligentes na área da saúde cresceu devido a pandemia da Covid-19, momento que a população mundial foi acometida por uma nova variante do coronavírus, denominada cientificamente como Sars-CoV-2 (Síndrome Respiratória Aguda Grave do Coronavírus 2). No início de 2020, foi dado o estado de alerta, pela Organização Mundial da Saúde (OMS), de mudança de status da doença para ser considerada uma pandemia, devido ao crescimento avassalador dos casos de contaminação mundialmente (WHO, 2021).

Nesse contexto, diferentes medidas foram adotadas para diminuir a circulação do vírus, suas mutações, mitigar o colapso do sistema de saúde e intensificar a vigilância, o diagnóstico e o tratamento da doença Covid-19. A OMS recomendou o distanciamento social como uma

das principais medidas para conter o avanço do coronavírus. Como consequência disso, muitos setores foram fechados, entre eles, o de comércio, serviços, educação, entretenimento. Permanecendo em muitos locais, só os serviços considerados essenciais pelos governos, os serviços de saúde e segurança pública, além do comércio de alimentação e remédios. Nesse período, muitas empresas adotaram o trabalho em *home office* e as instituições escolares adotaram o ensino *on-line*.

Com o retorno de algumas atividades de forma presencial, algumas soluções baseadas em Internet das Coisas estão sendo utilizadas por diferentes empresas na área da saúde e bem-estar. São dispositivos para combater e controlar a Covid-19, como uso de sensores inteligentes de temperatura corporal, monitoramento de pessoas para evitar aglomerações, medição de qualidade do ar, crescimento de automatização de empresas, maior uso de robôs, uso de *Bigdata* para rastreamento de cadeias de transmissão, entre outras aplicabilidades. Além, de maior utilização dos dispositivos IoT associados a biometria facial.

O site Terra³, em uma matéria do dia 10 de agosto de 2020, mostra a utilização da IoT nos hospitais para monitorar a glicose de pacientes com Covid-19, através de um monitor contínuo inteligente de glicose (CGM), provido pela KORE, uma empresa mundial de redes gerenciadas em Internet das Coisas e outras comunicações. O dispositivo é descrito como “um sensor corporal portátil que mede, em intervalos regulares e de forma automática, a glicose” (TERRA, 2020).

Com esse dispositivo, o monitoramento da glicose é realizado à distância. O sensor do aparelho coleta e transmite os dados para um dispositivo móvel. Sendo assim, não é necessário um profissional para medir a glicose do paciente, diminuindo o risco de contaminação dos profissionais nos leitos dos hospitais.

Figura 14 - Monitor inteligente de glicose



Fonte: encurtador.com.br/vDZ03

3 Terra website: <https://www.terra.com.br/>

Figura 15 - Tecnologia de reconhecimento facial, verificação de temperatura e checagem do uso de máscara de proteção



Fonte: ZAPAROLLI (2020).

Atualmente existem peças de vestuários com conectividade de IoT, integrando uma categoria denominada *wearables*, que são as tecnologias vestíveis dotadas de sensores para coletar informações dos usuários e realizar as funções inteligentes. Estão presentes em calçados, roupas e acessórios. Alguns exemplos de acessórios *wearables*, são os óculos virtuais (*smart glasses*), relógios (*smartwatches*), cintos, fones de ouvido e recentemente as máscaras de proteção sanitária, fabricadas no período da pandemia da Covid-19. Produtos como pulseiras e tênis são os principais utilizados, como explica Magrani (2018).

Esses produtos associados ao mundo fitness e aos segmentos de saúde, se tornaram acessíveis aos consumidores e desempenham funções que monitoram o sono, passos, calorias, batimentos cardíacos, entre outros. Mas, também, estão associados a comodidade para o usuário, quando fazem pagamentos por aproximação, acompanham notificações, agendas pessoais e ligações telefônicas, como veremos a frente.

A Apple apresentou, em setembro de 2021, o Apple Watch Series 7, o relógio inteligente da linha da *Apple Watch*, que configura e se conecta as redes *Wi-Fi*, por si só. O diferencial desse modelo está na sua tela de cristal, mais ampla, avançada e mais resistente, com bateria de maior durabilidade. O dispositivo realiza funções inteligentes de monitoramento de saúde, como medição de oxigênio, monitoramento de sono e de frequência cardíaca, através do *app* ECG3, que realiza o eletrocardiograma (ECG) quando e onde o usuário quiser. Além de monitorar progressos e métricas nos esportes, também reconhece o Pilates e o Taichi, como atividades do mundo *fitness* (Apple, 2021).

Figura 16 - Apple Watch Series 7

Fonte: <https://www.apple.com/br/apple-watch-series-7/>

A IoT pode estar na saúde e no ambiente escolar ao mesmo tempo, através das tecnologias vestíveis, como exemplo o uso da pulseira *Schood* da empresa Positivo, que se conecta via *Bluetooth* a uma rede IoT. Além das funções de presença automática dos alunos, ela pode medir a temperatura dos alunos e auxiliar a evitar aglomerações nas escolas, como ocorreu no tempo da pandemia da COVID-19. Através dela, os pais também conseguem limitar os gastos dos filhos na cantina da escola e bloquear alguns produtos alimentares, para uma melhor nutrição.

No Brasil algumas escolas particulares já estão testando o uso da pulseira *Schood*, desde 2019, em alunos do ensino Fundamental e Médio.

Figura 17 - Pulseira Inteligente Schood

Fonte: <https://conteudo.tecnologia.educacional.com.br/schood-retorno-aulas>

2.2.3 Smarts Cities - Cidades Inteligentes

Mais uma possibilidade emergente com a aplicação de IoT são as cidades inteligentes (*smart cities*), que estão embasadas em tecnologias. Com elas, as sociedades podem acompanhar as transformações sociais, suas expectativas e os interesses dos seus cidadãos. Sendo assim, a tecnologia se torna um fator indispensável para que as cidades possam oferecer melhor infraestrutura aos seus habitantes.

Para Harrinson; Donnelly (2013), as cidades inteligentes são aquelas que fazem uso sistemático das TIC para promover a eficiência no planejamento, execução e manutenção dos serviços e infraestruturas urbanas, para uma melhor qualidade de vida para a população destas cidades. Nesse cenário, com o *boom* das tecnologias digitais e de dispositivos conectados, com transmissão de dados e comunicação em rede, as *smarts cities* viraram tendência mundial. As aplicações de Internet das Coisas nas cidades potencializaram, em vários países, setores como transporte, trânsito, segurança pública, eficiência energética, educação, meio ambiente e gestão pública.

As aplicações de IoT nas cidades pretendem elevar a qualidade de vida através das tecnologias e práticas na gestão e nos serviços, como mobilidade, segurança pública e uso de recursos humanos (BNDES, 2011).

Sendo assim, separamos em três blocos as aplicações de IoT no ambiente de cidades inteligentes: infraestrutura, objetos móveis e aplicativos móveis. Nesse espaço, um objeto inteligente pode ser utilizado em mais de um setor, por exemplo, os drones que podem ser usados no transporte, na segurança e na comunicação.

2.2.3.1 Infraestrutura

Exemplos de aplicação de IoT nas cidades inteligentes são os sistemas de *smart lighting*, tecnologia que visa a eficiência energética em ambientes como as ruas, estacionamentos e ciclovias. Nesse sistema, a iluminação possui sensores de ocupação que faz o controle e manutenção da energia de forma remota, enviando informações, como ajuste do brilho da iluminação, sinalização de troca de lâmpadas, de horários, para uma unidade de controle eletrônico. A cidade de São Paulo, em 2020, colocou 130 pontos de iluminação LED na Ciclovia Novo Pinheiros, instalando o sistema inteligente de iluminação. Na segunda fase do projeto completou a extensão de 10 km de iluminação (SÃO PAULO, 2021).

Figura 18 - Iluminação Inteligente na Ciclovía Novo Rio Pinheiros



Fonte: Portal do Governo de São Paulo (2021).

No trânsito, o uso da IoT permite ter um controle melhor do tráfego, com monitoramento através de vídeos e radares. Logo, a gestão de trânsito de uma cidade pode adotar medidas para melhor conduzi-lo, principalmente na gestão do transporte público. As informações em tempo real, atualizadas, também facilitam a identificação dos pontos de engarrafamentos. Através de sistemas conectados aos GPS do automóvel ou do smartphone, o motorista tem informações sobre o trânsito, estradas, condições meteorológicas, informações do automóvel (estado dos pneus, bateria, nível do combustível) e de postos de gasolina mais próximo.

2.2.3.2 *Objetos móveis*

Um novo panorama surge em Internet das Coisas em referência a objetos móveis que se deslocam, como veículos, *drones*, robôs entregadores, entre outros. Nesse sentido, a indústria automotiva está evoluindo cada vez mais para a criação de carros inteligentes, seja na versão comum ou autônoma. Nos carros comuns, os investimentos estão em soluções tecnológicas em Inteligência Artificial (IA), sensores, comando de voz, entre outras tecnologias integradas em plataformas. Por exemplo, a plataforma *Cockpit* Automotiva, que foi projetada para suportar níveis elevados de computação e inteligência, que traz maior interação do motorista com o carro, o meio ambiente e com as assistentes virtuais.

Na primeira edição do evento de mobilidade IAA Mobility 2021, em Munique, na Alemanha, a Renault lançou o carro elétrico desenvolvido pela empresa em parceria com a *Qualcomm*, que criou a plataforma de *cockpit* automotiva *Snapdragon* 3ª geração e pela Google, com a sua assistente virtual de voz e serviços automotivos do Google Play, com funções interativas para o motorista e os passageiros (RENAULT, 2021).

Figura 19 - Tela OpenR do carro Mégane E-Tech Electric, da Renault

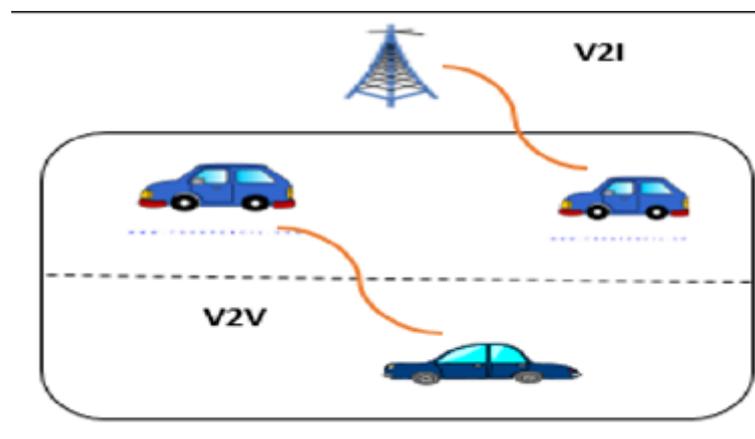


Fonte: Imprensa Renault (2021).

Os carros autônomos são automóveis capazes de se movimentarem sozinhos, sem um condutor, através de uma comunicação com outros objetos, com o ambiente, com outros veículos e com a infraestrutura viária. “Esses carros fazem todo o papel do motorista humano, os programas de computadores e sensores determinam a todo momento as ações que devem ser tomadas e as efetuam” (CASTRO, 2018).

Para a transmissão das informações em tempo real no trânsito, é necessário ter internet e conexão por redes veiculares, denominada comunicação V2X, que tem como exemplos, a rede entre veículos (do inglês, *Vehicle to Vehicle*, V2V) e a rede de veículo para Infraestrutura (do inglês *vehicle-2-infrastructure*, V2I). As redes veiculares (do inglês, *Vehicular Ad - Hoc Network* - VANETs) surgiram para melhorar as condições de comunicação e sinalizar situações de emergências nas estradas, como freadas bruscas, intenções de mobilidade, colisões, entre outros (BEZERRA, 2019, p. 17).

Figura 20 - Comunicação V2V e V2I



Fonte: <https://www.researchgate.net/publication/324183481>

Mesmo com tanta tecnologia digital, os carros autônomos ainda não estão autorizados a se movimentarem sem motoristas, apenas os carros semiautônomos são aceitos na atualidade, já que fazem algumas funções através de sensores, mas com o motorista dentro do veículo. As empresas Tesla e Volvo desenvolveram alguns modelos, como *Tesla Autopilot* e o Volvo XC60. Outras empresas como a Google estão em projetos de produção de carros com mais autonomia. No entanto, os desafios para que os veículos autônomos se tornem realidade nas ruas, não são apenas de ordem tecnológica, envolvem questões éticas, de infraestrutura e de legislação (UNZELTE, 2021).

Outro objeto móvel inteligente com aplicação de IoT são os drones, veículos aéreos não tripulados, que são pilotados por meio de controle remoto. Essa pequena aeronave foi criada na Alemanha para auxiliar na Segunda Guerra Mundial. Apesar de ter só essa finalidade no passado, na atualidade possui muitas aplicações em diferentes setores, como agricultura, segurança pública, construção civil, educação, meio ambiente, publicidades, entre outros. Esse objeto tornou uma excelente ferramenta para essas áreas, por fazer trabalhos complexos e reduzir custos.

De acordo com Brum, *et al.* (2019, p. 28), “os drones, até pouco tempo, eram equipamentos desconhecidos para o público em geral. Em um curto período de tempo, essas máquinas passaram de um material de emprego militar e no aeromodelismo para os noticiários e para o uso do público em geral em nosso cotidiano”.

O seu uso vai além de gravar imagens, podem ser utilizados para monitoramento em tempo real de locais, pulverizar lavouras, achar focos de incêndio, geolocalização, salvar vidas, fazer transporte e entrega de encomendas, entre outras ações.

Com o avanço da tecnologia, os drones têm ganhado mais funções. Exemplo de sucesso é o da empresa Amazon nos Estados Unidos, que já foi autorizada a fazer entregas para seus clientes utilizando drones pelo serviço Prime Air. Dentre as diversas funcionalidades dos drones, estes vêm sendo utilizados para realizar imagens de locais onde não seria possível o acesso humano sem que a pessoa fosse exposta a riscos, monitoramento e vigilância, ajuda humanitária e resgate, entre outros (BRUM, *et al.* 2019, p. 30).

Os drones possuem sistemas de GPS, sensores e *Wi-Fi*, que integrados fazem o controlador regular manobras e o drone permanecer no ar por mais tempo, além de possuírem câmeras integradas para fins comerciais e militares.

Figura 21 - Drones com transmissão de imagem on-line



Fonte: <https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2021/05/dasdas.png>

A aplicação da IoT também chegou ao serviço de entregas de encomendas, através dos robôs-entregadores que transportam em uma localidade, objetos como compras de mercado, remédios, comida e pequenas encomendas. Para acessar o serviço o usuário faz o pedido de forma *on-line*, por aplicativo, que envia a informação para o robô, que busca a mercadoria no espaço e realiza a entrega.

Esses entregadores robôs possuem GPS e câmeras e podem ser controlados remotamente por um operador. Desde 2019, a Amazon faz testes com robô no formato de veículos elétricos autônomos, que andam pelas calçadas das cidades atendendo demandas locais de entrega de mercadoria. (AMAZON, 2019).

Figura 22 - Robô entregador Amazon Scout



Fonte: <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-scout-heads-south>

2.2.3.3 Aplicativos móveis

Nesse universo de dispositivos conectados os aplicativos móveis ganham espaços, pois tornaram as interações diárias mais rápidas e mais inteligentes, aproveitando mais da IoT. Esse progresso é decorrente do aperfeiçoamento dos seus recursos, que os tornam mais eficientes na conexão dos equipamentos. Entre os aplicativos mais usados no mundo estão os da Uber Technologies Inc, multinacional americana que atua com aplicativo de transporte.

A ideia da Uber surgiu no ano de 2008, em Paris, por Travis Kalanick e Garrett Camp, após terem dificuldade de pegar um táxi, numa noite, na cidade. Em março de 2009, eles criaram um *app* de transporte para *smartphone*, de solicitação de viagens. Em 2010, a primeira viagem foi realizada na cidade de São Francisco, mas só se tornou um serviço mundial, em 2011. No ano seguinte, a Uber realizou sua primeira entrega de produtos, que hoje é o *Uber Flash*, um serviço de entrega de mercadorias solicitados por usuários ou empresas (UBER, 2021).

Na comunicação do App Uber com o usuário, a Internet das Coisas está presente, pois através dos celulares com o aplicativo, acontece o rastreamento de passageiros e automóveis. Esse funcionamento segue as seguintes etapas:

Etapa 1- **O usuário abre o app:** O usuário digita o destino na caixa “Para onde? ”, analisa as opções de viagem quanto ao tamanho do veículo, preço e horário previsto de desembarque, escolhe a opção desejada e confirma a viagem. Etapa 2 – **O app encontra um motorista parceiro para o usuário:** Um motorista parceiro que está nas proximidades recebe e aceita a solicitação de viagem do usuário. Quando falta um minuto para a chegada do motorista parceiro, o usuário recebe um aviso. Etapa 3-**O motorista parceiro encontra o usuário:** O motorista parceiro e o usuário confirmam seus nomes e o destino. O motorista parceiro inicia a viagem (UBER, 2021).

Além de várias opções de viagem com os carros da Uber, outros serviços estão disponíveis com o aplicativo da empresa, como o de viagem de bicicleta e patinete, de compartilhamento de viagens com outros usuários, denominado Uber Juntos, serviços de *delivery* de comida, *Uber Eats*, muito utilizado na entrega para restaurantes, lojas de conveniências, mercado e pets, o *Uber Wallet*, serviço com carteira digital, que gerencia dinheiro, o *Uber Money* e outras ferramentas para empresas.

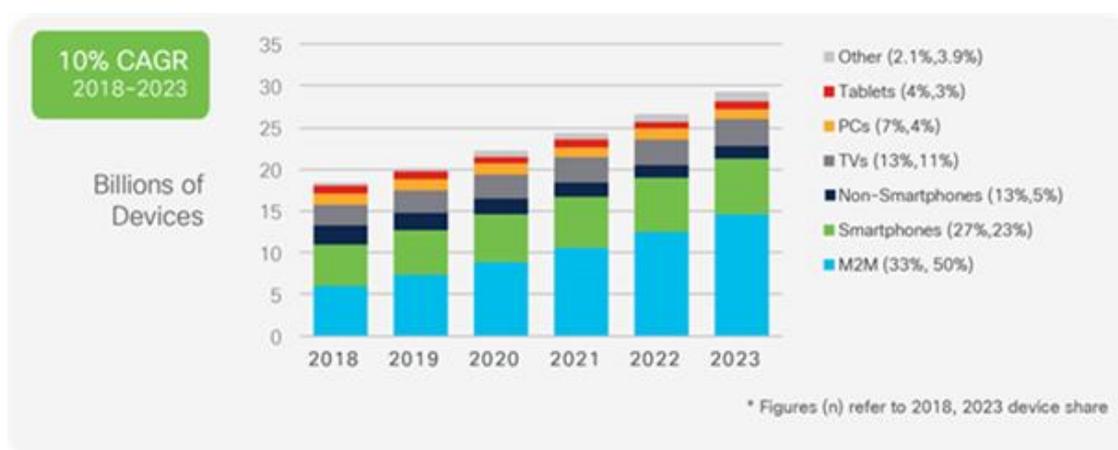
2.2.4 Smart School

Smart School são ambientes escolares com IoT em rede, que podem fornecer informações sobre o *status* do aluno, do professor, do ensino, dados administrativos e de

O último relatório da Cisco, o Cisco Annual Internet Report Complete Forecast Update 2018-2023, fez projeções globais quantitativas sobre o crescimento de dispositivos, usuários e conexões, durante o período de 5 anos.

A Figura 24 destaca que o número de dispositivos conectados a redes IP será mais de três vezes a população mundial em 2023. O documento mostra que havia 18,4 bilhões de dispositivos conectados, em 2018, e prevê que em 2023, teremos 29,3 bilhões de dispositivos em rede. Esse relatório aponta outros dispositivos conectados, além do PC, *smartphone* e *tablet*. Traz também TVs, *Phablets*, entre outros.

Figura 24 - Dispositivo global e crescimento da conexão



Fonte: Relatório Anual da Internet da Cisco (2018).

Com o crescimento de elementos de IoT usados mundialmente, temos que considerar o impacto que essa tecnologia traz para a sociedade em diferentes áreas, na comunicação, na educação, na ciência, nos negócios, nas relações humanas e governamentais, sejam eles, benéficos ou desafiadores, com barreiras a serem pesquisadas e solucionadas.

2.3 EVENTOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

É notável a evolução tecnológica com a Internet das Coisas, que alavanca a expansão mercadológica de produtos e serviços em diferentes esferas, aumentando os dispositivos conectados mundialmente, ultrapassando o número de pessoas existentes no planeta, como vimos acima. Sendo assim, a cada novo estágio do seu desenvolvimento, outros conhecimentos sobre a Internet das Coisas surgem e, como consequência, ocorrem modificações na sociedade, objetos, comportamentos, costumes e leis, implicando na cultura produzida pela sociedade.

Essas transformações foram discutidas mundialmente em eventos acadêmicos, de *marketing* de empresas e de diagnósticos de governos. Além dos debates que ocorrem sobre as diferentes visões de definições, os problemas e desafios a serem enfrentados fazem parte da discussão. Com o propósito de ter um panorama da Internet das Coisas no mundo, esta pesquisa analisará esses pontos, tidos como fundamentais. Assim como não mostramos o desenvolvimento de todos os equipamentos, não traremos para este estudo a totalidade dos eventos, mas os que colaboraram para a desenvolvimento da pesquisa.

Entre os anos de 2006-2008 a União Europeia (UE) reconheceu a Internet das Coisas. Em 2008, realizou a primeira conferência IoT europeia, denominada *International Conference on The Internet of Things*. O evento ocorrido na cidade de Zurique, na Suíça, foi organizado por Elgar Fleisch (Universidade de St. Gallen e ETH Zurique), Friedemann Mattern (ETH Zurique) e Sanjay Sarma (MIT) e foi o primeiro evento a reunir os principais pesquisadores e acadêmicos que adotaram esse tema em suas pesquisas e experiências. Os temas abordados foram:

- Modelos de negócios emergentes da Internet das Coisas e mudanças de processos;
- Sistemas de comunicação e arquitetura de rede;
- Incorporação de detecção e atuação em coisas em rede;
- Implantações existentes de Internet das Coisas e
- Questões de segurança e privacidade das infraestruturas da Internet das Coisas e aplicações (IOT-CONFERENCE, 2008, p. 1).

Algumas aplicações de Internet das Coisas, que usamos atualmente, foram apresentadas nesse evento, tal como a comunicação sem fio para automóveis, para um trânsito com mais qualidade e segurança, a identificação por radiofrequência (RFID) e as *wearables*. Após o evento, foi lançado o livro *The Internet of Things: First International Conference IoT 2008, Zurich*, que contém os anais da conferência. Atualmente, já foram realizadas onze edições, a última aconteceu em novembro de 2021, em formato híbrido e foi organizada pelo Instituto de Ciência da Computação, da Universidade de St. Gallen, na Suíça. Nessa edição, os temas apresentados pelos palestrantes foram inteligência artificial, segurança para a IoT, código aberto e interoperabilidade em IoT (IOT-CONFERENCE, 2021). O evento teve repercussão no *Twitter* @IoTConference22, com informação e transmissão em tempo real.

No Brasil a Internet das Coisas passou a ser discutida oficialmente em 2010, num evento em Salvador - BA, 1º Congresso de Tecnologia, Sistemas e Serviços com RFID, organizado pelo CIMATEC/SENAI e pela Saint Paul Etiquetas Inteligentes. Nesta edição, os principais temas abordados foram o empreendedorismo, inovação, aplicações para a indústria de entretenimento e alimentos, além da apresentação de modelos de negócios com a

tecnologia RFID do Exército Brasileiro. Outro ponto central desse evento, foi o Prêmio Senai Cimatec & Saint Paul, nas categorias inovação, tecnologia, gestão de resultados e empreendedorismo. A premiação abrangeu empreendedores, desenvolvedores, pesquisadores acadêmicos e profissionais de todo o país (FAPESB, 2010).

Figura 25 - Cartaz do 1º Congresso Brasileiro de Tecnologia, Sistemas e Serviços com RFID



Fonte: https://issuu.com/congressorfid/docs/i_congresso__brasileiro_de_rfid

A segunda edição, ocorreu na cidade de Búzios - RJ, em 2011 e como destaca SINGER (2012), o evento mudou de nome para Congresso Brasileiro de RFID e Internet das Coisas, mas manteve as discussões sobre as aplicações da tecnologia na indústria e na área empresarial e teve o mesmo público-alvo da 1ª edição. Como a Internet das Coisas foi exposta como uma inovação, as palestras foram em relação à aplicação do RFID e internet das coisas na indústria, saúde, esporte, transportes, bibliotecas, rastreabilidade nas florestas e no entretenimento (CONGRESSO RFID, 2011).

Com a expansão dos dispositivos conectados (computadores, *tablets* e *smartphones*), momento em que há mais objetos conectados do que a população humana, surge em 2011, a necessidade de se discutir os padrões internacionais na criação de objetos conectados. A proposta de ter um padrão global foi colocada pelo *International Telecommunications Union* (ITU).

Nesse mesmo ano, no Brasil, foi criado em 2011, na cidade de São Paulo, através de ações coordenadas de especialistas em Tecnologia da informação e comunicação (TI&C), o

Fórum Brasileiro de Internet das Coisas, cujo objetivo foi mostrar a participação do país no âmbito internacional, discutindo sobre a importância da IoT para a sociedade, mostrar o que está acontecendo com essas tecnologias no mundo e motivar a sociedade, para que o Brasil seja um participante global nesse segmento (IOT BRASIL, 2011).

A partir desse fórum, foi elaborado um documento que foi enviado para os setores interessados no desenvolvimento da IoT no país. As conclusões do encontro foram as seguintes:

1. IoT é o futuro próximo de expansão da Internet.
2. Agora é o momento do Brasil estimular o uso de IoT.
3. É importante construir uma Agenda Estratégica de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, associada a um Programa de Trabalho que inclua: a. Projetos de ampla aplicação social e de mercado para acelerar o surgimento de componentes e equipamentos de grande volume e custos competitivos; b. A formação de recursos humanos qualificados e o estabelecimento de programas de disseminação da informação em escala nacional.
4. Paralelamente, deve-se avaliar a oportunidade de criação e trabalhar para instalação do FÓRUM DE COMPETITIVIDADE DE IoT para acompanhar e analisar a evolução da IoT no Brasil e no mundo, com ampla participação de acadêmicos, técnicos, empresários e representantes de órgãos governamentais.
5. Finalmente, mas não menos importante, o Brasil deve se fazer presente internacionalmente em pesquisas e fóruns de trabalhos que visem a padronização da IoT (IOTBRASIL, 2011).

Esse evento propiciou a organização e realização de outros acontecimentos no Brasil e no exterior, como workshops, publicações de artigos e entrevistas, participações em eventos nacionais e internacionais com a temática Internet das Coisas. Foram criados grupos de trabalhos para discussão do tema.

Ainda em 2011, foi lançado no Brasil um estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”, realizado pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), com o objetivo de identificar quais setores são mais prioritários para o desenvolvimento da IoT no país e propor políticas públicas no tema. Para ter um melhor diagnóstico, o estudo foi organizado em quatro fases, como destaca o BNDES (2011): 1. Diagnóstico Geral e aspiração para o Brasil; 2. Seleção de verticais e horizontais; 3. Aprofundamento e elaboração de plano de ação (2018–2022) e; 4. Detalhamento das principais iniciativas do plano de ação.

A descrição das verticais, na fase 2, conforme o estudo, refere-se a trazer mais tecnologia ao país, e com isso, ter um retorno econômico, social e ambiental. Já as horizontais, estão listadas como desafios a serem solucionados, são eles a segurança e privacidade, conectividade e interoperabilidade, recursos humanos, ecossistemas de inovação e financiamento e a articulação institucional etc. (BNDES, 2011).

Foram identificados os setores da saúde, agronegócio, cidades inteligentes e indústria, como os mais prioritários para o desenvolvimento da IoT. Logo, essas áreas foram denominadas frentes prioritárias (BNDES, 2011).

Com a importância do tema no contexto mundial e direcionando as ações para as fases do estudo do BNDES, o Governo Brasileiro realizou algumas ações nos anos seguintes: criou uma Câmara de IoT através de 60 instituições públicas e privadas, com o objetivo de gerir e acompanhar o desenvolvimento da IoT no país, fez uma consulta pública para a viabilização da Internet das Coisas no Brasil e elaborou um Plano Nacional de Internet das Coisas. Essas ações veremos adiante.

Uma consulta pública foi realizada pela União Europeia, no ano de 2012, de modo a conhecer as necessidades e questões de segurança em Internet das Coisas. Nesse mesmo ano, em Londres, ocorreu a Open IoT Assembly, que “tratou dos direitos do *data subject* (sujeito do dado), indivíduo a quem os dados pertencem, independentemente de ser o proprietário dos sensores (*data licensor*) ou do local onde os dados foram coletados” (LACERDA, 2020).

A partir de 2012 alguns eventos mundiais foram realizados visando conhecer mais a Internet das Coisas e suas aplicações. Esses acontecimentos foram denominados IoT Days e IoT Weeks, que têm edições anuais.

[...] 2013 também foi marcado pelos vários IoT Days eventos que aconteceram em cidades da Itália, Suécia, Holanda, Espanha, França, Suíça, Romênia, Finlândia, Inglaterra e Estados Unidos e reuniram especialistas, empresários e público interessado em divulgar as potencialidades das novas tecnologias de interconexão entre objetos e chamar atenção para a redefinição das noções de privacidade e direito de propriedade sobre os dados gerados (SINGER, 2014, p. 31).

No ano de 2012 ocorreu o *IoT Week*, em Veneza, evento organizado pelo IoT FÓRUM (Fórum Internacional de Internet das Coisas) com o objetivo de unir a comunidade IoT europeia. Com a realização desse evento, a Europa passou a ter uma plataforma para apresentar as últimas notícias sobre IoT, com tópicos de pesquisa relevantes, percepções políticas e sociais e oportunidades de *networking*. Logo, teve importante repercussão para a comunidade europeia e mundial, com edições anuais.

No ano seguinte, 2013, a edição foi realizada na cidade europeia de Helsinque, na Finlândia, com participações de estudiosos sobre o tema, como Kevin Ashton, idealizador do termo IoT em 1999, e outros representantes do setor privado e público, entre eles, a representante do Parlamento Europeu, Maria Cutchet. Os temas abordados nessa edição foram privacidade, percepção da sociedade com a IoT, economia, entre outros.

Já a edição de 2021, foi realizada em agosto, com duração de cinco dias e teve o formato *on-line*, devido à pandemia da Covid-19, com transmissão para o mundo, ampliando o número de participantes. O tema principal foi a definição da Próxima Geração de IoT para um Futuro Sustentável, além das aplicações de IoT na saúde, indústria, agricultura, segurança dos dados e o 5G. Entre os palestrantes estavam CEOs de empresas privadas, professores das Universidades de Sorbonne e Aarhus e representantes de grupos de estudo, como Cristina Bueti da União Internacional de Telecomunicação, ITU-T 20 (Internet das coisas (IoT) e cidades e comunidades inteligentes - SC&C (IOTWEEK, 2021).

Com a importância do tema no contexto mundial e direcionando as ações para a fase 1 do estudo do BNDES, o governo brasileiro criou a Câmara de IoT, em 2014, para promover discussões no âmbito do desenvolvimento e atuações da IoT no Brasil.

A Câmara IoT tem como objetivos subsidiar a formulação de políticas públicas, promover e acompanhar o desenvolvimento de soluções de Comunicação Máquina a Máquina (M2M) e de Internet das Coisas (IoT) para o mercado brasileiro. É um fórum multissetorial com representantes do Governo, Iniciativa Privada, Academia e Centros de Pesquisa (BRASIL, 2016, p. 3).

Os membros que fazem parte dessa câmara são alguns ministérios do governo federal, câmara dos deputados, Casa Civil, BNDES, associações, agências, confederações brasileiras, universidades, centros de estudos brasileiros, entre outros. Todos atuantes nos setores da tecnologia, comunicação, economia, comércio, indústria, agricultura e pesquisa.

Em dezembro de 2015 foi fundada a Associação Brasileira de Internet das Coisas (ABINC), com sede em São Paulo. Participam dessa sociedade mais de 100 associados, desde grandes empresas à startups. O objetivo desta associação é incentivar a troca de informações, fomentar a atividade comercial entre os integrantes e formar um ecossistema forte em IoT no país. A entidade promove atividades de pesquisa e desenvolvimento sobre o tema (ABINC, 2015).

Em 2016, dando seguimento as ações do estudo do BNDES, sobre IoT, foi proposta uma consulta pública para a viabilização da Internet das Coisas no Brasil. Trata-se de um documento que apresenta os elementos de maior incidência para o entendimento da IoT. A consulta abordou questões em 13 tipos de perguntas, respondidas pela sociedade através de um questionário disponibilizado no site Participa.br⁴ (BRASIL, 2016).

4 Participa.br *website*: participa.br

Com objetivo de facilitar o entendimento e organizar as questões, estas foram agrupadas em treze tópicos prioritários. São eles: Assuntos regulatórios e legislação; Papel do Estado; Pesquisa e Desenvolvimento; Recursos Humanos; Oferta tecnológica e composição de ecossistemas; Investimento, Financiamento e Fomento; Demanda; Aspirações; Segurança e Privacidade; Gerenciamento da infraestrutura; Suporte a aplicações e serviços; Redes e transporte de dados; e Gateways e Dispositivos (BRASIL, 2016, p. 3).

O resultado da consulta pública foi debatido na Câmara IoT e as sugestões da sociedade foram aplicadas com o estudo do BNDES, no Plano de Ação. Esse projeto teve início com o estudo do BNDES, que encerrou em 2017, e seguiu durante cinco anos com as iniciativas da estrutura de governança. Essas ações serviram de base para o Plano Nacional de Internet das Coisas instituído recentemente, que abordaremos mais na frente.

Um evento nacional de destaque foi realizado em 2016, o Congresso Brasileiro e Latino-Americano de IoT, promovido pelo Fórum Brasileiro de Internet das Coisas, na cidade de São Paulo e foi considerado o primeiro evento focado em Internet das Coisas no país. O tema da primeira edição foi “*SMART WORD: IoT como base de um mundo melhor*” (FÓRUM BRASILEIRO DE IoT, 2021).

O Congresso de IoT teve sua sexta edição, em outubro de 2021, no formato on-line. O foco do evento foi “A Internet das Coisas na Era do 5G”, com o objetivo de difundir o tema, para mostrar o estágio atual da Internet das Coisas e suas tecnologias correlatas no Brasil e no mundo.

Cenários 5G e aplicações da IoT na Europa e no EUA foram temas destaques do evento que durou quatro dias, além de outros apresentados nos 13 painéis, como indústria 4.0, aplicações de IoT na saúde, agronegócio, segurança e o Futuro da IoT. Nesse panorama, o evento trouxe palestrantes nacionais e internacionais da esfera governamental (Anatel e Ministério das Ciências, Tecnologias e Inovações), acadêmica (UNICAMP, SENAI), *startups* e empresas privadas (Nokia, Siemens, Intel, Oi, entre outras).

Entre os especialistas internacionais, estiveram presentes o diretor de serviços de comunicação da Intel, Vince Currela, que discorreu sobre o 5G e IoT nos Estados Unidos e o Professor Rui Aguiar, da Universidade Pública de Aveiro, Portugal. As palestras desses especialistas foram os momentos mais esperados devido às perspectivas do 5G no Brasil.

Rui Aguiar, Professor da Universidade de Aveiro, do Instituto de Telecomunicação, um dos responsáveis pela implantação do 5G em Portugal, fez parte do painel do primeiro dia do evento. Na sua explanação, o Professor apresentou o conselho construtivo da União Europeia, que discute o 5 G com foco nas telecomunicações. O conselho é formado por seis universidades e algumas empresas. Nesse momento, mostrou a diferença do que se planejou

para o 5G e o que realmente vem acontecendo na Europa, exemplificando o 5G que foi colocado no mercado com componentes de banda larga e não de IoT ou de *latency reliability*, como foi idealizado pelos especialistas e fazendo um paralelo do 5G que será implementado no Brasil.

O que se pode fazer com o dispositivo de 5G hoje em dia, é não muito mais do que se tivesse tido discutido com o 4G, pois não tem tecnologia de rede, nem dispositivos terminais capazes de implementar o que tem, além do mais, não tem todos os aspectos de economia, todos os aspectos sociais, em termos de transição digital que permita resolver esse problema (AGUIAR, 2021).

Na Europa, em países que já implementaram o 5G, ainda não conseguiram realizar a transição digital como foi proposta, apenas ocorre uma maior velocidade na rede. Isto é, estão conseguindo colocar no mercado somente os componentes de banda larga, mas o 5G idealizado, que possui outros dois componentes, o de IoT e o de serviços técnicos, não está atendendo todos os dispositivos.

Em 2017, A Universidade de São Paulo (USP), que é um dos membros da Câmara IoT no Brasil, criou um laboratório de pesquisas de última geração sobre IoT, uma construção que faz parte das ações do plano do estudo do BNDES. Esse espaço tem o objetivo de desenvolver protótipos e produtos inovadores para atender empresas, comunidade científica, *startups* e outros segmentos voltados para a inovação (USP, 2018).

Nesse mesmo ano, foi criada a primeira comunidade virtual brasileira, na rede social *LinkedIn*, denominada Tudo sobre IoT⁵, que tem cerca de 6.000 seguidores e tem o objetivo de potencializar as oportunidades IoT, com divulgação e promoção de Cursos, Congressos, Webinar, artigos, *e-Book*, pesquisas e comunidades.

No dia 02 de agosto de 2019, outra consulta pública sobre políticas e medidas regulatórias para impulsionar a IoT no Brasil foi realizada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), baseada no Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019, que institui o Plano Nacional de Internet das Coisas (BRASIL, 2019). A consulta permaneceu durante 45 dias e foi apresentada à sociedade uma proposta de garantia aos consumidores de acesso às informações sobre as condições de uso dos serviços, em todos os documentos de oferta, além de tópicos relevantes ao setor para diminuir as barreiras regulatórias e reavaliar a regulamentação da internet das coisas e em comunicação máquina-a-máquina (ANATEL, 2019).

Um dos eventos mais aguardados no Brasil, que pretendeu potencializar a Internet das Coisas no país, foi o Leilão do 5G realizado pela ANATEL, no mês de novembro de 2021, considerado um marco para a entrada da tecnologia no Brasil e o maior leilão de faixas de

5 Tudo sobre IoT *website*: <https://br.linkedin.com/company/tudo-sobre-iot>

frequências já realizado, rendendo R\$ 46.790 bilhões para o Governo Federal. Nessa modalidade de negociação, foram vendidas quatro bandas: 700 MHz; 2,3 GHz; 3,5 GHz e 26 GHz.

As principais faixas para o 5G serão:

3,5 GHz, que vão permitir conexões rápidas em longo alcance;
26 GHz, chamada de faixa milimétrica e que vai permitir as aplicações com tempo mínimo de resposta, mas que exige a instalação de mais antenas por ter um alcance de sinal limitado (FEITOSA JR, 2021).

As faixas de 700MHz e 2,3 GHz serão para aperfeiçoar o 4G, que ainda não cobre totalmente o país. Já a faixa de 3,5 GHz distribui 5G para o consumidor final, com uma conexão mais rápida e a de 26GHz permite baixa latência, o tempo mínimo de resposta e, como consequência, permitirá mais aplicações. Esta faixa é a mais utilizada pela Internet das Coisas.

Empresas tradicionais como a Claro, Tim e Vivo (Telefônica) participaram do leilão, que também deu oportunidade a novas operadoras a entrarem no mercado brasileiro, como a *Winity II Telecom Ltda.*, que arrematou a faixa de 700 MHz. As empresas Vivo, Tim e Claro adquiriram a parcela nacional do 26GHz. Esta faixa não foi vendida totalmente devido às incertezas do mercado.

O 5G já está em operação nas capitais brasileiras e no distrito Federal, desde 2022, com previsão de estar em todas as cidades do Brasil com mais de 30 mil habitantes, até 2029. Mas, não há garantia que chegará em todos os lugares das cidades. Para isso, as empresas precisam cumprir algumas obrigações, de acordo com o Edital nº 01/2021 da Anatel: conectar parte das rodovias federais, construir uma rede privativa de comunicação para o Governo Federal, levar internet de fibra óptica de alta capacidade, via fluvial para a região amazônica e internet móvel às escolas públicas de educação básica no país.

A contrapartida de levar internet móvel às escolas públicas da educação básica, foi vinculada às empresas que adquiriram as faixas de 26 GHz e tinha uma previsão de investimento de 7,6 bilhões, mas como o lote não foi vendido, na sua integridade, apenas serão investidos a metade do que foi projetado, R\$ 3 bilhões.

COMPROMISSO DE CONECTIVIDADE EM ESCOLAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA 1. As Proponentes vencedoras dos Lotes G1 a G10, H1 a H42, I1 a I10 e J1 a J42 deverão cumprir Compromisso de Conectividade em Escolas Públicas de Educação Básica, para a consecução de projetos de conectividade de escolas públicas de educação básica, com a qualidade e velocidade necessárias para o uso pedagógico das TICs nas atividades educacionais regulamentadas pela Política de Inovação Educação Conectada, estabelecida pela Lei nº 14.180, de 1º de julho de 2021, e pelo Decreto nº 9.204, de 23 de novembro de 2017. 1.1. Os projetos podem

contemplar quaisquer infraestruturas, equipamentos e recursos associados à consecução da plena conectividade das escolas, e que para tanto necessitem ser instalados, construídos, adquiridos e distribuídos. 1.2. Os projetos serão definidos pelo grupo de que trata o item 4 deste Anexo, tendo seus prazos limitados à vigência da autorização de uso das radiofrequências associadas aos Lotes (BRASIL, 2021).

O projeto de conectividade nas escolas define os responsáveis e suas respectivas funções como o MEC, que determina a ordem de prioridade dos projetos, as operadoras que comprarão os equipamentos e farão a conectividade nas escolas. Embora detalhe a obrigação e o grupo de acompanhamento (MEC, empresas ganhadoras da faixa 26GHz, Anatel e Ministério das Comunicações), o projeto não define prazos e nem metas.

2.4 SEGURANÇA E PRIVACIDADE DE DADOS

A Internet das Coisas está incluída na terceira geração da internet denominada web 3.0, que tem como foco as relações das pessoas com outras por meio da internet. Foi definida por Castells (2009), como “[...] um tecido da comunicação em nossas vidas: para o trabalho, os contatos pessoais, a informação, o entretenimento, os serviços públicos, a política e a religião”. Nesse contexto, a IoT no cotidiano da sociedade, está em evolução global, com inovações tanto nos dispositivos, quanto na conectividade. Com ela, surgem desafios que precisam ser discutidos para a melhor eficácia do uso, entre eles, a proteção de dados e a privacidade dos usuários.

Com o crescimento do uso dos dispositivos IoT em diferentes ambientes, nas casas, carros, instituições de ensino, hospitais, entre outros, uma gama de informações pessoais é coletada, transmitida, armazenada e descartada diariamente no mundo. Essa prática de acordo com Eduardo Magrani (2018, p. 22), é o que une o conceito de IoT ao *Bigdata*, ou megadados, apresentado como “[...] um termo em evolução que descreve qualquer quantidade de volume de dados estruturados, semiestruturados ou não estruturados que têm o potencial de ser explorado para obter informações”.

Como tendência dessa relação, nota-se que existe, nas diversas áreas, uma otimização das operações das empresas e das relações de consumo com elas, que direcionam as ações estratégicas nos negócios. Há também, uma maior eficiência e operação dos serviços públicos. Sendo assim, na operacionalização dos dados nas empresas, para ter um melhor atendimento nessa estrutura, são utilizados instrumentos como o *Bigdata*, citado acima, Inteligência Artificial (IA), e *Machine Learning* (ML), aprendizagem de máquina, que fazem conexões com a Internet das Coisas.

De acordo com Feigenbaum (1981, apud, FERNANDES, 2003, p. 3) inteligência artificial é a parte da ciência da computação voltada para o desenvolvimento de sistemas de computadores inteligentes, ou seja, sistemas que exibem características, as quais se relacionam com a inteligência no comportamento do homem. O seu funcionamento é baseado na associação do *Bigdata* e de algoritmos inteligentes, que ambos fazem com que o sistema possa ler e interpretar as informações obtidas. Essa tecnologia está presente em câmeras de vigilância, TV, jogos, nas redes sociais, aplicativos de rotas, reconhecimento facial, ambientes inteligentes como a *smart home*, entre outros.

Machine Learning (aprendizado da máquina) é um ramo da Inteligência Artificial, que traz a ideia de que as máquinas aprendem através de dados e podem tomar decisões com pouca intervenção humana. Como exemplo, o reconhecimento de rosto e de voz. Esses dados são fornecidos por quem treina a IA ou por interação com usuários, sendo assim, os programas de IA podem cometer erros, pois os algoritmos podem se tornar machistas, sexistas e discriminatórios. Nesse sentido, são treinados para identificar padrões definidos de conjunto de dados, como podemos ver no reconhecimento facial, que identifica faces de homens brancos e tem dificuldade de reconhecer rostos femininos e negros.

O viés racista em algoritmos foi notado em 2016, por Joy Buolamwini, pesquisadora do Massachusetts Institute of Technology, nos EUA, tendo uma forte repercussão mundialmente, virando o documentário *Coded Bias*, da Netflix, no ano de 2020. O fato aconteceu quando a pesquisadora tentou usar um software de reconhecimento facial para um projeto, mas não conseguiu processar seu rosto por ser negra, então, usou uma máscara branca e obteve o resultado. Para a pesquisadora, a máscara branca facilitava o funcionamento do sistema, por ter a pele escura. Então, notou a redução de um rosto a um modelo que um computador pudesse ler mais facilmente (KLEINMAN, 2017).

Outro caso mais recente, em 2020, foi percebido pelos usuários no *Twitter*, em que a rede social priorizava rostos brancos. A empresa fez um experimento e reconheceu publicamente que o mecanismo de inteligência artificial (IA) que recortava imagens postadas na plataforma privilegiava pessoas brancas (SANTANA, 2021).

Nesse contexto, nota-se que os dados se tornam desafios para os projetos de Inteligência Artificial, devido à grande quantidade. Com isso, muitos podem ser irrelevantes, com vieses embutidos e que podem violar a segurança dos dados e os direitos de privacidade, por ela ter a pele muito escura. Esses desafios trazem consequências para a Internet das Coisas, pois são os objetos conectados à internet que geram esses dados e a IA os analisa sem a intervenção de uma pessoa.

Para Magrani, (2018, p. 92), “O ritmo no qual as tecnologias, sobretudo no âmbito da IoT, estão avançando é acelerado, e, até o momento, as empresas não conseguiram garantir suficientemente a segurança e a privacidade dos dados com a mesma velocidade e empenho com que vêm desenvolvendo os dispositivos de IoT”

Para Lemos,

A IoT é hoje uma das áreas de maior desenvolvimento da cultura digital hoje. Ela se caracteriza por ser uma rede dotada de objetos com capacidade infocomunicacional independentes de uma ação humana direta. A questão de privacidade, da vigilância, da segurança de dados pessoais é um dos temas mais importantes da discussão da IoT (LEMOS, 2018, p. 114).

Nesse cenário, de desenvolvimento de dispositivos inteligentes, aparecem as fragilidades que as tecnologias podem gerar, através de interferências como os ataques de *hackers*. Então, questões como a garantia da segurança e da privacidade dos dados pessoais estão sendo discutidas por especialistas para ter uma melhor relação entre os usuários, as empresas e os governos que utilizam a IOT.

Magrani (2018), destaca:

O desafio da segurança de dados no cenário de IoT também envolve dar enfoque a questões como gestão de armazenamento, servidores e redes de data center, bem como à responsabilidade de cada empresa que opere nessa cadeia de produtos e serviços. Isso decorre do crescimento da quantidade dos dispositivos conectados, o que aumenta o volume de dados capturados e de operadores que atuam nessa cadeia econômica (MAGRANI, 2018, p. 92).

Como muitos dispositivos apresentam falha de segurança, foi realizada uma pesquisa pela *HP Security Research*, em 2014, que detectou os principais problemas para que essas falhas de segurança ocorram: privacidade, autorizações insuficientes, falta de criptografia no transporte de dados, interface *web* insegura e *softwares* de proteção inadequado (MAGRANI, 2018, p. 93).

Com isso, podem ocorrer ataques *hackers* em veículos, *smart TVs*, dispositivos da área da saúde como monitores de frequência cardíaca e respiratório, máquinas de ultrassons, entre outros, que podem levar riscos aos pacientes e a violação à privacidade.

Atualmente, algumas medidas estão em uso para diminuir essas dificuldades. Muitas empresas que utilizam a IoT trazem iniciativas educacionais e debates sobre a proteção de dados, privacidade e de marketing sobre o assunto. Alguns governos como da China e o Reino Unido financiam pesquisas sobre Internet das Coisas. Nesse cenário, ocorre o desenvolvimento de padrões técnicos, criação de plataformas, como a *Bluemix* da IBM, que

traz mais segurança ao usuário, além da criação de leis para regulamentar o uso da IoT nos países e ter uma maior proteção para os usuários.

2.5 LEGISLAÇÃO

Com o desenvolvimento da IoT vários debates estão sendo realizados pensando nas informações geradas pelos dispositivos para proteção dos usuários. Esses dados ficam salvos em algum sistema conectado à internet, são armazenados e geridos por empresas privadas ou pelo Estado, mantidos em grandes bancos de dados, que são utilizados para cruzamento de informações, traçar perfis de usuários e tomada de decisões futuras. Com isso, regras foram criadas para proteção das pessoas em relação ao tratamento dos seus dados. Sendo assim, as leis precisaram ser modificadas e outras foram criadas para atender a esse novo contexto. O marco mais significativo surgiu em 2018, quando a União Europeia criou o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (GDPR – termo em inglês).

O Regulamento Geral da Proteção de Dados (RGPD), que entrou em vigência no dia 25 de maio de 2018, tem como objetivo estabelecer as regras relativas à proteção das pessoas singulares no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados, defendendo os direitos e as liberdades fundamentais destas pessoas (PRATA RIBEIRO *et al*, 2020).

O documento apresenta regras de proteção de dados aplicáveis na União Europeia e no seu espaço econômico, para ter um maior controle de dados dos cidadãos e evitar problemas relacionados à segurança da informação e vazamento de dados. O regulamento no seu artigo 2 define o objetivo do documento:

Os princípios e as regras em matéria de proteção das pessoas singulares relativamente ao tratamento dos seus dados pessoais deverão respeitar, independentemente da nacionalidade ou do local de residência dessas pessoas, os seus direitos e liberdades fundamentais, nomeadamente o direito à proteção dos dados pessoais. O presente regulamento tem como objetivo contribuir para a realização de um espaço de liberdade, segurança e justiça e de uma união económica, para o progresso económico e social, a consolidação e a convergência das economias a nível do mercado interno e para o bem-estar das pessoas singulares (UNIÃO EUROPEIA, 2016).

O GDPR-UE teve forte repercussão mundialmente e influenciou alguns países a reformarem o seu direito em relação à proteção de dados, dentre eles, o Japão, que se adequou a UE através de uma resolução referente a proteção de dados e privacidade e, o Brasil, que criou a lei 13.709/18 (Lei de Proteção de Dados Pessoais).

Os desafios que o uso da IoT pode trazer e as questões relacionadas à segurança, privacidade e infraestrutura adequada, geraram muitas discussões no Brasil. No âmbito jurídico brasileiro, diante da tramitação de tantas informações pessoais dos usuários de rede de internet, se fez necessária a proteção dos dados do usuário, para que as suas informações coletadas e armazenadas não fossem violadas e utilizadas de forma que atinja a sua dignidade.

Nesse âmbito, para garantir a privacidade e proteção de dados e regulamentar a utilização da internet no país, foi criada em 2014, a Lei nº12.965, conhecida como Marco Civil da Internet no Brasil, que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da internet no Brasil, ao longo dos seus cinco capítulos e 32 artigos. Para uma melhor compreensão sobre o direito do usuário, destacaremos alguns artigos da lei.

No que se refere aos direitos e garantias do usuário, o artigo 3º da Lei 12.965/14, traz listado oito princípios que regulam o uso da internet no Brasil, entre eles, os incisos II e III, que são, respectivamente, o princípio de proteção da privacidade e da proteção dos dados pessoais, na forma da lei. O Artigo 7º, que destaca os direitos assegurados ao usuário, relacionados à segurança e privacidade, foram definidos nos incisos I e II:

Art. 7º - O acesso à internet é essencial ao exercício da cidadania, e ao usuário são assegurados os seguintes direitos:
I - inviolabilidade da intimidade e da vida privada, sua proteção e indenização pelo dano material ou moral decorrente de sua violação;
II - inviolabilidade e sigilo do fluxo de suas comunicações pela internet, salvo por ordem judicial, na forma da lei (BRASIL, 2014).

O Artigo 9 estabelece a neutralidade da rede, vedando a distinção de fluxo de dados, quanto ao conteúdo, origem, destino ou terminal de acesso. Em relação à IoT, sem essas normas, as aplicações ficariam específicas e seriam definidas regras próprias por operador de rede, podendo dificultar as aplicações de IoT.

A seção II, da referida Lei, versa sobre a proteção aos registros, aos dados pessoais e às comunicações privadas, definindo que o acesso à internet é essencial ao exercício da cidadania, mas para isso é necessário assegurar os direitos do usuário, como pode ser notado no caput do Artigo 10.

Art. 10. A guarda e a disponibilização dos registros de conexão e de acesso a aplicações de internet de que trata esta Lei, bem como de dados pessoais e do conteúdo de comunicações privadas, devem atender à preservação da intimidade, da vida privada, da honra e da imagem das partes direta ou indiretamente envolvidas.
§ 1º O provedor responsável pela guarda somente será obrigado a disponibilizar os registros mencionados no **caput**, de forma autônoma ou associados a dados pessoais ou a outras informações que possam contribuir para a identificação do usuário ou do terminal, mediante ordem judicial, na forma do disposto na Seção IV deste Capítulo, respeitado o disposto no art. 7º.

§ 2º O conteúdo das comunicações privadas somente poderá ser disponibilizado mediante ordem judicial, nas hipóteses e na forma que a lei estabelecer, respeitado o disposto nos incisos II e III do art. 7º.

§ 3º O disposto no **caput** não impede o acesso aos dados cadastrais que informem qualificação pessoal, filiação e endereço, na forma da lei, pelas autoridades administrativas que detenham competência legal para a sua requisição.

§ 4º As medidas e os procedimentos de segurança e de sigilo devem ser informados pelo responsável pela provisão de serviços de forma clara e atender a padrões definidos em regulamento, respeitado seu direito de confidencialidade quanto a segredos empresariais (BRASIL, 2014).

Um dos casos que teve grande repercussão mundialmente de violação de direitos do usuário, foi o vazamento de informações pelo *Facebook*, em 2018, para a empresa *Combridge Analytica* para fazer propaganda política nas eleições presidenciais dos Estados Unidos, pró-*Trump* e lançar mensagens contra Hillary Clinton, sua adversária. A empresa foi multada pelo país, por ter violado as regras de privacidade.

O Facebook sofreu um forte abalo no último sábado com a revelação de que as informações de mais de 50 milhões de pessoas foram utilizadas sem o consentimento delas pela empresa americana *Cambridge Analytica* para fazer propaganda política. A empresa teria tido acesso ao volume de dados ao lançar um aplicativo de teste psicológico na rede social. Aqueles usuários do Facebook que participaram do teste acabaram por entregar à Cambridge Analytica não apenas suas informações, mas os dados referentes aos amigos do perfil (BBC NEWS, 2018).

Os avanços sobre políticas públicas no Brasil, em relação ao uso e desenvolvimento das tecnologias, como a Internet das Coisas e o 5G, só cresceram, sendo necessário regulamentar, mais especificamente, pontos como segurança e privacidade dos usuários, em relação aos seus dados. Nesse universo, em 14 de agosto de 2018, foi criada a Lei nº 13.709 (Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD, 2018), que teve como referência a GDPR (*General Data Protection Regulation*), da União Europeia.

A LGPD sobrepõe às leis municipais e estaduais e é válida em todo o território brasileiro. Possui 10 capítulos e 65 artigos. Para este estudo optamos por explicar os artigos relacionados com a Internet das Coisas, pois muitos projetos de IoT coletam dados e criam soluções com a utilização dessas informações coletadas, sem ter critérios com a segurança da informação. O primeiro artigo define os objetivos e as normas:

Art. 1º Esta Lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural (BRASIL, 2018).

Esse trecho da lei, fala do tratamento de dados pessoais, incluindo os dados dos meios digitais, ou seja, trata-se de todos os dados pessoais, analógicos e digitais que precisam ser preservados.

O Artigo 2 define os fundamentos da proteção de dados, com o intuito de controle das informações pessoais dos usuários, respeitando os seus direitos constitucionais à liberdade e à privacidade, incluindo a preservação da imagem.

Art. 2º - A disciplina da proteção de dados pessoais tem como fundamentos:
I - o respeito à privacidade; II - a autodeterminação informativa; III - a liberdade de expressão, de informação, de comunicação e de opinião; IV - a inviolabilidade da intimidade, da honra e da imagem; V - o desenvolvimento econômico e tecnológico e a inovação; VI - a livre iniciativa, a livre concorrência e a defesa do consumidor; e VII - os direitos humanos, o livre desenvolvimento da personalidade, a dignidade e o exercício da cidadania pelas pessoas naturais (BRASIL,2018).

Apesar de ser válida para os tratamentos de dados em todo território brasileiro, a lei define algumas exceções para sua aplicação, como os fins particulares com pessoas físicas, fins jornalísticos, acadêmicos e artístico, segurança pública e defesa nacional e o tratamento de dados fora do território brasileiro, de acordo com o seu 3º artigo, que apresenta a atuação da lei.

O Artigo 5 explica os conceitos utilizados no texto da lei, em 19 parágrafos. Sobre a definição de dados, os Incisos I, II e III, desse referido artigo, trazem as seguintes definições:

Art. 5º Para os fins desta Lei, considera-se:

I – dado pessoal: informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável; II—dado pessoal sensível: dado pessoal sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa natural; III – dado anonimizado: dado relativo a titular que não possa ser identificado, considerando a utilização de meios técnicos razoáveis e disponíveis na ocasião de seu tratamento (BRASIL, 2018).

A explicação dos conceitos dentro dessa lei, se torna importante para conhecer os termos que estão sendo utilizados e assim, evitar incertezas que possam gerar interpretações diferentes. Sobre o inciso I, o dado pessoal refere-se aos dados do CPF, RG, entre outros. O dado pessoal sensível é o que tem informações sobre raça, orientação sexual, por exemplo e o dado anonimizado é utilizado em estatísticas, principalmente em pesquisas.

O Artigo 6 versa sobre os dez princípios das atividades de tratamento de dados pessoais.

I - finalidade: realização do tratamento para propósitos legítimos, específicos, explícitos e informados ao titular, sem possibilidade de tratamento posterior

de forma incompatível com essas finalidades; II - adequação: compatibilidade do tratamento com as finalidades informadas ao titular, de acordo com o contexto do tratamento; III - necessidade: limitação do tratamento ao mínimo necessário para a realização de suas finalidades, com abrangência dos dados pertinentes, proporcionais e não excessivos em relação às finalidades do tratamento de dados; IV - livre acesso: garantia, aos titulares, de consulta facilitada e gratuita sobre a forma e a duração do tratamento, bem como sobre a integralidade de seus dados pessoais; V - qualidade dos dados: garantia, aos titulares, de exatidão, clareza, relevância e atualização dos dados, de acordo com a necessidade e para o cumprimento da finalidade de seu tratamento; VI - transparência: garantia, aos titulares, de informações claras, precisas e facilmente acessíveis sobre a realização do tratamento e os respectivos agentes de tratamento, observados os segredos comercial e industrial; VII - segurança: utilização de medidas técnicas e administrativas aptas a proteger os dados pessoais de acessos não autorizados e de situações acidentais ou ilícitas de destruição, perda, alteração, comunicação ou difusão; VIII - prevenção: adoção de medidas para prevenir a ocorrência de danos em virtude do tratamento de dados pessoais; IX - não discriminação: impossibilidade de realização do tratamento para fins discriminatórios ilícitos ou abusivos; X - responsabilização e prestação de contas: demonstração, pelo agente, da adoção de medidas eficazes e capazes de comprovar a observância e o cumprimento das normas de proteção de dados pessoais e, inclusive, da eficácia dessas medidas (BRASIL, 2018).

De acordo com esses princípios, a utilização dos dados pessoais se tornará mais segura, pois a lei prever que haja um controle dessas informações, a partir do que é acordado entre quem fornece os dados e quem vai controlar esses dados, para não serem utilizados para outros fins.

O Artigo 9º, que já integra o Capítulo II, da Seção I, dos Requisitos para o Tratamento de Dados Pessoais, define os direitos do titular em relação ao acesso facilitado sobre o tratamento dos seus dados pessoais.

Nesse sentido, o titular pode requerer sobre os seus dados pessoais, saber a finalidade de coleta, a duração, como os dados serão tratados, se serão repassados para outras pessoas, para alguma empresa, para outros fins. As informações devem ser fornecidas de forma clara e acessível através de meios eletrônicos.

Após a análise dos artigos acima, observa-se que é necessário o enquadramento à LGPD, tanto por parte das empresas privadas, quanto dos órgãos públicos. Além disso, é também preciso conscientizar à sociedade sobre o tratamento das suas informações pessoais, sejam elas sigilosas, ou não.

A referida lei traz em seu artigo 52º, as sanções administrativas que serão aplicadas aos agentes de tratamento de dados que descumprirem a Lei, pela Autoridade Nacional de Proteção de Dados (ANPD), sendo um órgão da administração pública federal, integrante da Presidência da República. As punições são conforme a particularidade dos casos e podem ser

advertências, multas, bloqueios ou exclusão de dados pessoais dos usuários e suspensão ou proibição da atividade de tratamento de dados pessoais. (BRASIL, 2018).

A LGPD é mais um instrumento de fortalecimento da segurança e privacidade de dados pessoais, um amparo legal para usuários, empresas e governos se adequarem. Com a explosão de dispositivos conectados no mundo, os países precisam fortalecer a sua sociedade à exposição indevida dos dados e dos usuários.

Para um posicionamento e situação do país no ambiente mundial de IoT, foi publicado, em 2019, o Decreto Nº 9.854, no Diário Oficial da União, que instituiu o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. O decreto no seu artigo 1 define a finalidade do documento:

Art. 1º Fica instituído o Plano Nacional de Internet das Coisas com a finalidade de implementar e desenvolver a Internet das Coisas no País e, com base na livre concorrência e na livre circulação de dados, observadas as diretrizes de segurança da informação e de proteção de dados pessoais (BRASIL, 2019ª).

Os objetivos do plano Nacional de IoT são apresentados no Artigo 3º:

Art. 3º São objetivos do Plano Nacional de Internet das Coisas:
I - melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover ganhos de eficiência nos serviços, por meio da implementação de soluções de IoT; II - promover a capacitação profissional relacionada ao desenvolvimento de aplicações de IoT e a geração de empregos na economia digital; III - incrementar a produtividade e fomentar a competitividade das empresas brasileiras desenvolvedoras de IoT, por meio da promoção de um ecossistema de inovação neste setor; IV - buscar parcerias com os setores público e privado para a implementação da IoT; e V - aumentar a integração do País no cenário internacional, por meio da participação em fóruns de padronização, da cooperação internacional em pesquisa, desenvolvimento e inovação e da internacionalização de soluções de IoT desenvolvidas no País (BRASIL, 2019a).

O documento que visa implementar e desenvolver a Internet das Coisas no país, possui 11 artigos e destaca que as ações desenvolvidas no plano de ação deverão estar alinhadas com as ações estratégicas definidas na Estratégia Brasileira para a Transformação Digital, nos termos do disposto no Decreto nº 9.319, de 21 de março de 2018, que institui o Sistema Nacional para a Transformação Digital e estabelece a estrutura de governança para a implantação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital. (BRASIL, 2019a).

Em janeiro de 2021, a Lei nº 14.108 de 16 de dezembro de 2020, denominada a Lei da IoT, entrou em vigor no Brasil. O jornal Correio Brasiliense, descreve na matéria do dia 17 de

dezembro de 2021, sobre o sancionamento das leis que liberam o uso do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST) e desonera a Internet das Coisas.

O presidente Jair Bolsonaro sancionou a desoneração de Internet das Coisas (IoT) e a modernização do Fundo de Universalização das Telecomunicações (Fust). Ambas as leis trazem avanços para as telecomunicações e preparam o país para a tecnologia 5G. Para a Conexis Brasil Digital, nova marca do sindicato das operadoras, as novas legislações vão permitir a expansão da conectividade e o desenvolvimento de novas aplicações por meio da internet das coisas (KAFRUNI, 2020).

Essa lei dispõe sobre os valores da taxa de fiscalização e instalação e das taxas de fiscalização de funcionamento dos sistemas de comunicação máquina a máquina. De acordo com a ABINC (2021), essa lei contribuirá para acelerar projetos de IoT no país, em setores como a agricultura, saúde, a indústria 4.0, cidades inteligentes, varejo e veículos autônomos.

A Lei tem seis artigos e em seu Artigo 1º, define a sua destinação:

Art. 1º Esta Lei altera as Leis nos 12.715, de 17 de setembro de 2012, e 9.472, de 16 de julho de 1997, para dispor sobre os valores da Taxa de Fiscalização de Instalação, da Taxa de Fiscalização de Funcionamento, da Contribuição para o Fomento da Radiodifusão Pública e da Contribuição para o Desenvolvimento da Indústria Cinematográfica Nacional (CONDECINE) das estações de telecomunicações que integrem sistemas de comunicação máquina a máquina, e sobre a dispensa de licenciamento de funcionamento prévio dessas estações (BRASIL, 2020).

Com os tributos zerados por cinco anos, consoante o seu Artigo 6º, que define sobre os benefícios tributários estabelecidos, que passarão a ter vigência até 31 de dezembro de 2025, a expectativa é de que a tecnologia de IoT fique mais barata, propiciando mais investimentos.

Além dos elementos de IoT e suas aplicações relatados neste capítulo, a Internet das Coisas, como vimos, também está presente no ambiente educacional e, esse será o tema do próximo capítulo.

3 INTERNET DAS COISAS NA EDUCAÇÃO

A Internet das Coisas representa um novo momento revolucionário na história da humanidade (ZUIN; ZUIN, 2016), sendo uma realidade em muitas escolas no Brasil e no exterior. O seu uso tem tendência de crescimento, em números, nas redes particulares de ensino e nas escolas públicas.

Neste capítulo discutiremos a Internet das Coisas no ambiente educacional, buscando elementos que subsidiem o entendimento da IoT nessa área. O texto foi construído a partir de relato de experiências na China, Estados Unidos e Brasil.

Para compreender o uso da Internet das Coisas, no ambiente educacional, temos que observar a receptividade nos processos de ensino-aprendizagem através das análises das oportunidades que esta tecnologia pode trazer para a educação, além dos desafios a serem enfrentados, oriundos da sua imersão no espaço escolar.

De maneira geral, as transformações tecnológicas ocorridas na sociedade são impulsionadas por processos que trazem mudanças na forma de comunicar, relacionar, produzir e consumir. Isto é, novos artefatos e formas de comunicação e comportamentos são inseridos, trazendo outras estruturas sociais que abrangem áreas como a economia, saúde, cultura, educação, política etc.

Nesse sentido, podemos considerar que a tecnologia interfere diretamente na estruturação da sociedade, não apenas com a introdução de um novo artefato tecnológico, mas através do desenvolvimento de práticas e modos de pensamento. Essas mudanças foram notadas em diferentes momentos, entre eles, quando a Internet foi criada, onde surgiram diferentes arquiteturas sociais e culturais e, na atualidade, com a comunicação de vários objetos inteligentes, que se comunicam entre si, com a Internet das Coisas.

A “sociedade em rede”, de acordo com o sociólogo Manuel Castell (2005, p. 20), define esse processo.

A sociedade em rede {...} é um novo tipo de estrutura social, baseada em redes operadas por tecnologias de comunicação e informação fundamentadas na microeletrônica e em redes digitais de computadores que geram, processam e distribuem informação a partir de conhecimento acumulado nos nós das redes.

Muitas dessas transições ocorreram nos processos de globalização, com integração mundial de elementos políticos, econômicos e sociais, com o surgimento dos computadores pessoais, da *web*, *e-mail*, comércio eletrônico, redes sociais, entre outros meios e dispositivos digitais. Atualmente, percebemos maior participação das pessoas nesses processos, pois estão cada vez mais inseridas na cultura das redes, marcada pelo digital, pela busca do

conhecimento e na cultura da mobilidade (LEMOS, 2009). Na era do pós-PC, há um número expressivo de artefatos tecnológicos como *smartphones* e *tablets* e outros elementos: computação em rede (*wi-fi*, 5G, *Bluetooth*, RFID), computação ubíqua, móvel, mídias locativas, como os GPS e a Internet das Coisas (IoT), em que não há limites de espaço e tempo, com trânsito de informações em velocidade instantânea. Muitos desses elementos se fazem presentes no cenário educacional.

Nessa disposição, a tecnologia não pode ser vista como um evento isolado do contexto social, já que é moldada pela sociedade a partir das suas demandas e interesses, como destaca Couto et al. (2013, p. 4).

A tecnologia é a criação que reflete as exigências sociais dos homens. E os artefatos são as produções técnicas de cada grupo humano em determinada fase histórica. Essas criações não se dão de maneira isolada, elas são inventadas obedecendo à necessidade ou contingência da sociedade, seja pela posse dos instrumentos lógicos e materiais indispensáveis para chegar numa nova realização ou pela exigência desta por parte da sociedade.

Em vista disso, entende-se que a tecnologia não é apenas um objeto inserido na sociedade, pois participa dos processos culturais, marcando o espaço e tempo. Levy (1999, p. 126) esclarece, que “[...] passamos nosso tempo a modificar e a administrar os espaços em que vivemos, a conectá-los, a separá-los, a articulá-los, a endurecê-los, a nele introduzir novos objetos, a deslocar as intensidades que os estruturam, a saltar de um espaço a outro”.

Diante das mudanças na sociedade, incluindo as transformações tecnológicas, as organizações e instituições sociais, dentre elas, a escola, não podem permanecer estáticas e hegemônicas, já que também sofrem ações transformadoras no espaço físico e nas relações com as pessoas.

A educação reflete as transformações da base material da sociedade e, por isso, não está acima da sociedade, mas consiste em uma dimensão concreta da vida material e que se modela em consonância com as condições de existência dessa mesma sociedade. (BUENO; GOMES, 2011, p. 54)

Muitos dispositivos tecnológicos estão inseridos no contexto educacional, dentro ou fora do seu espaço físico, levados pelos alunos e professores, ou implementados por alguma gestão. Mas, esse processo não pode ser considerado apenas como uma anexação de um instrumento técnico em um ambiente. Torna-se necessário considerar, elementos cultural, social, econômico e pedagógico, pois nesse procedimento são incluídos contextos e mensagens que trazem significados dentro do processo pedagógico.

Sobre a inserção da tecnologia no ambiente educacional, Moran (2004, p. 246), destaca:

O cinema, o rádio, a televisão trouxeram desafios, novos conteúdos, histórias, linguagens. Esperavam-se muitas mudanças na educação, mas as mídias sempre foram incorporadas marginalmente. A aula continuou predominantemente oral e escrita, com pitadas de audiovisual, como ilustração. Alguns professores utilizavam vídeos, filmes, em geral como ilustração do conteúdo, como complemento. Eles não modificavam substancialmente o ensinar e o aprender, davam um verniz de novidade, de mudança, mas era mais na embalagem.

Nessa perspectiva, incluir só um dispositivo tecnológico na escola, não é o mais significativo, principalmente quando se refere às transformações de práticas pedagógicas. Logo, diante das novas formas de conhecimento, a escola precisa estar inserida na cultura digital, sendo tão diversa e similar no sentido de envolver os sujeitos num processo interativo. De acordo com Damasceno (2019, p. 03), as escolas “serão indutoras de um currículo vivo, significativo e mais próximo dessa geração cada vez mais imersa na cultura digital”.

Nessa conjuntura, podemos considerar que a Internet das Coisas é um acontecimento que está em movimento e traz impactos na sociedade. Para uma melhor compreensão das suas características, potencialidades e seus desafios no ambiente educacional, destacamos diferentes visões nesse espaço, como podemos observar nas discussões dos autores, a seguir.

No contexto da Internet das Coisas na educação, Kusmin (2017), destaca as características de um ambiente inteligente, com recursos e aplicação de IoT, com aprendizagem ubíqua, que abrange os estilos formal e informal. Para o autor, a IoT fornece aos alunos atividades pedagógicas mais interativas, proporcionadas pelos dispositivos tecnológicos, *tablets*, *smartphones*, aplicativos, entre outros.

Fragou, Kameas, Zaharakis (2017), compreendem a IoT como um recurso pedagógico e que a sua evolução será necessária, em termos educacionais, para projetar e desenvolver ferramentas e estratégias pedagógicas que se adaptem à complexidade das inovações tecnológicas.

Nessa significação, a IoT é vista como um instrumento que integra o tempo e o ambiente de ensino, podendo ser físico (salas de aulas e laboratórios) ou ambientes virtuais, como as plataformas de ensino, bibliotecas virtuais, com acesso em qualquer local e a qualquer hora.

A concepção de Internet das Coisas na Educação está sendo aplicada através do acesso à rede de internet, das plataformas de ensino, dos jogos educativos online e das bibliotecas virtuais. (SACCOL; SCHEMMER; BARBOSA, 2011)

Cabral; Nóbrega e Lins (2017, p. 127), ao falarem da IoT no contexto educacional, destacam que:

A IoT não será apenas responsável por fornecer ambientes inteligentes no campo educacional, mas ela permitirá facilitar a vida de professores e alunos, prover maior interação entre eles, gerar conteúdo de ensino personalizado, permitir a automatização de tarefas consideradas impeditivas no cotidiano educacional do professor, viabilizar *feedbacks* instantâneos para os alunos durante a realização das provas de conhecimento, extensão dos ambientes de aprendizagem, entre outros.

Os autores acima veem o uso da Internet das Coisas no ambiente educacional, como favorável para o processo de ensino-aprendizagem. Com isso, essas aplicações de elementos de IoT podem ocorrer em locais de extensão desses ambientes, como nas plataformas de ensino, que veremos adiante.

Para Araújo, Galhardo e Santos (2019, p. 03), “a internet das coisas, por exemplo, pode permitir a geração e compartilhamento de grande quantidade de dados referentes ao acompanhamento do aluno dentro e fora da sala de aula”. Logo, esse processo deve ser considerado, pois há um aumento na capacidade de compartilhamento, processamento e armazenamento de dados, oriundos de diferentes ambientes, sala de aula, laboratórios, bibliotecas, ambientes virtuais, entre outros, como veremos a frente.

Sobre o processo de ensino aprendizagem com a Internet das Coisas, Zhang (2012, p. 792) destaca que, “na era da Internet das Coisas e das pessoas que se auto-orientam, a amplitude do ensinar e aprender pode ser denominada de ensinar e aprender ubíquos”.

A “aprendizagem ubíqua”, como descreve Santaella (2013), é uma nova modalidade de aprendizagem, em que é mediada pelos dispositivos móveis e alimentada pela internet. Logo, o estar conectado e em toda parte, já é uma realidade no ambiente educacional, onde alunos e professores têm acesso aberto a informações, através da conexão e comunicação de objetos *smarts*, podendo proporcionar uma aprendizagem mais flexível e adaptável.

De acordo com Zuin e Zuin (2016, p. 765)

Já se reconhece que há uma grande transformação na relação professor-aluno. A comunicação onipresente entre os mundos físico e informacional, proporcionada pela IoT, já suscita o repensar da forma como professores elaboram estratégias didáticas em relação ao modo como as informações serão apreendidas e aprendidas pelos alunos no transcorrer do processo de ensino-aprendizagem.

Através das diferentes visões dos autores citados acima, observa-se que a Internet das Coisas aplicada à educação é presenciada como um instrumento que integra o tempo e o ambiente de ensino, seja ele físico ou virtual, dentro ou fora da sala de aula. Logo, podemos observar que as mudanças na educação relacionadas com as aplicações de IoT apresentam-se com maior frequência em relação a objetos e espaços educacionais conectados.

Os processos pedagógicos, como podem ser vistos neste estudo, são discutidos com menor expansão em relação ao tema, ou seja, fala-se pouco sobre as possibilidades que a Internet das Coisas no ambiente educacional pode proporcionar, com transformação de hábitos, da aquisição de habilidades e das mudanças na aprendizagem. Nesse processo, existe, além da inserção de um dispositivo tecnológico e de um ambiente inteligente, elementos social, cultural e pedagógico que precisam ser considerados nos estudos sobre o tema.

Nesse entendimento, a IoT pode trazer novas possibilidades de interação de conhecimento e de aprendizagem entre alunos, professores e gestores. Contudo, existem desafios a serem considerados: o uso de dados e a privacidade dos usuários, como veremos mais adiante.

3.1 ALGUNS PROJETOS DE INTERNET DAS COISAS NAS INSTITUIÇÕES EDUCACIONAIS

Algumas instituições educacionais no Brasil e no exterior usam elementos de IoT, seja na rede pública ou privada de ensino, nos seus diferentes níveis. Neste tópico, falaremos de alguns projetos que usam a IoT na educação, sendo na automatização de espaços, na vigilância de alunos e professores, no ensino, ou para o bem-estar da comunidade escolar e acadêmica.

As iniciativas abaixo não foram escolhidas por serem superior a outras existentes, mas elas podem trazer um melhor entendimento sobre os investimentos na área da educação e tecnologia, por parte dos governos, da inserção de empresas privadas na educação, dos objetivos e desafios das aplicações de IoT nos diferentes níveis de ensino pelo mundo.

Na China o governo investe altamente em tecnologia, pois faz parte da sua política de estado, em busca de uma melhor economia de mercado socialista para se tornar a maior potência mercadológica global, disputando acirradamente com os Estados Unidos. Logo, há investimentos em tecnologia em vários setores, entre eles, indústria, serviços, saúde e educação. A China vê a tecnologia como um item essencial para o desenvolvimento da educação e para a sua expansão. Recursos como Internet das Coisas, Inteligência artificial e *machine learning* estão em desenvolvimento nesse país, por parcerias entre empresas públicas e privadas para progredir com um ecossistema tecnológico de qualidade. Esses recursos estão sendo explorados frequentemente no ambiente educacional.

De acordo com Zuin e Zuin (2016), o Governo Chinês investe em construções de instituições escolares, com ambientes conectados e também influencia o uso de tecnologias nas estruturas curriculares de alguns cursos, como física, matemática, comunicação e química.

Na educação chinesa, a Internet das Coisas é desenvolvida para possibilitar a troca de dados, conforme os autores supracitados, tendo a intenção, dentro da lógica ubíqua, de produzir e disseminar informações.

A proteção de dados e a privacidade dos alunos e professores despertam preocupações na sociedade chinesa, pois as pessoas desconfiam da eficiência dos sistemas, entre eles, o de reconhecimento facial, como destaca uma pesquisa de um instituto de Pequim, em 2019.

Sistemas de reconhecimento facial estão a ser colocados em estações, escolas e centros comerciais. Cerca de 80% das pessoas que responderam a um inquérito efetuado pelo Centro de Pesquisa e Proteção de Informação Pessoal Nandu assumiram estar preocupadas com o sistema de reconhecimento facial, pois consideram que este terá poucas medidas de segurança (DN, 2019).

Um exemplo de monitoramento em sala de aula, muito utilizado nas instituições de ensino chinesas, são os sistemas de identificação de expressões faciais que utilizam câmeras em salas de aula, capturando as emoções dos alunos, como tristeza, alegria, raiva etc. De acordo com Lobato (2018), esse sistema também registra ações como ler, escrever, levantar a mão, entre outras.

Os dados gerados nesse sistema são enviados para computadores que concluem se o aluno está sem atenção à aula e, por fim, notifica o professor, que terá que agir para que o estudante não se desconecte da atividade escolar. O reconhecimento facial gera também informações para controle de frequência, pagamentos de refeições na cantina e empréstimos de livros na biblioteca da escola.

Outro exemplo de aplicação de IoT nas escolas chinesas, são o uso de uniformes inteligentes com GPS, usados para monitoramento dos alunos, para saber a sua localização e ter informações de comportamento e atenção dos estudantes. Nesse monitoramento, através de um aplicativo, um alarme é ativado quando o aluno estiver fora da localização escolar ou dormir em sala de aula. Os dados gerados vão para os pais ou responsáveis para monitorarem a entrada e saída do aluno na instituição escolar.

Cartões com RFID, têm elementos de IoT e são utilizados por escolas nos Estados Unidos e no Reino Unido para processar pagamentos em cantinas. Os dados coletados são enviados para os pais, que têm maior controle do que os filhos estão consumindo nesse local.

Nos Estados Unidos, em alguns distritos escolares, também é utilizado o reconhecimento facial de alunos para prevenir ataques terroristas, reconhecer criminosos e alunos expulsos das escolas. Mas, esses métodos de vigilância estão sendo criticados por

especialistas, em relação à privacidade, liberdade de expressão e falsas acusações. (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2019)⁶

Destacaremos, agora, alguns relatos de experiências de IoT em algumas instituições de ensino no Brasil.

Algumas escolas brasileiras usam a Internet das Coisas nos uniformes inteligentes com etiqueta RFID e nos dispositivos de reconhecimento facial escolar, ambos para monitoramento de frequência dos alunos. O Projeto Uniforme Inteligente Escolar, que veremos no próximo capítulo, inspirou um projeto de Lei, no estado do Rio de Janeiro, que culminou com a Lei nº 8.470/19 sancionada. (RIO DE JANEIRO, 2019).

Em 15 de julho de 2019, o Governo do Rio de Janeiro, sancionou a Lei nº 8470/19 autorizando o poder executivo a “instalar dispositivo eletrônico nas escolas da rede pública estadual para comunicação aos pais ou responsáveis por *sms*, sobre o horário de entrada e saída do aluno”. (RIO DE JANEIRO, 2019)

Art. 2º O dispositivo eletrônico enviará mensagens eletrônicas, em tempo real, para os números de telefones celulares dos pais ou responsáveis legais cadastrados na secretaria de cada unidade escolar, informando o horário de entrada e saída do aluno nas dependências da escola (RIO DE JANEIRO, 2019).

Dado o exposto, nota-se que o objetivo dessa lei é monitorar os alunos para evitar a evasão escolar. Embora a lei tenha sido sancionada em 2019, os dispositivos eletrônicos não foram implementados nas escolas estaduais do Rio de Janeiro. O motivo foi a suspensão das aulas devido à pandemia da COVID -19, mas, mesmo com o retorno das aulas presenciais, não ocorreu essa implementação.

Outro projeto que está em crescimento mundialmente, que utiliza a Internet das Coisas na educação, é o *Smart Campus*, conceito de campo inteligente. Nesse sentido, o campus universitário é notado como uma cidade inteligente, com equipamentos e cotidianos similares a mesma. No *smart campus*, há a combinação de informações e tecnologia da informação para atender às diversas necessidades de estudantes e universidades (XIA et al., 2018).

Alguns países já têm experiências com o *Smart Campus* como a França, Reino Unido, Inglaterra, entre outros. No Brasil, algumas universidades estaduais e federais já utilizam esse conceito, como no Rio Grande do Norte, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no Pará, a Universidade Federal do Pará (UFPA), em Campina Grande, na Paraíba, a

⁶<https://exame.com/busca/Escolas%20dos%20EUA%20vigiam%20redes%20sociais%20e%20testam%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20facial/>

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e a universidade estadual de Campinas, Unicamp.

Na Unicamp, o projeto foi implantado em 2016, dentro do Planejamento Estratégico da Prefeitura Universitária (UNICAMP, 2022). Nesse ambiente dotado de objetos inteligentes, as informações fornecidas por esses dispositivos auxiliam o desenvolvimento de projetos que favorecem a universidade. Os projetos contemplam a segurança, qualidade de vida e redução de consumos na instituição, como energia elétrica e água. Abaixo, descreveremos alguns projetos do Smart Campus da Unicamp.

Os projetos Circular Interno e Ônibus Moradia, já estão em funcionamento na instituição, ambos usam dispositivos inteligentes que fornecem, pelo GPS, a localização dos ônibus da universidade em tempo real.

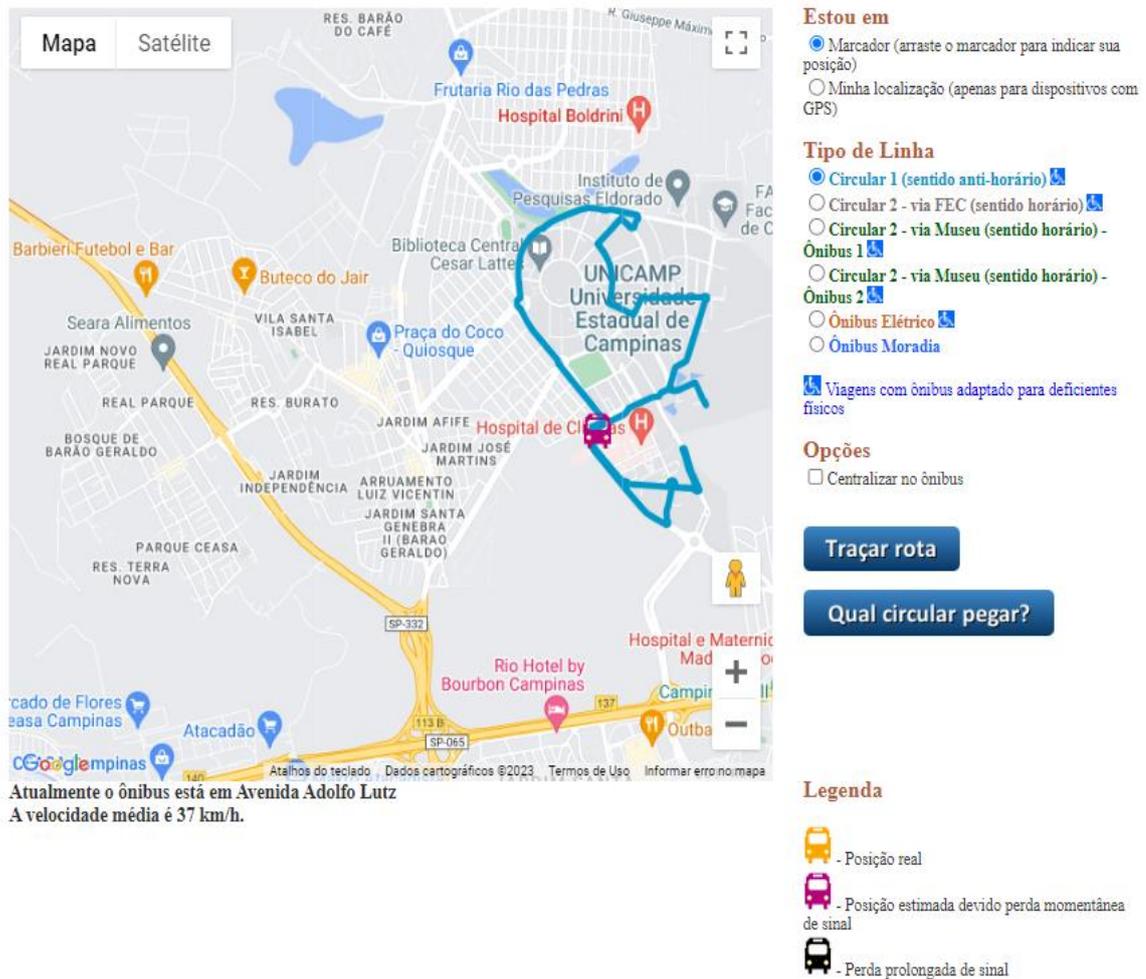
Figura 26 - Circular Interno



Fonte: SOUSA (2022).

A imagem acima mostra o *Smart Bus* da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), um ônibus circular com dispositivo inteligente, que fornece a sua localização em tempo real, por meio de GPS e de internet. A funcionalidade de acompanhamento das rotas dos ônibus inteligentes podemos ver na figura abaixo.

Figura 27 - Circular em Tempo Real



Fonte: <https://www.prefeitura.unicamp.br/servicos/unitransp/circular-interno/circular-em-tempo-real/>

Nessa funcionalidade é utilizado o serviço Google Maps para traçar as rotas dos três tipos de ônibus da universidade: elétrico, circular e moradia. O usuário pode ver a localização do ônibus (posição real e posição estimada devido à perda de sinal), a velocidade, traçar rotas e obter informações de qual ônibus circular pegar. A opção de marcação de posição ou localização faz parte da função desse serviço.

O Ônibus Moradia é um aplicativo que tem a funcionalidade de fornecer a localização em tempo real, através de um dispositivo inteligente instalado no ônibus, da linha Moradia Estudantil, que faz o trajeto da residência estudantil até o campus. Esse serviço é exclusivo para alunos do Programa de Moradia Estudantil (PME) da Unicamp.

Figura 28 - Ônibus Moradia

Fonte: <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br>

Um sistema de informação denominado Painéis Informativos também faz parte do projeto Smart Campus na Unicamp. Podemos observar na Figura 29, abaixo, algumas TVs instaladas no campus, que exibem informações através de um sistema, para a comunidade acadêmica. Esses dispositivos estão localizados nos restaurantes da universidade.

Figura 29 - Painéis Informativos

Fonte: <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br>

Elementos de Internet das Coisas também estão sendo implantados no Projeto Smart Campus nos estacionamentos da instituição. No Projeto, denominado Estacionamento, foram instalados dispositivos de IoT, que se compõem de câmera e de mecanismo de aprendizado de

máquina para verificar a ocupação do estacionamento na instituição. A Figura 30, a seguir, mostra um bolsão de estacionamento da Unicamp, monitorado para a identificação da existência de vagas desocupadas.

Figura 30 - Estacionamento



Fonte: <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br>

O Fila dos Restaurantes é outro projeto em operação nessa universidade, com função de dimensionar o tamanho da fila do restaurante universitário, através da captura de imagens (UNICAMP, 2022). Aqui, também são utilizados elementos de IoT associados à técnica do aprendizado de máquinas.

Figura 31 - Fila dos Restaurantes



Fonte: <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br>

A figura acima mostra a captura de pessoas na fila de um restaurante na Unicamp. Através dos dados coletados nesse espaço, será feita a dimensão da fila do local.

Projetos com dispositivos de IoT estão sendo implantados na instituição para uma melhor segurança no campus. Entre eles, a funcionalidade de abertura automatizada de portas, denominado *Smart Lock*, um projeto implantado para abrir portas de forma automatizada e realizar agendamentos de abertura de porta automáticas. Para essa operação são usados *tag* de RFID, cartão funcional ou imagem QRCode.

Figura 32 - Smart Lock



Fonte: <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br>

Na Figura 32, acima, podemos observar uma porta do laboratório do *Smart Campus*, da Unicamp, com um dispositivo de IoT instalado e uma mão com um cartão funcional simulando a abertura da porta de forma automatizada.

Outros projetos estão em desenvolvimento no *Smart Campus* na Unicamp, para planejamento de economia de consumo de energia, coleta diferenciada de pilhas e baterias, e controle de passageiros no ônibus circular da universidade. Nota-se que todos estão integrados com tecnologias, entre elas a Internet das Coisas. Com isso, há uma interação do homem com o ambiente e com o objeto, compartilhando recursos dos espaços.

Na UFRN, o *Smart Campus* é um projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação. O projeto campus inteligente reúne atividades de planejamento e desenvolvimento de *hardware* e *software*, com intento de melhorar a segurança no campus, ter uma melhor gestão e economizar no consumo de energia (UFRN, 2023). Atualmente existem três funcionalidades: App Campus Seguro, *Smart Place* e Gestão Energética.

Figura 33 - Smart Campus



Fonte: <https://smartcampus.imd.ufrn.br/campus-seguro.html>

O app Campus Seguro utilizado pela UFRN, desde 2017, é o aplicativo oficial da Diretoria de Segurança Patrimonial (DSP), com função de gerenciar em tempo real as ocorrências relacionadas à segurança na universidade. Os acontecimentos cadastrados no app são encaminhados para um servidor de acesso da instituição que notifica o serviço de vigilância do campus, informando dados da ocorrência para deslocamento da equipe e atendimento do fato ocorrido.

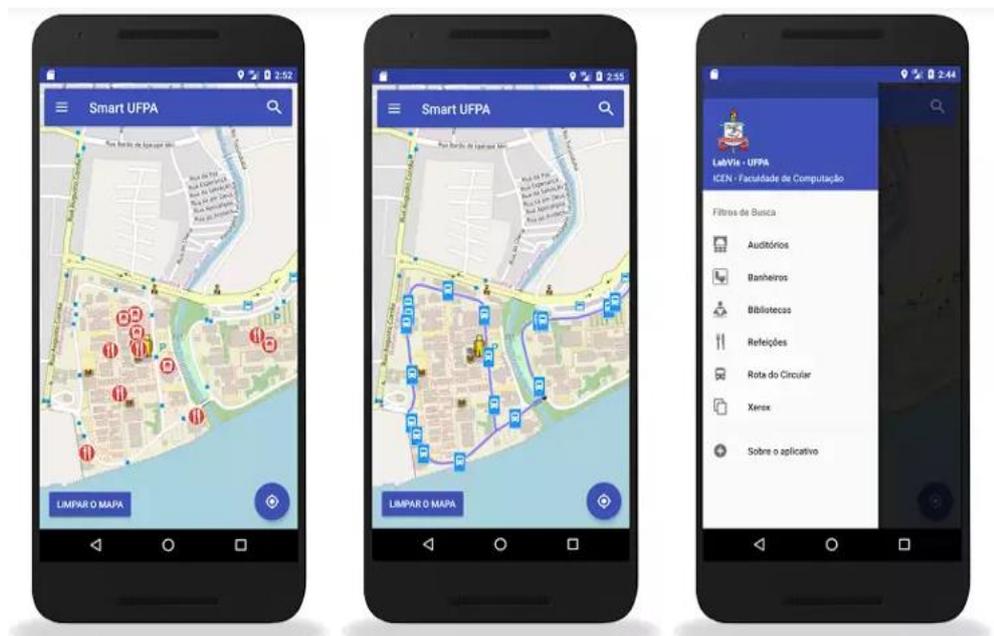
O Sistema *Smart Place* foi criado com a finalidade de contribuir com a economia de energia no campus, através da automatização de aparelhos de ar-condicionado nas salas de aulas e nos laboratórios, tornando os prédios inteligentes. Nesses locais são instalados dispositivos, câmeras e sensores que coletam dados de temperatura, umidade do ambiente e a presença de pessoas nas salas. Essas informações seguem para uma plataforma *web*, que pode ser consultada para monitoramento do consumo energético.

O gerenciamento de energia elétrica é feito através do SALOT, uma plataforma com interface para acesso de qualquer computador, *tablet* ou celular conectado à internet, para monitorar o consumo de energia elétrica na UFRN.

Em 2016, a Universidade Federal do Pará (UFPA) lançou o projeto de Campus Inteligente na sede, em Belém, seguindo os conceitos de Cidades Inteligentes e Humanas, utilizando tecnologias da informação e comunicação para solucionar problemas da universidade, melhorar a qualidade de vida e sustentabilidade da instituição (NEVES, et al., 2017).

Algumas áreas da universidade estão desenvolvendo projetos no *smart campus*. Em 2017, foi criado o App Smart UFPA, na área de Mobilidade e Localização, para mapeamento de setores no campus, trajetos, pontos de parada do ônibus circular e cálculo de rotas. Atualmente estão em expansão alguns projetos para gestão energética.

Figura 34 - App Smart UFPA



Fonte: Maia (2017).

A Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na Paraíba está em desenvolvendo uma plataforma para gestão do campus, dentro do conceito de *Smart Campus*. Desde 2019, quando foi criado o *Smart Campus* da UFCG, o objetivo era tornar o campus universitário em uma área de estudos para desenvolver soluções para Cidades Inteligentes.

A Internet das Coisas na educação, também está presente no ensino superior em projetos de *Living Lab* (LL), laboratórios vivos com o objetivo de reconstruir um espaço natural do usuário, se tornando espaços de experimentação, estruturados com novas tecnologias, incluindo a Internet das Coisas.

Um exemplo desse projeto é realizado na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) através do *Smart Cities Innovation Center*, construído com parceria público privada entre a prefeitura de Porto Alegre e a empresa *Huawei*, líder global em soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). O centro tem como principal objetivo a pesquisa e o desenvolvimento de soluções em Internet das Coisas e para as *Smart Cities*.

Figura 35 - Smart Cities Innovation Center PUCRS



Fonte: ANPEInews, 2016

Nesse ambiente do *Campus Living Lab* são desenvolvidas pesquisas e produções de soluções, como o sistema operacional de iluminação pública inteligente. Nesse espaço, foram instalados postes com sensores que detectam se uma luminária está queimada ou está perto de ser substituída, trazendo segurança e economia para a cidade (PUCRS, 2022).

Figura 36 - Iluminação Inteligente



Fonte: <https://www.pucrs.br/cil/iluminacao-inteligente/>

A figura acima, apresenta um poste de iluminação, localizado no *Campus Living Lab* da PUCRS, com sensores de iluminação e outros dispositivos inteligentes que geram informações sobre o seu funcionamento.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no Rio Grande do Sul, tem um projeto de instalação de um *Living Lab* para desenvolver tecnologias digitais e de

comunicação voltadas para as cidades inteligentes e o agronegócio. A proposta é “ter um laboratório vivo, aberto, colaborativo e de multiplataformas” (UFMS, 2021).

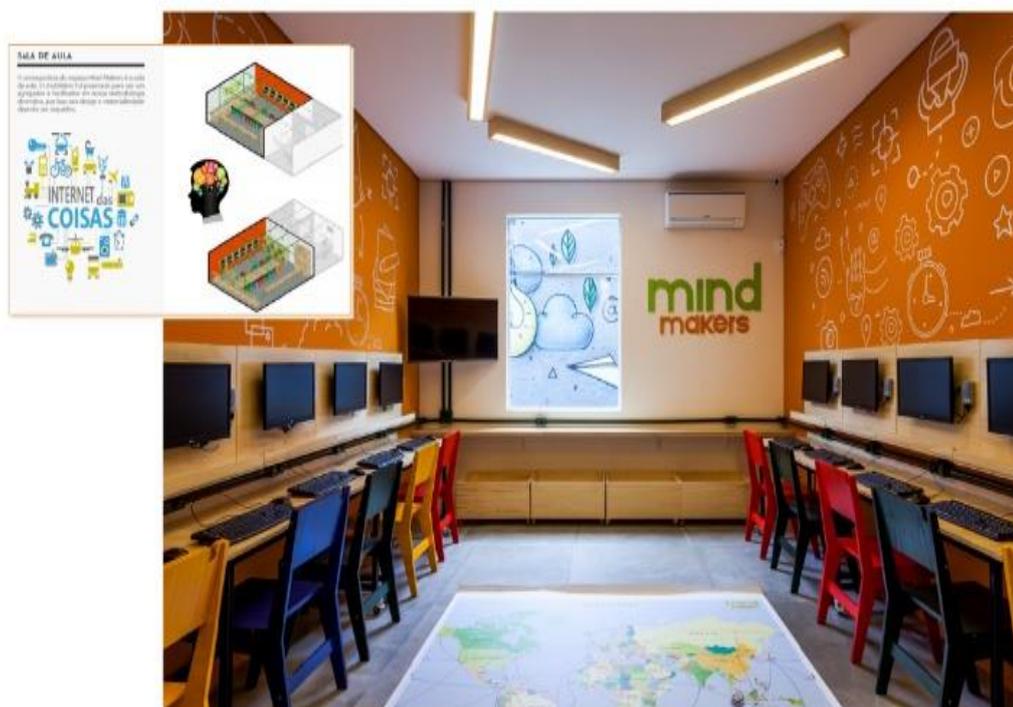
3.1.1. Outras aplicações de IoT na educação

A sala de aula inteligente (do inglês, *smart classroom*) usa aplicação da IoT. Atualmente, esses ambientes fazem parte dos investimentos das instituições de ensino, com novos formatos de salas de aula, já adotados em parte da rede privada de ensino, mas com menor experiência no ensino público, devido à burocracia e aplicação de recursos públicos.

Smart Classroom pode ser definida como um ambiente inteligente com consciência de contexto e gerenciamento no âmbito de aprendizagem, onde o conteúdo educacional é apresentado de forma dinâmica e eficiente, aprimorando a interação entre os alunos e o meio educacional (HUANG, 2012).

Levando-se em consideração os aspectos acima, a sala de aula conectada em rede permite a utilização de recursos que podem ser adaptados para professores e alunos, com objetivo de otimização do tempo escolar, de aprendizagem personalizada, com *feedbacks* dos professores aos alunos e possibilidades de aplicação de novos métodos pedagógicos que visam o aumento no interesse e no desempenho do estudante.

Figura 37 - Sala de Aula Inteligente



Fonte: Technologyhub (2019).

A Figura 38, abaixo, podemos observar uma lousa interativa usada em sala de aula. Para o funcionamento desse dispositivo é necessário um quadro sensível ao toque, um projetor que lança as informações sobre a tela e um computador.

Figura 38 - Lousa Interativa



Fonte: <https://movplan.com.br/blog/lousa-interativa/>

Alguns dispositivos conectados a uma rede fazem parte da infraestrutura de uma sala de aula inteligente, entre eles, a lousa interativa, TV inteligente, computadores, projetores interativos, câmeras com sensores de presença e de temperatura, equipamentos automatizados (ar-condicionado, sistema de iluminação e de som), *tablets*, *smartphones*, entre outros.

As redes de sensores instaladas em equipamentos, em uma sala de aula inteligente, registram o controle de acesso à sala de aula, controle de presença para economia de energia, dados fisiológicos do aluno, como contagem de passos, de calorias perdidas, de tempo de descanso, além de, informações de peso, altura, pressão arterial, batimentos cardíacos e temperatura. Os dados capturados nesse ambiente podem ser reunidos numa plataforma, onde professores, gestores e pais poderão ter acesso por meio de aplicativos, ou mensagem SMS para acompanhamento e tomada de decisões.

Os espaços de venda de alimentação na escola, como cantinas e restaurantes, também utilizam dispositivos de IoT para compra de lanches e refeições, por aplicativo e conta digital. Neste processo, os alunos escolhem os lanches ou refeições e os pais ou responsáveis controlam a compra, selecionando os alimentos a serem consumidos e controlando os gastos.

Figura 39 - Cantina Escolar Inteligente



Fonte: <https://www.davinagasparini.com.br/nutrebem>

A Figura 39, acima, destaca o app Nutrebem, utilizado pelas cantinas escolares. Trata-se de uma conta digital, com funcionalidades de agendamento de lanches e refeições pelo app, depósito de dinheiro na conta, com o serviço Carteira Digital, acompanhamento dos pais na alimentação dos filhos, e avaliação do cardápio da cantina, por um nutricionista.

Outra aplicação de IoT no cenário educacional são os ônibus escolares inteligentes, ou *smart school bus*, em inglês. Esse veículo utiliza um dispositivo inteligente, fornecendo a localização em tempo real para os usuários, pais e responsáveis. Com essas informações, pelo aplicativo, pode ser feito um acompanhamento do trajeto dos alunos.

Figura 40 - Smart School Bus



Fonte: <https://fms-tech.com/solutions/smart-school-bus-system/>

Outros locais no espaço escolar também utilizam a IoT, entre eles, portarias de escolas com equipamentos inteligentes (dispositivos de reconhecimento facial, *chips* em uniformes escolares, pulseiras inteligentes e cartões com *tags* RFID), para segurança e controle de frequência escolar, espaço de coleta de lixo diferenciada, bibliotecas automatizadas, estacionamentos com câmeras que indicam vagas disponíveis e sistema de iluminação para diminuição de gastos com energia elétrica.

Embora algumas escolas ainda não possuam uma sala de aula inteligente, muitas, já utilizam ferramentas com elementos de Internet das Coisas, entre elas, os aplicativos educacionais e as plataformas on-line de gestão e de ensino, empregadas na Educação a Distância. O uso desses recursos cresceu acentuadamente devido à pandemia da COVID-19, pois através deles a continuidade das aulas foi garantida, no formato on-line, já que o isolamento social, medida de proteção a vida recomendada nesse período para evitar a contaminação da doença, não permitia as aulas no formato presencial. Mesmo com o retorno às aulas presenciais, esses recursos continuam sendo empregados no ensino híbrido, adotados por algumas instituições.

Os aplicativos (App) são programas produzidos para serem utilizados em *smartphones* e *tablets*. Na área educacional, podem ser usados como recurso pedagógico no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula, ou em outros ambientes, abrangendo todos os níveis de ensino.

Destacamos alguns exemplos da funcionalidade dos *Apps* educacionais: criação e edição de vídeos e fotos, ilustrações, confecção de gráficos, app manipulável e de reconhecimento de voz para leitura, app para criação de aulas interativas de diferentes disciplinas, para organização escolar e para inclusão de alunos com deficiências nas atividades escolares. O app *Hand Talk*, faz a tradução de textos e áudios para a Língua Brasileira de Sinais. Outro aplicativo utilizado na educação é o *Edmodo*, que realiza o compartilhamento de conteúdo e tarefas e faz o gerenciamento da comunicação com professores, alunos, pais e responsáveis.

As plataformas de ensino fornecem conteúdo educacional para os alunos, como vídeos, palestras gravadas, hipertextos, *podcast*, *games*, *e-book* e outros materiais que podem ser disponibilizados em aula, ou em uma biblioteca virtual, com interação entre alunos e professores através de videochamadas, fóruns, *chat* e aulas on-line ao vivo. As avaliações são realizadas através de testes, provas e submissão de trabalhos.

Um das plataformas mais usadas pelas escolas, principalmente no período da pandemia da Covid-19, foi a Google Sala de Aula, da empresa Google, escolhida por possuir uma edição gratuita e ser mais acessível e popular. O acesso à plataforma está disponível para

alunos e professores por meio de aplicativos no *smartphone e tablet* e no computador, através da *web*.

As plataformas de ensino on-line foram uma das saídas para não parar o processo de ensino-aprendizagem no período pandêmico. Tendo a adesão de muitas instituições, mundialmente. Sendo assim, muitos gestores aderiram ao uso delas, mesmo sem ter o conhecimento dessa tecnologia. Nota-se, portanto, que algumas situações levaram a questionamentos em relação a facilidade de invasão de *hackers* nas aulas on-line e nos dispositivos dos alunos e professores, além da exposição de conteúdos inapropriados, da perda de material, de roubo de senhas e de dados. As instituições precisam proteger os professores e alunos, diante desses desafios.

Sobre a relação dos métodos de ensino, nota-se que algumas metodologias ativas da aprendizagem são impulsionadas pela Internet das Coisas. As possibilidades dessa aprendizagem ampliam a comunicação, traz autonomia e realizam interação em tempo real, com implementação de novos produtos e processos e um maior engajamento dos alunos nas atividades propostas.

A metodologia ativa se caracteriza pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem. Logo, englobar metodologias ativas e o uso de objetos inteligentes aumenta a interação em tempo real e um maior engajamento dos alunos nas atividades propostas (ALMEIDA, 2017, p. 10).

As metodologias ativas têm por finalidade otimizar o tempo em sala de aula e propõem uma aprendizagem mais participativa e significativa. A gameficação e a sala de aula invertida são exemplos de algumas metodologias ativas da aprendizagem que utilizam elementos de IoT.

Segundo Caap, Blair, Mesch (2013, p. 94), a gameficação é o uso de mecânica, estética e pensamento baseados em jogos, que integram as pessoas, motiva ações, promove aprendizagens e resolve problemas. No processo de ensino-aprendizagem são utilizadas dinâmicas com elementos de jogos, com desafios, *rankings*, premiações, *feedbacks*, entre outros, todos dentro do contexto educacional. O objetivo é ter uma aprendizagem de forma lúdica, com otimização do tempo em sala de aula, de forma mais participativa e significativa.

Através de dispositivos tecnológicos, celulares, *tablets*, computadores, aplicativos e plataformas digitais, os jogos são levados para a sala de aula, ou ambientes virtuais de aprendizagem, para abordagem de conteúdo. São exemplos de gameficação aplicados na sala de aula, os enigmas, *quiz* (jogo de questionários), atividades premiadas, entre outros.

Para exemplificar como a aplicação da Internet das Coisas na educação pode interferir nos métodos de ensino, escolhemos a Sala de Aula Invertida (do inglês *flipped classroom*), que utiliza dispositivos inteligentes, aplicativos e plataformas que podem ser acessados quando e onde o estudante desejar.

Sobre a sala de aula invertida, Basílio (2017, sem paginação) destaca que:

No método tradicional de ensino, o professor acaba dedicando a maior parte do tempo em sala de aula à explanação do conteúdo, para depois direcionar atividades aos estudantes. Na sala de aula invertida temos a inversão desses tempos, ou seja, os alunos entram em contato com o conteúdo antes da aula e utilizam o momento com o professor para tirar dúvidas, realizar dinâmicas ou estudos de caso.

Tendo em vista os aspectos observados na sala de aula invertida, o contato prévio dos alunos com os conteúdos, sejam eles escritos, de áudio ou vídeo, são providos principalmente pelas tecnologias digitais que fazem a interação do professor com o aluno. Apesar do uso dessas tecnologias, o papel do professor é fundamental, pois é ele que faz o planejamento, produz e compartilha materiais e estimula o conhecimento na sala de aula.

Algumas questões são vistas como desafiadoras para tornar a metodologia ativa de aprendizagem mais eficaz, como o acesso aos dispositivos tecnológicos (computador, tablet e smartphone), acesso à internet, confiança do professor no aluno, na realização das atividades fora da sala de aula e o excesso de trabalho dos professores no desenvolvimento das atividades e acompanhamento dos alunos fora das aulas físicas. Nota-se que o uso da IoT no ambiente educacional não está só em um único espaço, como nos laboratórios de informática, nas aulas de robótica, com uso somente de arduinos (plataformas de prototipagem eletrônica) que desenvolvem objetos interativos, com sensores, para projetos de automatização, entre outros. Constitui-se, também, como apoio para as práticas pedagógicas e para a gestão escolar.

3.2 SEGURANÇA E PRIVACIDADE DE DADOS NA EDUCAÇÃO

Com as aplicações de IoT no ambiente educacional, muitos dados pessoais de alunos e de profissionais das instituições educacionais são gerados, coletados por aplicativos, plataformas digitais, dispositivos inteligentes e outras tecnologias. Esses dados precisam ser tratados de forma a garantir a segurança e a privacidade dos envolvidos nesse processo, pois podem se tornar fontes para invasão, em relação ao seu armazenamento, identificação pessoal e rastreamento de localização.

Para um melhor entendimento trouxemos alguns conceitos em relação ao tema segurança e privacidade de dados no contexto educacional, com base na Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD):

- **Dado Pessoal:** de acordo com a Lei nº 13.709/2018 “o dado pessoal é aquele que possibilita a identificação, direta ou indireta, da pessoa natural.” (BRASIL, 2018). Os dados pessoais dos alunos são “identidade, histórico escolar, informações médicas, endereço, telefone, e-mail, carteira estudantil, registro de aluno/a (RA), Número de Identificação Social (NIS), informações sobre necessidades especiais;” (CIEB, 2020);

Os dados pessoais dos professores e profissionais da instituição educacional são “idade, profissão, currículo, avaliação de desempenho, endereço, telefone, e-mail, salário” (CIEB, 2020). Outras informações como gravação de imagens por videoaulas, ou *webcam*, além dos demais gerados por aplicativos e coleta de IP, são considerados como dado pessoal.

- **Dado Sensível:** De acordo com a Lei supracitada, dados sensíveis são aqueles que envolvem: origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou organização de caráter religioso, questões genéticas, biométricas e sobre a saúde ou a vida sexual de uma pessoa. (Brasil, 2018). Podemos exemplificar como dado sensível numa unidade de ensino, os elementos médicos de alunos (distúrbios e restrições alimentares), religião e dados biométricos para acesso à escola, além de informações de vinculação a partido político ou sindicato de docentes e outros profissionais;
- **Titulares dos dados:** pessoas relacionadas a instituição escolar, podem ser alunos, docentes, funcionários da instituição, representantes legais dos alunos, entre outros;
- **Tratamento:** Qualquer atividade realizada com dado pessoal (BRASIL, 2018). Exemplo: coleta, transferência, análise, armazenamento, descarte;
- **Controlador:** Quem toma as decisões sobre o uso dos dados. No espaço educacional, podem ser as secretarias de educação, municipal ou estadual, ou a própria instituição de educação;
- **Operador:** Quem realiza o tratamento dos dados. O operador só pode usar os dados para a finalidade decidida pelo controlador. Exemplo, uma secretaria de educação contrata uma empresa de uniformes inteligentes, com cláusulas contratuais. A secretaria de educação é a controladora, que define sobre o tratamento dos dados e a empresa será a operadora.

As escolas que usam elementos de IoT para realizar funções como controle de acesso, de presença escolar, monitoramento de condições de saúde e uso de aplicativos e plataformas de ensino on-line, precisam estar atentas a todas as etapas desse processo: coleta, análise, armazenamento, compartilhamento e descarte de dados.

Diante disso, as atividades escolares que geram dados precisam de procedimentos específicos para a proteção dessas informações, principalmente, quando se trata de criança e adolescentes, que por estarem em período de formação, conhecem menos sobre os riscos e as consequências do uso indevido dos seus dados pessoais. Por isso, as atividades com esse público precisam atender aos seus interesses e estar consoantes com o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA).

Nesse sentido, um dos instrumentos utilizados para proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade dos alunos e professores é a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que deve ser aplicada na educação para não ter danos para a instituição, as pessoas envolvidas no processo educacional, a gestão e a empresas que fazem parcerias com as redes de ensino.

A Seção III, do Capítulo II da LGPD explica o Tratamento de Dados Pessoais de Crianças e de Adolescentes, no seu artigo 14: “Art. 14. O tratamento de dados pessoais de crianças e de adolescentes deverá ser realizado em seu melhor interesse, nos termos deste artigo e da legislação pertinente”. Neste sentido, as escolas devem ter o controle sobre a informação coletada, quais procedimentos serão adotados, como serão utilizadas e deixá-las públicas de maneira clara e acessível para todos. É importante que seja assegurado apenas o uso de dados necessários para a função proposta.

O tratamento e compartilhamento de dados pessoais de crianças e adolescentes, até 16 anos, precisa de consentimento dos pais ou responsáveis legais, principalmente, os dados mais sensíveis de imagens, vídeos e biometria. A exceção é em caso de compartilhamento de informações para cumprimento de lei, a exemplo da coleta de dados feitas pelas escolas para o Censo Escolar, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), de acordo com a Resolução nº 01/2018 do CNE/CEB/MEC.

De acordo com a LGPD (2018), na fase de coleta de dados, nos espaços educacionais, algumas exigências são necessárias para a proteção desses dados, como ter uma política de privacidade dos dados, inclusão de cláusulas contratuais, além de, restrição de acesso de pessoas a esses dados.

O compartilhamento das informações coletadas, como, por exemplo, para empresas que instalam e monitoram dispositivos como *webcam*, aparelhos de reconhecimento facial,

plataformas de ensino, traz alguns questionamentos em relação a proteção de dados pessoais e privacidade dos seus titulares. Como exemplo, os serviços de armazenamento em nuvem utilizados, atualmente, pelas escolas para armazenamento de documentos escolares, imagens, vídeos e informações pessoais de alunos, professores, gestores e de outros profissionais da instituição, tendo um aumento expressivo do seu uso, durante a pandemia da Covid-19.

Nesse período pandêmico houve um aumento das videoaulas e de produção de materiais on-line. Foram gerados dados que são capturados e armazenados pelas corporações, ou seja, existem muitas informações sendo hospedadas em plataformas de empresas, principalmente, nas mais populares que tem a facilidade do acesso. A OneDrive da Microsoft e o Google Drive da empresa Google são as mais acessadas.

É possível observar, durante a pandemia, a ampliação da presença das corporações e plataformas digitais que lucram extraíndo e manipulando dados pessoais obtidos na coleta dos rastros digitais e de informações sobre o comportamento de usuários de seus serviços e produtos (AMADEU, 2020).

Nota-se, muitas vezes, que os gestores governamentais são seduzidos pelas propostas das empresas de oferta de dispositivos grátis ou de baixo custo, com tecnologia avançada, com o objetivo de melhoria para algum problema existente na gestão, como no caso dos dispositivos inteligentes instalados nas escolas para evitar a evasão escolar. Fazendo acreditar que é apenas esse, o objetivo.

Sergio Amadeu (2020), destaca que:

A experiência e a condição humana se tornou matéria-prima a ser explorada por plataformas que podem utilizar os dados não somente das camadas médias, mas também das massas pauperizadas para treinar seus algoritmos de aprendizado de máquina.

Nesse entendimento, presenciamos uma fase de aceitação de propostas “vantajosas” para os governos, no que se refere a serviços de estruturas tecnológicas, com entrega massiva de dados para as grandes empresas que extraem e manipulam essas informações. Sendo assim, ampliam o controle no curso de vida das pessoas, com objetivos econômicos e políticos e soberania algorítmica. Essa fase se amplia às instituições de ensino, nos seus diferentes níveis, que hospedam as informações em grandes plataformas, sem preservarem os dados dos alunos, professores e técnicos.

A iniciativa Educação Vigiada – organizada pela Iniciativa Educação Aberta (parceria entre a Cátedra UNESCO de Educação EaD da UNB e Instituto EducaDigital), e pelo Laboratório Amazônico de Estudos Sociotécnicos e o Centro de Competência em Software Livre, ambos da UFPA – constatou que

70% das universidades públicas e secretarias estaduais de educação no Brasil hospedam parte considerável de seus dados em grandes plataformas, como Google, Microsoft e Amazon (AMADEU, 2020).

As instituições de ensino precisam se conscientizar sobre os dados pessoais colhidos nela, como serão utilizados para ter um menor risco de exposições dos titulares dos dados, em fraudes, manuseio de opiniões, invasão de privacidade e grande quantidade de publicidade. Logo, a adequação aos princípios da LGPD é necessária para orientar e preservar a comunidade escolar.

Nesse cenário, precisamos entender quem e com que finalidade fará uso dos dados coletados nas escolas. Sergio Amadeu (2020), destaca que as grandes plataformas que oferecem interfaces tecnológicas, como iscas em anzol, estão se apropriando dos dados disponíveis na expansão da economia, que denomina de dataficada.

Esse processo vai se consolidando diante do contentamento acrítico e displicente de pessoas maravilhadas com os dispositivos e interfaces tecnológicas que como bugigangas vão fidelizando os diversos segmentos sociais às plataformas de extração de dados. Essas companhias não vêm aqui levar pau-brasil ou metais preciosos, levam dados pessoais que serão processados e vendidos em amostras para o marketing comercial e político. Mais do que isso, os dados pessoais alimentam as estruturas de dados de aprendizagem de máquina e de outros modelos de inteligência artificial com o objetivo de predizer nossas ações. (AMADEU, 2020).

A proteção dos dados nas instituições de ensino, talvez, seja o principal desafio do uso da internet das coisas na educação. A finalidade do uso dos dados captados nas escolas precisa ser mais discutida, diante desse cenário de utilização e comercialização de informações, sem consentimento, que pode resultar em invasão de privacidade dos usuários, ineficiência da segurança de dados e ataques fraudulentos.

À vista disso, surge uma suspeição: A aplicação da LGPD seria suficiente para garantir a proteção dos dados dos atores escolares?

A Figura 42, abaixo, podemos observar a fachada principal da escola, com outros espaços livres ao redor do prédio.

Figura 42 - Fachada Principal do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire



Fonte: Arquivo do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (2022).

A Figura 43, abaixo, mostra a fachada lateral da escola, onde se encontra o nome da instituição de ensino Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire, a sua sigla, CAIC e o brasão da Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista-BA.

Figura 43 - Fachada Lateral do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire



Fonte: Arquivo do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (2022).

Conforme as informações da Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista - PMVC (2012), o projeto Uniforme Inteligente teve um investimento de R\$ 1,2 milhão. Participaram

desse projeto da Gestão municipal, a Secretaria Municipal de Educação de Vitória da Conquista (SMED), a empresa paulista Dacosta & Chiara Assessoria e Tecnologia Ltda, de desenvolvimento de softwares e comércio de equipamentos e suprimentos de informática e as instituições escolares com seus agentes (diretores, professores, funcionários, alunos e pais).

O Uniforme Inteligente possuía uma camisa escolar de malha, na cor verde, contendo uma etiqueta com *chip RFID*, associado à Internet das Coisas. Esse dispositivo foi desenvolvido pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), usado habitualmente por empresas privadas para controle de ponto de seus trabalhadores (DOURADO, 2012). Porém, nesse momento, teve a função de realizar o monitoramento dos alunos na escola.

A etiqueta foi instalada na parte do escudo da camisa, ou fixada na manga da vestimenta, com a seguinte frase, de 1979, do educador Paulo Freire: “Educação não transforma o mundo, educação muda pessoas, pessoas transformam o mundo”.

Figura 44 - Camisa do Uniforme Inteligente



Fonte: Dourado (2022).

A Figura 45, abaixo, podemos observar o uniforme escolar inteligente completo usado no ano de 2012, no CAIC. Composto por uma blusa na cor verde, com um escudo da escola, contendo etiqueta de RFID e uma bermuda, na cor azul escuro.

Figura 45 - Uniforme Inteligente CAIC - Vitória da Conquista-BA



Fonte: <https://www.itagtecnologia.com.br/uniforme-inteligente-2/>

Nesse processo foram utilizados alguns equipamentos: um dispositivo com sensor de captação de sinal, camisas do uniforme escolar, com etiqueta com chip RFID, sistema de gestão escolar e aparelhos de celular.

O dispositivo com sensor foi instalado na entrada da escola, para captar o sinal de radiofrequência das etiquetas do uniforme escolar. Assim, quando o aluno entrava e saía do espaço, a sua presença ou saída era confirmada, em tempo real. Os dados gerados eram compartilhados para um sistema informatizado e uma mensagem de texto (SMS) era enviada para os pais ou responsáveis pelos alunos, no celular cadastrado. Caso o aluno não comparecesse à aula, em até 45 minutos, uma mensagem era enviada automaticamente.

Todos os pais terão os telefones cadastrados e receberão alerta via celular sobre a entrada ou saída da escola. O sistema faz a captação através de sensores que são instalados nas unidades. Eles fazem automaticamente a leitura dos chips e repassam a informação via mensagem de texto aos pais (DOURADO, 2012).

Abaixo, a Figura 46, mostra um aparelho de celular, com o registro de uma mensagem de SMS, enviada aos pais ou responsáveis pelos alunos, pela Secretária Municipal de Educação, informando o nome do aluno e o horário de sua entrada na escola.

Figura 46 - Registro do SMS enviado aos celulares dos pais ou responsáveis



Font: SANTANA (2013)

É válido ressaltar que antes da implementação do projeto, a Secretaria de Educação de Vitória da Conquista através dos registros dos índices de evasão escolar, observou um crescimento da evasão de alunos nas escolas municipais. Notou-se, que além do aumento das faltas ocorreram cortes dos alunos no programa assistencial Bolsa Família.

O programa de Assistência Social chamado Bolsa Família, foi criado em 2004, pelo Governo Federal e segundo o Ministério da Educação, destinava-se a transferir renda para as famílias em situação de pobreza e extrema pobreza. “Ao serem incluídas no programa, as famílias, assumem o compromisso de matricular e garantir a permanência das crianças e jovens na escola” (BRASIL, 2018).

A informação da frequência escolar é um dos critérios adotados pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) para repassar recursos às prefeituras. Os beneficiários que tiverem índices abaixo dos exigidos recebem advertência, podem ter os valores suspensos e até ser retirados do programa. Alunos de até 15 anos devem assistir a no mínimo 85% das aulas a cada mês. A exigência para adolescentes de 16 e 17 anos é de 75% das aulas (BRASIL, 2018).

Nesse contexto, a SMED realizou reuniões com pais e responsáveis pelos alunos para relatar o problema da evasão escolar, notando que muitos deles não sabiam das faltas dos alunos nas aulas, como relata o secretário de educação, Coriolano Moraes: “Quando chamávamos os pais para reuniões, percebíamos que eles ficavam surpresos quando se falava sobre a falta dos seus filhos. Por conta disso, havia até o corte do bolsa-família” (DOURADO, 2012).

Logo abaixo, na Figura 48, podemos observar a reportagem do site da BBC NEWS, em 23 de março de 2012, informando sobre o projeto “Uniforme Inteligente” em escolas brasileiras, destacando no mapa, o município de Vitória da Conquista-BA. A manchete diz: “Escolas brasileiras microchipam camisetas para acabar com a evasão escolar”.

Figura 48 - Reportagem da BBC NEWS

Brazilian schools microchip T-shirts to cut truancy

© 23 March 2012



The chips are placed underneath the badge of a school uniform, or on a sleeve

Schools in Brazil have started to place computer chips in school uniforms to keep track of pupils and reduce truancy.

Some 20,000 pupils in the north-eastern city of Vitoria da Conquista will have microchips embedded in their school T-shirts.

The parents will get a text message when their children arrive at school, or if they are late for classes.

The authorities say the measure will help teacher-parent relations.

SMS alerts



Fonte: BBC NEWS (2012).

O projeto “Uniforme Escolar Inteligente” ganhou repercussão nacional e internacional, noticiado por várias mídias, como vimos nas imagens 47 e 48, acima, por ser um projeto inovador e propulsor. Um dispositivo tecnológico instalado na escola acabaria com o problema da evasão escolar. Naquele momento, criaram-se expectativas na sociedade, incluindo a comunidade escolar que participou desse projeto.

Mesmo tendo um cenário dinamizador, podemos perceber nesse projeto o uso limitado da tecnologia, aplicada para controle da frequência escolar, como um instrumento de apoio à gestão escolar. Logo, não foram exploradas suas potencialidades e possibilidades para o espaço escolar, incluindo as relações pedagógicas e o processo de ensino-aprendizagem.

Foi possível perceber que os professores e os pais não participaram das discussões sobre o projeto, apenas foram avisados da implantação do projeto na escola, com o objetivo de controle de frequência escolar. Nesse cenário, a comunidade escolar não pode discutir o projeto, já que as informações foram limitadas pela gestão. Não houveram ações pedagógicas, antes do uso do dispositivo no espaço escolar, voltadas para a compreensão do projeto em seu todo, sem ignorar os elementos social, cultural e pedagógico.

As limitações podem inviabilizar toda uma ação e assuntos relevantes podem fugir do contexto. Nesse projeto, surgiram problemas de infraestrutura, de comunicação, de interação social e pedagógica. Como consequência, em pouco tempo, o projeto foi finalizado, sem atingir o objetivo proposto.

4.1 O DIRETOR E PROFESSORES ENTREVISTADOS FALAM SOBRE O PROJETO UNIFORME INTELIGENTE

Para identificar o que aconteceu na escola foi realizada entrevista semiestruturada, com o gestor e três professores que participaram do projeto “Uniforme Inteligente”, no Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire (CAIC), em 2012.

Em um primeiro contato com a SMED de Vitória da Conquista, convidamos o diretor da escola pesquisada, que exerceu o cargo em 2012. Após contato por e-mail, se colocou à disposição para contribuir para a pesquisa. O gestor indicou três professoras para serem entrevistadas que também se dispuseram a conversar de forma on-line, nos horários convenientes a eles.

Para construir os dados para a pesquisa, seguimos um roteiro semiestruturado, com o objetivo de aprofundamento da problemática discutida. As entrevistas ocorreram de forma individuais, através do e-mail com o gestor e de forma remota, em tempo real, com as

professoras, através do Conferência Web/Mconf - UFBA, acessado por computador ou smartphone, para registro em áudio.

Participaram dessa investigação o Diretor, especialista em gestão escolar, e três professoras: Professora 1, do 5º ano, mestranda em educação; Professora 2, do 4º ano, mestranda em educação e a Professora 3, do 5º ano, especialista em Educação. Após a análise das transcrições das entrevistas realizamos leituras dos dados e selecionamos recortes, para buscar elementos da investigação do uso da Internet das Coisas na educação nessa instituição escolar.

A partir das informações obtidas procedeu-se à categorização dos dados, que resultou em quatro categorias: 1. A eficiência do uso a que a escola se propõe; 2. A própria experiência; 3. Receptividade da comunidade escolar e 4. Cuidado com os dados e privacidade do aluno.

- Categoria 1: A eficiência do uso a que a escola se propõe

Os espaços escolares estão a cada dia mais obtendo novas tecnologias, muitas vezes para sanar dificuldades existentes, de estrutura física, de gestão escolar ou para desenvolver o processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, Couto (2020, p. 57), afirma que “a tecnologia é apontada para a solução dos problemas”. Tal afirmação, corrobora com as declarações dos entrevistados, que descreveram o projeto Uniforme Inteligente. O projeto foi uma ação da gestão municipal para sanar o problema da evasão escolar, na rede municipal de ensino de Vitória da Conquista-BA.

“Nesse projeto, a nossa Escola entrou como projeto piloto, para naquele momento, nós tivéssemos um controle de entrada e saída dos alunos. A questão não só da evasão escolar, mas principalmente de identificação de onde esses alunos se encontravam”. (Professora 1).

“A Escola movimentada nesse acompanhamento, para posterior trabalhar os dados em relação a evasão escolar, com interação com a família”. (Diretor).

O uso de recursos tecnológicos nas instituições escolares pode ter impacto decisivo no processo de ensino-aprendizagem, na prática docente e nas questões de gestão escolar. Portanto, observa-se que não trata apenas de inserir uma nova tecnologia no espaço escolar, o processo é mais complexo. Pois, quando não há uma reflexão sobre o papel da tecnologia na escola, sobre a sua utilização de forma técnica, podem surgir contratempos e inviabilizar toda a ação.

Nas entrevistas, percebe-se que após a inserção da tecnologia na escola, muitos problemas começaram a surgir, entre eles, os de infraestrutura adequada e de comunicação com os participantes, como mostram as declarações abaixo:

“Foi um projeto assim, que não deu muito certo, porque começou a ter alguns transtornos depois. Por exemplo, as mães chegavam na escola, às 10 horas, aflitas, dizendo: “eu recebi a mensagem agora e o menino saiu cedo de casa”. Então não tinha uma precisão no dispositivo”. (Professora 1).

“Dependia de mais estrutura com a parceria da empresa telefônica para ajustes das mensagens que chegavam atrasadas para os pais”. (Diretor).

As declarações demonstram os desafios que surgiram no ambiente escolar após o início do projeto no CAIC. Quando a estrutura se tornou inadequada, os transtornos surgiram, em consequência, os professores e a direção receberam muitas reclamações dos pais, sobre o funcionamento do uniforme escolar inteligente.

O tópico a seguir mostra as percepções dos entrevistados sobre o projeto Uniforme Escolar Inteligente.

- Categoria 2: A própria experiência

O diretor e as três professoras entrevistadas puderam vivenciar a implementação do projeto na sua escola e nas entrevistas relatam as impressões sobre a ação. Percebemos que algumas falas têm posições positivas sobre o projeto e outras relatam as falhas e desafios. Como podem ser percebidas, abaixo.

“Um projeto de grande valia para o controle de frequência e evasão e interação com a família e posteriormente como ferramenta pedagógica”. (Diretor).

“O projeto teria assim, muitos pontos positivos, em se tratando da condição de dar mais qualidade ao atendimento, a família e aos alunos” (Professora 1).

“Em relação ao Projeto Uniforme Inteligente, eu acho que teria que ter um estudo maior”. (Professora 2).

Embora todos tenham relatado a importância do projeto para a escola, algumas professoras evidenciaram como se sentiram em relação a todo o processo na instituição. Todas afirmaram a importância de estarem mais envolvidas para interagir com a tecnologia e compartilhar seus entendimentos, para orientar os alunos, pais ou responsáveis, quando surgissem as dúvidas e os problemas. Como mostram as afirmações, abaixo.

“A gente não tem domínio do conteúdo. A gente ficou alheia a situação o tempo todo. Não fomos envolvidos no projeto, nem para dizer se estava começando ou acabando” (Professora 3).

“Nós professores não tivemos esse debate, de ter acesso, de fato, a essa tecnologia, para a gente ver como era a projeção dela”. (Professora 2).

Ao pensar como o professor está relacionado com o projeto, com a tecnologia inserida no contexto escolar, é interessante refletirmos sobre o que Sousa et. al. (2011, p. 20) afirmam: *“É essencial que o professor se aproprie de gama de saberes advindos com a presença das tecnologias digitais da informação e da comunicação para que estas possam ser sistematizadas em sua prática pedagógica”*.

Nas entrevistas os professores destacaram a importância do docente conhecer a tecnologia e interagir com ela, evidenciando que os dispositivos tecnológicos, incluindo os de Internet das Coisas, já se fazem presente no cotidiano da escola e precisam ser mais discutidos com a comunidade escolar.

A seguir, veremos as declarações dos entrevistados sobre a acolhida de professores, diretor, alunos, pais e responsáveis diante do projeto Uniforme Escolar Inteligente, no CAIC.

- Categoria 3: Receptividade da comunidade escolar

Foram relatados, nas entrevistas, momentos distintos da comunidade escolar com a chegada do “Projeto Uniforme Inteligente”. Num primeiro momento, criaram expectativas, diante dos objetivos propostos, conforme se vê nos relatos:

“Momento de alegria da comunidade escolar por estar recebendo essa tecnologia”. (Diretor).

“Foi uma alegria para a escola, como para a família, porque as mães estariam seguras do horário que o menino chegou”. (Professora 2).

“Foi tão rápido! Como um cometa que passou! Chamou muita atenção, as mídias estavam todas na escola. Houve divulgação a nível nacional”. (Professora 3).

Ao longo do processo, o gestor e os professores foram percebendo que diante das falhas, os pais começaram a buscar informações. Nota-se que a falta de respostas para as suas perguntas, gerou um descontentamento com o projeto, como podemos observar nos relatos seguintes.

“Quando identificava que o telefone não era daquele menino, quando a família mudava o telefone, o número do celular, gerou de uma certa forma um desconforto e um transtorno terrível. Tanto é que não ficou muito tempo”. (Professora 1).

“Depois, não estava empolgando a comunidade externa e nem a comunidade escolar”. (Professora 3).

“A mensagem que era enviada aos pais, não fluía, não acontecia. Então, foi um período, no meu ponto de vista, de confusão na escola”. (Professora 3).

Para a Professora 3, naquele momento, o uso da tecnologia inserida no uniforme escolar não seria tão importante para a comunidade escolar. Sendo assim, era mais adequado, na sua opinião, ter outras tecnologias na escola, para ter benefícios para os alunos e professores, como se observa na sua fala:

“Não era um momento de grande necessidade. Foi um momento de se ter um notebook para o professor, investir em cursos de formação, e para os alunos, investir em laboratório nas escolas, laboratórios de informática”.

No contexto acima, notamos que tiveram momentos diversificados no cotidiano da escola, com a implantação do projeto Uniforme Inteligente. As declarações mostram expectativas, dúvidas e descontentamento dos atores escolares envolvidos no projeto.

Nas entrevistas foi observada a falta de reflexão e de ações sobre a segurança e privacidade dos dados dos alunos, como abordaremos no tópico seguinte.

- Categoria 4: Cuidado com os dados e privacidade do aluno

Durante as análises das respostas observamos que houveram preocupações com o funcionamento do *chip*, com a qualidade da malha das camisas, conservação do uniforme, comunicação dos pais e responsáveis e até, do aproveitamento dos dados gerados para atividades pedagógicas em sala de aula. Nota-se, porém, que não foi relatado, nem pelo diretor e nem pelas três professoras entrevistadas, informações sobre a segurança e privacidade de dados dos alunos, como se observa nas afirmações.

“Os alunos, em parte, sendo monitorados para controle de frequência e a secretaria da escola movimentada nesse acompanhamento, para posterior trabalhar esses dados em relação a evasão escolar, com interação com a família”. (Diretor).

“Poderíamos aproveitar esses dados, problematizar, de acordo com a realidade deles mesmo”. (Professora 2).

No projeto Uniforme Inteligente, os dados dos alunos foram captados pela empresa e depositados numa plataforma. Posteriormente, essas informações foram utilizadas pela SMED, pela gestão e secretaria da escola. Todo esse processo era realizado sem um entendimento de preservar as informações dos alunos. Não houve a inclusão de cláusulas contratuais sobre a

segurança e privacidade dos dados, nem a preocupação da restrição de acesso de pessoas aos dados coletados e transmitidos. Os alunos ficaram expostos a fraudes e invasão de privacidade.

As falas das entrevistas com o gestor e as professoras, indicam que o projeto criou muitas expectativas na comunidade escolar, mas ao longo do processo foram notados problemas que não conseguiram ser solucionados, gerando descontentamento no ambiente escolar. A Secretaria Municipal de Educação de Vitória da Conquista, diante da identificação dos problemas de infraestrutura e de comunicação, admitiu que ajustes precisariam ser feitos para continuar o funcionamento adequado do projeto. Diante do quadro instalado, das dificuldades existentes, a SEDUC decidiu, concomitantemente, com os diretores das escolas participantes, não dar continuidade ao projeto.

Foi notado nas entrevistas, que não houveram preocupações com a segurança dos dados coletados dos alunos, em nenhum momento do processo. Nem mesmo, depois do seu fim. A questão relatada, com o fim do projeto, foi a preocupação dos professores e pais, sobre o valor da verba pública gasta para algo que não deu certo.

5 UMA EXPERIÊNCIA DO USO DA INTERNET DAS COISAS EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE MATA DE SÃO JOÃO-BA

Uma escola no município de Mata de São João, região Metropolitana de Salvador, no estado da Bahia, usa desde o ano de 2021, o Reconhecimento Facial Escolar. Trata-se de um projeto pioneiro na educação pública da Bahia, constituído por um sistema de monitoramento facial nas unidades escolares do Ensino Fundamental. Atualmente, este projeto está presente em 27 escolas municipais de Mata de São João, com 7.000 alunos monitorados, em tempo real.

Neste projeto, um prospecto de Frequência Digital Escolar Facial faz a identificação biométrica do aluno, gerando dados para um sistema integrado de gestão escolar, que visa o controle e tomada de ações para problemas existentes na escola, como a evasão escolar.

Como destaca, numa entrevista para o site da Prefeitura Municipal de Mata de São João, o secretário de educação desse município, Alex Carvalho (2021): “O projeto, pioneiro na educação pública da Bahia, garante mais segurança, contribui para o enfrentamento à evasão escolar e gera mais economia na gestão das escolas”.

Por ser uma novidade na rede pública do Estado da Bahia, o Projeto foi destaque em vários meios de comunicação locais e nacionais, em reportagens de TV, rádios, sites e nas redes sociais.

A imagem,49, abaixo, mostra uma reportagem do site Correio da Bahia, de 30 de julho de 2021, que destaca o início dos testes do sistema de Reconhecimento Facial Escolar, no município de Mata de São João- BA para controlar a frequência dos alunos na rede municipal.

Figura 49 - Reconhecimento Facial Escolar em escolas municipais de Mata de São João-BA



Fonte: Site Correio da Bahia (2021).

A Figura 50, abaixo, destaca a reportagem do Jornal Bahia Meio Dia, da emissora de televisão, TV Bahia, noticiando o momento da inauguração do Projeto Reconhecimento Facial Escolar, em uma escola da rede municipal de ensino de Mata de São João – BA.

Figura 50 - Reportagem sobre Reconhecimento Facial Escolar em Mata de São João-BA



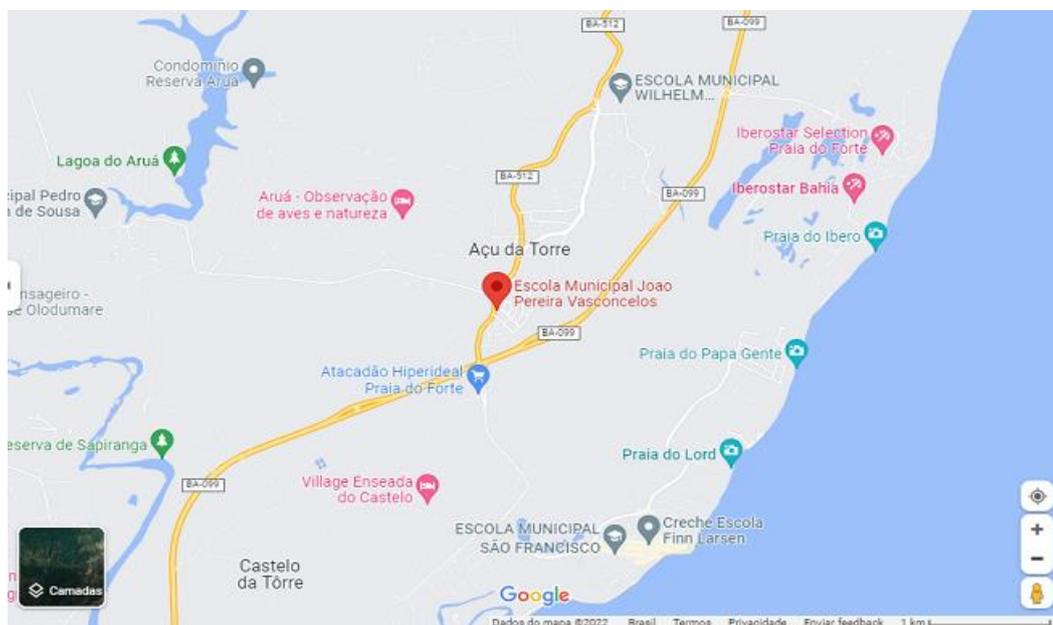
Fonte: TV Bahia (2021).

A reportagem mostra o uso do reconhecimento facial escolar, o seu funcionamento, desde a captura da imagem da face do aluno pelo dispositivo, a comunicação entre a escola e a família e as expectativas de pais e alunos com o projeto. Foram entrevistados alguns alunos, uma mãe, que acessa por meio do aplicativo as informações sobre a presença do filho na escola e faz o acompanhamento das suas notas e o Secretário de Educação, Alex Carvalho para explicar o projeto.

A escola pesquisada, Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, foi escolhida pela Secretaria de Educação do Município, para ser um dos espaços de teste dessa tecnologia. A instituição escolar está situada no litoral do município de Mata de São João, na localidade de

Açuzinho, próximo à Praia do Forte. A Figura 51, a seguir, mostra o mapa da localização da escola, no aplicativo Google Maps.

Figura 51 - Localização da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos



Fonte: Google Maps (2022).

A unidade escolar atende o Ensino Infantil, Ensino Fundamental I e II, nos períodos matutino e vespertino e a Educação de Jovens e Adultos (EJA), no turno noturno. Totalizando atualmente, aproximadamente, 549 alunos, 17 professores e 39 funcionários.

A imagem a seguir mostra o prédio da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos, que possui 11 salas de aula, sala da direção, sala de professores, quadra coberta, pátio, refeitório e biblioteca.

Figura 52 - Fachada da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos



Fonte: Imagem da autora (2022).

A Figura 53 mostra a parte lateral do prédio da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos que finaliza na Praça de Açuzinho.

Figura 53 - Lateral da Escola João Pereira Vasconcelos



Fonte: Imagem da autora (2022).

A iniciativa desse projeto teve um investimento, por parte do governo municipal, de R\$ 862.466,70 e envolveu o fornecimento dos equipamentos, instalação, manutenção preventiva e corretiva da plataforma integrada e treinamento à equipe (PREFEITURA DE MATA DE SÃO JOÃO, 2021). A empresa J.B.C.M. Equipamentos e Sistemas LTDA. (Ponto Id Tecnologia), especializada em equipamentos e suprimentos de informática, foi escolhida por meio de pregão eletrônico para atender à proposta.

O leitor de reconhecimento facial instalado na escola foi fabricado pela empresa chinesa *ZKTeco*, especialista mundial em tecnologia de reconhecimento biométrico e segurança inteligente. A tecnologia do leitor facial, engloba dispositivos de verificação biométrica, técnicas de visão computacional à internet, Internet das Coisas, Big data e computação em nuvem por meio de *software*. (*ZKTeco*, 2022).

A figura a seguir mostra o aparelho de reconhecimento facial, o Ponto Id, instalado na entrada da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos.

Figura 54 - Dispositivo de reconhecimento Facial Escolar – Ponto Id instalado na rede municipal de Educação de Mata de São João-BA



Fonte: Imagem da autora (2022).

A ata de registro de preços, do Pregão Eletrônico nº 40/2021, de Mata de São João-BA, descreve os itens que fazem parte desse processo: computadores, smartphones, leitor de reconhecimento facial (Ponto Id), *software web* de gerenciamento de frequência de alunos e de gestão educacional, infraestrutura de comunicação TCP-IP (Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo de Internet), que possibilita a transmissão da informação entre as camadas e entre equipamentos (BRITO et al., 2018).

O sistema pode ser acessado pela internet, de qualquer localidade. A licença do *Software* é vitalícia para a Rede Pública do Município de Mata de São João. O sistema *web* hospedado nos servidores da empresa pode ser acessado por alguns funcionários da secretaria de educação e pelos diretores das escolas, para consultas e configurações liberadas. O *login* é realizado no site: www.matadesaojoao.pontoid.com.br.

A seguir, podemos ver, na Figura 55, a fila dos alunos em frente aos dispositivos de reconhecimento facial, na entrada da escola. Nota-se que foram instalados dois aparelhos, conforme o tamanho dos alunos, para não ter erro de posicionamento.

Figura 55 - Entrada dos alunos na escola para realizar o reconhecimento facial



Fonte: Imagem da autora (2022).

Na figura 56, abaixo, podemos ver o momento da leitura da face do aluno, de forma individual.

Figura 56 - Aluna em frente ao dispositivo de Reconhecimento Facial Escolar



Fonte: Imagem da autora (2022).

Para a operação de captura e reconhecimento da face, os alunos se posicionam em frente ao aparelho e permanecem até o dispositivo reconhecer o seu rosto e emitir uma mensagem falada. Importante ressaltar que há uma funcionária presente para orientação aos alunos e verificação de possíveis problemas.

Na Figura 57, abaixo, podemos observar o momento da captura da imagem da face do aluno pelo dispositivo, Ponto Id, instalado na escola. O leitor captura o rosto da aluna, centraliza no quadrado verde e faz o reconhecimento facial.

Figura 57 - Captura de face no dispositivo Ponto Id



Fonte: Imagem da autora (2022).

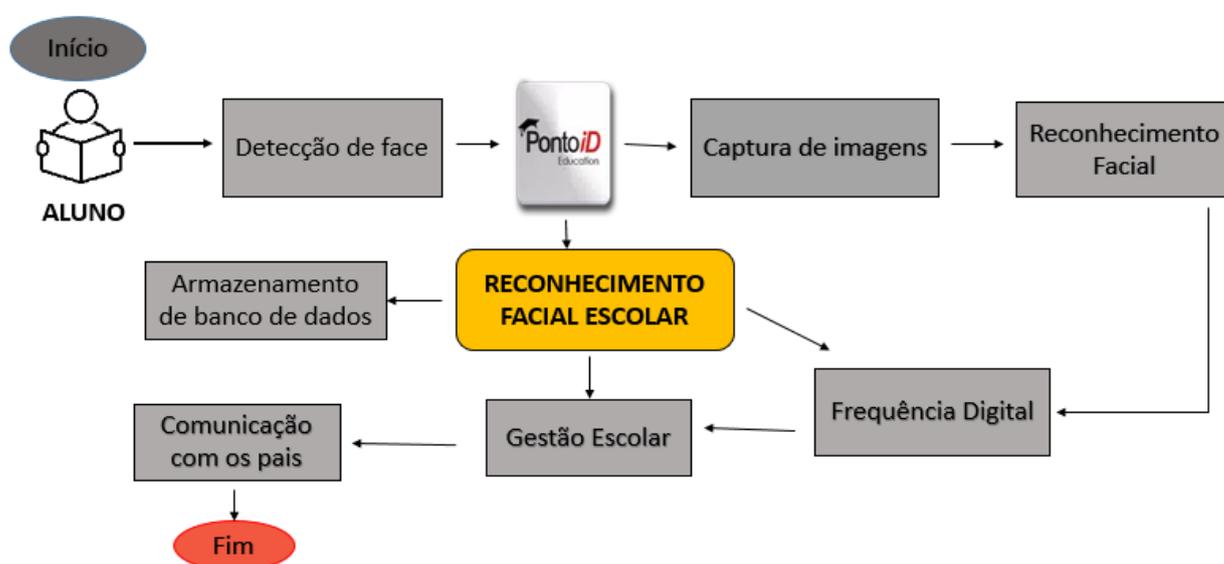
Alguns problemas podem aparecer e não reconhecer o rosto do aluno, como a falta de conexão, falhas de identificação, mudança da aparência do aluno (corte de cabelo, uso de algum objeto que cubra a face). Nesse caso, a secretaria da escola é acionada e registra a queixa para a gestão. Então, a SEDUC é comunicada e solicita a empresa, as atualizações e manutenções necessárias.

Anteriormente a instalação do dispositivo na escola, algumas ações foram realizadas, como explica a diretora entrevistada. Primeiramente, foi realizado um cadastro de todos os alunos da unidade escolar, por turma. Para tal fim, alguns dados pessoais foram coletados: nome completo, número de identidade, número de matrícula para identificação do aluno, número de telefone de alguém da família, e-mail, coleta de foto realizada na própria escola. As fotos capturadas foram guardadas num banco de faces da empresa responsável.

Um fator importante no reconhecimento dos rostos, pelo dispositivo Ponto Id, é que, permite registrar a frequência de pessoas com deficiência (PCD). Sendo assim, informações de necessidades especiais dos alunos (cegueira, baixa visão, autismo, TDAH) são cadastradas. Essa ação é importante para não existir uma barreira para os alunos com deficiências e excluí-los do processo, já que alguns dispositivos de reconhecimento facial têm dificuldade de capturar as suas percepções de expressão facial.

A figura a seguir, mostra o processo de Reconhecimento Facial Escolar ocorrido na Escola Municipal João Pereira Vasconcelos em Mata de São João-BA.

Figura 58 - Fluxograma do processo de Reconhecimento Facial Escolar da escola estudada



Fonte: Autoria Própria (2022).

Podemos descrever o processo a partir da chegada do aluno na unidade escolar. Nesse momento, o aluno se posiciona na frente do dispositivo de reconhecimento facial, que detecta a sua foto, captura a imagem e faz o reconhecimento facial. A partir dessa etapa, a frequência digital é gerada, as informações vão para um banco de dados da empresa, acessado pela gestão escolar, via sistema *web*, para tomadas de decisões. Após o período da entrada dos alunos na unidade, um boletim é gerado para a direção da escola, com o número de alunos presentes e ausentes. Em relação as ausências dos alunos, são realizadas, em tempo real, a comunicação com a família por meio de SMS, enviado para o celular cadastrado dos responsáveis, informando-os da falta do aluno naquele dia.

5.1 A DIRETORA E PROFESSORES ENTREVISTADOS FALAM SOBRE O PROJETO RECONHECIMENTO FACIAL ESCOLAR

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, de forma presencial, com a diretora e três professores da Escola Municipal João Pereira Vasconcelos para verificar o processo de implantação do projeto e seu funcionamento na escola.

Em visita à Secretaria Municipal de Educação de Mata de São João, foi aberto no site da prefeitura um requerimento administrativo, gerando um protocolo para autorização da visita à unidade escolar e realização das entrevistas. Após autorização, a direção da escola, indicou três professores para as entrevistas.

Para a construção dos dados da pesquisa seguimos um roteiro semiestruturado para as entrevistas, que ocorreram de forma individual. As entrevistas foram realizadas na sala da direção da escola sendo utilizado um gravador de voz para registro das informações.

Participaram das entrevistas a Diretora da escola, especialista em educação; O Professor 1, do 5º ano do ensino fundamental, especialista em Educação; O Professor 2, do 6º e 7º ano do ensino fundamental, graduado em Matemática e a Professora 3, do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, mestra em educação. Posteriormente, foi realizada a análise dos dados obtidos nas entrevistas, realizando os recortes necessários para ter elementos para a investigação da temática da pesquisa e fazer a categorização das informações, que gerou quatro categorias de análises: 1. A eficiência do uso a que a escola se propõe, 2. A própria experiência; 3. Receptividade da comunidade escolar e 4. Cuidado com os dados e privacidade do aluno.

- Categoria 1: A eficiência do uso a que a escola se propõe

Atualmente, na era do digital, ocorre a inserção e a normalização de novas tecnologias no ambiente educacional. Destarte, as tecnologias inteligentes, entre elas, a Internet das Coisas (IoT) estão inseridas nesses espaços e fazem parte das relações escolares. Na visita à Escola Municipal João Pereira Vasconcelos percebemos que a tecnologia de reconhecimento facial foi inserida como uma solução tecnológica para controles de gerenciamento de frequência dos alunos e de gestão escolar. As declarações abaixo, dos entrevistados, explicam a funcionalidade do dispositivo instalado na escola.

“O Ponto Id, quando chegou, era usado para a chamada do aluno, identificar que o aluno estava na escola. É um leitor facial”. (Professor 02).

“Basicamente, o aluno adentra os portões da escola, são dirigidos pela funcionária para o instrumento de aferição. Ele coloca o rosto próximo à tela e lá é marcada presença dele no sistema”. (Professor 01).

“O legal é que, todas as escolas do município de Mata de São João, conforme a frequência dos alunos, recebem um quantitativo de merenda e material de limpeza.” (Diretora).

Os benefícios que a utilização do Reconhecimento Facial Escolar trouxe para essa instituição foram destacados nas entrevistas. Uma das mudanças relatadas foi a forma de realizar o rastreamento dos alunos para fins de gestão escolar, no processo de Busca Ativa Escolar, como destaca a Diretora: *“Melhora a nossa busca ativa, que era pelo diário”*.

A Busca Ativa Escolar foi desenvolvida pelo Fundo das Nações Unidas (Unicef), em parceria com a União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime) para ajudar os municípios a combater a exclusão escolar, através de uma plataforma gratuita.

A intenção é apoiar os governos na identificação, registro, controle e acompanhamento de crianças e adolescentes que estão fora da escola ou em risco de evasão. Por meio da Busca Ativa Escolar, municípios e estados terão dados concretos que possibilitarão planejar, desenvolver e implementar políticas públicas que contribuam para a inclusão escolar (UNICEF, 2022).

Outra vantagem descrita foi a melhoria da comunicação entre a escola e a família. Nos relatos observamos que houve uma maior aproximação, já que nesse projeto os pais e responsáveis recebem um SMS no celular cadastrado, caso o aluno falte. Sendo assim, os pais passaram a monitorar os alunos e, no caso de falta no dia, se comunicam com a escola para saber o que houve, ou para explicar o motivo da falta.

“Nós estamos aqui em um bairro que a maioria das famílias trabalham na área hoteleira. Saem de manhã e retornam no final do dia. Então, eles sabem que o aluno está dentro da escola e o dia que não estiver, que vai receber a mensagem que o aluno não foi. Tudo em tempo real”. (Diretora).

Quando questionados sobre as contribuições desse recurso tecnológico para o processo ensino-aprendizagem, os professores apontaram que ganhariam tempo em sala de aula com o fim da chamada manual.

“Eu acho que o mais importante seria o tempo que a gente ganha, porque temos salas superlotadas”. (Professor 1).

“Não precisa perder tempo, um tempo hábil de aula, para fazer a frequência dos alunos”. (Professora 3).

O Professor 2 afirmou que poderia usar o contexto do uso da tecnologia na sua escola, aproveitando os dados para trabalhar na sala de aula, com gráficos, tabelas e trabalhar a

importância da frequência escolar. Sendo assim, o conhecimento poderia ser ampliado a partir da vivência dos alunos com a tecnologia, como destaca Paulo Freire (1996, p. 47), o educador precisa “saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.”

As declarações acima, demonstram que a inserção dessa nova tecnologia na escola, é notada pelos professores como um referencial de frequência, sem chamadas manuais, mas que pode trazer algum benefício para o processo ensino-aprendizagem.

Para a diretora, foram notadas vantagens em relação ao uso da tecnologia, vista como solucionadora de problemas. Nesse caso, o uso dos dispositivos e do software pode beneficiar a gestão na sua escola, a SEDUC e os setores da Prefeitura ligados a ela, entre eles, o setor de logística (controle de merenda escolar, material de limpeza e higiene) e o de segurança.

O tópico a seguir mostra as percepções dos entrevistados sobre o projeto.

- Categoria 2: A própria experiência

Nas entrevistas, a diretora e os professores mencionaram as suas vivências com o projeto Reconhecimento Facial Escolar, se posicionando diante da implementação na sua unidade escolar. Nesse contexto, verificamos que a declaração da diretora define o projeto como interessante para a gestão e para os alunos também, já que estão na era digital.

Os professores falaram que para eles ainda não houveram mudanças significativas, com a implementação do projeto. Embora, a iniciativa propõe o controle da frequência dos alunos nas escolas, sem chamadas manuais, essa ação ainda não é uma realidade nessa unidade escolar, como mostram as informações a seguir.

“A gente vê o pessoal indo na maquininha, colocando o rosto, aparece lá a mensagem da presença, entretanto, as chamadas manuais continuam na sala de aula. [...] Então, assim, para nós, não mudou”. (Professor 1).

“Ainda não tiveram muitas modificações para nós. Por exemplo, eu ainda faço, em sala de aula a frequência escolar”. (Professora 3).

“Se funcionasse 100%, se tivéssemos acesso às planilhas de frequência dos alunos, seria interessante, porém o Ponto Id, o aluno se identifica aí, e pronto”. (Professor 2).

Nota-se, nas declarações acima, que os professores estão de fora do processo que está acontecendo na escola. Para os docentes, as informações deveriam ser mais claras. Todos relataram que não fizeram parte das reuniões com os envolvidos no projeto. Podemos observar que a chamada em sala de aula continua no formato manual, realizada pelos professores no início da aula.

A seguir, veremos a acolhida de professores, diretora, alunos, pais e responsáveis diante do Projeto de Reconhecimento Facial Escolar.

- Categoria 3: Receptividade da comunidade escolar

Com a realização das entrevistas observamos como a comunidade escolar (professores, direção, alunos e pais ou responsáveis) acolheu essa iniciativa. Nota-se nas falas dos professores, a expectativa que tiveram com o projeto, principalmente, no ganho de tempo que teriam em sala de aula, com o fim das chamadas manuais.

Para a gestão escolar, o projeto foi recebido com entusiasmo e visa buscar o melhor para o aluno, para a equipe gestora e todos os professores, como relata a diretora:

“O Projeto está funcionando e a gente vem observando. Se puder melhorar, vai ser maravilhoso!”

O projeto foi apresentado aos alunos na sala de aula, por turma. Nessa conversa, foi informado sobre o dispositivo de leitura facial e da necessidade de realizar a foto para o cadastro da face. As reações dos alunos foram descritas nas entrevistas.

“A princípio, ficaram curiosos, por não saber como as coisas iriam funcionar”. (Diretora).

“Os meninos gostaram porque é uma novidade. Ainda mais aqui, que é uma zona mais carente. Então, eles veem isso como um passo mais adiante”. (Professor 1).

“Não tiveram resistência, pois é um avanço, essa tecnologia”. (Professora 3).

Diante do contexto, nota-se nas declarações que a receptividade dos alunos diante da tecnologia foi de expectativas diante de algo novo chegando na escola. A receptividade das famílias dos alunos também foi perguntada nas entrevistas. Portanto, fomos informados nas declarações dos entrevistados, que antes da implementação do projeto na escola, foi realizada uma reunião com as famílias para explicações sobre todo o processo. Foi relatado que houveram momentos de curiosidade, preocupação e, também, de sensação de segurança, diante das propostas do projeto.

“No geral, as famílias ficaram maravilhadas. Elas acharam muito importante mesmo ter esse registro e fazerem parte desse acompanhamento” (Diretora).

“Os pais valorizaram porque teoricamente deveriam receber a mensagem por SMS”. (Professor 1).

Segundo a diretora, nesse momento, ocorreram muitas dúvidas, principalmente, referentes a frequência escolar e a relação com o recebimento do benefício assistencial,

chamado Auxílio Brasil e o encaminhamento do registro de faltas do aluno para o Conselho Tutelar do município.

Sobre as escolas notificarem as faltas dos alunos ao Conselho Tutelar, ocorre desde 2019, quando teve uma mudança no Artigo 12 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Base da Educação (LDB), que fala da incumbência dos estabelecimentos de ensino, segundo as normas comuns e os sistemas de ensino. Esta alteração no dispositivo da lei supracitada foi realizada pela Lei nº 13.803/2019, obrigando as instituições escolares notificar as faltas escolares ao Conselho Tutelar, quando superiores a 30% (trinta por cento) do percentual permitido em lei (BRASIL, 2019).

No cenário acima, notamos que tiveram diferentes momentos com a implementação do projeto com toda a comunidade escolar, entre eles, momentos de expectativas e dúvidas de todos, de satisfação da gestão escolar e de frustrações dos professores por não estarem envolvidos no processo.

Outro momento notado nas entrevistas foi a falta de ações para preservar os dados e a privacidade dos alunos, como veremos a seguir.

- Categoria 4: Cuidado com os dados e privacidade do aluno

Nesse processo muitos dados dos alunos são gerados e compartilhados (dados pessoais e dados sensíveis), ações geradas desde a etapa de cadastro dos alunos, com a captura de imagem da face, até o compartilhamento de informações dentro e fora da escola.

Diante dos fatos, observamos que nas etapas do processo, as ações para preservar os dados e a privacidade dos alunos não estão descritas nos documentos da prefeitura de Mata de São João e não foram afirmadas nas entrevistas. Não vimos essa preocupação com a segurança dos dados. A declaração, a seguir, da diretora, traz informações sobre armazenamento e compartilhamento dos dados.

“Os dados são armazenados num sistema do Ponto Id. Essas informações ficam no sistema, onde também a equipe da SEDUC tem acesso, em tempo real. Para saber quantos alunos tem em cada escola. A equipe que administra a merenda escolar, saber quantos alunos têm, para um pagamento mensal, para distribuição dos lanches. A equipe do almoxarifado ter acesso para fazer a distribuição do material de limpeza”. (Diretora).

Quando perguntado, se os pais tiveram preocupação com a segurança e privacidade dos dados dos alunos, a diretora respondeu que não, pois foi apresentado um documento sobre o projeto e afirmou que o cadastro dos alunos no sistema era similar a uma matrícula escolar.

“O cadastro da foto, era como mostrar o RG, que tem a foto” (Diretora).

Observamos não haver uma adequação da escola à LGPD, mesmo a lei já estando em vigor, desde 2018, pois não há nenhuma cláusula contratual com a empresa sobre o tema de segurança de dados e privacidade do usuário e nem ações da Secretaria de Educação.

Sendo assim, os dados coletados pela instituição educacional, através dos dispositivos inteligentes estão vulneráveis e podem fugir dos fins propostos. Portanto, é necessário garantir a segurança da informação para proteger a comunidade de fragilidades, da invasão de privacidade e fraudes.

Na sociedade da informação, ao mesmo tempo em que as informações são consideradas o principal patrimônio de uma organização, estão também sob constante risco, como nunca estiveram antes. Com isso, a segurança da informação torna-se um ponto crucial para a sobrevivência das instituições (SANTOS; MOURA; SILVA, 2010, p. 80).

A escola vivencia a evolução tecnológica, com a participação dos agentes escolares nesse processo, muitos deles, sem compreendê-lo. Portanto, é fundamental que as escolas aumentem o conhecimento sobre a segurança de dados, a privacidade dos alunos e a sua importância para a instituição.

As entrevistas com a diretora e os professores indicaram que o projeto Reconhecimento Facial Escolar está em funcionamento em toda a rede municipal de educação do município de Mata de São João-BA. Nota-se, que esse projeto tem algumas finalidades para a escola e para a gestão municipal, controlar a frequência dos alunos de forma digital, para diminuir a evasão escolar e ter controles econômicos para evitar gastos desnecessários. Já, para as empresas privadas, observamos que o objetivo é a expansão mercadológica.

[...] é interessante para os gestores públicos o uso de novas tecnologias alimentadas pelos big data, grandes bases de dados, devido ao potencial que tais tecnologias possuem de auxiliar no planejamento urbano. Esse uso, ao mesmo tempo, é impulsionado pelo setor privado, que busca expandir seus mercados, por exemplo, com a intitulada “internet das coisas” (IoT, do inglês, internet of things) (NEGRI; DE OLIVEIRA; COSTA, 2020, p. 86).

Uma das ações da SEDUC de Mata de São João, com o projeto Reconhecimento Facial Escolar é eliminar a chamada de presença escolar manual realizada pelos professores na sala de aula. A proposta é ter a Chamada Escolar Digital, com controle de frequência escolar on-line e otimização do tempo em sala de aula, já que os professores não precisariam realizar a chamada no formato manual. O processo dessa ação inicia com a coleta de dados dos alunos pelo leitor de reconhecimento facial, gerando uma lista diária de frequência on-line,

que fica armazenada na plataforma da empresa. Os professores cadastrados nessa plataforma, podem acessar a lista de frequência, em qualquer lugar que tenha um dispositivo com internet. Esta ação ainda não está funcionando na Escola Municipal João Pereira Vasconcelos.

Ações de controle econômico também são utilizadas pela SEDUC de Mata de São João, no projeto Reconhecimento Facial Escolar para evitar o desperdício de alimentos nas escolas. O controle de merenda escolar é realizado a partir dos dados coletados pelo dispositivo de reconhecimento facial, que são transportados para o sistema realizando a contagem digital dos alunos. Então, o alimento será preparado de acordo com o número de alunos que adentram a escola.

O acesso de pais e responsáveis dos alunos a documentos escolares de forma digital trouxe economia com impressões para o município de Mata de São João-BA. Alguns documentos escolares, como o boletim e o histórico escolar não precisam mais serem impressos. O acesso a esses documentos se dá pela plataforma do ponto Id, no site: www.aluno.pontoid.com.br. Os pais fazem o cadastro no sistema e podem fazer o acompanhamento dos alunos através do boletim escolar digital e da agenda de avaliações.

A Figura 59, abaixo, mostra a imagem da página de acesso de pais e responsáveis pelos alunos realizada através de *login* no sistema do Ponto Id, para acesso ao boletim escolar on-line, agenda de avaliações escolares do aluno e histórico escolar.

Figura 59 - Página Digital para acesso ao Ponto Id Aluno



Fonte: <https://aluno.pontoid.com.br/#/>

O Ponto Id é visto na comunidade escolar como uma solução para problemas existentes. Embora os benefícios nesse primeiro momento de expectativas fiquem em evidências, surgem os desafios na prática. Podemos perceber na escola que estão aparecendo

problemas de ordem de estrutura física, de comunicação (conexão de rede) e da falta de envolvimento dos professores com o projeto.

Em relação aos desafios de estrutura, supracitados, foi colocado pela SEDUC que há manutenção dos aparelhos e dos sistemas, por parte da empresa. Sobre a chamada continuar no formato manual, como relatado pelos professores, a secretaria de educação informou que o projeto ainda está em fase de teste, e que as aplicações propostas funcionarão, brevemente, em todas as escolas da rede municipal de ensino, com a participação dos professores. Em relação a proteção de dados e privacidade dos alunos, nada foi citado nas entrevistas e não há por parte da direção escolar, ou da SEDUC, um parecer sobre este tema.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada nesta dissertação teve como objetivo analisar experiências de aplicação de elementos da Internet das Coisas em duas escolas públicas municipais, de ensino fundamental, do estado da Bahia, para identificar como essas escolas usam essa tecnologia. Para este propósito, foram discutidos conceitos e definições de Internet das Coisas, de modo geral e no panorama educacional. Esse debate deu estrutura para a pesquisa e serviu de base para compreensão do contexto. Após, para o alcance do objetivo proposto, foram realizadas entrevistas com diretores e professores de duas escolas municipais pesquisadas, que corresponderam aos dois últimos capítulos desta investigação.

A análise dos projetos de implementação de elementos de IoT nas duas escolas públicas de ensino fundamental, do estado da Bahia, permite algumas conclusões. Primeiro, podemos observar que a Internet das Coisas é um acontecimento em movimento, que está impulsionando a sociedade e possui espaço no ambiente educacional. As possibilidades que essa tecnologia traz, nessa área, ultrapassam o uso de dispositivos e dos ambientes inteligentes, pois, nesse cenário estão incluídos elementos social, cultural, econômico e pedagógico que não devem ser desprezados do processo.

Nota-se que a Internet das Coisas na Educação é um tema inovador, com viés de crescimento futuro, à vista disso, as experiências nas duas escolas analisadas apontam a importância de investigar o ambiente educacional que aplicam elementos de IoT, para impulsionar a área, gerar mais estudos nesta temática e analisar a apropriação dessa tecnologia pelas instituições de ensino.

Para ampliar o argumento supracitado, além das bases de literatura, que são importantes e se apresentam com maior frequência nas pesquisas, é necessário compreender o ambiente educacional que faz uso dessa tecnologia. Para esse entendimento devemos acompanhar o percurso da tecnologia na escola, analisando-a por períodos: antes, durante e após a instalação dos dispositivos tecnológicos. Sendo assim, podemos observar os comportamentos de todos envolvidos nessas fases, professores, alunos, pais, direção, equipe pedagógica e demais funcionários. É importante ter um panorama da gestão do município e da proposta do uso da tecnologia nessas escolas.

Foi possível perceber que ocorreram mudanças no ambiente quando o projeto foi aplicado. A comunidade escolar criou expectativas futuras com a chegada de um novo dispositivo tecnológico na escola. Nota-se, que não se trata apenas da inserção de uma nova tecnologia em uma escola, vista como um instrumento a mais nesse local. Temos que considerar que, concomitante, com a tecnologia, ocorrem transformações nos hábitos, na

comunicação, nas habilidades e na aprendizagem da comunidade escolar. Então, podem surgir novas relações pedagógicas, aproximação da escola com a família, implicações no processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, podem gerar frustrações quando os desafios crescem, não são enfrentados e a finalidade proposta não é alcançada.

Este estudo evidenciou que a Internet das Coisas traz novas possibilidades para o contexto educacional, que transcende os usos apenas de um dispositivo tecnológico, ou de um espaço automatizado, ou de um ambiente inteligente. Nas duas escolas públicas analisadas podemos observar o uso limitado da tecnologia para controle de frequência escolar, como um instrumento auxiliar da gestão. Ficando evidente a redução das suas possibilidades nessa área. Apesar de os elementos de IoT serem aplicados em momentos diferentes nas duas escolas municipais, os objetivos dos projetos foram os mesmos: usar uma tecnologia como uma solução prática para problemas existentes na rede educacional do município. O hábito de limitar o uso de uma tecnologia para soluções de problemas educacionais, pode gerar contratempos, que chegam a inviabilizar toda uma ação.

A infrequência escolar é um problema existente na rede pública de ensino no Brasil e muitas empresas de tecnologia estão oferecendo soluções práticas para acabar com essas dificuldades da gestão. Observamos que há o monitoramento do estudante, realizado por dispositivos tecnológicos, desde a sua frequência nas aulas durante o ano letivo, até a não efetivação da matrícula. Um problema de ordem social, com outras causas para existirem, entre elas questões econômicas, dificuldades de aprendizagem, ambiente escolar desmotivador (infraestrutura precária, currículo engessado, dificuldades de formação docente e na prática pedagógica).

As análises das entrevistas mostraram que nas duas escolas, os professores não tiveram participação nos projetos em nenhuma fase (planejamento, implementação e durante o uso). Apenas foram avisados, pela direção, quando os dispositivos tecnológicos chegaram na escola. Diante do exposto, verificou-se que nas suas falas, os professores se sentiram excluídos do processo e relataram que poderiam ampliar as possibilidades de uso para a aprendizagem.

A evolução da Internet das Coisas e sua integração com dispositivos tecnológicos e outras tecnologias com a Nuvem, *Bigdata*, Realidade Aumentada, entre outras, aliadas a mobilidade e a análise de dados, traz grandes possibilidades para a educação. Algumas contribuições com recursos pedagógicos e criação de cenários de aprendizagem tornam os ambientes mais imersivos, como as salas de aula, os laboratórios e as bibliotecas inteligentes, as plataformas e aplicativos educacionais, entre outros, que podem contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem.

A IoT pode trazer benefícios para a infraestrutura das escolas, com automatização de equipamentos para oferta de um ambiente mais seguro e ter um gerenciamento eficaz de custos para as instituições. Os dispositivos inteligentes podem transformar a prática pedagógica, com uso de recursos audiovisuais inteligentes, como óculos, lousas, aliados as tecnologias móveis, com utilização de celulares e tablets e os ambientes virtuais de aprendizagem. Nesse cenário, com os usos de elementos de IoT nas escolas, a aprendizagem pode ser mais ativa, com uso de materiais e livros didáticos digitais, da aprendizagem baseadas em jogos e de aulas mais personalizadas, dinâmicas e participativas.

Nesse processo, para a aprendizagem, a aplicação da IoT permite uma maior interação entre professores e alunos, com conteúdos individualizados, *feedbacks* das atividades, de forma rápida, com acesso aberto à informação. No cenário, é possível ter uma comunicação onipresente, ultrapassando os muros da escola. Para o professor, essa tecnologia pode contribuir para a sua prática docente, possibilitando uma maior liberdade de atuação e acompanhamento mais próximo do aluno, de forma individual ou coletiva, auxiliando nas dificuldades de aprendizagem.

Os métodos de ensino também podem ser potencializados quando a IoT é aplicada no ambiente educacional, entre eles, as metodologias ativas da aprendizagem, como a aprendizagem por jogos, a sala de aula invertida, o aprendizado por projetos, que podem suscitar uma aprendizagem mais significativa e participativa, com otimização de tempo e de espaços educacionais, incluindo os espaços virtuais de aprendizagem.

Para melhoramento do processo de ensino-aprendizagem, torna-se necessário que as instituições que fazem parte do sistema educacional, entendam que a inserção de uma tecnologia nesse espaço não é apenas um instrumento para solução de problemas, ou de auxílio para as aulas. Nesse caso, uma tecnologia ao ser inserida nas instituições escolares, precisa ser interpretada, pelo uso de que está se fazendo dela, nesses espaços. Logo, a rápida evolução das tecnologias da informação e comunicação, incluindo a IoT, nesses locais, demanda das instituições uma organização com ações pedagógicas, com a comunidade escolar, voltadas para o seu entendimento, antes de serem inseridas nos ambientes. Para isso, é fundamental um acompanhamento do uso dessas novas tecnologias no cotidiano escolar, estabelecendo relações pedagógicas para superar as dificuldades que possam acontecer.

Com o desenvolvimento de dispositivos inteligentes, o debate sobre a segurança dos dados e privacidade do usuário está sendo pouco discutido, mesmo sendo um dos temas mais importantes desse contexto. Como visto no estudo, esse tema é ignorado pelas duas escolas e pais de alunos, mas é central nas abordagens e problemáticas de usos de tecnologias digitais na atualidade.

Nas escolas analisadas teve uma massiva coleta e compartilhamento de dados de alunos e responsáveis, que foram guardados num banco de dados das empresas privadas, contratadas para executar o projeto. Os dados coletados pelas instituições educacionais, através dos dispositivos inteligentes instalados nesses locais podem fugir dos fins propostos. Isto é, os dados dos alunos podem ser utilizados e comercializados, sem consentimento, resultando em situações, como recebimento de publicidades em e-mail, telefone, SMS e redes sociais, além dos alunos e responsáveis ficarem vulneráveis a fragilidade de não ter uma eficiente segurança de dados, deixando-os à exposição de manipulação de opinião, a invasão de privacidade e à fraude.

Isto posto, vemos a necessidade de ampliar as discussões para ter o bom uso da tecnologia, preservar a privacidade de crianças e adolescentes, garantidas por lei e ter uma melhor relação entre governos, empresas e usuários que utilizam a IoT. Governos e instituições de ensino precisam se adequar a esse processo, para proteger a comunidade escolar. Uma das medidas, é que todos cumpram o que a LGPD determina, desde a hora de contratar as empresas de tecnologia e ter uma maior fiscalização, de acordo com essa lei. Então, as autoridades governamentais, antes de contratarem empresas de soluções tecnológicas, devem planejar, criar normas, termos de uso e processos para a administração dos dados nas escolas. A escola precisa ter controle e métodos de processamento de dados, prudência e transparência em relação à utilização dos dados dos alunos e responsáveis. Sendo de fundamental importância, ter uma infraestrutura que possa tratar o grande fluxo de dados, seja ela simples ou mais complexa, para ser gerenciada pelas instituições, para ter um ambiente mais seguro contra ciberataques e desvio de dados. Nesse caso é importante responsabilizar quem descumpra o que está na lei e quem utiliza os dados inadequadamente.

A presença das tecnologias da Informação e Comunicação na escola é fundamental, pois a escola precisa estar integrada ao contexto contemporâneo, de forma ativa. A Internet das Coisas não é mais uma expectativa futura, pois se encontra, atualmente, incorporada em muitas ações do nosso cotidiano. Sendo assim, não é nada distante dos espaços escolares, privados ou públicos, já faz parte do ambiente educacional. Vista como uma tecnologia inovadora, denominada inteligente, a IoT tem sido objeto de atenção na educação, por ter características pervasivas e de grande impacto, que podem potencializar esse ambiente. No entanto, há uma longa jornada pela frente para garantir que os dados não sejam usados para outros fins, além dos supostamente educacionais. Prontamente, é indispensável ter um ambiente favorável e democrático nas escolas para o uso de elementos de IoT nos seus espaços.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Rui. **Panorama e perspectivas das Aplicações IoT no cenário 5G na Europa**. 6º Congresso Brasileiro e Latino-Americano de IoT, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=clu3xR_eZV0&t=15920s>. Acesso em 26 out. 2021.
- ALMEIDA, Maria Elizabeth de. In: BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- AMADEU, Sérgio. **Brasil, colônia digital**. Instituto Humanista Unisinos, 2020. Disponível em: <<https://www.ihu.unisinos.br/categorias/600360-brasil-colonia-digital-artigo-de-sergio-amadeu>>. Acesso em mar. 2022.
- AMAZON. **Novo Echo Dot (4ª Geração): Smart Speaker com Alexa**. Amazon.com, 2022. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Novo-Echo-Dot-4%C2%AA-gera%C3%A7%C3%A3>>. Acesso em 22 jan. 2022.
- ANPEI COMUNICAÇÃO. **PUC-RS e Huawei inauguram Centro de Inovação para Cidades Inteligentes**. 2015. Disponível em: <<https://anpei.org.br/puc-rs-e-huawei-inauguram-centro-de-inovacao-para-cidades-inteligentes/>>. Acesso em 10 jan. 2023.
- APPLE. **Apple Watch Series 7**. Apple.com, 2021. Disponível em: <<https://www.apple.com/br/apple-watch-series-7/>>. Acesso em 22 fev. 2022.
- ARAÚJO, R.B. **Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios**. In XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 2003, Natal. Disponível em: <https://www.docgo.net/philosophy-of-money.html?utm_source=xxi-simpósio-brasileiro-de-redes-de-computadores>. Acesso em 18 fev.2020.
- ARAÚJO, Marcos Alberto de; GALHARDO, Cristiane Xavier; SANTOS, Vivianni Marques Leite dos. **A Internet das Coisas e suas implicações na Educação**. Id on Line Rev. Mult. Psic. V.13, N. 46, p. 231-242, 2019.
- ARÊAS, Lucas Ribeiro; PEIXOTO, Gilmara Teixeira Barcelos. **Internet das Coisas na Educação: um panorama a partir de Revisões Sistematizadas da Literatura**. Vértices, Campos dos Goytacazes, RJ, v. 22, nº 2, p. 208-223, maio-ago.,2020.
- ASHTON, K. **That ‘internet of things’ thing**. RFID Journal, 2009. V.22(7):97–114.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INTERNET DAS COISAS. **Sobre a ABINC**, 2022. Disponível em :<<https://abinc.org.br/>>. Acesso em 11 fev. 2022.
- ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. **The Internet of Things: a survey**. Computer Networks, vol. 54, n. 15, 2010. Disponível em :<https://www.researchgate.net/publication/222571757_The_Internet_of_Things_A_Survey/link/60314f3b92851c4ed587859f/download>. Acesso em 10 nov. 2021.
- BASÍLIO, Ana Luiza. **É possível aplicar a sala de aula invertida nas escolas públicas?** Revista Carta Capital, 2017. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/educacao/e-possivel-aplicar-sala-de-aula-invertida-nas-escolas-publicas/>>. Acesso em 10 jan. 2022.

BBC NEWS. **Entenda o escândalo de uso político de dados que derrubou valor do Facebook e o colocou na mira de autoridades.** BBC News Brasil, 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-43461751>>. Acesso em 10 fev. 2022.

. **Brazilian schools microchip T-shirts to cut truancy.** BBC News, 2012. Disponível em: < <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-17484532> >. Acesso em 10 fev. 2022.

BENTAHHER, Amal; HASSAN, Yasser Fouad Hassan; MAHAR, Khaled Mohamed.

Aprendizado de conjunto bruto incremental on-line no sistema de tráfego inteligente.

International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2018. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/324183481> Online Incremental Rough Set Learning in Intelligent Traffic System >. Acesso em 12 jan. 2022.

BEZERRA, Paulo Henrique Gonçalves. **Um Protocolo de Roteamento Colaborativo para Transmissão de Vídeo com Computação em Névoa em Redes Ad Hoc Veiculares, 2019,** Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pará. Disponível em <https://ppgee.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/teses/TD%2004_2019%20Paulo%20Henrique%20Gon%C3%A7alves%20Bezerra.pdf>. Acesso em 20 jan. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Telecomunicações. **A Anatel é a fonte oficial de informações sobre o leilão 5G,** 2020. Disponível em :< <https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/5G>>. Acesso em 10 jan. 2022.

BRASIL. Banco Nacional do Desenvolvimento. **Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil.** Disponível em:<

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>> Acesso em 19/01/2022.

BRASIL. **Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019.** Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano139, p. 10, 26 jun. 2019.

BRASIL. **EDITAL Nº 1/2021. LICITAÇÃO Nº 1/2021-SOR/SPR/CD-ANATEL** RADIOFREQUÊNCIAS NAS FAIXAS DE 700 MHZ, 2,3 GHZ, 3,5 GHZ E 26 GHZ. **Agência Nacional de Telecomunicações:** Brasília, DF, 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014.** Estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil. Presidência da República: Brasília, DF, 2014.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.** Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD. Presidência da República, Brasília, DF, 2018.

BRASIL. **Lei 13.803/2019, de 10 de janeiro de 2019.** Altera dispositivo da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, para obrigar a notificação de faltas escolares ao Conselho Tutelar quando superiores a 30% (trinta por cento) do percentual permitido em lei. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/113803.htm>. Acesso em 20 dez. 2022.

BRASI. **Lei nº 14.108, de 16 de dezembro de 2020.** Altera as Leis n os 12.715, de 17 de setembro de 2012, e 9.472, de 16 de julho de 1997, para dispor sobre os valores da Taxa de Fiscalização de Instalação, da Taxa de Fiscalização de Funcionamento, da Contribuição para o

Fomento da Radiodifusão Pública e da Contribuição para o Desenvolvimento da Indústria Cinematográfica Nacional (Condecine) das estações de telecomunicações que integrem sistemas de comunicação máquina a máquina, e sobre a dispensa de licenciamento de funcionamento prévio dessas estações. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 241, p. 3, 17 dez. 2020. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14108.htm>. Acesso em 15 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Câmara IoT**, 2016. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/inovacao/paginas/politicasDigitais/internet_coisas/_iot/Camara_IoT.html>. Acesso em 12 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **RESOLUÇÃO Nº 1, DE 15 DE JANEIRO DE 2018**. Brasília, 2018.

_____. **Acompanhamento de frequência escolar é o melhor desde 2004**. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/bolsa-familia> >. Acesso em 20 de jan. 2022.

BRITO, Lucas L, F.; NETO, Milton M.; OLIVEIRA, Monica R F. De; MORAES, Ígor A.; MUNIZ, Vinicius A.O. de. **Protocolos de Identificação para Internet of Things**. Intercursos, Ituiutaba, v. 17, n. 1, Jan-Jun. 2018.

BRUM, Caroline Bussoloto De; MAURICIO, Milene; DA SILVA, Rodrigo Olhiara; BASTOS, Yuri. **Uso dos Drones nos Procedimentos Cíveis e Criminais no Brasil: Considerações sob a Ótica dos Direitos Fundamentais**. DRONES E CIÊNCIA: Teoria e aplicações metodológicas. Santa Maria, RS: FACOS-UFSM, V. 1, 2019.

BUENO, J. L. P.; GOMES, Marco A. de O. **Uma análise Histórico-crítica da formação de Professores com tecnologias de informação e comunicação**. Revista Cocar Belém, vol. 5, n. 53, 2011.

Cabral Jefferson; Nóbrega, Obionor; Lins Fernando. **Uma Proposta de Classificação para Internet das Coisas na Educação**. Disponível em:<<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7515>> Acesso em 07 nov.2017.

CABRINI, Luciana. **I Congresso Brasileiro de RFID**. ISUU, 2010. Disponível em: < https://issuu.com/congressorfid/docs/i_congresso_brasileiro_de_rfid>. Acesso em 25 fev. 2022.

CARVALHO, Alex. **Reconhecimento facial nas escolas evita evasão e gera economia para o município**. Prefeitura Municipal de Mata de São João, 2021. Disponível em : < <https://www.matadesaojoao.ba.gov.br/site/Noticias/reconhecimento-facial-nas-escolas-evita--evas%C3%A3o-e-gera-economia-para-o-munic%C3%ADpio.-20211207-6594> >. Acesso em 22 dez. 2021.

CASTELL, Manuel. **A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade**. Tradução Maria Luizex de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.Ed,2003.

_____. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

CASTRO, Mariângela. **Carros autônomos são mais seguros que os convencionais**. Jornal da USP, 2018. Disponível em : < <https://jornal.usp.br/atualidades/carros-autonomos-sao->

mais-seguros-que-os-convencionais/#:~:text=A%20General%20Motors%2C%20por%20exemplo,ser%20tomadas%20e%20as%20efetuaam>. Acesso em 10 nov. 2021.

CAUCIAN. **Uniforme inteligente entrega aluno que cabula aula na Bahia.** SÃO PAULO, 2012. Disponível em < <https://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2012/03/1065480-uniforme-inteligente-entrega-aluno-que-cabula-aula-na-bahia.shtml> >. Acesso em: 10 Jan. 2023.

CHAYAPATHY, V. ; ANITHA G. S. ; SHARATH B. "**IOT BASED HOME AUTOMATION BY USING PERSONAL ASSISTANT**," in International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon), Bangalore, India, 2017.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. **8 perguntas e respostas sobre a LGPD na educação.** 2020. Disponível em: < <https://porvir.org/8-perguntas-e-respostas-sobre-a-lgpd-na-educacao/> >. Acesso em 10 fev. 2023.

CENTRO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO INFANTIL PROFESSOR PAULO FREIRE. 2023. **Google Maps. Google.** Consultado em <https://www.google.com/maps/place/centro+municipal+de+educa%C3%A7%C3%A3o+infantil+professor+paulo+freire/@-14.8434696,-40.8721227,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x7463b2c6927fb55:0x3320800f626976fe!8m2!3d-14.8434696!4d-40.869934!16s%2Fg%2F11q8tjvjg>

_____. **Fachada Principal do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire.** Vitória da Conquista, BA, 2022.

_____. **Fachada Lateral do Centro Municipal de Educação Professor Paulo Freire.** Vitória da Conquista, BA, 2022.

CISCO. **A Internet das coisas "nasceu" entre 2008 e 2009.** A Internet das Coisas como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. Cisco IBSG, 2011.

COELHO, Lucas. **Machine Learning:** o que é, conceito e definição. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/machine-learning/> Acesso em: 13 fev. 2022.

COLÉGIO DAVINA GASPARINI. **A cantina Gasparini é parceira da NUTREBEM.** Disponível em: < <https://www.davinagasparini.com.br/nutrebem> >. Acesso em 03 fev. 2023.

CONGRESSO BRASILEIRO DE RFID. **2º Congresso Brasileiro de RFID.** Rio de Janeiro: 26 de julho de 2011. Facebook: Congresso Brasileiro de RFID. Disponível em < <https://www.facebook.com/congressorfid/> >. Acesso em 20 out. 2021.

CORREIO DA BAHIA. **Mata de São João adota reconhecimento facial para monitorar frequência de alunos.** 2021. Disponível em < <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/mata-de-sao-joao-adota-reconhecimento-facial-para-monitorar-frequencia-de-alunos/> >. Acesso em 05 agosto 2021.

COUTO, Edvaldo; NEVES, Bárbara; SOUZA, Joseilda de. **Acepções de Tecnologia: Ciborgues Interpretativos e Cultura Digital.** Revista ARTEFACTUM, ano v, n° 1, maio 2013.

_____. **PEDAGOGIAS DAS CONEXÕES: PRODUÇÕES DE CONTEÚDOS E REDES DE COMPARTILHAMENTO.** In SALES, Mary Valda. TECNOLOGIAS

DIGITAIS, REDES E EDUCACAO PERSPECTIVAS CONTEMPORANEAS. EDUFBA: Salvador, 2020.

DAMASCENO, Handherson Leylton Costa. **Cibercultura e educação: considerações, apontamentos e reflexões.** Revista GEMInIS, São Carlos, UFSCar, v. 10, n. 3, pp. 77-90, set. / dez. 2019.

DIÁRIO DE NOTÍCIAS. **Chineses temem vigilância por reconhecimento facial.** 2019. Disponível em: < <https://www.dn.pt/mundo/chineses-temem-vigilancia-por-reconhecimento-facial-11589919.html>>. Acesso em 29 jan.2022.

DOURADO, Tatiana Maria. **Com ajuda de chip, pais saberão por SMS se crianças frequentam escola.** G1 Bahia, 2012. Disponível em :< <https://g1.globo.com/bahia/noticia/2012/03/com-ajuda-de-chip-pais-saberao-por-sms-se-criancas-frequentam-escola.html>>. Acesso em 16 dez. 2022.

ESCOLA MUNICIPAL JOÃO PEREIRA VASCONCELOS. 2023. **Google Maps.** **Google.**Consultado em <https://www.google.com/maps/place/Escola+Municipal+Joao+Pereira+Vasconcelos/@-12.558661,-38.0184834,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x716557942bbed1f:0x4b8c2870730e7b10!8m2!3d-12.5586491!4d-38.0162854>

EVANS, Dave. **A internet das Coisas: Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo.** 2011. Disponível em: < https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf> Acesso em 29 jan. 2022.

FMS TECH. **SMART SOLUTIONS FOR SCHOOL BUS.** Disponível em: <https://fms-tech.com/solutions/smart-school-bus-system/>>. Acesso em 10 jan. 2022.

FEITOSA JR. Alessandro. **Guia do 5G: quando a tecnologia chegará ao Brasil?** G1 Economia, 2021. Disponível em: < <https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2021/03/12/guia-do-5g-quando-a-tecnologia-chegara-ao-brasil-veja-perguntas-e-respostas.ghtml>>. Acesso em 24 set. 2021.

FERNANDES, A. M. R. **Inteligência Artificial: noções gerais.** Santa Catarina: Visual Books, 2003.

FINEP. Kevin Ashton – **entrevista exclusiva com o criador do termo “Internet das Coisas”.** 14 Janeiro 2015. Disponível em: <http://finep.gov.br/noticias/todas-noticias/4446-kevin-ashton-entrevista-exclusiva-com-o-criador-do-termo-internet-das-coisas>. Acesso: em 02 dez.2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Geladeira com acesso à internet chega ao mercado este mês.** Folha Online, 2002. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u11230.shtml>>. Acesso em 18 dez. 2021.

FÓRUM BRASILEIRO DE IOT. **Objetivos.** Disponível em < <http://iotbrasil.com.br/new/o-forum/objetivos/>>. Acesso em: 10 fev. 2021.

FRAGOU, O.; KAMEAS, A.; ZAHARAKIS, I. D. **An instructional design process for creating a U-learning ecology.** In: GLOBAL ENGINEERING EDUCATION

CONFERENCE (EDUCON), 2017, Athens, Greece. Anais [...]. Athens, Greece: IEEE, 2017. p. 1817-1823.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA NA BAHIA. **SENAI CIMATEC de Salvador premia melhores trabalhos sobre a tecnologia RFID**. FAPESB: Salvador, 2010. Disponível em : < <https://www.fapesb.ba.gov.br/senai-cimatec-de-salvador-premia-melhores-trabalhos-sobre-a-tecnologia-rfid/> >. Acesso em 25 fev. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

_____. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HARRINSON, C. DONNELLY, I. A. **A theory of smart cities**. Proceedings of the 55th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences. Journal, 2011. Disponível em <<https://journals.iss.org/index.php/proceedings55th/article/view/1703>> Acesso em 10 fev. 2022.

HUANG, R., YONGBIN, H., JUNFENG, Y., and GUANGDE, X. **The functions of smart classroom in smart learning age**. Open Education Research, 2012.

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION - **ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things**. Geneva, 2005. Disponível em <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>. Acesso em 10 fev. 2022.

INTERNET DAS COISAS. In: OXFORD, *Learners Dictionaries*. Disponível em: <<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/internet-of-things?q=internet+of+things>>. Acesso em: 27 dez. 2021.

IOTWEEK. IOT de Última Geração para um Futuro Sustentável, 2021. Disponível em: < <https://iotweek.org/online-iot-week-2021-2/> >. Acesso em 10 nov. 2021.

ITAGO. **Uniforme Inteligente**. 2018. Disponível em < <https://www.itagtecnologia.com.br/uniforme-inteligente-2/> >. Acesso em 16 dez. 2022.

KAPP, Karl. M.; BLAIER, Lucas; MESCH, Rich. **The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas Into Practice**. Pfeiffer, 2013.

KAFRUNI, Simone. **Governo sanciona leis que liberam uso do Fust e desoneram Internet das Coisas**. Correio Brasiliense, 2020. Disponível em:< <https://www.correiobraziliense.com.br/economia/2020/12/4895496-governo-sanciona-leis-que-liberam-uso-do-fust-e-desoneram-internet-das-coisas.html> >. Acesso em 15 fev. 2022.

Karotz, Nabaztag e Cie. **Coelhos Conectados - Estado da Arte**, 2015. Disponível em < <https://www.nabaztag.com/2015> >. Acesso em 15 dez. 2021.

KEISB, Rebecca. **How the world's first webcam made a coffee pot famous**, 2012. Disponível em: <<https://www.bbc.com/news/technology-20439301>> Acesso em 12 dez. 2021.

KLEINMAN, Zoe. Amazon: alegações de viés de reconhecimento facial são 'enganosas'. BBC News, 2019. Disponível em: < <https://www.bbc.com/news/technology-47117299>>. Acesso em 13 jan. 2022.

KRANENBURG, Robert; ANZELMO, Erin; BASSI, Alessandro; CAPRIO, Dari; DODSON, Sean; RATTO, Matt. **The Internet of Things.** In: 1st Berlin Symposium on the Internet and Society. Outubro de 2011. Disponível em:<http://www.pyfn.com/PDF/iot_pdfs/the_iot_paper_2011.pdf> Acesso em 05 fev. 2022.

KUSMIN, Marge. **Application of the internet of things in Education.** 2017. Disponível em: < http://www.tlu.ee/~pnormak/ISA/Analytical%20articles/9-Application_of_the_Internet_of_Things_in_Education-M.Kusmin.pdf > Acesso em 30 jan. 2022.

LACERDA, Flávia. **Análise Ex Ante do Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT): Ambiente Cidades Inteligentes.** 2020. Monografia (Especialização em Avaliação de Políticas Públicas) – Instituto Serzedello Corrêa, Escola Superior do Tribunal de Contas da União, Brasília DF.

LEMOS, André. **A comunicação das coisas: teoria ator-rede e cibercultura.** São Paulo: AnnaBlume,2013.

_____. **Sensibilités performatives** : les nouvelles sensibilités des objets dans les métropoles contemporaines. Sociétés, De Boeck, v. 132, n. 2, p. 75-87, 2016. Disponível em< <https://doi.org/10.3917/soc.132.0075>>. Acesso em 12 fev. 2022.

_____. **Isso (não) é muito Black Mirror:** passado, presente e futuro das tecnologias de comunicação e informação. Salvador: EDUFBA, 2018.

_____. **Cultura da Mobilidade.** in Revista Famecos, vol.1, n. 40, 2009. ISSN On-line: 1980-3729.

LÉVY, P. **Cibercultura.** São Paulo: Editora 34, 1999.

LG. **Novas Geladeiras LG Instaview demonstram Inovação em Higiene na Ces 2021.** LG.com., 2020. Disponível em: < https://www.lg.com/ca_en/NEW%20LG%20INSTAVIEW%20REFRIGERATORS%20DEMONSTRATE%20HYGIENE%20INNOVATION%20AT%20CES%202021>. Aceso em 18 dez. 2021.

LI, N.; BECERIK-GERBER, B. Life-Cycle Approach for Implementing RFID Technology in Construction: learning from academic and industry use cases.**Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 12, p. 1089-1098, 2011.

LOBATO. Luciano. **Escola Chinesa usa reconhecimento facial para fazer as crianças prestarem atenção.** Minilua, 2018. Disponível em: < <https://minilua.net/escola-chinesa-reconhecimento-facial-criancas/> >. Acesso em 25 fev. 2022.

MAIA, Caio. **Aplicativo Smart UFPA conecta e facilita a locomoção entre os campi da Universidade.** Portal UFPA, 2017. Disponível em:< <https://portal.ufpa.br/index.php/ultimas-noticias/7665-aplicativo-smart-ufpa-conecta-e-facilita-a-locomocao-entre-os-campi-da-universidade> >. Acesso em 10 jan. 2023.

MAGRANI, Eduardo. **A Internet das Coisas.** Rio de Janeiro. FGV, 2018.

MANCINI, Mônica. **Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios**. 13 fevereiro 2017. Disponível em < <https://pmisp.org.br/slideshow/2617-internet-das-coisas>> Acesso em 25 jan. 2022.

MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. 7. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2013.

MCCARTHY, Joe. **O que sua torradeira diria para a sua TV**, 2018. Disponível em <<https://gumption.typepad.com/blog/2008/05/what-would-your.html>>. Acesso em dez. 2021.

NEGRI, Sergio. OLIVEIRA, Samuel; COSTA, Ramon. **Proteção de Dados e Inteligência Artificial: Perspectivas Éticas e Regulatórias**. RDP, Brasília, Volume 17, n. 93, 82-103, maio/jun. 2020.

MINAYO, M. C. de S.; DESLANDES, S. F. GOMES, R. (Org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 28ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MOVIPLAN. Lousa interativa: **Aprenda tudo sobre a melhor lousa do Brasil**. Disponível em: < <https://moviplan.com.br/blog/lousa-interativa/> >. Acesso em 09 jan. 2022.

MORAN, J. M. **Os novos espaços de atuação do educador com as tecnologias**. In MORAN, J.M; MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Papirus, 21ª ed, 2013, p. 27-29. Disponível em: < <http://www.eca.usp.br/moran/espacos.htm>>. Acesso em: 10 out. 2022.

NEVES, Ana Régia; SARMANHO, Kaê U; MEIGUINS, Bianchi S. **O PAPEL DA UNIVERSIDADE NA CONSTRUÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES E HUMANAS**. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, v. 16, n. 2, mai-ago 2017. Disponível em: < <http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/2450/pdf>>. Acesso em: 10 Jan. 2023.

O ESTADO DE SÃO PAULO. **Escolas dos EUA vigiam redes sociais e testam identificação facial**. 2019 Disponível em: < <https://exame.com/busca/Escolas%20dos%20EUA%20vigiam%20redes%20sociais%20e%20testam%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20facial/> >. Acesso em 22 out. 2022.

PILOTO POLICIAL. **Segurança Pública da Bahia recebe drones com transmissão de imagem online**. Piloto Policial, 2021. Disponível em: < <https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2021/05/dasdas.png> >. Acesso em 03 mar. 2022.

PONTO ID TECHNOLOGY. **Login aluno**. Disponível em < <https://aluno.pontoid.com.br/#/>>. Acesso em 20 jan. 2022.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. **PUCRS e Huawei implantam Smart City Innovation Center no Rio Grande do Sul**. 2015. Disponível em < <https://www.pucrs.br/blog/pucrs-e-huawei-implantam-smart-city-innovation-center-no-rio-grande-do-sul/> >. Acesso em 10 jan.2023.

Iluminação

Inteligente: Descubra o que pode tornar as cidades mais econômicas, seguras e modernas. Disponível em: < <https://www.pucrs.br/cll/iluminacao-inteligente/> >. Acesso em 10 jan. 2023.

POSITIVO. Já imaginou concentrar todos os controles remotos em um único aplicativo? Positivo casa inteligente. com, 2021. Disponível em: < <https://www.positivocasainteligente.com.br/smart-controle-universal/> >. Acesso em 15 fev. 2022.

POSTCAPES. Internet of Things (IoT) History. 2017 disponível em: < <https://www.postcapes.com/internet-of-things-history/> >. Acesso em 12 dez. 2021.

PRATA RIBEIRO, Henrique; PONTE, André; ROBALO CORDEIRO, Francisca; VIEIRA, Fernando. **O Novo Regulamento Geral sobre a Protecção de Dados e as suas Implicações quanto a pedidos de Informação:** Dirigidos aos Profissionais de Saúde. Acta Médica Portuguesa, 2020, v. 33, p.221-224.

PRODANOV, Cléber C.; FREITAS, Ernani C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa Acadêmica.** Rio Grande do Sul. Universidade Feevale, 2013.

RENAULT. **Estreia Mundial:** Novo Renault Megane E-Tech 100% Elétrico. Renault do Brasil Sala de Imprensa, 2021. Disponível em: < <https://imprensa.renault.com.br/release/item/estreia-mundial-novo-renault-megane-e-tech-100-eletrico/pt> >. Acesso em 13 nov. 2021.

RIO DE JANEIRO. Assembleia Legislativa. **Projeto de Lei 228/2019.** Determina a instalação de dispositivo eletrônico nas escolas da rede pública estadual para comunicação aos pais ou responsáveis, através de SMS, sobre o horário de entrada e saída do aluno. Disponível em: < http://www3.alerj.rj.gov.br/lotus_notes/default.asp?id=144&url=L3NjcHJvMTkyMy5uc2YvMGM1YmY1Y2RIOTU2MDFmOTAzMjU2Y2FhMDAyMzEzMWlvYTQxYmZhNWNjZGMxZGVlZDgzMjU4M2MyMDA1NDFjOGE/T3BlbkRvY3VtZW50JkhpZ2hsaWdodD0wLDIyOCUyRjIwMTk/T3BlbkRvY3VtZW50JkV4cGFuZlZpZXc= >. Acesso em 13 nov. 2022.

SACCOOL, A., SCHLEMMER, BARBOSA, J. (2011). **M-learning e u-learning:** novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua. Campinas: Pearson, 2011.

SAMSUNG. **JetBot 90 AI+:** Conheça o novo aspirador robô da Samsung que está reimaginando a limpeza. SAMSUNG Newsroom Brasil, 2021. Disponível em: < <https://news.samsung.com/br/jetbot-90-ai-conheca-o-novo-aspirador- robo-da-samsung-que-esta-reimaginando-a-limpeza> >. Acesso em fev. 2021.

SANTAELLA, Lucia. **Comunicação ubíqua:** repercussões na cultura e na educação. São Paulo: Paulus, 2013.

SANTAELLA, L.; GALA, A.; POLICARPO, C.; GAZONI, R. **Desvelando a Internet das Coisas.** Revista GEMInIS, v. 4, n. 2, p. 19-32, 15 dez. 2013. Disponível em: < <http://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/141/pdf> > Acesso em 06 nov. 2021.

SANTANA, Egi. **Via SMS, pais controlam entrada e saída de alunos em escolas na Bahia.** 2013. Disponível em: < <https://g1.globo.com/bahia/noticia/2013/07/mais-uma-cidade-da-bahia-adota-chip-em-fardas-para-monitorar-estudantes.html> >. Acesso em 10 jan. 2023.

SANTANA, Lucas. **Algoritmo racista:** Twitter detalha como sua IA privilegia brancos em fotos. Disponível em: < <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/05/20/twitter->

[detalha-como-seu-algoritmo-privilegia-pessoas-brancas-em-fotos.htm](#)>. Acesso em 10 mar. 2022.

SANTOS, B. P. et al. **Internet das coisas: da teoria a prática**. Minicursos SBRC Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2016.

SÃO PAULO. Governo de SP entrega segunda fase da iluminação na Ciclovia Novo Rio Pinheiros. Portal do Governo, 2021. Disponível em : < <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/governo-de-sp-entrega-segunda-fase-da-iluminacao-na-ciclovia-novo-rio-pinheiros/>>. Acesso em 10 nov. 2021.

SCHOOD. **A Pulseira Inteligente que vai levar mais inovação para a sua Escola**. Schood, 2021. Disponível em: < <https://conteudo.tecnologia.educacional.com.br/schood-retorno-aulas>>. Acesso em 05 fev. 2022.

SCOTT, Sean. **Amazon Scout segue para o sul**. Amazon, 2020. Disponível em:< <https://www.aboutamazon.com/news/operations/amazon-scout-heads-south> >. Acesso em 15 de fev. 2022.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação** 3. ed. rev. e atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVA, Luiz Gustavo Pereira da; LEMOS, Thiago Oliveira; RUFINO, Hugo Leonardo Pereira. **O Impacto da Internet das Coisas na educação: uma revisão**. Reserach, Society and Development, v. 9, nº 9, p. 1-21, 2020.

SITE TERRA. **Hospitais utilizam IoT para monitorar a glicose de pacientes com COVID-19**. 2020. Disponível em: <. <https://www.terra.com.br/noticias/dino/hospitais-utilizam-iot-para-monitorar-a-glicose-de-pacientes-com-covid-19,949d69e57182c0a91b8bacbee2ca3df0kpexf96d.html>>. Acesso em: 9 jan. 2022.

SINGER, Talyta. **Internet das Coisas: Controvérsias nas notícias e redes temáticas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Cultura Contemporâneas, Faculdade de Comunicação, Universidade Federal da Bahia, 2014. Disponível em:< <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/24287/1/Talyta%20Louise%20Todescat%20Singer%20-%20Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>>. Acesso em 16 fev.2022.

_____. **Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas**. Simpósio em Tecnologias Digitais e Sociabilidade Práticas Interacionais em Rede.2012

SOUSA, Rafael de. **Circular Interno**. Unicamp, 2022. Disponível em: < <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br/> >. Acesso em 15 jan. 2022.

SOUSA, Robson P.; MOITA, Filomena M. C. de S. C.; CARVALHO, Ana Beatriz G. **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande, PB: EDUEPB, 2011.

TAVARES, Sérgio; TORI, Romero; KOFUJI, Sergio Takeo; MARCELLOS, Lincoln; BEINGOLEA GARAY, Jorge Rodolfo. **Internet das Coisas na educação: estudo de caso e perspectivas**. SADSJ- South American Development Society Journal, v. 04, nº 10, p. 101 -112, 2018.

TECHNOLOGYHUB. Sala de Aula Inteligente, 2019. Disponível em: < <https://technologyhub.com.br/sala-de-aula-inteligente-aprendizagem-ativa-com-inteligencia-artificial-e-internet-das-coisas/> >. Acesso em: 08 jan.2022.

TRAMONTINA. **Fritadeira Elétrica Tramontina by Breville Smart em Aço Inox 7 Funções 4 L 127 V**. Tramontina. com, 2021. Disponível em < <https://www.tramontina.com.br/p/69160011-35-fritadeira-eletrica-tramontina-by-breville-smart-em-aco-inox-7-funcoes-4-l-127-v>>. Acesso em 21 jan. 2022.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

TV BAHIA. **Escola usa reconhecimento facial para controlar frequência**. Programa Bahia Meio Dia, 2021. Disponível em < <https://youtu.be/ccfymoe7Drc> >. Acesso em: 08 jan.2023.

UBER. **A história da Uber**. UBER Newsroom, 2021. Disponível em: < <https://www.uber.com/pt-BR/newsroom/history/> >. Acesso em 15 dez. 2021.

_____. **Como usar o app da Uber**. Uber Work, 2021. Disponível em:< <https://www.uber.com/br/pt-br/about/how-does-uber-work/>>. Acesso em 15 dez. 2021.

UNIÃO EUROPEIA. **Regulamento (UE) 2016/679**. Regulamento Geral de Proteção de Dados. Disponível em: < <https://gdpr-info.eu/recitals/no-2/> > Acesso em 16 jan. 2022.

UNICEF. **UNICEF e Undime lançam campanha de Busca Ativa Escolar para municípios e estados**, 2020. Disponível em: < <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/unicef-e-undime-lancam-campanha-de-busca-ativa-escolar-para-municipios-e-estados> >. Acesso em 20 dez. 2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Smart Campus – Unicamp**, 2022. Disponível em: < <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br/> >. Acesso em 15 jan. 2022.

_____. **Circular em Tempo Real**, 2022. Disponível em:< Fonte: <https://www.prefeitura.unicamp.br/servicos/unitransp/circular-interno/circular-em-tempo-real/>>. Acesso em 15 jan. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. **Aplicativo para a sua segurança**, 2023. Disponível em:< <https://smartcampus.imd.ufrn.br/campus-seguro.html>>. Acesso em 20 jan. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Projeto da UFSM ganha R\$ 1 milhão para implantação de Living Labs**. UFSM, 2021. Disponível em: < <https://ufsm.br/r-1-57261>>. Acesso em 10 jan. 2023.

UNIVERSIDADE SÃO PAULO. **USP inaugura laboratório de pesquisa em internet das coisas**.2018. Disponível em: <<http://jornal.usp.br/universidade/usp-inaugura-laboratorio-de-pesquisa-em-internet-das-coisas/>>. Acesso em 18 fev. 2021.

UNZELTE. Carolina. **Apesar de corrida internacional, veículos autônomos ainda são uma realidade distante do Brasil**. Época negócios, 2021. Disponível em : < <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2021/02/apesar-de-corrida-internacional-veiculos-autonomos-ainda-sao-uma-realidade-distante-do->

[brasil.html#:~:text=Antes%20de%202025%20n%C3%A3o%20devemos,de%20um%20sistema%20bastante%20complexo](#) >. Acesso em 03 mar. 2022.

VARELLA, Thiago. **Internet das coisas é algo do futuro? Que nada, dá pra ter objetos em casa!**, 2020. Disponível em:

<<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/09/22/internet-das-coisas-e-algo-do-futuro-que-nada-ja-da-ter-objetos-em-casa>>. Acesso em 13 fev. 2022.

World Health Organization. **Pandemia da doença de coronavírus (COVID-19)**, 2021. Disponível em: < <https://www.who.int/pt> >. Acesso em fev. 2021.

XIA, Z. et al. **Secure Image LBP Feature Extraction in Cloud-Based Smart Campus**. IEEE Access, 2018.

XIAOMI. **Xiaomi apresenta a sua melhor fechadura de porta inteligente até à data:tem um display AMOLED e reconhecimento facial 3D**. XIAOMI Planet, 2021. Disponível em; <<https://xiaomiplanets.com/xiaomi-face-recognition-smart-door-lock-x/>>. Acesso em 15 fev; 2021.

ZAPAROLLI, Domingos. **Covid-19: Tecnologias sem toque**. Revista FAPEP, 2020. Disponível em < <https://revistapesquisa.fapesp.br/tecnologias-sem-toque/> >. Acesso em 15 fev. 2022.

ZKTECO. **Frequência Digital Escolar Facial: Ponto Id**. Disponível em < <https://www.pontoid.com.br/produtos/solucoes-escolares/frequencia-digital-escolar-facial/> >. Acesso em 15 fev. 2022

ZHANG, Tianbo. **The Internet of Things Promoting Higher Education Revolution**. 2012. Fourth International Conference On Multimedia Information Networking and Security, Nanjing, China, p.790-793, nov. 2012.

ZUIN, Vânia Gomes; ZUIN, Antônio Álvaro Soares. **A formação no tempo e no espaço da Internet das Coisas**, Educ. Soc., Campinas, v. 37, nº. 136, p.757-773, jul. - set., 2016.

APÊNDICE A - Roteiro de entrevista para investigar o processo de implementação da Internet das Coisas nas escolas públicas da Bahia- Professores do Ensino fundamental.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

Mestranda: **Caroline da Silva Santos**

SEÇÃO A: Dados de Identificação dos respondentes

Nome	
Faixa etária	
Grau de escolaridade	
Série na qual leciona	

SEÇÃO B: Roteiro de Questões

1. Quais são os dispositivos de IoT implementados na sua Escola?
2. Houve um processo de reflexão (debates, organização e planejamento) perante a implementação de elementos de Internet das Coisas na sua escola?
3. Os dispositivos com Internet das Coisas na sua escola são para qual uso?
4. Como você utiliza as informações geradas por esse (s) dispositivo (s)?
5. Quais as contribuições que essa tecnologia pode trazer para o processo de ensino-aprendizagem?
6. O que você observa que deve ser diferente, caso haja algo que precise mudança no uso da Internet das coisas na escola?

APÊNDICE B - Roteiro de entrevista para investigar o processo de implementação da Internet das Coisas nas escolas públicas da Bahia-Gestores da escola.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

Mestranda: **Caroline da Silva Santos**

SEÇÃO A: Dados de Identificação dos respondentes

Nome	
Faixa etária	
Grau de escolaridade	
Tempo de trabalho na escola	

SEÇÃO B: Roteiro de Questões

1. Quais são os dispositivos de IoT implementados na sua Escola?
2. Houve um processo de reflexão (debates, organização e planejamento) perante a implementação de elementos de Internet das Coisas na sua escola?
3. Como você utiliza as informações geradas por esse (s) dispositivo (s)?
4. Como foi a receptividade da comunidade escolar (professores, alunos, pais ou responsáveis) com a chegada dessa tecnologia na escola?
5. Mudou alguma coisa na sua escola após o projeto de implementação desses dispositivos de IoT na sua escola?
6. Como você avalia o projeto? Justifique.