



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
CAMPUS VALENÇA**

AMANDA BISPO DOS SANTOS
CELSO DANIEL BATISTA SANTOS
CLAUDIO HENRIQUE SANTOS CARDOSO
JOICIMARA SANTOS DE JESUS

**ESTUDO COMPARATIVO DE SOLUÇÕES DE INTERNET DAS
COISAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA**

VALENÇA-BA

2023

AMANDA BISPO DOS SANTOS
CELSO DANIEL BATISTA SANTOS
CLAUDIO HENRIQUE SANTOS CARDOSO
JOICIMARA SANTOS DE JESUS

**ESTUDO COMPARATIVO DE SOLUÇÕES DE INTERNET DAS
COISAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Integrado de Informática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador: Me. Ernando Passos

VALENÇA
2023

AMANDA BISPO DOS SANTOS
CELSO DANIEL BATISTA SANTOS
CLAUDIO HENRIQUE SANTOS CARDOSO
JOICIMARA SANTOS DE JESUS

ESTUDO COMPARATIVO DE SOLUÇÕES DE INTERNET DAS COISAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Integrado de Informática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Informática.

RESULTADO: _____ NOTA: _____

Valença, _____ de _____ de _____.

Me. Ernando Passos (orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus Valença

AGRADECIMENTOS

Nossa sincera afeição e amor às pessoas que possibilitaram a realização desse trabalho de conclusão de curso, dentre os quais agradecemos:

Ao nosso orientador Errando, que desde o mês de março nos auxiliou, dando todo o apoio e correções necessárias para a elaboração do projeto, mantendo as nossas conversas o mais leves possível, isso foi, sem dúvidas, tranquilizador.

Aos professores do curso de Informática e matérias propedêuticas que acreditaram no nosso potencial e nos ensinaram grande parte do que sabemos hoje.

Aos nossos pais, que nos incentivaram a cada momento e nos apoiaram nos momentos difíceis para não desistirmos daquilo que acreditamos. Aos nossos irmãos que foram fundamentais no nosso crescimento e momentos de travessias diárias.

Aos nossos amigos, por acompanharem a nossa trajetória durante os anos de ensino médio e por apoiarem e desejarem o sucesso do nosso trabalho, da mesma forma que desejamos o deles.

Por fim, agradecemos a nós mesmos, por enlouquecermos juntos e escrevermos na mesma medida. Cada um de nós foi a âncora um do outro, e sem dúvidas isso nos fez chegar até aqui.

“Humanos se distinguem de outras espécies pela habilidade de fazer milagres. Chamamos esses milagres de tecnologia.”

(Peter Thiel)

SUMÁRIO

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO	7
2 Internet das Coisas: Definição, Histórico e Organização	11
2.1 Redução/eficiência energética com o uso de Iot	16
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS	23

ESTUDO COMPARATIVO DE SOLUÇÕES DE INTERNET DAS COISAS PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

RESUMO

A internet criada ao final da década de 1960, foi desenvolvida como um projeto militar nos Estados Unidos. Desde então, ela passou por uma evolução incrível, tornando-se uma rede global que conecta bilhões de dispositivos e pessoas em todo o mundo. A Internet das Coisas (IoT) representa uma revolução, conectando dispositivos cotidianos à internet, podendo integrar e solucionar problemas do meio físico através de sensores inteligentes e mecanismos virtuais. Com a utilização da IOT o problema presente, relacionado ao excessivo consumo energético, pode ser reduzido e até mesmo solucionado.

Palavras-chave: “Conectividade”, “Sensores inteligentes”, “integração digital”, “Sustentabilidade energética”,

ABSTRACT

The internet, created at the end of the 1960s, was developed as a military project in the United States. Since then, it has undergone incredible evolution, becoming a global network that connects billions of devices and people around the world. The Internet of Things (IoT) represents a revolution, connecting everyday devices to the internet, being able to integrate and solve problems in the physical environment through intelligent sensors and virtual mechanisms. With the use of IOT, the current problem, related to excessive energy consumption, can be reduced and even solved.

Keywords: “Connectivity”, “Smart sensors”, “digital integration”, “Energy sustainability”,

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a sociedade torna-se gradativamente mais conectada, uma vez que com a indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial), as técnicas de produção consolidam-se aos sistemas inteligentes (SILVA et al., 2013). Dessa forma, é natural afirmar que com o avanço da tecnologia e seus efeitos no mundo globalizado, a internet tornou-se uma ferramenta extremamente importante na vida dos cidadãos, sendo uma forma de comunicação que permite que o mundo físico se conecte ao mundo virtual, criando assim uma rede de realidade tanto interativa, quanto virtual, na medida que, a internet seria então, uma rede mundial de comunicação, que interconecta redes de outras regiões ou até mesmo países, possuindo um alcance mundial e permitindo o acesso de comunicação a milhares de indivíduos espalhados pelo globo (MANCILLA, 2014). Logo, essa tecnologia seria uma facilitadora e contribuidora para o mundo de modo geral, principalmente para o seu desenvolvimento econômico e social (SILVA et al., 2013).

Sob tal ótica, com o potencial da Internet, é observado que as diversas populações vêm a cada dia se integrando e convertendo o contato físico, ao meio virtual, o que em parte ocasiona uma forte reestruturação das relações humanas (MOREIRA, 2010). É notável, que a era da Internet, impacta diretamente as diversas esferas sociais, sejam elas no setor de trabalho ou até mesmo do próprio ambiente doméstico, uma vez por ela estar tão presente nas relações de mídias e comunicações cotidianas dos cidadãos, a Internet consolida uma dependência dos indivíduos que com ela interagem, seja para trabalhar ou para relacionar-se como forma de diversão e lazer, através disso é tendencioso que ao decorrer dos anos seguintes as atividades sociais sejam feitas ainda mais partir do uso da mesma (SILVA et al., 2013). Esses impactos sociais tornados através do uso cotidiano da mesma apenas demonstra a influência da Internet no dia a dia das pessoas (MOREIRA, 2010).

Com a tendência mundial, observa-se que nos próximos anos, especialmente no âmbito social, a popularidade da Internet irá aumentar cada vez mais, pois com seus mecanismos de integração, diferentes indivíduos começam a se sentir representados e consequentemente, utilizar a mesma, independente de qual seja o setor de atuação. Nesse contexto, com as inovações tecnológicas, a Internet passa a ser não apenas um mecanismo de comunicação, mas também um instrumento de trabalho na vida de muitos indivíduos (SILVA et al., 2013).

Sendo assim, parte a premissa, de que como as atividades tornam-se cada vez mais relacionadas ao mundo virtual, é necessário utilizar formas de solucionar problemas sociais no mundo físico, a partir disso nasce o uso da IoT (Internet das coisas) como forma de conectar esses respectivos mundos (LEITE et al., 2017).

Com isso, a IoT, ou Internet of Things em inglês, vem se ampliando no Brasil e no mundo, sendo um tipo de interface de comunicação entre humanos, máquinas e objetos que inova no modo de produzir, de reproduzir e de usar o conhecimento. Com o objetivo central de criar novos objetos e aprimorar os já existentes no mundo possibilitando a conversão entre o ambiente virtual e físico, a IOT tem como foco estender e integrar a informação da rede ao mundo real. Agindo através de uma plataforma base entre objetos do dia a dia, nessa linha, é louvável que objetos que estão à nossa volta estejam conectados a rede de uma forma ou de outra, para isso, pode ser utilizado as tecnologias de identificação por rádio ou sensores, que se comunicaram de forma indireta ou direta com os seres vivos notando uma frequência de dados estando assim, incorporados no ambiente que nos cerca (GUBBI et al., 2013). Sendo assim, a Internet das Coisas vai conseguir ampliar o nosso mundo onde os objetos físicos estão perfeitamente integrados à rede de informação a tal ponto de conseguir oferecer serviços avançados e inteligentes para os seres humanos Yan, Zhang e Vasilakos (2014). Mas ainda sim existem pensadores que salientam sobre o uso da IoT, como exemplo que a Internet das Coisas vai além de objetos e casas inteligentes, mas sim são capazes de possuir integração do mundo físico em tempo real e remotamente Zambrano et al. (2017).

O avanço da tecnologia tem proporcionado cada vez mais praticidade e facilidade nas tarefas do dia a dia. A Internet conecta pessoas em todas as partes do mundo, permitindo novas formas de comunicação, fácil acesso à informação e entretenimento. Em 1990, o John Romkey criou uma torneira movida por uma rede que através de sensores ativos a rede que poderia ser desligada e ligada. Com o projeto verificado pela Interop 89 Conference, John deu o pontapé inicial para o que conhecemos hoje com Internet of Things. Anos após a pesquisa, Kevin Ashton criou o sistema RFID que serve como um rastreador de produto na cadeia de suprimentos, a apresentação do produto chama-se Internet of Things (Internet das Coisas), sendo ele até hoje conhecido como criador do termo em questão (GODOI et al., 2019). Há duas décadas, a popularidade das IoTs no mundo globalizado já se pensava em interligar equipamentos através da mesma e segundo Oliveira (2017), em alguns anos isso será realidade em todo o mundo.

Hoje, é possível notar os grandes impactos econômicos e culturais trazidos junto com a Internet das Coisas, no Brasil por exemplo, de acordo com estudos, movimentou 15 bilhões de dólares em 2014, esse valor representou cerca de 9,1% do PIB nacional, segundo a Brasscom, esse valor pode chegar a 10,7% do PIB nacional. Com o avanço da disponibilidade das IoTs no mundo, o aumento da capacitação de trabalho e alimenta as competitividades entre grandes empresas desenvolvedoras de IoT, que buscam parcerias com os setores públicos e privados para a implementação e aumentar a integração do país no cenário internacional. A IoT é a primeira evolução real da internet, um avanço que terá consequências revolucionárias com potencial para melhorar a forma como as pessoas se relacionam. Mostrar o cenário atual de Internet das Coisas (sensores e aplicativos) no Brasil ou no mundo (crescimento, investimento e tudo mais). Considerada a facilitadora de vidas modernas, as soluções em IoT tendem a fornecer grandes benefícios pessoais, profissionais e econômicos uma vez que estão cada vez mais presentes no dia a dia. “Pode ser usada para uma ampla variedade de aplicações, incluindo residências, sistemas de energia, segurança e vigilância, transporte, agricultura, saúde, indústria, logística e meio ambiente” (MASSOLA; PINTO, 2018, p. 128). Analisando o plano econômico pode-se dizer que o impacto socioeconômico que as IoT trouxe no mundo, a economia global pode ser na estima de alguns anos, o aumento do valor PIB, sendo 4% a 11% causadas pelas IoT, algo entre 3,9 e 11,1 trilhões de dólares, países emergentes podem capturar até 40% desse potencial. Para o Brasil, a expectativa é de 50 a 200 bilhões de dólares em 2025. Com a tendência de abranger praticamente todos os setores da economia, a IoT é posicionada como uma das maiores tendências tecnológicas do setor de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) (BNDES, 2017).

A tecnologia vem evoluindo tanto no aspecto organizacional quanto para o mercado consumidor. Nessa perspectiva, encontra-se a IoT, que é diretamente influenciada pelos avanços tecnológicos ocorridos. Isso pode ser analisado através de sua amplitude em duas dimensões: a vertical, que se baseia nas áreas de atuação onde a IoT pode melhorar a eficiência ao ser adicionada, e a horizontal, onde a IoT aborda uma tecnologia ampla e mais generalizada. As aplicações verticais podem ser implementadas em áreas como cidades inteligentes, saúde, educação, manufatura, varejo, indústria de mineração e agronegócio. Já na dimensão horizontal, a IoT pode ser instalada em áreas como segurança e privacidade, infraestrutura e legislação (ALBERTIN et al., 2020). Sob tal ótica, a implementação da IoT nas cidades inteligentes abrange também a aplicação dessa tecnologia para o monitoramento

energético, o que pode reduzir o consumo de energia, e como consequência, promover o uso adequado e consciente da mesma (SÔNEGO, 2017, p.30).

É perceptível que a energia é um dos bens de consumo mais fundamentais para o ser humano, no entanto, o uso indevido dela acarreta diversos impactos ambientais. Assim, torna-se imprescindível a conservação e a busca por soluções sustentáveis para o consumo de energia, visando reduzir os gastos tanto para o país quanto para o consumidor, além de minimizar os impactos ambientais (PUCRS, 2010). De acordo com Correia-Silva et al. (2016) garantir a utilização eficiente e consistente da energia é um fator importante para o contínuo desenvolvimento dos países tanto por questões financeiras quanto ambientais.

A IoT pode atuar em diversas áreas, sejam em casas, escolas ou empresas, transformando um determinado local em um ambiente inteligente, onde a tecnologia está presente. A Internet das Coisas faz parte da quarta revolução industrial, que combina o trabalho do meio físico com o tecnológico (MEDEIROS et al., 2018). Ela pode ser aplicada no controle de ar-condicionado, iluminação e diversos outros dispositivos que utilizam energia como fonte. Os dispositivos IoT podem ser controlados por meio de aplicativos, tornando o ambiente inteligente e contribuindo para a redução do consumo de energia elétrica. Devido à sua diversidade de funções, ela pode ser utilizada em várias áreas, como, por exemplo, no IFBA Campus Valença, para diminuir o gasto de energia em ar-condicionado, que é um tema em discussão na instituição de ensino (VIEIRA, 2016).

A IoT pode ser empregada em ambientes escolares, visando reduzir os gastos de uma determinada instituição por meio de um sistema que notifica as pessoas sobre a quantidade de aparelhos ligados e se estão sendo utilizados ou não. Dessa forma, a Internet das Coisas permite que os objetos sejam utilizados somente quando necessário (VIEIRA, 2016). Para o ambiente inteligente identificar se um equipamento está sendo utilizado ou não, são usados sensores que detectam movimentos presentes no ambiente (SANTOS et al., 2016).

A internet das coisas tem uma grande relevância para o atual momento, podendo ser uma importante aliada nos ambientes tanto de uma empresa, como em residências, podendo diminuir os gastos de energia através da tecnologia, efetuando o controle energético do ambiente onde está instalada. Os trabalhos selecionados serão aqueles que apresentaram a IoT com um papel fundamental de melhorias para a onde ela foi instalada, buscando melhorar algumas situações presentes no cotidiano da sociedade, dessa forma os artigos selecionados para esse trabalho de conclusão de curso podem em um certo momento trazer matérias fora do território brasileiro, para que as informações apresentadas tenha variedades de pensamentos presentes.

Após o processo de produção de desenvolvimento será possível ter uma análise geral sobre a proporção da internet das coisas, e como ela vem sendo utilizada. Possuindo pontos

positivos para economia de energia, essa vantagem no ambiente a qual foi instalada torna ele inteligente e preparado para auxiliar no controle de desperdício de energia.

2. Internet das Coisas: Definição, Histórico e Organização

O conceito de IoT existe há cerca de vinte anos, mas foi apenas com a popularização de redes de computadores que se pensou em se interligar equipamentos através dela (OLIVEIRA, 2017). Em 1990, John Romkey criou um marco na história da IoT ao conectar uma torradeira elétrica à internet. Essa conquista pioneira experimentou a possibilidade de controlar um dispositivo remoto por meio da conexão com a internet (MANCINI, 2018 apud GODOI et al., 2019). Em 1999, Kevin Ashton, desenterrador do Instituto de tecnologia de Massachusetts (MIT automatic identification laboratory), cunhou o termo "Internet das Coisas" (IoT). Ele usou tecnologias como RFID (reconhecimento por radiofrequência) e redes de sensores sem fio para desempacotar conceitos e aplicações relacionados à IoT. Desde então, a IoT passou por um curto desenvolvimento, com cada vez mais dispositivos e equipamentos conectados à Internet. Hoje em momento é provável dar uma variedade de objetos inteligentes e conectados, como televisores, geladeiras, máquinas de desenhar roupa, lâmpadas, e diversos outros sistemas (ASHTON, 2009 apud SANTOS et al., 2016).

A Internet das Coisas, não envolve apenas ligar as coisas pela Internet, mas transformar equipamentos atuais em inteligentes para que possam coletar e processar informações da rede em que estão conectadas. A Internet das Coisas está mudando o relacionamento com as coisas presentes em nosso cotidiano, modificando e melhorando segurança, meio ambiente e mobilidade (OLIVEIRA, 2017). Em 2009, o termo IoTs era utilizado para associar ao uso da tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência). Por volta de 2005, o termo bastante procurado pela academia de computação quanto pela indústria, e que apresenta relação com a IoT foi Redes de Sensores Sem Fio (RSSFs — Wireless Sensor Networks). Estas redes trazem avanços na automação residencial e industrial, bem como técnicas para explorar as diferentes técnicas e limitações de dispositivos. Nos anos seguintes, as IoTs ganharam o mundo com a evolução das RSSFs e com o crescimento das expectativas sobre ela (ASHTON, 2009; KELLY et al., 2013; LOUREIRO et al., 2003; apud SANTOS et al., 2016).

Em 2012, foi previsto que a Internet das Coisas levaria entre cinco e dez anos para se tornar aceita pelo mercado, e hoje ela é o pico mais alto de expectativas tecnológicas na academia e na indústria. Pode-se também notar o surgimento da primeira plataforma IoT que

criou grandes promessas para seu uso, esses fatos são de grande incentivo para estimular a curiosidade sobre esse cenário e mostrar que é por isso que a ciência e a indústria estão interessadas nele (SANTOS et al., 2016). É fato que, ao conectar objetos com diferentes recursos a uma rede, potencializa-se o surgimento de novas aplicações, assim, conectar esses objetos à internet significa desenvolver e criar a IoT, o que, além disso, promove a comunicação entre usuários e dispositivos. Nesse sentido, o potencial de novas aplicações aumenta, no entanto, entram as problemáticas, no sentido de conectar entidades com restrição de processamento, memória, comunicação e energia à Internet. Claro, neste caso os objetos são heterogêneos, ou seja, diferem em implementação, recursos e qualidade. Alguns dos problemas que surgem são, por exemplo, fornecer endereços de dispositivos, encontrar rotas com bom rendimento e usar recursos de instalação limitados. Portanto, há claramente uma necessidade de melhoramento dos protocolos existentes. (SUNDMAEKER et al., 2010; LOUREIRO et al., 2003; CHAOUCHI, 2013; apud SANTOS et al., 2016).

Nessa perspectiva, é necessário salientar que por definição a Internet das coisas consiste basicamente em uma ampliação da internet já utilizada e conhecida no meio virtual há anos, aplicada no meio físico, com o objetivo de proporcionar a certos objetos cotidianos (que possuem capacidade computacional), a habilidade de se conectarem e serem controlados pela Internet, tornando-os assim inteligentes a partir da sua comunicação com os sensores. Assim, esses objetos inteligentes, passam a viabilizar uma interação maior com o meio físico (SANTOS et al., 2016).

No que tange, os principais componentes que se destacam como fundamentais para o funcionamento da Internet of things (IoT) são: os objetos físicos (conhecidos como os dispositivos que funcionarão como mecanismos físicos de conexão ao meio virtual), sensores, redes, conectividade, softwares ou plataformas de IoTs, segurança e armazenamento em nuvens (como o backup). Os objetos físicos são aqueles, que comumente são associados ao termo Iot, no entanto os demais componentes sejam eles hardwares ou softwares, não devem ser colocados em segundo plano, uma vez que elementos como a segurança e conectividade, são responsáveis por estabelecer uma relação entre o sensor e o objeto de forma segura, rápida, estável e eficaz. (SANTOS et al., 2016).

A IoT deriva de uma sequência de evolução de muitas tecnologias desenvolvidas ao longo do tempo, e os seus cenários de atuação visam alcançar as necessidades de diversos setores de trabalho da sociedade, tanto no quesito de lazer, quanto no de praticidade. Assim, os ambientes de atuação da IoT também são fundamentais, uma vez que embora naturalmente

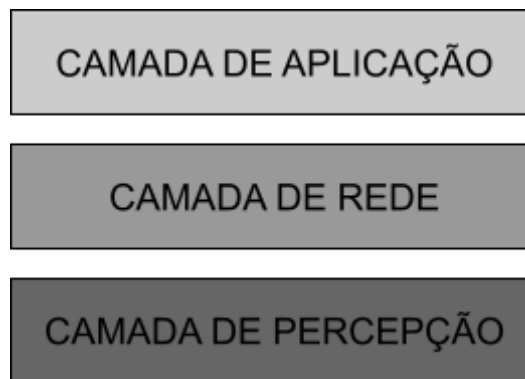
ainda existem diversas limitações, a IoT pode ser utilizada de casas inteligentes até às grandes indústrias. No atual panorama global, a aplicação da Internet das Coisas tem se mostrado muito versátil, podendo favorecer as indústrias de agricultura, transportes e ousando pensar de forma mais ampla, cidades inteligentes, os quais embora sejam atuações diferentes, visam o bem comum e facilidade na vida dos cidadãos e consequentemente, seus consumidores. (LEITE et al., 2017).

Usar a Internet das Coisas nesses diferentes contextos só demonstra as diferentes vantagens e benefícios da utilização, uma vez que com ela, é possível ter uma maior troca de dados e conexão em tempo real. Cabe destacar também, que uma outras vantagens a destacar são a produção de um maior controle sobre a eficiência operacional de empresas e o controle nos gastos de energia otimizando assim uma melhor garantia de redução do seu consumo, diminuindo a perda de dinheiro e claro, tornando os próprios indivíduos mais conscientes, além de melhorar também a qualidade de vida dos seus usuários. Esses são alguns dos muitos benefícios da utilização da IoT, demonstrando que a tecnologia não deve ser vista somente como uma destruidora das relações sociais, mas até mesmo como um mecanismo de praticidade e aproximação. (SANTOS et al., 2016).

Em relação às cidades inteligentes elas podem trazer benefícios para a sociedade, como sustentabilidade, qualidade de vida, saúde, segurança pública e privada. No que tange, é perceptível que os ambientes inteligentes, e as crescentes evoluções ocorridas na indústria 4.0 podem definir um novo cenário para o planeta terra, oferecendo qualidade de vida de forma impactante, assim como, pode proporcionar à população muitas melhorias com o seu crescimento. No entanto, quando abordamos sobre as perspectivas futuras no cenário IoT, no país encontra-se enfrentando uma grande dificuldade na busca de matérias primas para o desenvolvimento dela, visto que grande parte dos materiais são importados e têm um custo elevado, como os sensores e dispositivos. (LARA et al., 2021).

A IoT deve ter a capacidade de conectar diferentes dispositivos viabilizando a integração do objeto físico ao ambiente digital, dessa maneira é fundamental uma boa organização e uma arquitetura adaptável. É comum encontrar diversas arquiteturas para a Internet das Coisas. Na literatura, modelos mais complexos foram propostos, mas ponderando sobre o modelo básico de 3 camadas, ele inclui a camada de percepção, a camada de rede e a camada de aplicação, ilustrado na figura 1 (AL-FUQAHA et al., 2015).

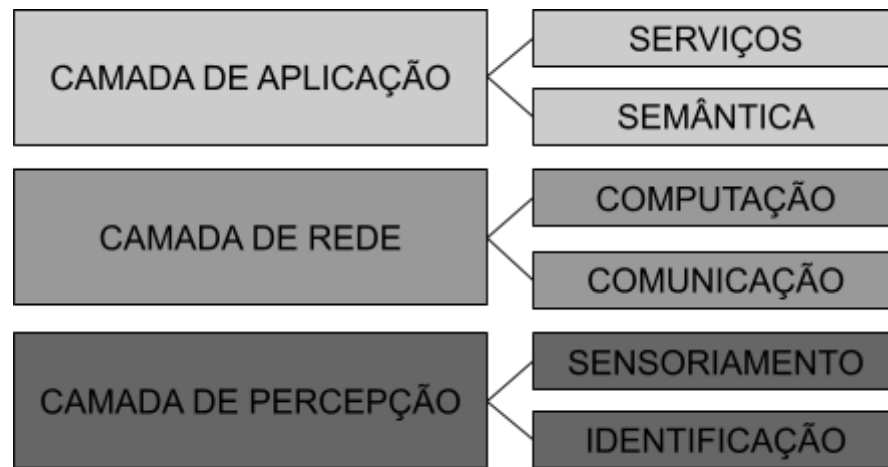
Figura 1- Arquitetura básica de 3 camadas da IoT



Fonte: Desenvolvido pelos autores

Conforme aborda Serafim (2014) a camada de percepção atua captando os dados do meio físicos transformando-os em dados virtuais. Esses dados são transferidos para a camada de rede, que engloba tecnologias como câmeras, sensores, GPS, entre outros. A camada de rede é responsável por transmitir e processar as informações, sendo considerada o centro de processamento inteligente dos dados. Já a camada de aplicação tem como objetivo a finalidade da IoT, ou seja, melhorar ou atuar em uma determinada situação solicitada.

Para maior conhecimento da funcionalidade da arquitetura das IoTs, é necessário compreender os blocos básicos de construção, tais como o sensoriamento, identificação, comunicação, computação, serviços e semântica, que compõem as camadas da estruturação. A camada de percepção é responsável pelo bloco de sensoriamento e identificação, a camada de rede é responsável pela comunicação e computação, por fim, a camada de aplicação abrange os blocos de serviços e semântica (AL-FUQAHA et al., 2015). Essa disposição está apresentada na figura a seguir.

Figura 2- Organização das camadas da Iot

Fonte: Desenvolvido pelos autores

De acordo com Santos et al. (2016) os blocos pertencentes à camada de percepção, como o bloco de identificação, serve para identificar os aparelhos de maneira única e conectá-los à internet, e o bloco de sensoriamento se responsabiliza pela coleta das informações e armazenamento dos dados, agindo através dos elementos percebidos de acordo com a programação estabelecida. Os referentes à camada de rede, os blocos de computação e comunicação, servem para executar os algoritmos nos objetos utilizados em determinado projeto, e estão relacionados com as técnicas para conectar os dispositivos e com o consumo energético, respectivamente. Enquanto, os da camada de aplicação, como o bloco de serviços, lidam como os serviços de identificação física e virtual, além de tomar decisões para uma determinada situação, e o bloco da semântica se responsabiliza pela aplicação eficaz dos instrumentos da IoT, quando necessário, para fornecer algum dos serviços.

2.1 Redução/eficiência energética com o uso de Iot

Com a urbanização da humanidade, de acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas), a atual sociedade está avançando em ritmo acelerado enfrentando de frente diversos desafios socioeconômicos e ambientais. Com o grande aumento oriundo da temperatura global incentivando os consumidores a utilizarem um elevado número de equipamentos refrigeradores em suas residências ou em pontos comerciais (UNA) mostrando a dependência dos seres humanos sobre o uso energético na Revolução Industrial. Em conjunto com o avanço energético em cidades e indústrias, a tecnologia tende avançar para encontrar meios que auxiliem a redução de consumo de recursos naturais para que esses avanços sejam ativamente presentes entre a população.

A eficácia energética envolve a otimização e aproveitamento das fontes de energia, visando a redução de custos e a preservação do meio ambiente. Um dispositivo IoT pode fornecer soluções e contribuir para a resolução de questões relacionadas ao consumo de energia, uma vez que, como mencionado anteriormente, essa tecnologia possibilita a conexão entre o mundo físico e o virtual, permitindo assim a melhoria das questões relacionadas ao mundo físico. A grande sacada das IoT vem dos dados e a praticidade de instalação de dispositivos autônomos e de grande duração de bateria que permitem que eles informem sobre as condições de consumo de energia, pressão, temperatura e outras informações importantes relevantes para as indústrias e casas.

À medida que os dados são gerados, é possível obter relatórios precisos e uma visão histórica em tempo real sobre o desempenho dos seus sistemas, o que facilita a monitorização das operações de dispositivos individuais e a detecção de comportamentos anômalos que possam indicar problemas iminentes ou ineficiências na operação de um equipamento específico. Esse acesso antecipado aos dados, essenciais para o funcionamento eficaz do seu negócio, possibilita a implementação de estratégias de manutenção preventiva. Além disso, permite a sugestão de melhorias nas combinações e valores das variáveis manipuláveis dos processos, o que, por sua vez, aumenta a eficiência energética dos equipamentos e reduz o desperdício. As aplicações desenvolvidas por Sigma (2020) são capazes de identificar automaticamente anomalias e fornecer recomendações de ajuste, elas monitoram circuitos, controlam a temperatura e umidade de ambientes, a temperatura dos equipamentos e o status de abertura e fechamento de portas. Além disso, essas soluções auxiliam no cumprimento das metas, geram relatórios com dados precisos e atualizados e permitem, por meio de integrações com sistemas de automação, a operação remota e automatizada de equipamentos. A Internet

das Coisas (IoTs) já encontrou aplicações em diversos setores que buscam aprimorar seus processos e elevar sua eficiência energética. Quando um processo é automatizado por meio da IoT, ocorre uma significativa redução nos fatores como tempo, necessidade de mão de obra, custos e consumo de energia. (SIGMA, 2023)

Morales et al. (2022), discute a implementação da Internet das Coisas (IoT) para a redução do consumo energético. Isso se dá pelo fato de que a IoT possibilita o desenvolvimento de equipamentos de medição que fornecem aos consumidores dados relevantes e transparentes para um maior controle sobre a utilização da energia elétrica, permitindo evitar o desperdício e o uso desnecessário.

Moraes et al. (2022) realiza o controle através do dispositivo chamado, Medidor Inteligente, em inglês Smart Meter, que no geral se destaca pela capacidade de operar em tensão monofásica bivolt, na forma de adquirir os dados da rede elétrica de maneira não invasiva, de informar o valor do consumo de energia, os valores monetários e ainda transmiti-los remotamente e armazená-los. Ademais, ele apresenta em sua estrutura proteção contra surtos de tensões na rede elétrica, e se alimenta da rede que está monitorando, além disso, ele se acopla ao painel de distribuição (Equipamentos usados em instalações elétricas). Esse dispositivo opera na frequência de 2.4GHz e usa o microcontrolador ESP32 e sensores SCT-013 e ZMPT101B para aquisição do sinal de corrente elétrica de forma não invasiva que suporta 30A e sinal de tensão que suporta 2mV, respectivamente. O sistema inclui etapas de condicionamento de sinal analógico e aquisição digital, enquanto os dados são calculados e armazenados em um banco de dados local e também na nuvem Amazon Web Services (AWS). Os usuários podem acessar as informações por meio de uma aplicação web.

Após essa modelagem do Smart Meter foi criado um protótipo para testar a funcionalidade do medidor e também foi desenvolvido uma aplicação que permite o acesso do usuário aos registros coletados, permitindo que ele mantenha-se atualizado dos gastos das últimas horas, além de comparar o consumo do dia anterior como atual e definir um limite diário de consumo. Desse modo, foi apresentado que o dispositivo atendeu com os resultados esperados, visto que o Smart Meter indica informações relevantes sobre a utilização da energia elétrica fornecendo dados seguros e precisos, essa tecnologia implementada nas residências até as concessionárias de energia ajudaria nas falhas de leituras e evitaria o desperdício energético.

A proposta de Previtali et al. (2022) aborda o uso da IoT para a iniciativa de um plano de sustentabilidade, otimizando o uso da energia elétrica, vapor e água. Assim, é apresentada a busca pela redução do ar comprimido, logo do consumo de energia em uma fábrica de São Paulo, visto que o ar comprimido é uma das formas de energia mais caras. Nesse contexto, aponta-se que, com a implementação de um sistema de monitoramento possibilitaria combater o vazamento de ar comprimido, pois, poderia restringir e reduzir vazão do sistema quando não houvesse necessidade de uso, para isso pensou-se na utilização da IoT por apresentar uma maior confiabilidade, precisão junto aos dados coletados, e agilidade no tempo de resposta.

Para que essas informações fossem visualizadas pelo usuário esse dispositivo de monitoramento foi usado o protocolo de comunicação Ethernet IoT, MQTT e OPC UA (protocolos de comunicação simples e leves utilizados justamente com foco na Internet das Coisas). Para armazenar e tratar os dados, foi aplicado em conjunto ao sensor de vazão calorimétrico um coletor de dados em Structured Query Language (SQL) via OPC UA e também utilizado um servidor web integrado a um painel de análise. Ademais, toda programação foi realizada por meio de softwares abertos como a Node-RED e o Grafana, que respectivamente consiste em: Uma plataforma de programação online que facilita a conexão de hardware, como sensores, usando diagramas de blocos e uma plataforma para criar painéis personalizados e configurar alertas com base em métricas, especialmente utilizado em sistemas de monitoramento em tempo real.

Com essa implementação foi possível reduzir de forma gradual o ar comprimido, ou seja o consumo de energia elétrica e emissão de CO₂. Nas máquinas onde foram executados os testes foi analisada uma diferença de 15 % de redução do ar comprimido e uma vez que implantado o sistema de controle espera-se alcançar uma redução de 25% do consumo de ar comprimido e de três milhões de dólares com energia elétrica, além de diminuir em 3% a emissão de CO₂, essa redução do desperdício de energia associado ao ar comprimido contribui significativamente para a missão de sustentabilidade da empresa que visa criar um futuro mais saudável e sustentável para todos.

Tao et al. (2016), demonstra mecanismos e procedimentos, que tem o objetivo de dinamizar o uso de energia e efetuar, como consequência, uma diminuição de gases poluentes, presentes em procedimentos de indústrias, utilizando assim a Internet das Coisas. A arquitetura proposta divide-se em quatro etapas: aplicação, serviços, dados e percepção. (TAO, 2014 apud SÔNEGO, 2016) Apesar da pesquisa ser tratada como prematura para os autores, é possível observar que a utilização da IoT nesse setor, mostra-se eficaz de forma

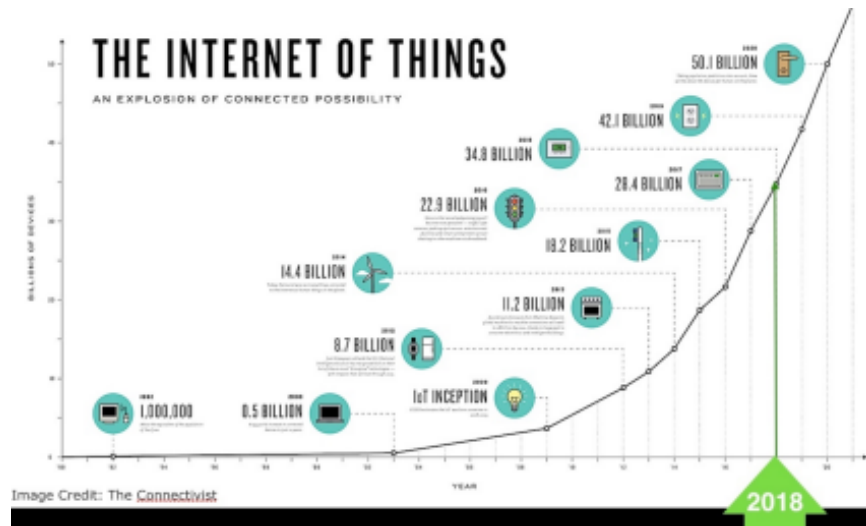
perceptível, uma vez que uma maior efetivação de pesquisas e procura na área pode proporcionar uma melhora no meio ambiente e na vida dos cidadãos, uma vez que a tecnologia seria dessa vez usada para beneficiar e diminuir os consumos de fontes naturais de energia, melhorando assim a qualidade de vida, e tornando os ambientes inteligentes, práticos e conscientes.

Enquanto isso, Souza et al. (2023), lança um protótipo para medir o consumo de energia elétrica através do uso de conceitos de IoT, utilizando dois sensores de corrente de tipo grampo para medir a entrada monofásica, tendo em vista que os sensores trabalham de modo invasivo, de forma que os respectivos sensores são usados com o objetivo de medir o consumo energético da residência. Com o sensor corrente SCT-013 de 100A, foram realizadas as medições das correntes que passavam pelo circuito elétrico, através disso verificou-se os valores de saída medidos. No outro sensor SCT-013, é colocada uma ligação ao pino A1 do Arduino, uma vez que trata-se de uma porta analógica (0V e 5V), assim, foi feito um divisor de tensão, a partir de um circuito. De modo geral, o protótipo desenvolvido tem o objetivo de monitorar em tempo real, o consumo de energia, através desses dois sensores, sendo um deles um microcontrolador Arduino e outro não invasivo. Com os resultados obtidos, nota-se que é possível trazer futuramente, com a aplicação do protótipo, reavaliações dos padrões de consumo de energia, uma vez que constatou-se que a leitura do consumo energético em residência em tempo real, gera um conhecimento e conscientização ao consumidor, que opta por reduzir então, o consumo. (SOUZA et al., 2023)

Reis et al. (2018), traz também outras formas de encontrar soluções para o consumo excessivo de energia com o uso da Internet das Coisas, a fim otimizar a IoT ao mundo físico. Uma das ideias abordadas foi a diminuição do consumo de energia junto hardware e software, onde pode-se gerir o compromisso entre desempenho, consumo e confiabilidade. Segundo os autores, essa é uma forma de aumentar a eficiência e a sustentabilidade dos dispositivos conectados à internet.

A imagem abaixo mostra a quantidade de dispositivos conectados à internet desde 1922, quando eram cerca de 1 milhão de dispositivos. Na imagem, é retratada a estimativa de que até o ano de 2020 haverá 50 bilhões de dispositivos conectados, o que gera perguntas se a sociedade encontra-se preparada para fornecer tamanha quantidade de energia para o atual mundo globalizado que cada vez mais consome tecnologia (REIS, 2018), uma vez que as atuais gerações nascem na 4.0 revolução industrial, que é a da tecnologia. Além de preparar

os equipamentos para economizar energia, é preciso conscientizar a humanidade da importância de ter consciência ao consumir fontes energéticas.



Número de dispositivos conectados na Internet [adaptado de The Connectivist 2014]

Uma das soluções para a otimização da energia foi a:

A primeira solução faz uso de 4 portas lógicas básicas (3 portas NOR de 2 entradas e um inversor CMOS), usando um total de 14 transistores. A segunda solução faz uso de apenas uma porta lógica, que executa a mesma função, mas com apenas 8 transistores. Ou seja, a segunda solução, por ter uma redução do número de transistores, também terá um consumo estático proporcionalmente menor. (REIS, 2018, p.05)

Soares et al. (2018), apresenta um sistema nomeado de SmartPlace que tem sensores de temperatura, presença e umidade, e com base nas medições aferidas por esses, tem papel de gerenciar aparelhos de ar-condicionado, regulando a temperatura do ambiente, acionando e desativando esses aparelhos quando necessário.

O sistema tem como principal intuito economizar a energia de forma que seja

controlada citado acima, no entanto o mesmo ainda está em fase de teste na UFRN (SOARES et al., 2018)

A solução apresentada pelos autores Souza et al. (2023) possui vantagem por utilizar a tecnologia de sensores em conjunto aos conceitos de Internet das coisas e possibilitar uma estimativa do custo calculado após 30 minutos de uso do forno elétrico (R\$0,20), através do resultado final de seu protótipo, o qual aproximou-se ao valor inicial esperado. No entanto, possui limitação em não dar ao consumidor o valor exato consumido, mas sim a estimativa do consumo. Por outro lado, a solução relatada por Morales et al.(2022) se faz bastante eficiente, visto que consegue atingir com qualidade e precisão o consumo de energético, além de manter o cliente ciente do uso de energia, nessa resolução foi usado o Smart Meter, dispositivo esse que contribui no armazenamento e transmissão dos dados coletados, e o serviço AWS, que consiste numa plataforma em nuvem, com essas tecnologias implementadas em residências seria possível controlar o desperdício da energia.

Já a solução dos autores Previtali et al. (2022) que se baseia na redução do consumo de energia pela redução do ar comprimido em uma indústria, utiliza-se da implementação dos sensores MQTT e OPC UA para conseguir resultados favoráveis, como: Diferença de 25% do consumo do ar comprimido, logo da energia e também de CO₂. A solução indicada por Soares et. al, por sua vez, consegue redução do consumo de energia através da aplicação por um sistema chamado Smart Place que faz o monitoramento do ambiente pelo sistema web, a sensores instalados, ele possui autonomia para desligar os aparelhos ao qual está conectado quando não a presença de atividade no ambiente, enquanto isso, a solução de Reis (2018) , é através do hardware e do software que ocorre o objetivo de ter uma diminuição significativa de consumo de energia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dessa análise comparativa, conclui-se que a implementação da IOT (Internet of Things), desempenha um papel crucial na redução de consumo energético. A partir da integração de seus objetos e sistemas inteligentes no meio físico, é possível otimizar o uso de energia, determinando padrões de consumo sobre o quanto deve ser gasto e aplicando estratégias eficazes na eficiência energética. Esse trabalho é fundamental, pois com a Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), a preocupação com os recursos energéticos e os impactos

ambientais resultantes do consumo energético em excesso, têm aumentado. Dessa forma, a Internet das coisas tem papel crucial, uma vez ao compreender o potencial que a utilização da mesma possui ao ser integrada no meio físico para solucionar questões físicas, pode-se implementar mecanismos mais eficientes e sustentáveis, solucionando assim o atual problema.

Em síntese, o principal objetivo deste trabalho foi analisar as técnicas e funcionamentos das IoTs na sociedade contemporânea, observando os comportamentos apresentados em cada implementação selecionada, e determinar quais delas apresentaram maior eficácia para a redução do consumo de energia. Essa análise foi realizada através da comparação entre as diferentes abordagens do uso da internet das coisas em áreas distintas, como, por exemplo: em residências e empresas. Com isso, foi possível perceber que, a partir dos equipamentos utilizados, as IoTs apresentam bom funcionamento e proporcionam economia para o cliente, além de contribuir para a sustentabilidade do meio ambiente.

Conclui-se, portanto, que essa análise comparativa tem grande importância por analisar e destacar como as IoTs assumem um papel crucial na busca de uma sociedade mais sustentável e eficiente em termos energéticos. Além disso, ao destacar os benefícios econômicos e ambientais resultantes dessas implementações, esse trabalho enfatiza a capacidade da IoT de não apenas economizar recursos, mas também contribuir para a preservação do meio ambiente. Esta discussão é crucial em um momento em que a preocupação com a sustentabilidade e a gestão responsável dos recursos naturais se torna cada vez mais premente. Portanto, essa pesquisa desempenha um papel fundamental ao oferecer uma visão clara das possibilidades e vantagens da IoTs na promoção de um futuro mais sustentável e eficiente em termos energéticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANCILLA, Omar Reyes. **"A importância da Internet para o desenvolvimento das vendas no Brasil. 2014."** Trabalho de Conclusão de Curso–Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Fundação Educacional do Município de Assis. Assis (2014).

MEDEIROS, Flaviani Souto Bolzan et al. **INTERNET OF THINGS.** Revista Eletrônica de Administração e Turismo-ReAT, v. 12, n. 7, p. 1652-1674, 2018.

VIEIRA, Lucas Sales. **Redução do consumo de energia da Universidade Federal do Ceará-campus Quixadá através de um serviço Smart Green.** 2016.

SANTOS, Bruno P. et al. **Internet das coisas:** da teoria à prática. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, v. 31, p. 16, 2016.

DA SILVA, Isis Lacerda de Oliveira; DE JESUS, Diego Santos. **O impacto do avanço da internet das coisas no Brasil.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 12, p. 101749-101758, 2020.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas.** BOD GmbH DE, 2021.

DE GODOI, Maiko Gustavo; ARAÚJO, Liriane Soares. **A INTERNET DAS COISAS:** evolução, impactos e benefícios. Revista interface tecnológica, v. 16, n. 1, p. 19-30, 2019.

SÔNEGO, Arildo Antônio et al. **A internet das coisas aplicada ao conceito de eficiência energética.** 2017.

DA ENERGIA, USE-Uso Sustentável. **Manual de Economia de Energia.**

ALBERTIN, Alberto Luiz; ALBERTIN, Rosa Maria de Moura. **A Internet das Coisas irá muito além das Coisas.** 2017.

RIOS, Gisele Auxiliadora Almeida et al. **Coberturas de cor branca como estratégia de redução de energia e de emissões de carbono.** Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 9, n. 3, p. páginas 76-90, 2017.

CORREIA-SILVA, David Costa; RODRIGUES, Marcos. **Análise da eficiência no consumo de energia dos estados brasileiros.** Planejamento e políticas públicas, n. 46, 2015.

LEITE, JR Emiliano; MARTINS, Paulo S.; URSINI, E. **A Internet das Coisas (IoT):** Tecnologias e Aplicações. In: Brazilian Technology Symposium. 2017.

DA SILVA¹, Luanna Matias; DA SILVA, Marianne Facundes; MORAES, Dulcimara Carvalho. **A INTERNET COMO FERRAMENTA TECNOLÓGICA E AS CONSEQUENCIAS DE SEU USO: ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS**. 2013.

EDUVIRGES, Joelson Ramos; DOS SANTOS, Maria Nery. **A contextualização da internet na sociedade da informação**. Múltiplos Olhares em Ciência da Informação, v. 3, n. 2, 2013.

LARA, José Edson; REIS, Luciano José; TISSOT-LARA, Thalles Augusto; SELVA, Altieres OLiveira. **Admirável mundo novo na perspectiva da tríade: Internet das coisas, pessoas e mercados**. Perspectiva em ciência da informação, v.26, n. 2, 124-150, 2021.

SANTOS, Bruno P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. **Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, v. 31, p. 16, 2016

SERAFIM, Edivaldo. Uma estrutura de rede baseada em tecnologia IoT para atendimento médico a pacientes remotos. 2014.

DE GODOI, Maiko Gustavo; ARAÚJO, Liriane Soares. A INTERNET DAS COISAS: evolução, impactos e benefícios. **Revista interface tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 19-30, 2019.

DE OLIVEIRA, Sérgio. **Internet das coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI**. Novatec Editora, 2017.

PEREIRA, Jorge et al. Uma Solução de IoT para Uso Eficiente de Energia Elétrica em Prédios Inteligentes.

DE SOUZA DIAS, Danilo, et al. **"Eficiência energética na Indústria 4.0."** *Revista Brasileira de Mecatrônica* 5.3 (2023): 44-61.

DRA,P.SÍLVIA, N. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TCE_382_1886_43249.pdf#:~:text=Por%20meio%20de%20uma%20maior%20coleta%20de%20informa%C3%A7%C3%B5es,maior%20monitoramento%20do%20processo%20e%20consequentemente%20sua%20otimiza%C3%A7%C3%A3o.>>. Acesso em: 7 nov. 2023.

SÔNEGO, A. A.; MARCELINO, R.; GRUBER, V. **A Internet das Coisas aplicada ao conceito de eficiência energética: uma análise quantitativo-qualitativa do estado da arte da literatura**. AtoZ novas práticas em informação e conhecimento, v. 5, n. 2, p. 80, 2017.

SILVA, C. C., FLAUZINO, J. E., GOMES, R. A., & SILVA, R. B. (2021). **Uso da tecnologia Internet das coisas para gerenciamento do consumo de energia elétrica residencial**.

ROMANCINI, E. M. R. ZANON, V. R., MORALES, A. S., DE OLIVEIRA OURIQUE, F., & MORAES, R. (2022). **Monitoramento inteligente do consumo de energia elétrica em residências utilizando recursos de IoT**. *Anais do Computer on the Beach*, 13, 134-141.

PEREIRA, J., BATISTA, T., CAVALCANTE, E., SOARES, B. G., & ALVES, M. **Uma Solução de IoT para Uso Eficiente de Energia Elétrica em Prédios Inteligentes.**