

Universidade de São Paulo - USP
Escola de Engenharia de Lorena- EEL

**Internet of Things: estudo de uma
casa inteligente e aplicação da teoria
no desenvolvimento de um ar
condicionado inteligente**

Seminários em Engenharia Física

Eduarda Wiltiner Reis Santana - 10278531

Letícia Anteghini Migliari - 10387303

Lucas de Alencar Andreotti - 9269006

Maria Eduarda de Oliveira D'Avila Gardingo - 10685240

Matheus de Mendonça Chitan - 10718131

Vitor Yang Chiba - 10685275

Junho de 2021

1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA/MOTIVAÇÃO

Segundo Mark Weiser, pai da Computação Ubíqua, as tecnologias mais bem sucedidas desenvolvidas pelos seres humanos são aquelas que se entrincheiram e desaparecem na vida cotidiana comum. Um dos estudos que certamente se encaixam no padrão estabelecido pelo cientista computacional é o IoT (Internet of Things). Este trata-se da junção das vantagens desenvolvidas pela maior rede de comunicação já criada, a Internet, e da automação possibilitada pela evolução e presença dos microcontroladores em diversos ambientes. Assim, pode-se defini-la como um sistema inteligente de objetos, os quais exibem a capacidade de obter e disponibilizar informações, de reagir a interações e de promover determinadas ações frente a particularidades do local [1].

O IoT, além de promover a automação local, possibilita também a obtenção e a análise de dados. Dessa forma, haja vista a integração e recolhimento de informações de forma ágil e efetiva, torna-se evidente o seu alcance e utilidade em atividades agrícolas, médicas e ambientais. Na produção agro-industrial, por exemplo, o IoT já é muito utilizado para a identificação e análise da saúde da terra, das condições atmosféricas e da biomassa animal e vegetal de determinada região [2]. Já na medicina, o poder analítico característico da tecnologia auxilia na prevenção e identificação de doenças cardíacas, o que reduz consideravelmente o risco de vida do paciente [3]. E nas atividades relacionadas ao meio ambiente, o IoT é capaz de fornecer dados relacionados a poluição da água, poluição sonora, temperatura e radiação [2], o que torna a tarefa de monitoramento mais simples e eficaz. Dessa forma, torna-se visível a importância da sua aplicação, bem como de seu estudo.

Além dessas temáticas abordadas, recentemente o IoT passou a atuar nos ambientes domiciliares, dando origem às casas inteligentes. A partir da utilização de sensores, equipamentos e redes de comunicação, o controle total e acesso remoto desses ambientes, visando o desenvolvimento de uma rotina mais fácil, prática, econômica e segura, se tornou possível. Assim, tendo em vista toda a conjuntura tecnológica abordada, optou-se pelo estudo, nesse projeto, de um dos sistemas mais bem sucedidos de toda a história humana: o IoT [4].

1.1 Objetivos

No presente trabalho, pretende-se explorar os conceitos de Internet das Coisas (IoT), com foco na revolução tecnológica que a mesma vêm alcançando no tema de automação residencial, ou seja, as casas inteligentes. Com esse trabalho, busca-se seguir uma linha de raciocínio que vai do macro para o micro, sendo assim, apresentar os conceitos básicos por trás de um sistema gerenciado por IoT, abordar o tema específico de casas inteligentes, levantando as principais funcionalidades que a IoT pode apresentar dentro de uma residência, e finalizar com o desenvolvimento de uma aplicação prática complementar à teoria: um ar condicionado inteligente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 “Internet of Things” o que é?

Na atualidade, com o rápido avanço da tecnologia, é praticamente certo que a internet já alcançou os mais distantes locais do globo e tem afetado a forma como os seres humanos têm vivido. Segundo [5], atualmente, estamos entrando na era da “Internet of Things”, a qual é marcada pelo grande número de aparelhos que estão se conectando à internet a cada dia.

Porém, cabe entender o significado desse termo, que é amplamente empregado na atualidade. Segundo Vermesan et al. [6], “Internet of Things” é definida como a simples interação entre o mundo real e o mundo virtual, a qual se dá através de sensores e atuadores. Já para Penã-López et al. [7], o termo “Internet of Things” é definido como um paradigma, no qual os recursos de computação e rede são incorporados em qualquer tipo de objeto concebível.

Apesar das diferentes visões, pode ser verificado que ambas as definições se complementam, formando uma ideia mais geral e abrangente. Primeiramente os objetos comuns são adaptados, para poderem, através da rede e da computação, se conectarem entre si, para em seguida, através de sensores e atuadores, poderem se conectar com o mundo externo/mundo real, com a finalidade de proporcionarem uma maior comodidade ao ser humano.

2.2 Arquitetura IoT

Devido às mais variadas demandas de mercado, é praticamente impossível que seja definida uma arquitetura padrão para todos os sistemas. De acordo com a complexidade da aplicação, diferentes componentes ou etapas podem ser retirados ou acrescentados a uma arquitetura, com a finalidade de uma melhora na resposta do sistema. Entretanto, há duas arquiteturas que são as mais utilizadas, a *Three-Layer Architecture* e a *Five-Layer Architecture* [5].

A *Three-Layer Architecture* ou arquitetura de três camadas, em português, foi uma das primeiras arquiteturas sugeridas, sendo formada basicamente, como o nome já diz, por três camadas, sendo elas: Camada de Percepção, Camada de Network e Camada de Aplicação.

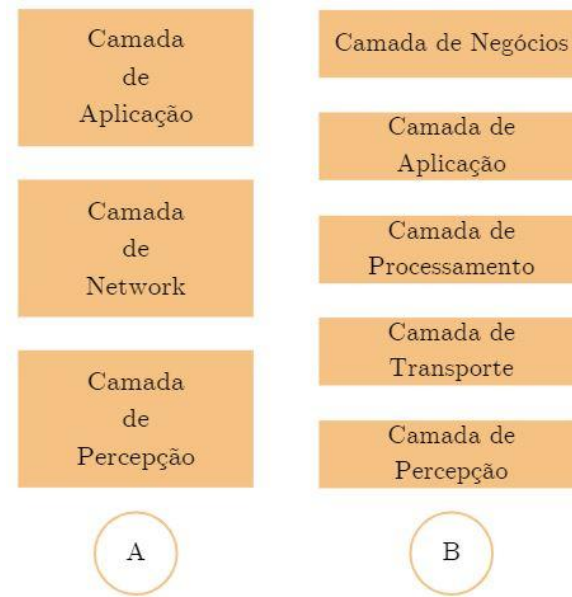
A camada de percepção é a camada mais baixa, sendo também conhecida por camada física. Ela é responsável por, através de sensores, captar e juntar informações sobre o ambiente, podendo ser estar informações parâmetros físicos como temperatura e umidade ou outros objetos inteligentes [8].

A camada de Network é a camada intermediária, sendo responsável por conectar os objetos inteligentes e conectar esses aos serviços de redes e aos servidores. Pode-se dizer que ela é uma camada de transporte de informação.

E por último, porém não menos importante, a camada de aplicação. Esta camada é responsável por entregar o desejado desde o início. Ou seja, supondo que o intuito desde o princípio fosse acender uma lâmpada com a voz, é nessa camada que será gerada uma resposta dizendo que a luz deve ser acesa após alguém dizer algo [9].

Mesmo sem um conhecimento muito aprofundado sobre o assunto, é possível verificar que três camadas podem não ser suficientes para tarefas mais complexas ou que demandem um vasto banco de dados. Assim, dessa necessidade de algo mais avançado, foi proposta a *Five-Layer Architecture*, em português, arquitetura de cinco camadas. Nessa arquitetura foram adicionadas as camadas de processamento (*Processing Layer*), que se localiza entre as camadas de Network e Aplicação e a de negócios (*Business Layer*) que se localiza acima da camada de Aplicação. Na figura 1, pode ser visto um esquemático de ambas as arquiteturas.

Figura 1 – Arquitetura de Três Camadas (A) e Arquitetura de Cinco Camadas (B)



Fonte: modificado de [5]

Nesta arquitetura, as camadas de percepção e aplicação mantiveram as suas características. Entretanto, a camada de Network se tornou a camada de transporte, e ficou responsável por conduzir as informações obtidas na camada de percepção para a camada de processamento, através de redes como 3G, LAN, Bluetooth, RFID, entre outras.

A camada de processamento, nova componente da arquitetura, é responsável por armazenar, analisar e processar a grande quantidade de dados que vem da camada de transporte da melhor forma possível, utilizando banco de dados, computação em nuvem e módulos de Big Data.

E por fim, a camada de negócios. Esta camada é responsável por administrar todo o processo, desde a aquisição e processamento de dados, até a geração de uma resposta que possa ser utilizada na prática, como no exemplo da lâmpada dado acima. Assim, como também é responsável pela privacidade do usuário.

2.3 Requisitos de Modelo, Aplicativo e Dados

Tendo conhecimento do significado do termo “*Internet of Things*”, juntamente com duas das suas principais arquiteturas, cabe a nós, agora, entendermos quais são os principais requisitos para a implantação de um projeto [10]:

- Modelos: O requisito Modelo estabelece quais serão as variáveis físicas necessárias para a criação de uma função, que possa ser simulada pelo código no requisito Aplicativo. Exemplo: Deseja-se fazer com que uma máquina de roupa, não tão boa, seque as roupas com uma maior eficiência (não as deixem molhadas) e com maior rapidez.

Para implementação dessa ideia, será necessário saber a velocidade de rotação do compartimento de roupas, a temperatura (uma vez que estaremos transformando a água líquida em vapor), o peso da quantidade de roupas e o custo de energia elétrica. Assim, o Modelo (equação que será simulada) será função da velocidade, temperatura, peso das roupas e custo da energia.

- Aplicativo: O aplicativo define o que o produto faz, ou seja, a funcionalidade. É neste requisito que há o desenvolvimento do software, que irá agir sobre o modelo pré-estabelecido, a fim de gerar os resultados esperados.
- Análise de Dados: Por final, o requisito Análise de Dados fica incumbido de simular um Modelo ideal, a fim de gerar respostas ótimas, para que haja um parâmetro de comparação para as respostas reais obtidas.

2.4 Aplicações da IoT

Apesar da maioria dos projetos de grande escala, que pretendem utilizar o IoT como base, ainda não terem saído do papel, grandes são as expectativas de uma melhora na vida de todos quando forem colocados em prática. Dentre estes projetos que lentamente estão sendo colocados em prática, podem ser citados: automação residencial, cidades inteligentes, monitoramento de saúde.

2.4.1 Cidade Inteligentes

Algumas das aplicações do IoT, que pretendem ser implementadas dentro das cidades inteligentes, são: Monitoramento de Tráfego, Gerenciamento Inteligente de Vagas (Estacionamento) e Semáforos Inteligentes [5].

- Monitoramento de Tráfego: Consiste na implementação de veículos inteligentes, capazes de se comunicar entre si, com os sistemas de GPS's e as câmeras ao redor da

cidade, a fim de monitorar as diferentes condições de tráfego e antecipar possíveis congestionamentos e acidentes.

- Gerenciamento Inteligente: Consiste na utilização de sensores para detecção de vagas livres e ocupadas, assim, diminuindo o tempo de procura por uma vaga e facilitando a vida do motorista.
- Semáforos Inteligentes: Consiste na utilização de semáforos que possuam câmeras e sensores, capazes de transmitir a quantidade de tráfego de uma região para as vizinhas, a fim de evitar congestionamentos, diminuir a quantidade de acidentes e facilitar a vida do motorista.

2.4.2 Monitoramento de Saúde

O uso de tecnologia inteligente na área de saúde tem avançado continuamente nos últimos anos. Entre algumas das aplicações que podem ser citadas, estão: Hospitais Virtuais/Consultas Virtuais, Biosensores e Monitoramento por Smart Watches [11].

- Hospitais Virtuais: Consiste no uso de tecnologias inteligentes, as quais permitam que cuidados ambulatoriais e de longo prazo possam ser prestados remotamente por profissionais de saúde.
- Biosensores: Consiste em pequenos dispositivos que podem ser colocados em roupas, com a finalidade de monitorar sinais vitais, como: frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura, para que possam coletar dados, a fim de monitorar o avanço ou início precoce de doenças.
- Smart Watches: Consiste na utilização de relógios capazes de esquematizar ecocardiogramas e verificar a presença de ritmos irregulares, os quais podem significar a que o usuário apresenta problemas cardíacos.

2.4.3 Casas Inteligentes

No princípio do processo de automação, uma casa era considerada inteligente apenas por possuir os sistemas de alarmes, iluminação e portões automáticos. Porém, com o avanço da tecnologia, desenvolvimento da microeletrônica e do barateamento de sistemas microcontrolados, esses itens foram se tornando ultrapassados na vida de uma grande quantidade de pessoas.

Assim, na atualidade, são consideradas “Casas Inteligentes”, aquelas que apresentam um conjunto de sistemas capazes de automatizar e aportar serviços de bem-estar, de segurança, de controle de energia e de comunicação, integrados por uma infraestrutura de redes internas e externas, sendo essas cabeadas ou sem fios [12]. Nas seções a seguir, pode ser visto uma discussão mais detalhada de cada dos pontos mencionados acima.

2.4.3.1 Segurança

Quando se trata de segurança em aplicações IoT, é importante lembrar que, dois são os principais ramos em que essa se divide, a segurança residencial (do Ambiente) e a segurança pessoal (do morador). Assim, dentro desses dois ramos, podem ser englobados quaisquer tipos de dispositivos que permitam haver um controle de acesso, reconhecimento, monitoramento e até mesmo a detecção de gases, como fumaça [12]. Alguns desses dispositivos que podem ser citados, são:

- Fechaduras Inteligentes: Qualquer tipo de fechadura que faça uso de códigos, biometria, cartões magnéticos e até reconhecimento de Íris. Em caso da falha da abertura (tentativa inadequada de acesso), o sistema pode estar programado para ligar para a emergência ou polícia.
- Câmeras de Vigilância: monitoramento dos ambientes domésticos na palma da mão, com a utilização de sistemas de câmeras interligadas e conectadas à internet. A fim de não permitir que qualquer um consiga visualizar as imagens, chaves de credenciamento se tornam necessárias.
- Sistemas de detecção de gases: utilização de sensores capazes de detectar e alertar a presença de gases, como propano e butano (gases de cozinha) e metano (gás natural). Cabe ressaltar, que há muitos outros tipos de detectores, capazes de detectar gases como: amônia, benzeno e gás carbônico.
- Sistema de detecção de incêndio: utilização de pirômetros, capazes de detectar a presença de fogo através do aumento da temperatura.

2.4.3.2 Iluminação

Devido a sua rápida resposta e fácil aplicação, o controle de iluminação remoto é um dos mais lembrados quando a automação residencial é o assunto. Cabe lembrar, que o

controle de iluminação remoto engloba tanto iluminação interna (cômodos da casa), quanto iluminação externa (jardins e ambientes externos) [12]. Dois exemplos de controle de iluminação remoto que podem ser dados são:

- Controle de Iluminação Inteligente: a iluminação de um ambiente pode se auto ajustar mediante diferentes fatores, como: presença ou ausência de pessoas, luminosidade natural, programação de dispositivos específicos e até mesmo mediante a utilização de dispositivos móveis (lâmpadas controladas pelo celular). Assim, de acordo com cada uma delas, diferentes instâncias podem ser ativadas ou desativadas, com o intuito de economizar energia.
- Controle de Cenários: É muito comum, que dentro da própria casa, diferentes pessoas utilizem o mesmo cômodo para diferentes tarefas. Assim, através de um controle de cenários, é possível pré-definir configurações de iluminação deste ambiente para cada uma das diferentes aplicações. Exemplo: Menor luminosidade quando for assistir um filme, maior luminosidade quando for fazer um trabalho.

2.4.3.3 Eletrodomésticos

Os eletrodomésticos, da mesma forma que o controle de iluminação remoto, são um dos itens mais lembrados quando o assunto é automação residencial. É quase que unânime, a vontade de poder controlar a grande maioria das tarefas domésticas com um simples toque na tela do celular [12]. Com isso, algumas das ideias mais inovadoras e brilhantes que podem ser citadas são:

- Máquinas de Alimentação Automatizada: Chegar em casa depois de um longo dia de trabalho e ter um café e um pãozinho quentinho. Esta é a ideia base das máquinas de alimentação automatizadas, poder conectá-las a internet de forma que na volta para a casa/residência, possa ser enviado um comando para que o café/bebida e o alimento sejam preparados.
- Máquinas de Lavar Automatizadas: Não precisar ficar colocando sabão ou amaciante a cada vez que utilizar a máquina de lavar. Esta é a ideia por trás do desenvolvimento de uma máquina de lavar automatizada, a qual é capaz, de acordo com a quantidade de roupa, dosar a quantidade exata da sabão e amaciantes, além é claro que avisar quando estes estão acabando.

- Refrigeradores Inteligentes: Não se preocupar com as prateleiras da geladeira ficando vazias. Esta é a principal preocupação para desenvolvimento de Refrigeradores inteligentes, os quais são capazes de validar a quantidade de itens presentes nas prateleiras e fazer um pedido direto ao supermercado, quando estiverem acabando.

2.4.3.4 Controle Térmico do Ambiente

Quem não gostaria de chegar em casa depois daquele dia quente de verão e encontrar um ambiente a 24°C, bem fresquinho. Bom, essa é a ideia da automação do controle térmico do ambiente, poder, mesmo longe, controlar a temperatura de um cômodo ou sala. Entretanto, o controle térmico não é válido apenas para o resfriamento dos ambientes, em países frios, o aquecimento dos ambientes é de extrema importância [12]. Assim, segue abaixo, algumas das principais ideias de automação para o controle térmico do ambiente:

- Controle Inteligente de ar-condicionado: poder, a um toque de distância, controlar os parâmetros de temperatura do ar-condicionado, antes mesmo de chegar na residência. Esta é a ideia que norteia o controle inteligente de ar-condicionado.
- Sistema Inteligentes de aquecimento de pisos: Apesar de não serem muito comuns no Brasil, há construções que fazem uso de sistemas de aquecimento de pisos para um maior conforto dos residentes e usuários. Assim, possuir um controle na palma da mão desses aquecedores e sistemas, seria de grande vantagem, uma vez que seria possível adicioná-los antes mesmo de estar residência ou edifício.
- Controle de Temperatura de Banheiras: Chegar em casa (novamente, já chegamos em casa nessas duas páginas, pelo menos umas 5 vezes) e poder tomar um banho com a água na temperatura desejada. Essa é a ideia por trás das banheiras automatizadas, poder, através de um toque na tela do celular, acionar as caldeiras (não muito utilizadas no Brasil), a fim de aquecer água que será colocada na banheira.

Bom, depois de todos esses sistemas de automação apresentados, foi possível ter uma ideia do que o IoT é capaz. Além de criar funcionalidades muito interessantes, é capaz de gerar conforto e comodidade às pessoas.

3 METODOLOGIA/MATERIAIS E MÉTODOS

Já foi citado na seção de revisão bibliográfica que, em uma casa inteligente, tem-se diversas aplicações IoT (*Internet of Things*). A questão principal a ser abordada é que a estrutura da casa inteligente em si é formada por subestruturas inteligentes que compõem o comportamento automatizado e analítico da mesma, portanto, para realização de um experimento prático é preciso, primeiramente, destrinchar essas subestruturas para fornecer a visão total da casa e seu comportamento interno.

A partir desse conhecimento, o presente projeto propõe-se a analisar uma aplicação de Internet das Coisas ligada à climatização e economia de energia inteligente da casa. Para isso, um ar condicionado será transformado em ar condicionado inteligente através do desenvolvimento de um dispositivo não invasivo, ou seja, externo à estrutura do ar condicionado. A intenção é transformar um agente de climatização e controlador da temperatura em uma subestrutura inteligente da casa.

3.1 Materiais que serão utilizados

Para início do projeto é necessário um conhecimento prévio dos materiais a serem utilizados. Como o projeto em questão visa uma aplicação prática relacionada a automatização de um agente de climatização, o ar condicionado, têm-se como principais materiais básicos os seguintes componentes, apresentados na tabela 1 abaixo.

É importante ressaltar que os seguintes materiais são aplicados a qualquer aplicação prática relacionada à análise de temperatura. A definição dos materiais específicos, ou seja, que melhor se encaixam no presente projeto ainda será feita.

Tabela 1 - Materiais a serem utilizados no projeto.

Materiais	Quantidade
IDE Arduino	-
Microcontrolador ESP8266	1
Protoboard	1
Jumpers Macho-Macho	5
Aplicativo para IoT (<i>Blynk</i>)	-
Sensores	1

Atuadores	1
-----------	---

Fonte: autoria própria.

3.2 Etapas do projeto

Como próxima etapa para a construção prática do ar condicionado serão seguidos os seguintes passos:

1. Definição dos requisitos do Modelo de estudo, do Aplicativo e da Análise de Dados do ar-condicionado que serão necessários para incorporar no protótipo;
2. Definição dos materiais específicos a serem utilizados, ou seja, aqueles que melhor se enquadram nas especificações do projeto, a partir de uma das arquiteturas de referência mais gerais

Abaixo, na figura 2, é apresentada uma imagem que exemplifica a arquitetura de referência que será utilizada nessa determinação.

Figura 2 - Arquitetura de referência

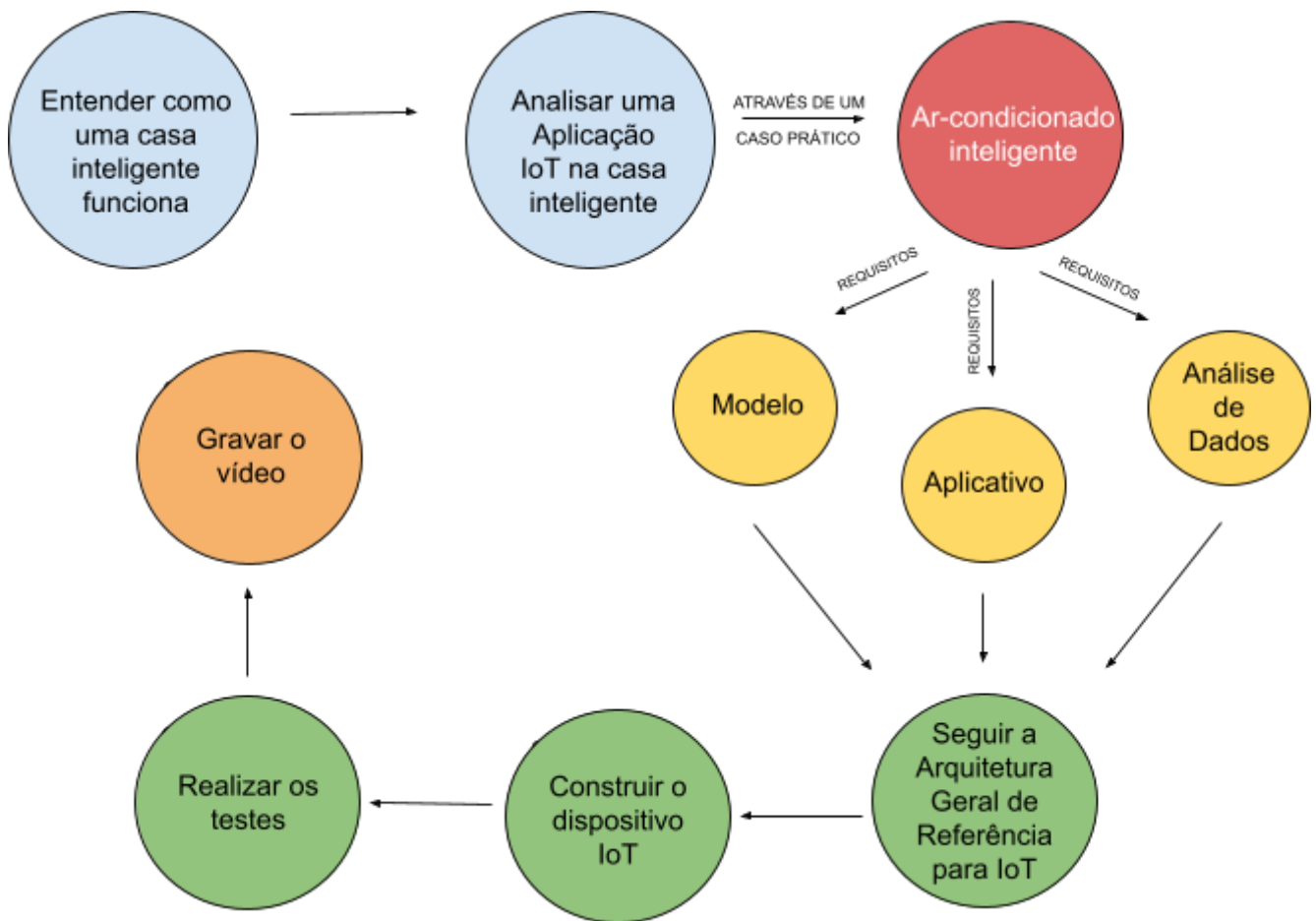


Fonte: [13]

3. Construção do protótipo;
4. Realização de testes de funcionamento e aplicabilidade;
5. Gravação de vídeo mostrando o seu funcionamento.

Na figura 3 abaixo, pode-se perceber o fluxograma da estratégia do estudo completo.

Figura 3 - Fluxograma das etapas do projeto



Fonte: autoria própria.

3.3 Funcionamento teórico do ar condicionado inteligente

Para realizar o experimento prático de IoT de construção de um dispositivo não invasivo que permite que o ar-condicionado seja uma máquina inteligente, serão necessários sensores, responsáveis por receber sinais analógicos e converter em sinais digitais e atuadores, responsáveis por receber sinais digitais e converter em sinais analógicos. Como já dito, este é um sistema não invasivo, portanto, os sensores e os atuadores não necessitarão estar dentro da máquina.

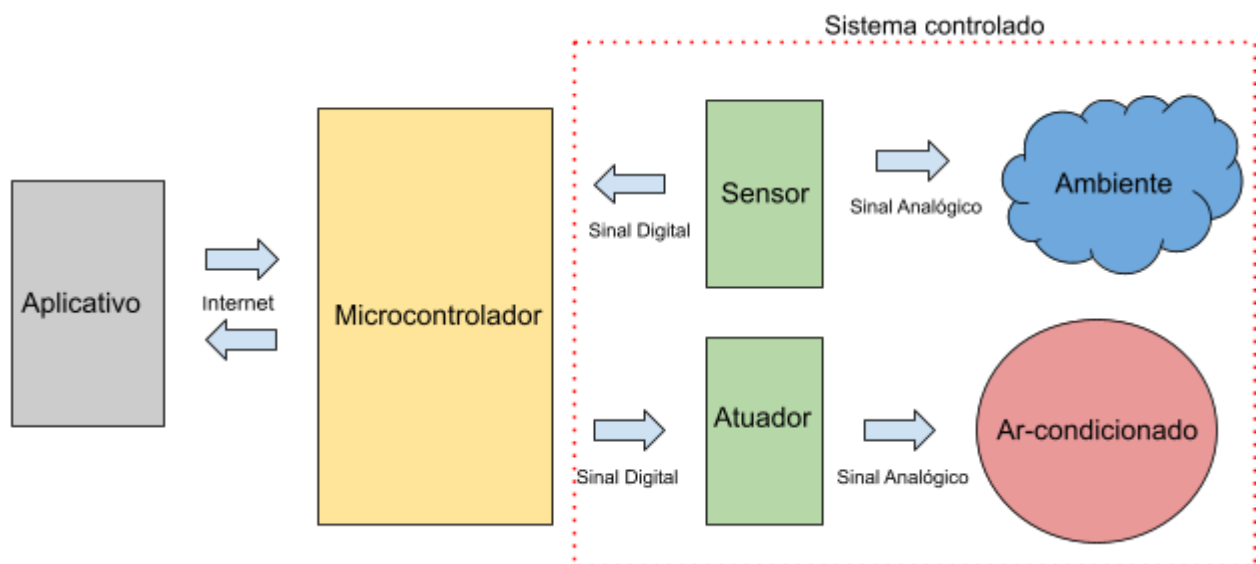
Sendo assim, como o projeto trabalhará com a climatização do ambiente, será utilizado um sensor de temperatura para medir a temperatura local do cômodo da casa e um atuador para interagir com o meio, podendo ligar e desligar o ar-condicionado ou alterar a temperatura para a mais desejada. Esse é o nosso sistema controlado. A partir disso, é

necessário um microcontrolador para controlar esse sistema composto pelo sensor, atuador e ar-condicionado, isso é feito através de uma lógica de programação baseada num modelo de estudo que possa gerar economia de energia e climatização inteligente, é aí que se encontra toda a inteligência do dispositivo, uma vez que o mesmo conseguirá fazer o controle da temperatura do ambiente de forma automática a gerando economia para a residência.

Como a própria Internet das Coisas já determina, a conexão será via internet, então os dados serão transportados diretamente para um dispositivo móvel, no caso, um celular, onde o usuário poderá visualizar os dados em tempo real e acompanhar a evolução dos mesmos através de um aplicativo conectado ao microcontrolador, onde caso desejado, o usuário também poderá realizar ações para modificar o atual estado do ar-condicionado, como por exemplo, ligar ou desligar o dispositivo de maneira remota sem precisar estar presente no cômodo climatizado.

Na figura 4 abaixo, é apresentado um fluxograma que exemplifica como todo o sistema inteligente funcionará.

Figura 4 - Fluxograma do funcionamento do sistema inteligente de climatização



Fonte: autoria própria.

3.4 Lógica de programação e interface do usuário por meio de *software*

Na programação e criação da lógica do dispositivo inteligente, será utilizada a IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do *Arduino* para criar o código em linguagem

C++, onde o mesmo irá rodar no microcontrolador e fará a avaliação dos dados de entrada e saída em tempo real com base no modelo que será criado.

A principal característica do modelo será entender o comportamento da temperatura local para controlá-la e manter um clima agradável e personalizado, ao mesmo tempo em que é gerada economia de energia. A partir do código também será feito o envio dos dados para a Internet, permitindo acessá-los através de um aplicativo que serve de UI (interface do usuário), no caso, o *Blynk*, já conhecido e muito utilizado em prototipação IoT.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Tomando por base a metodologia apresentada, o trabalho resultará em uma revisão aprofundada dos tópicos referentes à Internet das Coisas, com foco no desenvolvimento de casas inteligentes. Dada a relevância desses conhecimentos diante dos novos cenários observados na atualidade, o estudo será de grande valia não apenas como foco de curiosidades, mas também atualização diante desse novo mercado de automatização.

O resultado esperado será um vídeo abordando diversos aspectos acerca da Internet das Coisas. O seminário será iniciado com uma introdução ao tema, apresentando a definição de IoT, as arquiteturas existentes (*Three-Layer Architecture* e *Five-Layer Architecture*) e conceito de camadas. Além disso, serão introduzidos os principais requisitos para implantação de um projeto, sendo eles Modelo, Aplicativo e Análise de Dados. Poderão existir alguns outros aspectos a serem abordados, de acordo com o andamento das pesquisas para elaboração do projeto.

É esperado que o seminário seja finalizado com as principais aplicações da Internet das Coisas, mostrando as tecnologias já existentes e as que são esperadas no futuro. Além de abordar as diversas possibilidades de áreas onde a IoT pode se desenvolver, como as cidades inteligentes, medicina e agricultura, o principal foco se dará na aplicação da Internet das Coisas no desenvolvimento de casas inteligentes. Esta pode se dar para melhorar a segurança, com fechaduras inteligentes e sistemas de detecção de incêndio, iluminação, eletrodomésticos e controle térmico dos ambientes.

Além do aprofundamento nos tópicos de estudo, resultaremos no desenvolvimento de um ar-condicionado inteligente, como forma de aplicação dos temas estudados. Esse tipo de tecnologia permite o controle remoto do sistema de resfriamento, de modo que o usuário,

mesmo não estando em casa, consegue desligá-lo ou ligá-lo. Essa possibilidade permite, por exemplo, economia de energia no caso de o usuário esquecer de desligar o aparelho ao sair de casa. Permite também maior comodidade, pois antes de chegar em sua residência a pessoa pode ligar o sistema para deixar o ambiente mais agradável. Outrossim, como sistema inteligente, ele pode ser programado para melhor atender as necessidades de cada usuário, configurando horários de ligamento/desligamento, temperatura e outras preferências.

Unido a essas vantagens, temos o fato dessa tecnologia reduzir o consumo excessivo de energia. O modelo *Midea Airstill*, por exemplo, da empresa *Midea*, promete uma economia de 82% com a função Eco Noite, a qual regula a temperatura do ambiente no período noturno [14]. Além de ser vantajoso para a economia financeira, há também o ganho ambiental advindo da redução dos consumos de energia, uma vez que a matriz energética do mundo não é majoritariamente limpa.

O modelo de ar condicionado a ser desenvolvido neste projeto será uma adaptação de um sistema já existente de resfriamento tradicional para a modalidade inteligente, com o auxílio de microcontrolador, sensores e atuadores. Dessa forma, será possível trazer um exemplo concreto de aplicação da IoT de forma relativamente simples, utilizando por exemplo a interface do Arduino estudada no primeiro ano do curso de Engenharia Física.

5 CONCLUSÃO

Podemos concluir, portanto, que a Internet das Coisas tem sido muito utilizada nas inovações tecnológicas, pois permite inúmeras possibilidades em diversas áreas. Temos exemplos na produção agro-industrial [2], na medicina [3] e no meio ambiente [2]. Além disso, existe uma grande importância em tecnologias que se entrincheiram e desaparecem na vida cotidiana comum, como retrata Mark Weiser, e esse é o poder de transformação da IoT.

Recentemente, o IoT iniciou a sua atuação em ambientes domiciliares, ou seja, na vida cotidiana comum, nas chamadas casas inteligentes. É nesse escopo que se integra o presente projeto, com o foco na implementação de um ar condicionado inteligente.

Apesar de simples, podemos concluir que existe uma alta relevância nessa implementação, como o impacto no consumo de energia, tanto em questões financeiras, quanto em questão ambiental caso seja aplicado em larga escala - algo que se espera de uma tecnologia cada vez mais acessível. Além disso, deve ser considerado também o conforto

proporcionado por um desenvolvimento como esse na vida das pessoas e de um ambiente domiciliar, graças ao seu controle remoto proporcionado ao usuário.

Por fim, o presente projeto apresenta um planejamento para um aprendizado mais profundo acerca do tema da Internet das Coisas. Portanto, definições e arquiteturas existentes dentro desse tema, como *Three-Layer Architecture* e *Five-Layer Architecture*, e a implementação desses conceitos no desenvolvimento de um ar condicionado inteligente serão introduzidos na vida acadêmica dos alunos, o que proporcionará um crescimento tanto intelectual, quanto profissional.

REFERÊNCIAS

- [1] MADAKAM, Somayya et al. **Internet of Things (IoT): A Literature Review**. Mumbai: **National Institute Of Industrial Engineering**, 2015. 3 v. Disponível em: <https://www.scirp.org/html/56616_56616.htm?pagespeed=noscript>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- [2] MARTÍNTALAVERA, Jesús et al. **Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields**. Elsevier, 2017. 142 v. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169917304155>>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- [3] UKIL, Arijit. **IoT Healthcare Analytics: The Importance of Anomaly Detection**. Crans-Montana: Ieee, 2016. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7474197>>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- [4] YANG, Heetae. **IoT Smart Home Adoption: The Importance of Proper Level Automation**. Hindawi, 2018. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/js/2018/6464036/>>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- [5] PALLAVI SETHI, Smruti R. Sarangi, **"Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications"**, Journal of Electrical and Computer Engineering, vol. 2017, Article ID 9324035, 25 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9324035>
- [6] VERMESAN, O; FRIESS; GUILLEMIN, P; et al., **"Internet of things strategic research roadmap,"** in **Internet of Things: Global Technological and Societal Trends**, vol. 1, pp. 9–52, 2011
- [7] PENÃ-LÓPEZ, I. **Itu Internet Report 2005: The Internet of Things**, 2005.
- [8] JAHNKE, Alec. **The 4 Estages of IoT Architecture**. 2020. Disponível em: <<https://www.digi.com/blog/post/the-4-stages-of-iot-architecture>>. Acesso em: 19 jun. 2021.
- [9] **IoT Architecture: the Pathway from Physical Signals to Business Decisions**. Altexsoft, 2020. Disponível em: <<https://www.altexsoft.com/blog/iot-architecture-layers-components/>>. Acesso em: 19 de jun. 2021.

[10] SINCLAIR. Bruno. **IoT: Como Usar a "Internet das Coisas" Para Alavancar Seus Negócios**. Autêntica Business, 2018.

[11] SENTANCE. R. **7 Examples of how the internet of things is facilitating healthcare**. Econsultancy, 2021. Disponível em: <<https://econsultancy.com/internet-of-things-healthcare>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

[12] IOT em uma perspectiva de casas inteligentes. In: STEVAN JUNIOR, Sérgio Luiz. **Iot - Internet Das Coisas - Fundamentos E Aplicações Em Arduino E Nodemcu**. Érica, 2018. p. 31-44.

[13] CODE IOT. **Crie seus próprios objetos inteligentes para solucionar problemas do mundo real**. Disponível em: <<https://codeiot.org.br/>>. Acesso em: 13 de jun. de 2020.

[14] AR-CONDICIONADO Midea Airstill. [S.I.]: Midea, 2020. (2 min.), son., color. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Iq-rQuLVuQ4>>. Acesso em: 14 jun. 2021.