



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA  
CENTRO DAS CIÊNCIAS EXATAS E DAS TECNOLOGIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO CIVIL PARA  
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

**MARCOS VINICIUS DE ALMEIDA SANTOS**

**BARREIRAS – BA  
DEZEMBRO - 2022**

**MARCOS VINICIUS DE ALMEIDA SANTOS**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO CIVIL PARA AUTOMAÇÃO  
RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade  
Federal do Oeste da Bahia, como requisito à obtenção  
do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Dr. Kleymilson do Nascimento  
Souza

**BARREIRAS – BA  
DEZEMBRO - 2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

S237 Santos, Marcos Vinicius de Almeida.

Viabilidade econômica do projeto civil para automação residencial. / Marcos Vinicius De Almeida Santos. – 2022.

88f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Kleymilson do Nascimento Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) –  
Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro das Ciências Exatas e das  
Tecnologias. Barreiras, BA, 2022.

1. Projeto de engenharia. 2. Automação. 3. Domótica. 4. Tecnologia. I. Souza,  
Kleymilson do Nascimento. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia - Centro das  
Ciências Exatas e das Tecnologias. III. Título.

CDD 620.0042

---

**Biblioteca Universitária de Barreiras - UFOB**

**MARCOS VINICIUS DE ALMEIDA SANTOS**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO CIVIL PARA  
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do  
Oeste da Bahia, como requisito parcial à obtenção do  
grau de Engenheiro Civil.

Aprovada em 08 de dezembro de 2022

**Banca Examinadora**

Orientador (a): \_\_\_\_\_

Dr. Kleymilson do Nascimento Souza  
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB

\_\_\_\_\_  
Dr. Edward Ferraz A. Júnior  
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB

\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Cláudio dos Santos Vieira  
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Gostaria de agradecer a minha família. Especialmente minha mãe Célia, minha avó Ozeni e meu avô Antônio por sempre me apoiarem, serem exemplos de determinação e luta, e serem os responsáveis por moldar o meu caráter. Agradeço minha noiva Claudia que sempre esteve ao meu lado durante o meu percurso acadêmico. A todos os meus amigos do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo. Ao professor orientador Dr. Kleymilson do Nascimento Souza pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo. Ao Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias (CCET) da Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), por ter proporcionado condições de desenvolver este trabalho.

## RESUMO

O desenvolvimento de um projeto civil, visando a automação residencial foi o objetivo central do trabalho. Partindo do princípio da economia, realizou-se um comparativo dos gastos para implementação da infraestrutura civil do sistema de automação residencial (domótica). A proposta é mostrar a viabilidade e benefícios de realizar este planejamento ainda na planta, antes da construção civil. Foi realizado o comparativo de gastos ao realizar a automação antes e após a obra concluída, mostrando a viabilidade da proposta além de agregar valor ao imóvel mesmo sem os kits de automação instalados, podendo ser implementado no futuro. Para mostrar a praticidade e aplicabilidade de um sistema de automação, foi desenvolvido um aplicativo para controle de um equipamento, podendo ligar e desligar de forma remota ou local (manual). O aplicativo foi desenvolvido para plataforma *Android* que se comunica por *wi-fi* com o microcontrolador ESP-32 da placa NodeMCU. Este trabalho busca demonstrar que o projeto civil deve procurar atender as tendências e necessidades do desenvolvimento da internet das coisas (IOT) e fazer uso das tecnologias, onde os aparelhos se comunicam facilitando a demanda, segurança e trabalho humano.

**Palavras-chave:** Automação, Domótica, Tecnologia, NodeMCU, Internet das coisas, Economia, Projeto Civil.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Placa de prototipagem Arduino UNO .....                                   | 18 |
| Figura 2 - Placa de prototipagem Arduino MEGA 2560.....                              | 19 |
| Figura 3 - Placa de desenvolvimento ESP-01 .....                                     | 19 |
| Figura 4 - Placa de desenvolvimento Wemos D1 R2.....                                 | 20 |
| Figura 5 - Placa de desenvolvimento NodeMCU .....                                    | 21 |
| Figura 6 - Funcionamento da lente de Fresnel no sensor de infravermelho passivo..... | 22 |
| Figura 7 – Sensor de presença PIR.....   | 22 |
| Figura 8 - Sensor de luminosidade LDR .....  | 23 |
| Figura 9 - Sensor de corrente não invasivo .....                                     | 24 |
| Figura 10 - Sensor infravermelho reflexivo de obstáculo .....                        | 24 |
| Figura 11 - Receptor Infravermelho .....   | 25 |
| Figura 12 - LED Emissor Infravermelho IR.....  | 25 |
| Figura 13 - Sensor de Gás .....  | 26 |
| Figura 14 - Sensor de temperatura.....   | 26 |
| Figura 15 - Sensor de umidade do solo .....  | 27 |
| Figura 16 – Diversos tipos de modulo relé.....                                       | 30 |
| Figura 17 - Polaridade do LED.....   | 30 |
| Figura 18 – Diversos tipos de LEDs.....  | 31 |
| Figura 19 - Módulo Buzzer 5V Ativo .....   | 31 |
| Figura 20 - Possíveis soluções para residências inteligentes.....                    | 32 |
| Figura 21 - Uso de câmeras nos sistemas de segurança. ....                           | 33 |
| Figura 22 – Sistema de controle de acesso. ....                                      | 34 |
| Figura 23 - Sistema de alarmes. ....   | 34 |
| Figura 24 – Controle de iluminação. ....   | 35 |
| Figura 25 - Controle Universal Smart Wi-Fi.....                                      | 36 |
| Figura 26 – Layout de projeto arquitetônico base .....                               | 38 |
| Figura 27 - Tipos de linhas elétricas.....   | 39 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 28 – Layout de projeto elétrico sem planejamento para automação. ....                                    | 40 |
| Figura 29 - Legenda de pontos para automação .....  | 41 |
| Figura 30 - Automação do ambiente Suíte .....   | 42 |
| Figura 31 – Automação de BWC suíte e closet.....  | 43 |
| Figura 32 - Automação de ambiente quarto .....  | 44 |
| Figura 33 - Automação de ambiente BWC social .....  | 44 |
| Figura 34 - Automação de ambiente Sala de estar/jantar .....  | 45 |
| Figura 35 - Automação de ambiente cozinha .....   | 46 |
| Figura 36 – Válvula solenoide.....  | 46 |
| Figura 37 - Automação de ambiente Área de Serviço.....  | 47 |
| Figura 38 - Automação do Ambiente garagem .....   | 48 |
| Figura 39 - Infraestrutura de projeto elétrico e automação .....  | 49 |
| Figura 40 - Interface inicial de aplicativo.....  | 54 |
| Figura 41 – Interface da página Ambientes.....  | 54 |
| Figura 42 - Interface ao clicar ambiente quarto.....  | 55 |
| Figura 43 – Interface da página Geral. ....   | 55 |
| Figura 44 - Componentes de blocos da página inicial.....  | 56 |
| Figura 45 – Fluxograma de decisões da página inicial do aplicativo.....   | 57 |
| Figura 46 - Componentes de blocos da página Geral.....  | 58 |
| Figura 47 - Fluxograma de decisões da página Geral do aplicativo.....   | 58 |
| Figura 48 – Interface de pagina de ambientes em construção.....   | 59 |
| Figura 49 - Fluxograma de decisões da página Ambientes do aplicativo. ....                                      | 60 |
| Figura 50 - Componentes de blocos da página Ambientes .....   | 61 |
| Figura 51 - Componentes de blocos da página do ambiente quarto .....  | 62 |
| Figura 52 - Fluxograma de decisões da página Quarto do aplicativo. ....   | 63 |
| Figura 53 - Pinagem NodeMCU.....  | 64 |
| Figura 54 – Montagem de microcontrolador para teste.....  | 65 |
| Figura 55 – Esquema de pinagem de microcontrolador e componentes. ....  | 65 |
| Figura 56 - Comparativo de execução de implantação de infraestrutura .....                                      | 67 |
| Figura 57 - Comparativo de execução de implantação de infraestrutura com valor para<br>execução do imóvel. .... | 68 |
| Figura 58 – Teste de botões do aplicativo .....   | 70 |
| Figura 59 – Teste na página ambiente .....  | 70 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 60 – Teste de acionamento de led e relés ..... | 71 |
|---|----|

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Sensores comumente encontrados no mercado.....  | 28 |
| Tabela 2 - Quantitativo de material para infraestrutura do projeto elétrico. ....                    | 50 |
| Tabela 3 - Quantitativo de material para infraestrutura do projeto de automação (Na planta).51       |    |
| Tabela 4 – Quantitativo de reforma em residência para implantação de automação residencial.<br>..... | 52 |
| Tabela 5 – Análises de custos para processo de automação.....  | 68 |

## SUMÁRIO

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                               | <b>13</b> |
| 1.1          | OBJETIVO GERAL.....                                   | 14        |
| 1.2          | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                           | 14        |
| 1.3          | JUSTIFICATIVA.....                                    | 15        |
| <b>2</b>     | <b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                    | <b>16</b> |
| 2.1          | PROJETO DE EDIFICAÇÃO CIVIL.....                      | 16        |
| 2.2          | HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....               | 17        |
| 2.3          | SISTEMAS EMBARCADOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL .....  | 17        |
| <b>2.3.1</b> | <b>Arduino.....</b>                                   | <b>17</b> |
| <b>2.3.2</b> | <b>ESP8266.....</b>                                   | <b>19</b> |
| 2.4          | SENSORES E ATUADORES PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL ..... | 21        |
| <b>2.4.1</b> | <b>Sensores .....</b>                                 | <b>21</b> |
| <b>2.4.2</b> | <b>Atuadores .....</b>                                | <b>28</b> |
| 2.5          | RESIDÊNCIAS INTELIGENTES .....                        | 31        |
| 2.6          | APLICABILIDADE DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....          | 33        |
| <b>2.6.1</b> | <b>Sistema de segurança .....</b>                     | <b>33</b> |
| <b>2.6.2</b> | <b>Sistema de controle de iluminação.....</b>         | <b>34</b> |
| <b>2.6.3</b> | <b>Controle remoto universal.....</b>                 | <b>35</b> |
| <b>3</b>     | <b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                       | <b>37</b> |
| <b>4</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                  | <b>66</b> |
|              | <b>CONCLUSÕES .....</b>                               | <b>72</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                              | <b>73</b> |
|              | <b>APÊNDICE A .....</b>                               | <b>79</b> |
|              | <b>APÊNDICE B.1 .....</b>                             | <b>80</b> |
|              | <b>APÊNDICE B.2 .....</b>                             | <b>81</b> |
|              | <b>APÊNDICE C.1 .....</b>                             | <b>82</b> |
|              | <b>APÊNDICE C.2 .....</b>                             | <b>83</b> |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>APÊNDICE C.3 .....</b> | <b>84</b> |
| <b>APÊNDICE D .....</b>   | <b>85</b> |
| <b>APÊNDICE E .....</b>   | <b>86</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

Na construção civil é dada grande importância ao setor de projetos, pois deve-se planejar e buscar atender as necessidades do cliente, visando evitar gastos posteriores com reformas. Tem-se como exemplo o projeto que leva em consideração a parte de instalações elétrica, hidráulicas, condicionamento de ar, iluminação (FABRÍCIO; MELHADO; BAIA, 1999).

Os projetos, em geral são planejados seguindo normas específicas. Segundo a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020), para o sistema hidráulico, deve-se preservar a potabilidade assegurando o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada, com pressões e vazões compatíveis com o funcionamento, além das tubulações passando de forma que não afete a estrutura, de modo que possa evitar níveis de ruídos, além de outros detalhes.

As instalações elétricas atendem normas técnicas específicas e consideram as especificações técnicas da concessionária de energia local. Segundo Carvalho Junior (2017), a elaboração do projeto junto ao planejamento da execução, irá evitar perda de materiais, preservando a qualidade com a economia desejada, evitando assim um superdimensionamento do sistema.

Os sistemas de condicionamento de ar também são levados em consideração durante a elaboração do projeto civil. O projeto segue normas específicas como a NBR 6401 (1980), NBR 13971 (2014) e NBR 16655-1/2/3 (2018a, 2018b, 2019). Estas normas buscam uma instalação que proporcione o melhor conforto térmico. Na elaboração deste tipo de projeto, além de se planejar o sistema de dreno e tubulações, afim de evitar infiltrações, mofo e ruídos, deve-se observar a capacidade do sistema elétrico e a disposição dos elementos do sistema estrutural, com o intuito de evitar sobrecargas e/ou danos (BERTOLDO; ANTONIAZZI; TRINDADE, 2022).

O profissional responsável por acompanhar a execução da obra deverá estar atento a todos estes detalhes, bem como, observar se o projeto tem todas as especificações necessárias, sendo que estas análises necessitam ser feitas antes mesmo de iniciar a execução da obra. O projeto deve estar de acordo com as normas, evitando modificações e ajustes no futuro. O engenheiro projetista deve planejar e consultar todas as demandas do usuário, de modo que evitem modificações que impliquem em custos adicionais ou soluções não previstas em projeto. Para se ter se ter uma ideia, segundo Carvalho Junior (2014), estimasse que cerca de 75% das patologias que ocorrem nas edificações é devido à falta de planejamento ou planejamento de má qualidade nas instalações prediais, ou seja, havendo

uma maior dedicação ainda na fase de projetos, grande parte dos problemas referente as patologias nas edificações poderiam ser evitado.

Melhorias na etapa inicial de projeto, podem ser consideradas devido o desenvolvimento e acesso a novas tecnologias de automação que devem ser instaladas. Com o surgimento de tecnologias que não existiam em décadas atrás surgiu o termo domótica<sup>1</sup> proporcionando segurança, conforto e acessibilidade residencial. Esta tecnologia é responsável pela gestão e controle dos recursos habitacionais e economia de energia. Esse termo nasceu da junção do termo “Domus”, que significa casa, com a palavra “Robótica”, que remete a ações de automação e controle (MARTELETTO, 2016).

Assim, surgem as necessidades de levar em consideração um prévio interesse de instalação, em um planejamento antes de construir a edificação. Ou seja, deve ser levado em consideração na planta um projeto base, já disponibilizando uma estrutura civil para automação. As casas inteligentes, apesar de ser um conceito que assemelha algo futurista e estar associado a um público de classe alta, vem se tornando cada vez mais acessível (LIMA; NOBRE; ALENCAR, 2019). Como já citado, está diretamente associada ao conforto e segurança. Para executar a automação deve ser considerado um planejamento ainda na fase de projetos, evitando gastos futuros na construção já pronta (GRAUPMANN, O.; GRAUPMANN, S., 2014).

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é realizar a automação do protótipo de um ambiente, mostrando na prática as necessidades e facilidades que surgem na domótica utilizando a plataforma Arduino.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em vista do objetivo geral, os objetivos específicos são apresentar a importância de um projeto civil considerando as futuras instalações desejadas (hidráulica, climatização, elétrica e automação), avaliar os custos envolvidos em adaptações necessárias para realizar uma automação residencial, realizar um levantamento dos tipos de sensores e atuadores e tecnologias utilizadas na automação residencial, avaliar as contribuições da domótica na acessibilidade, sustentabilidade, qualidade de vida (conforto) e economia dos usuários,

---

<sup>1</sup> Fusão de “domus”, que significa “casa” em latim, com robótica, ligada ao ato de realizar ações automatizadas.

apresentar modelos de projetos de automação de baixo custo e desenvolver um modelo de ambiente web para o usuário interagir na residência.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A grande dificuldade na execução de casas inteligentes está no seu investimento que passa a ser um custo adicional ao projeto. Além disso as edificações atuais sofrem com a falta de preparação para receber esse sistema no futuro. É comum encontrar casas automatizadas, como por exemplo com portão eletrônico, um sistema de irrigação de jardim, podendo até esses sistemas funcionarem de forma autônoma. Com a automação residencial é possível integrar todos esses sistemas em um processo único (CECATO, 2010). Diante deste contexto, antes de aplicar alguma automação em uma residência, é necessário instalar alguns equipamentos, sendo necessário preparar a edificação para recebê-los e para integrar com a arquitetura do ambiente. Para melhor conectividade é necessário ter um planejamento, da escolha do posicionamento dos cabos e equipamentos, assim ter um melhor desempenho no sistema de automação (LEMOS, 2020).

Os benefícios do planejamento antecipado na automação residencial podem trazer diversos benefícios no setor da engenharia civil. Os projetistas de cada setor podem trabalhar de forma integrada, não pensando apenas na sua área, mas sim no projeto como um todo, de modo que todas as suas condições sejam levadas em consideração (ALMEIDA, 2014).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo será dado ênfase a importância dos projetos de edificação civil. Contará um pouco sobre o histórico da automação residencial, bem como os sistemas de automação disponíveis, sensores e atuadores mais utilizados. Também será tratado sobre as residências inteligentes e algumas aplicações de automação residencial.

### 2.1 PROJETO DE EDIFICAÇÃO CIVIL

Na construção civil, os projetos são de fundamental importância, eles geralmente seguem uma hierarquia no qual o projeto arquitetônico é usado como a base. Na maioria dos casos eles são tratados de forma individual, o que poderá na hora da execução causar incompatibilidade, trazendo gastos extras. Uma das maneiras eficiente na fase de elaboração dos projetos a serem executados é o trabalho em paralelo e em conjunto. Além de ser elaborado mais rápido, será possível considerar necessidades precoces que cada projetista deverá respeitar e estar atento (FABRÍCIO; MELHADO; BAIA, 1999).

Atualmente, a forma de elaborar projetos simultâneos tem sido facilitada pelo avanço da tecnologia. Através de ferramentas computacionais é possível que os projetistas trabalhem de forma integrada, virtualmente, analisando em tempo real o que outro projetista tem elaborado e considerado (FABRÍCIO; MELHADO, 2000).

Algumas disciplinas de projetos têm similaridades com outras, podendo citar o projeto hidrossanitário e o projeto de climatização. Apesar de serem projetos diferentes, no projeto de climatização existe drenos em que a água escorrerá por gravidade e precisará seguir por algum caminho, este caminho geralmente é feito através da rede de esgoto ou pluvial do projeto hidrossanitário, com isso a importância desses dois projetos estarem em harmonia (ALEXANDRE, 2021).

Outro projeto com similaridades é o projeto elétrico e projeto de automação. O projeto de automação está diretamente relacionado com o conforto do usuário através do uso da tecnologia para desenvolver atividades de forma mais prática e cômoda. Para que seja possível, é necessário que as soluções adotadas da automação estejam em concordância com o projeto elétrico, para que não ocorra sobrecargas elétricas ou demandas não consideradas (TAVELA, 2021).

## 2.2 HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Com o surgimento nos Estados Unidos dos primeiros módulos “inteligentes” em 1970, começou a emergir a automação residencial. Estes módulos tratavam-se de soluções simples e pontuais como ligar algumas luzes ou equipamento (MURATORI; BÓ, 2011).

Ainda segundo Muratori, com a chegada da internet e dos computadores pessoais, a aceitação pelas tecnologias residenciais passou a ter um grande apelo. Devido à explosão do telefone móvel e outras tecnologias que começaram a se tornar mais acessível na vida das pessoas.

Com as oportunidades geradas pelo uso do computador e internet, assim como o barateamento dos *hardwares*, gerou nas pessoas uma cultura de acesso à informação digitalizada. Com isso, houve a possibilidade de elevar o nível dos projetos elétricos, que antes era simples e não havia integração, agora passou a ter possibilidade de um nível mais moderno onde todas as funções desenvolvidas possam ser integradas e trabalhada em conjunto (BOLZANI, 2004).

Com a evolução da tecnologia, o que antes era apenas ficção científica passou a se tornar mais comum e acessível. O foco da automação residencial tem sido a integração continua dos eletrodomésticos para um maior conforto e acessibilidade de seus usuários (MCCORMICK, 2017)

## 2.3 SISTEMAS EMBARCADOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

O sistema embarcado é um computador construído para realizar uma tarefa específica, podendo ser uma simples tarefa ou até tarefas bem complexas com tomadas de decisões (POZZEBOM, 2014).

Um exemplo claro de sistema embarcado é um vídeo game portátil, nele há sensores de vídeo, de imagem, de áudio e vários botões, se analisarmos, tudo isto está presente nos computadores, porém de um modo bem diferente. No vídeo game portátil, sendo sua função exclusiva de rodar jogos, não necessita de componentes mais robustos, o que acaba sendo utilizado um microcontrolador compacto e específico para realizar estas funções (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

### 2.3.1 Arduino

O Arduino é um sistema de hardware e código aberto. Existem diversas plataformas semelhantes e com os mesmos padrões, como exemplo temos as placas Arduino e as placas Genuíno, sendo a diferença entre elas que a Arduino é fabricada apenas no Estados Unidos,

enquanto a Genuíno é fabricada em todo o mundo. Pela familiaridade e até pela facilidade de encontrar a marca, neste trabalho, a plataforma utilizada e descrita será a Arduino.

Há vários de tipos/modelos de placas do Arduino, sendo a mais conhecida e prática para resolver as automações o Arduino UNO, apresentado na Figura 1. Ela foi a responsável por popularizar a plataforma no mundo, tendo componentes que fizesse que sua programação fosse mais rápida do que as versões anteriores (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

Figura 1 – Placa de prototipagem Arduino UNO



Fonte: Rodrigo Risetto Terra (2019).

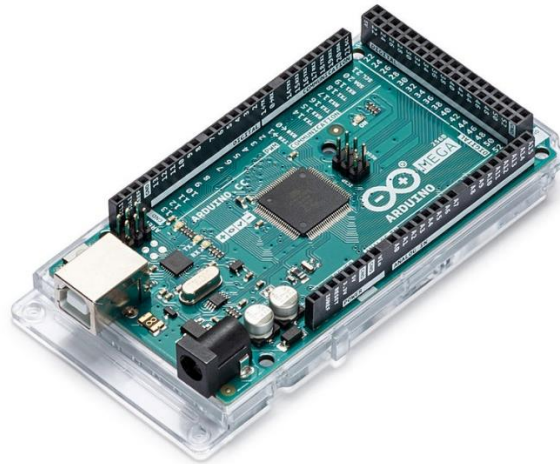
Uma das características da placa Arduino UNO é que pode ser alimentada por uma porta USB com 5V ou por uma fonte de alimentação externa, sendo que a tensão da fonte externa deve estar entre 6V e 20V, sendo recomendada a alimentação externa entre 7V e 12V, quando alimentado abaixo de 7V, poderá ficar instável podendo desligar, e quando alimentada acima de 12V, o regulador de tensão poderá sobreaquecer, danificando o sistema (SOUZA, 2013).

Para o sistema lógico do microcontrolador da placa existe o código fonte que é desenvolvido em linguagem C que direciona ao microcontrolador quais ações o sistema deve tomar (JUNIOR; FARINELLI, 2018). A placa também possui pinos (portas) de entrada e saída que podem ser programados como *input* ou *output*, permitindo que o Arduino interaja com o ambiente externo (ARDUINOPORTUGAL.PT, 2017).

Outra placa popular do tipo Arduino é a MEGA 2560, mostrada na Figura 2. Esta é uma versão estendida da Arduino UNO, possuindo um formato mais alongado, sendo a principal diferença que a MEGA é constituída com mais portas de entrada/saída e mais memória. Uma desvantagem encontrada tanto na UNO como na MEGA 2560 é que não possuem suporte nativo para comunicação sem fio, o que as tornam bastante limitadas,

entretanto, podem ser instaladas módulos que conseguem suprimir essa desvantagem, quando necessário (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

Figura 2 - Placa de prototipagem Arduino MEGA 2560



Fonte: Cairo Noleto (2021).

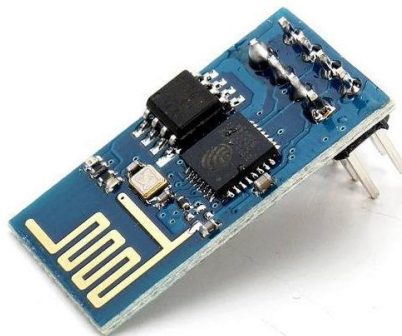
### 2.3.2 ESP8266

O ESP8266 é um chip com o microcontrolador que possui capacidade de comunicação por Wi-Fi, diversas placas foram desenvolvidas com base nela.

Lançado em 2014 com a placa ESP-01, apresentado na Figura 3, houve uma revolução na área da eletrônica, já que é uma placa que apresenta um custo inferior ao Arduino e com um tamanho bem menor (KOYANAGI, 2017).

Apesar de ter um tamanho pequeno, aproximado do tamanho de uma moeda, ela não tem um baixo poder de processamento, até porque o seu chip controlador é o mesmo de placas maiores e mais robustas, sendo a sua principal desvantagem ter uma pequena quantidade de canais de entrada e saída (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

Figura 3 - Placa de desenvolvimento ESP-01



Fonte: Adilson Thomsen (2015).

Diferente do Arduino que alimentado em 5V, o módulo ESP-01 é alimentado em 3,3V devido ao baixo consumo de energia demandado pela placa. Em suas versões mais recentes, possuem um chip de memória de até 4 Mb, que o torna em certos aspectos uma placa mais potente que o Arduino, abrindo uma série de possibilidades de utilização com a placa.

Outra placa bastante comum é a *Wemos D1 R2*, mostrada na Figura 4. Seu formato é similar ao Arduino, assim, fisicamente, teoricamente todos os sensores do Arduino é compatível com esta placa.

Comparando com a ESP-01, esta placa é mais vantajosa pois possui mais pinos de entrada e saída, além de possuir uma porta de comunicação serial USB, que faz com que seja necessário apenas conectá-la ao computador para receber o código, diferentemente da ESP-01, que não possui porta de comunicação serial USB, sendo necessário conectá-la a um conversor serial ou a uma placa Arduino, para usá-lo como uma “ponte” para receber o código (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

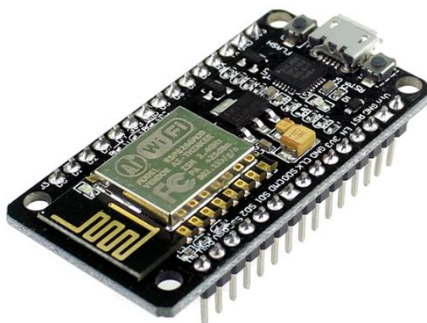
Figura 4 - Placa de desenvolvimento Wemos D1 R2



Fonte: Euler Oliveira (2017).

Existe também a placa de desenvolvimento NodeMCU (Figura 5), que é uma placa com tamanho intermediário comparado com as demais disponíveis, possui a mesma quantidade de portas de entrada e saída da Placa *Wemos*, e ainda possui a porta de comunicação serial USB, logo para programá-la o procedimento é semelhante a Arduino e a *Wemos*, basta conectá-la ao computador e embarcar o código desenvolvido.

Figura 5 - Placa de desenvolvimento NodeMCU



Fonte: Greici Oliveira (2017).

## 2.4 SENSORES E ATUADORES PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

### 2.4.1 Sensores

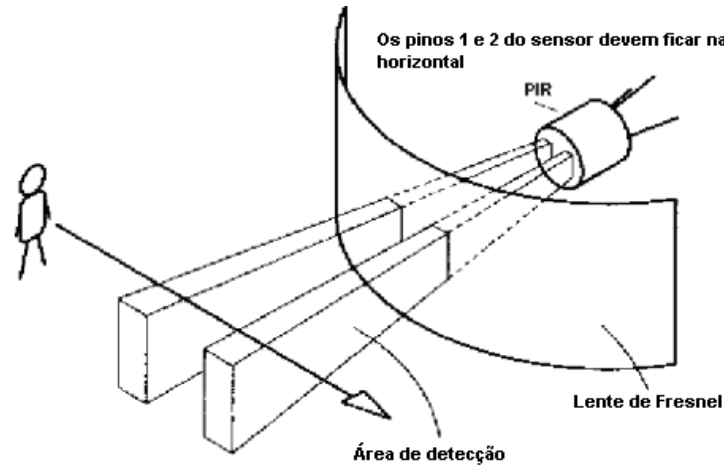
Os sensores já estão presentes no cotidiano de todos. Praticamente todos os dispositivos inteligentes fazem o uso de sensores, seja um smartphone, um GPS ou até mesmo sons que os carros mais modernos emitem quando o motorista está estacionando e se próximo de algum objeto. Existem inúmeras aplicabilidades para o seu uso (KARVINEN, K.; KARVINEN, T. 2014).

Ainda segundo Karvinen (2014), os sensores são dispositivos que conseguem medir um estímulo externo, e a partir destas informações enviam dados para o sistema. Seu funcionamento se dá por meio da transdução, onde conseguem transformar a energia recebida em outro tipo de energia.

#### **Sensores de presença**

Os sensores de presença são dispositivos que, em sua maioria, apresentam um sensor de infravermelho passivo (PIR) que conseguem detectar movimentos em até 7 metros de distância (ARDUINO E CIA, 2014). Seu funcionamento acontece por meio de captação do movimento mediante a radiação infravermelha. Esta captação ocorre através de uma lente de Fresnel, que faz que a radiação seja direcionada a um único ponto, o seu funcionamento está representando na Figura 6.

Figura 6 - Funcionamento da lente de Fresnel no sensor de infravermelho passivo



Fonte: Newton C. Braga (2008).

Sua aplicação é habitual em projetos de automação residencial, comercial e até segurança. É comum sua utilização em conjunto com outros sensores e atuadores. Existem inúmeras funcionalidades que podem ser empregadas com este sensor, desde o simples acender de uma lâmpada através da detecção do movimento até a sua integração com o sistema de segurança (VIDAL, 2017).

Figura 7 – Sensor de presença PIR



Fonte: Arduino (2021).

### **Sensores de luminosidade**

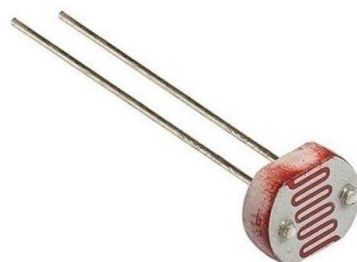
Os sensores de luminosidade são dispositivos em que a sua resistência elétrica varia de acordo com a luminosidade do ambiente, sendo que quando mais iluminado seja o ambiente, menor será a sua resistência, resultando assim numa maior passagem de corrente pelos seus terminais, servindo de parâmetro para controle (ELETROGATE, 2017a).

O seu principal componente é o LDR (*Light Dependent Resistor*), representado na Figura 8. Amplamente utilizado em projetos de controle de iluminação e medidores de luz,

este sensor é encontrado nas fotocélulas presentes nos postes de rua, onde é o responsável por acender as luzes ao anoitecer e apagar as luzes ao amanhecer (SILVER, 2019).

No projeto de automação, este tipo de sensor pode ser útil para uma série de funções, como acender e apagar luzes externas apenas quando for necessário, assim podendo gerar economia de energia elétrica, pode ser utilizado também em sistema de segurança, onde o rompimento de um feixe de luz indica a presença de pessoas, e até mesmo contribuir na questão do conforto, onde poderá automatizar a abertura e o fechamento de cortinas.

Figura 8 - Sensor de luminosidade LDR



Fonte: Vitor Vidal (2017)

### **Sensor de corrente**

Os sensores de corrente são dispositivos que permitem a leitura de corrente elétrica. Existem diversos tipos de dispositivos, alguns que possibilitam a leitura de corrente alternada, corrente contínua e dispositivos que permitem a leitura de ambas as correntes. O seu funcionamento ocorre através da detecção do campo magnético gerado a partir da passagem de corrente, campo este que é proporcional a quantidade de corrente (ELETROGATE, 2017b; THOMSEN, 2015a).

Existem diversas aplicações que este tipo de sensor pode ser usual, podendo ser utilizado em estudos de eficiência energética, sistemas de proteção contra surtos de corrente e tensão, e até em projetos de automação residencial, onde pode ser utilizado, em conjunto com um sensor de tensão, no gerenciamento de consumo dos aparelhos eletrodomésticos da residência.

Figura 9 - Sensor de corrente não invasivo

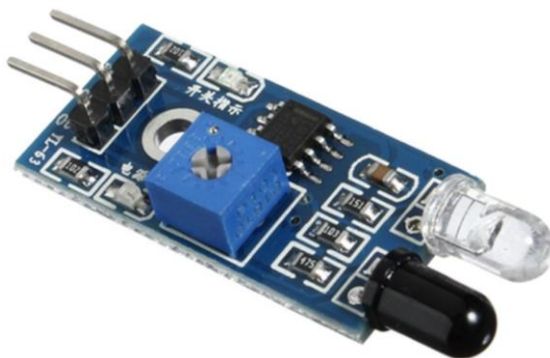


Fonte: Ezequiel Demetras (2017).

### Sensor de infravermelho

Os sensores de infravermelho são dispositivos utilizados em sistemas de segurança, monitoramento de entrada e saída em ambientes, e medição de distancias. Um dos sensores mais comum é o reflexivo de obstáculo (Figura 10), este sensor tem a capacidade de verificar se há algum objeto a sua frente. Possuem dois LEDs infravermelhos em paralelo, sendo um LED emissor de infravermelho e o outro receptor. A todo instante o LED emissor fica acesso, assim que estiver alguma barreira à sua frente, o sinal será refletido e o LED receptor reconhecerá a presença de uma barreira à sua frente. Neste sensor possui um potenciômetro para o ajuste da detecção de distância, dependendo do modelo, esta distância pode ser ajustada entre 2 cm e 80 cm (GUIMARÃES, 2018; THOMSEN, 2015b).

Figura 10 - Sensor infravermelho reflexivo de obstáculo



Fonte: Euler Oliveira (2018).

Outra aplicação para este tipo de sensor, pode ser usado para ligar e desligar aparelhos que possui controle remoto, como televisores e ares-condicionados. Para esta utilidade, é necessário antecipadamente decodificar o código do controle, que para esta tarefa pode-se utilizar um sensor receptor de infravermelho (Figura 11). Com este sensor é possível copiar a função de cada botão do controle remoto e reproduzi-las através de um sensor

emissor de infravermelho (Figura 12), tendo a possibilidade de unificar todos os controles remotos da residência, podendo transformar o smartphone em um controle universal (CALIXTO, 2019).

Figura 11 - Receptor Infravermelho



Fonte: Daniel Madeira (2018).

Figura 12 - LED Emissor Infravermelho IR



Fonte: Euler Oliveira (2018).

### **Sensores de gás**

Sensores de gases são dispositivos utilizados para prevenção e segurança contra gases. O tipo de gás que o sensor foi desenvolvido para detectar irá mudar de acordo com o modelo do dispositivo, devendo ser consultado o seu fabricante (OLIVEIRA, 2018a; STRAUB, 2016). O seu funcionamento acontece a partir da detecção do gás pelo sensor que em seguida emitirá um aviso ao microcontrolador, que realizará a tarefa programada.

O uso deste sensor é eficaz em projetos de automação residencial, que poderá ser utilizado em conjunto com outros sensores e atuadores. Algumas das tarefas que poderão ser programadas com o uso deste sensor, poderia ser destrancar portas, ativação de *buzzer* para aviso sonoro e até o fechamento do fornecimento de gás da edificação.

O uso simultâneo de múltiplos sensores de gás em ambientes diferentes poderá indicar o foco do vazamento de gás ou fumaça, podendo alertar as equipes de socorro (STRAUB, 2016).

Figura 13 - Sensor de Gás



Fonte: Euler Oliveira (2018).

### **Sensores de temperatura**

Sensores de temperatura são sensores que se tem grande aplicabilidade quando se quer medir a temperatura de animais, humanos, líquidos e até ambientes. Com a pandemia do covid-19 houve inúmeros projetos desenvolvidos com o propósito de medir a temperatura da população para reduzir a transmissão do vírus (LOCATELLI, 2021).

Existe uma variedade destes tipos de sensores. Podendo encontrar desde sensores que serão necessário a sua calibração, até sensores que não necessitam de calibração, no qual informará a temperatura de acordo com a escala definida para o tipo, podendo esta escala ser em Celsius, Fahrenheit ou Kelvin (BABOS, 2020).

Na automação este sensor é muito encontrado em sistemas de ar-condicionado, que utilizado junto com outros sensores podem automatizar para que um ambiente fique sempre em uma temperatura preestabelecida ou até mesmo que haja o resfriamento de um dispositivo quando chegar a determinada temperatura.

Figura 14 - Sensor de temperatura



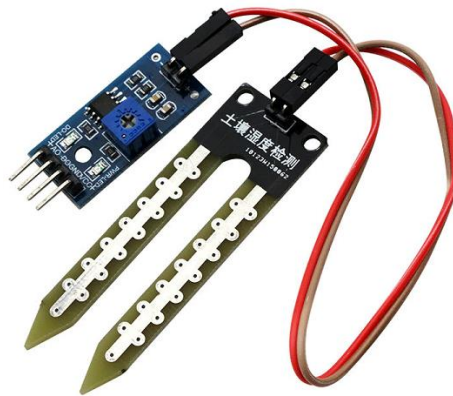
Fonte: Caroline Locatelli (2021).

## Sensores de umidade de solo

Os sensores de umidade do solo são dispositivos desenvolvidos para medir as variações da umidade no solo. Estes sensores possuem portas digitais ou analógicas, podendo encontrar também sensores com ambos os tipos de portas. Nas portas digitais, é possível obter apenas dois resultados pelo sensor, se o solo está úmido ou seco, sendo o meio termo definido por um potenciômetro instalado no sensor, já as portas analógicas são possíveis mensurar o quão úmido o solo está (OLIVEIRA, 2018b).

É utilizado para monitorar e controlar jardins ou hortas. Ao integrar com algum microcontrolador e outros sensores ou atuadores é possível automatizar para que o sistema avise o usuário quando a umidade do jardim esteja em determinado valor, ou até mesmo que o próprio sistema faça a irrigação do jardim (MOREIRA, 2020; THOMSEN, 2016).

Figura 15 - Sensor de umidade do solo



Fonte: Euler Oliveira (2018).

Além dos sensores citados anteriormente, também existem outras opções e soluções de sensores disponíveis no mercado, como na tabela abaixo:

Tabela 1 - Sensores comumente encontrados no mercado.

| <b>Sensores</b>         | <b>Função</b>  |
|-------------------------|--|
| Sensor de chama         | Alertar o sistema microcontrolador sobre a presença de fogo em determinado ambiente. Na área de automação residencial pode ser aplicado como sensor de monitoramento para disparar alarmes ou mesmo tomar providências imediatas em caso de incêndio.  |
| Sensor de cor           | Identificar com precisão as cores. O sensor trabalha com três cores primárias (vermelho, verde e azul), a partir das quais consegue-se identificar diversas outras cores.  |
| Sensor de fluxo de água | Controle de fluxo de água ou líquidos com densidades semelhantes. Pode ser utilizado junto com um pressurizador para aumentar a pressão de água em encanamentos onde ao abrir uma torneira e passar líquido pelo seu interior, ele enviará o sinal para que pressurizador ligue, e ao parar o fluxo ele envie sinal para desligar.   |
| Sensor de inclinação    | Indicar se algum objeto inclinou. Muito utilizado em projetos de carrinhos robôs para indicar ao microcontrolador a queda ou “capotagem” do protótipo.   |
| Sensor de nível de água | Controlar o nível de água em reservatórios de água de forma automática. O sensor ao identificar que o nível de água no reservatório está baixo pode ativar uma bomba d’água, e ao identificar que o reservatório está cheio de água pode desativar a bomba d’água.   |
| Sensor de peso          | Detectar diferentes cargas que esteja agindo sobre o sensor. Empregado na construção de balanças é composto por uma ponte resistiva que altera sua resistência conforme o peso aplicado.   |
| Sensor de pressão       | Medir a pressão absoluta ou atuar como um sensor de vácuo. Possibilidades de usos automotivos como na pressão dos pneus, e equipamentos de diagnóstico; usos industriais em sistemas de interruptores de freios, medidor de pressão portátil ou detecção de fugas; ou na área da aerodinâmica, como mini sensor de pressão absoluta. |
| Sensor ultrassônico     | Calcular a distância com precisão de objetos. Este sensor emite sinais ultrassônicos que refletem no objeto a ser atingido e retornam ao sensor, precisando a distância do alvo, tomando o tempo de trânsito do sinal do ultrassom.  |

Fonte: Autor (2022).

#### **2.4.2 Atuadores**

Os atuadores têm função inversa aos sensores. Como citado anteriormente, os sensores são dispositivos que recebem estímulos externos e enviam os dados para o sistema. Já os atuadores recebem os dados do sistema e transformam em algum tipo de sinal, sinal este que dependerá do tipo de saída que o transdutor do atuador exigirá (SALOMAO, 2020).

Os atuadores podem ter função de controlar dispositivos ou simplesmente sinalizar um ambiente. Para o controle de dispositivos são utilizados relés para ligar e desligar aparelhos, estes aparelhos geralmente são equipamentos de potência, como um motor elétrico ou um aquecedor. Já para sinalizar ambientes pode ser utilizado alguma indicação luminosa ou uma indicação sonora (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

Algo que é importante salientar, que nem sempre os atuadores irão atuar a partir da interação humana. Quando está associada a residências inteligentes, muitas das vezes irão atuar a partir de uma interação com o próprio ambiente. É comum haver casos de atuação de máquinas com máquinas.

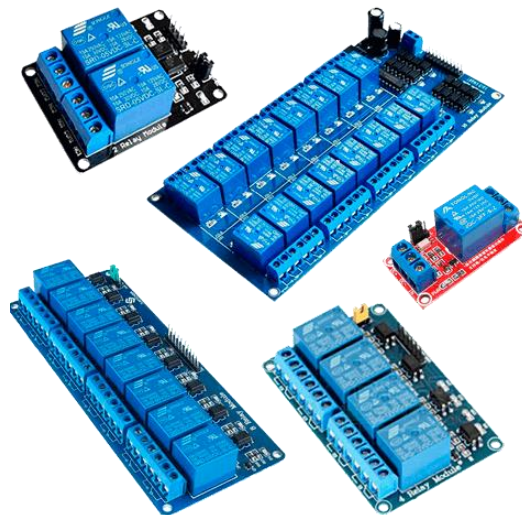
### **Relés para aplicação ON/OFF**

Os relés são atuadores eletromecânicos que a partir de pequenas correntes e um microcontrolador conseguem controlar outros dispositivos. Os tipos de módulos mais comuns encontrados no mercado são com um, dois, quatro e oito canais, podendo encontrar módulos com até 16 canais, assim sendo capaz de atender diversos tipos de projetos (BABOS, 2021).

Seu sistema atua semelhante ao funcionamento de uma chave, podendo abrir ou fechar a passagem de corrente elétrica. Cada canal é responsável por controlar um circuito, suportando cargas de até 250 VAC ou 30 VCD, com corrente máxima de 10A (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

São abundantes as formas que este dispositivo pode ser utilizado na automação residencial, como por exemplo, acionar via Wi-Fi uma máquina de fazer pão para quando o usuário chegar em casa o pão estiver quente ou até mesmo em uma eventual viagem o usuário acionar as luzes da casa à distância para simular a presença de pessoas na residência.

Figura 16 – Diversos tipos de modulo relé



Fonte: Flavio Babos (2021).

### LEDs para sinalização

O LED é um componente eletrônico que permite a condução de corrente elétrica em apenas uma direção. Possui um lado positivo e um lado negativo, sendo esta uma característica conhecida como polaridade. Este dispositivo funcionará apenas se a sua instalação ocorrer de modo em que corrente elétrica passe no sentido positivo para o negativo, a haste maior representa o lado positivo e a haste menor o lado negativo (Figura 17), caso o fluxo passe no sentido inverso, o dispositivo não funcionará, podendo até danificá-lo (MIRANDA, 2021)

Figura 17 - Polaridade do LED

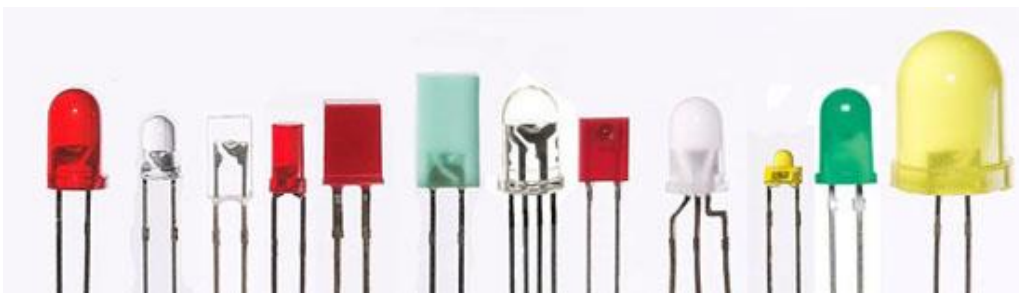


Fonte: Venancio Miranda (2021).

Por ser um dispositivo com um baixo consumo de energia elétrica o seu uso passou a ser comum nas residências. Possuindo diferentes tipos de cores e componentes que até

podem emitir duas ou três cores num mesmo encapsulamento, se organizados, podem ser representados desde simples sinalizações como apenas acender e apagar de LEDs a até sinalizações mais complexas como uma animação dinâmica (JUNIOR; FARINELLI, 2018).

Figura 18 – Diversos tipos de LEDs.



Fonte: Victor Del Greco (2019).

### **Buzzer para sinalização sonora**

Os *Buzzers* são dispositivos com funcionamento semelhante aos alto-falantes, conseguindo converter sinais elétricos em ondas sonoras. Existem os *buzzers* passivos e os ativos, sendo a diferença entre eles o modo que o som é reproduzido. No passivo é possível reproduzir melodias já que há um controle sobre os tons emitidos, já o ativo ao ser energizado reproduz o som de um apito, sendo ele recomendando para situações de avisos ou alarmes (GUIMARÃES, 2017).

Figura 19 - Módulo Buzzer 5V Ativo



Fonte: Fábio Guimarães (2017).

## **2.5 RESIDÊNCIAS INTELIGENTES**

O termo residências inteligentes está fortemente atrelado ao uso da tecnologia para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Para Nugent (2008), o termo pode ser pensado, fundamentalmente, como a combinação de sensores e atuadores.

Com o enorme desenvolvimento de sensores e atuadores além da facilidade de programar um microprocessador, houve um grande impulso no desdobramento de sistemas baseados em dispositivos de rede, assim dando encabeçamento ao que hoje é conhecido

como residências inteligentes. Seu objetivo é monitorar o próprio ambiente, como também proporcionar uma melhor experiência de vida para os usuários (NUGENT et al., 2008).

O termo inteligente precisa ser analisado com cautela, pois segundo o dicionário Aurélio *inteligência* é a “capacidade de aprender, compreender, adaptar-se facilmente, interpretar ou desenvolver alguma forma de intelecto ou perspicácia” (FERREIRA, 1999). O termo está mais voltado para a área da inteligência artificial, em que máquinas são capazes de interpretar dados externos, aprender a partir dessa interpretação e utilizar o aprendizado para resolver tarefas específicas e atingir objetivos determinados (NEOWAY, 2020).

O mercado da automação residencial já existe há algum tempo, mas foi com o avanço da internet das coisas (ou IoT, Internet of Things) que começou a expandir as possibilidades. A IoT é um termo que abrange todas as tecnologias que permite a conexão de um dispositivo a internet, é a partir dela que há a possibilidade de a casa inteligente saber quando executar determinada ação, e executar automaticamente sem a interferência do usuário (GRUPO BINÁRIO, 2020).

Em relação as vantagens relacionadas às residências inteligentes, pode ser mencionada a acessibilidade, segurança e bem-estar das pessoas, gerada a partir da praticidade, simplicidade e objetividade dos comandos. Tais vantagens trazem benefícios, podendo ser citados, para indivíduos com limitações físicas, em que pode proporcionar maior autonomia e independência em suas atividades diárias. (PAULUS et al., 2017)

Figura 20 - Possíveis soluções para residências inteligentes.



Fonte: Priscila Laiane (2018)

## 2.6 APLICABILIDADE DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial está atrelada ao uso da tecnologia para proporcionar segurança, conforto e acessibilidade. Suas aplicações são imensuráveis, onde podem variar desde tarefas simples como ligar e desligar aparelhos, até ao monitoramento e gerenciamento complexos na residência, onde o próprio sistema poderá escolher as tarefas que deverão ser desenvolvidas dependendo da situação no momento.

A seguir serão tratados sobre sistema de segurança, sistema de controle de iluminação e o uso do controle remoto universal, onde estão relacionados a automação residencial.

### 2.6.1 Sistema de segurança

Com o aumento da necessidade de segurança em suas residências, as tecnologia tem se tornado bem eficiente quando se trata de vigilância residencial (METROPOLIS BROKERS, 2022).

Um dos itens bastante utilizado no sistema de segurança são as câmeras, através delas é possível monitorar a residência via Smartphone em tempo real pelo sistema CFTV (Circuito Fechado de Televisão). O seu posicionamento deve ser levado em consideração pontos estratégicos nas áreas externas e internas, evitando o posicionamento próximo a pontos de iluminação, para impedir a perda de qualidade da imagem (TEZA, 2002).

Figura 21 - Uso de câmeras nos sistemas de segurança.



Fonte: Positivo Casa Inteligente (<https://www.positivocasainteligente.com.br>)

Outro item utilizado no sistema de segurança é o controle de acesso. Estes dispositivos vêm substituindo as chaves e fechaduras, tornando o modo de acesso à residência mais moderno e mais seguro, sendo encontrado diversos tipos de reconhecimento, existindo modelos mais simples que utilizam a digitação de senha a até modelos mais

sofisticados que utilizam a biometria ou até o reconhecimento facial (ANGELONI, 2013). O controle de acesso pode ainda ser integrado com o serviço de CFTV, onde o usuário pode monitorar o fluxo de pessoas na residência, como também, caso seja necessário, permitir a entrada de terceiros na edificação à distância.

Figura 22 – Sistema de controle de acesso.



Fonte: Rogério Coradini (2020).

Quando se fala em sistema de segurança, não se pode deixar de citar os sistemas de alarmes. Este sistema pode ser integrado com sensores de presença, de abertura de portas e janelas, e até sensores de gases, para quando detectado algo indevido o usuário seja informado, e no caso de entrada de pessoas mal intencionados, seja emitido sons altos para inibir a sua ação, para este caso pode ser até conectado com empresas de segurança para fazer a checagem em caso de disparo do alarme (METROPOLIS BROKERS, 2022).

Figura 23 - Sistema de alarmes.



Fonte: Patrimonium (<https://patrimonium.net.br>).

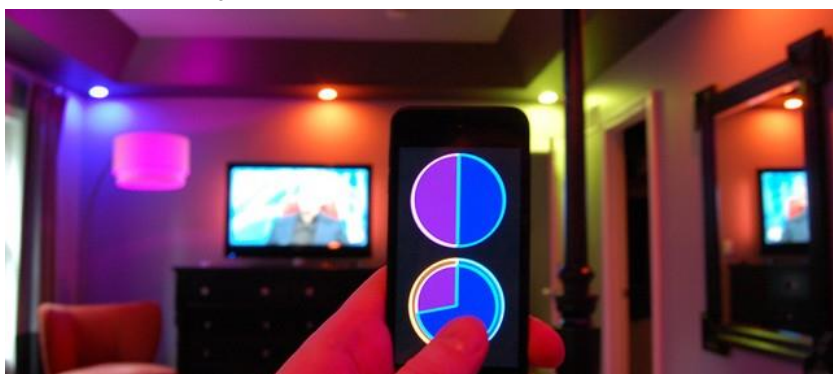
## 2.6.2 Sistema de controle de iluminação

A luz é fundamental para o ser humano, além de estar relacionada com inúmeros processos bioquímicos, também está relacionada com o conforto ambiental (CANGUSSU,

2019). Um ambiente com uma boa qualidade de luz é indispensável quando se refere à qualidade de vida, sendo assim, é necessário conhecer o tipo de iluminação, controlar a quantidade e a qualidade para se ter um ambiente aconchegante e saudável (MARTINS; BELENKI; SANCHES, 2014).

Com a automação residencial é possível ter um controle eficiente no gerenciamento da iluminação. Através de sensores e *dimmers* pode-se iluminar ambientes apenas quando necessário e com a intensidade essencial. É possível também criar cenários que a intensidade da iluminação modifica a partir do uso, tendo como exemplo uma sala que a intensidade de iluminação ao assistir um filme será diferente da intensidade ao ouvir uma música, dando a sensação de um ambiente mais confortável. Este controle permite uma redução no uso da iluminação entre 30% e 60% (NETO, 2009).

Figura 24 – Controle de iluminação.



Fonte: Jefferson Belizário (2019).

### 2.6.3 Controle remoto universal

O smartphone é algo que está ao nosso lado desde o momento em que acordarmos até o momento que vamos dormir. As pessoas têm se tornado cada vez mais dependentes desses dispositivos, seja para fugir um pouco da realidade através de diversão com jogos ou até para interagir com outras pessoas através das redes sociais (CASTELLI, 2015).

O smartphone também vem sendo utilizado para maior conforto e facilitar as tarefas diárias em casa. É comum ter um controle remoto para a TV, outro para o aparelho de DVD, outro para o *home theater* etc. e essa quantidade de controle pode gerar desconforto e até confusão na hora de ligar algum aparelho. Com isso pode-se encontrar centenas de aplicativos que são capazes de transformar o smartphone em um controle remoto universal, onde o usuário consiga controlar praticamente qualquer aparelho que disponha do uso de controle remoto, entretanto para isso funcionar, o smartphone necessita ter um sensor infravermelho (SALUTES, 2021).

Os smartphone que possuem infravermelho são poucos, dessa forma, para contornar este problema, existe as soluções via Wi-Fi. É uma solução interessante pois é possível controlar os aparelhos sem precisar estar no alcance de visão do smartphone, entretanto para esta solução ser bem-sucedida os aparelhos que serão controlados precisam estar conectados à rede de internet, o que o torna também restrito, pois são limitados os modelos de aparelho com conexão de rede.

Uma outra solução interessante, é o uso do equipamento conhecido como controle inteligente (Figura 25). Este equipamento dispõe de sensor infravermelho e conexão via Wi-Fi, onde receberá o comando pelo smartphone e enviará para o aparelho a função que deseja, sua limitação é que controle inteligente precisa estar no alcance de visão do dispositivo que deseja controlar (LIMA, 2021).

Figura 25 - Controle Universal Smart Wi-Fi



Fonte: Filipe Garrett (2021).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

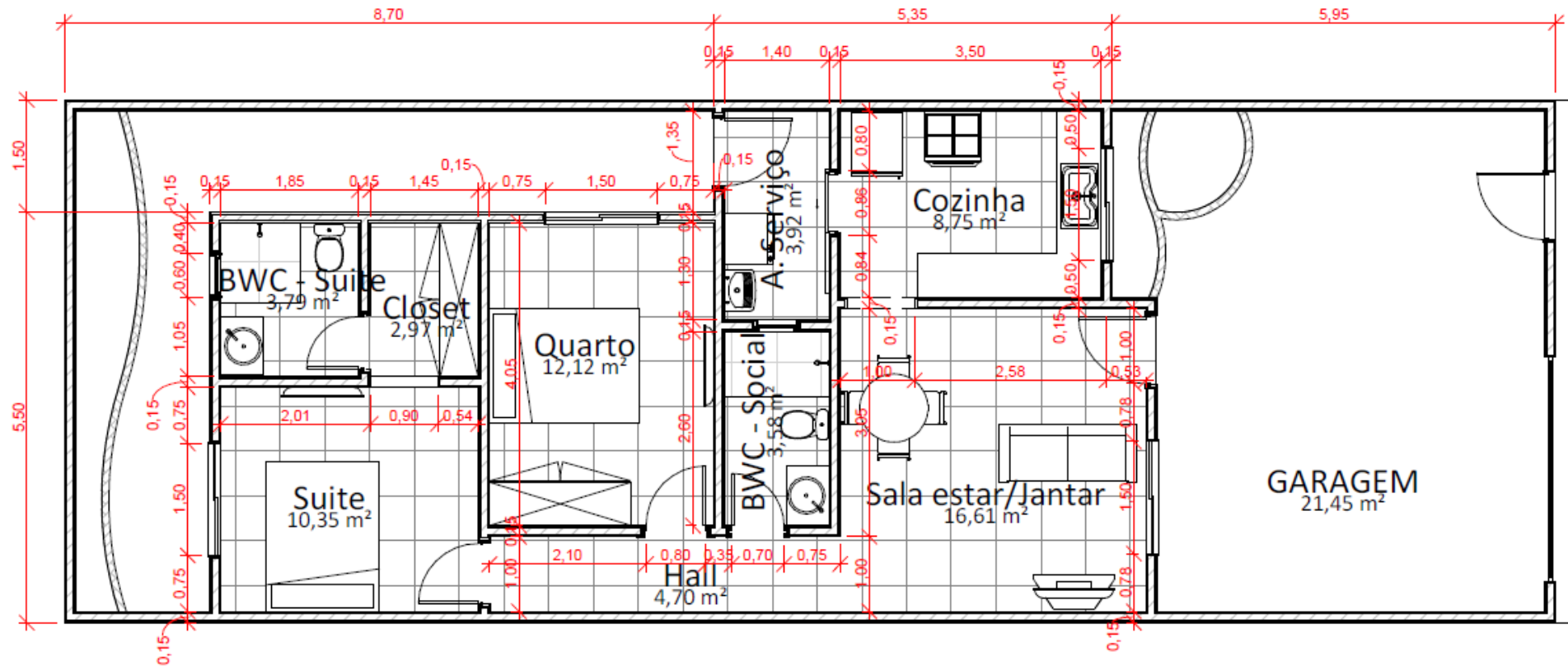
Neste Trabalho será analisado a viabilidade econômica de deixar a edificação com a infraestrutura já pronta para receber uma futura automação residencial.

É necessário considerar um planejamento ainda na fase dos projetos. Diante disso foi elaborado um projeto arquitetônico (Apêndice A) no *software Revit* para ser usado como base na análise econômica. O projeto base trata-se de uma residência padrão baixo/médio, contendo uma garagem, uma sala de estar/jantar, uma cozinha, uma área de serviço, um banheiro social, um quarto e uma suíte (vide Figura 26).

A partir do projeto base, poderá ser elaborado os projetos complementares (projetos estruturais, elétricos, hidrossanitários, climatização, automação etc.), todos os projetos complementares devem ser integralizados em uma hierarquia na sua execução, de modo para que não haja incompatibilidade.

A partir do projeto base, foi elaborado no software QiBuilder o projeto elétrico da residência (Apêndice B.1 e Apêndice B.2). Este projeto foi elaborado de acordo com especificações técnicas definidas na NBR 5410 (2004). Nele consta como deveria ser executado o sistema elétrico da residência sem o planejamento de automação, cada ambiente receberia os pontos de tomadas e interruptores pensando apenas na atual necessidade do usuário (vide Figura 28). O projeto elétrico foi dividido em nove circuitos, sendo utilizado dois circuitos para iluminação e o restante para tomadas, sendo dividido entre tomadas de uso geral e tomadas de uso específico. Para a previsão de carga da iluminação dos ambientes, foi utilizado o seguinte critério, seria previsto uma carga mínima de 100VA (Volt Ampere) para os primeiros 6m<sup>2</sup> do ambiente, acrescida de 60VA para cada aumento de 4m<sup>2</sup> inteiros. Já para a previsão dos pontos de tomadas foram considerados um ponto de tomada para cada banheiro e área de serviço, para a cozinha foi considerado no mínimo uma tomada para cada 3,5 metros de perímetro e para o restante dos ambientes foram considerados no mínimo uma tomada para cada 5 metros de perímetro do ambiente, sendo que a escolha das posições das tomadas foi escolhida de forma que ficassem distribuídas uniformemente pelo ambiente. Foram previstas também tomadas de uso específico para os chuveiros elétricos e para os ares-condicionados.

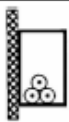



Figura 26 – Layout de projeto arquitetônico base



Fonte: Autor (2022).

Para o dimensionamento do sistema elétrico, é necessário definir a capacidade de condução dos cabos, que se dá a partir da indicação do tipo de linha elétrica, sendo que para o projeto em questão, acontece por meio de condutores unipolares em eletrodutos de seção circular embutido em alvenaria, obtendo-se o método de referência B1 (Figura 27).

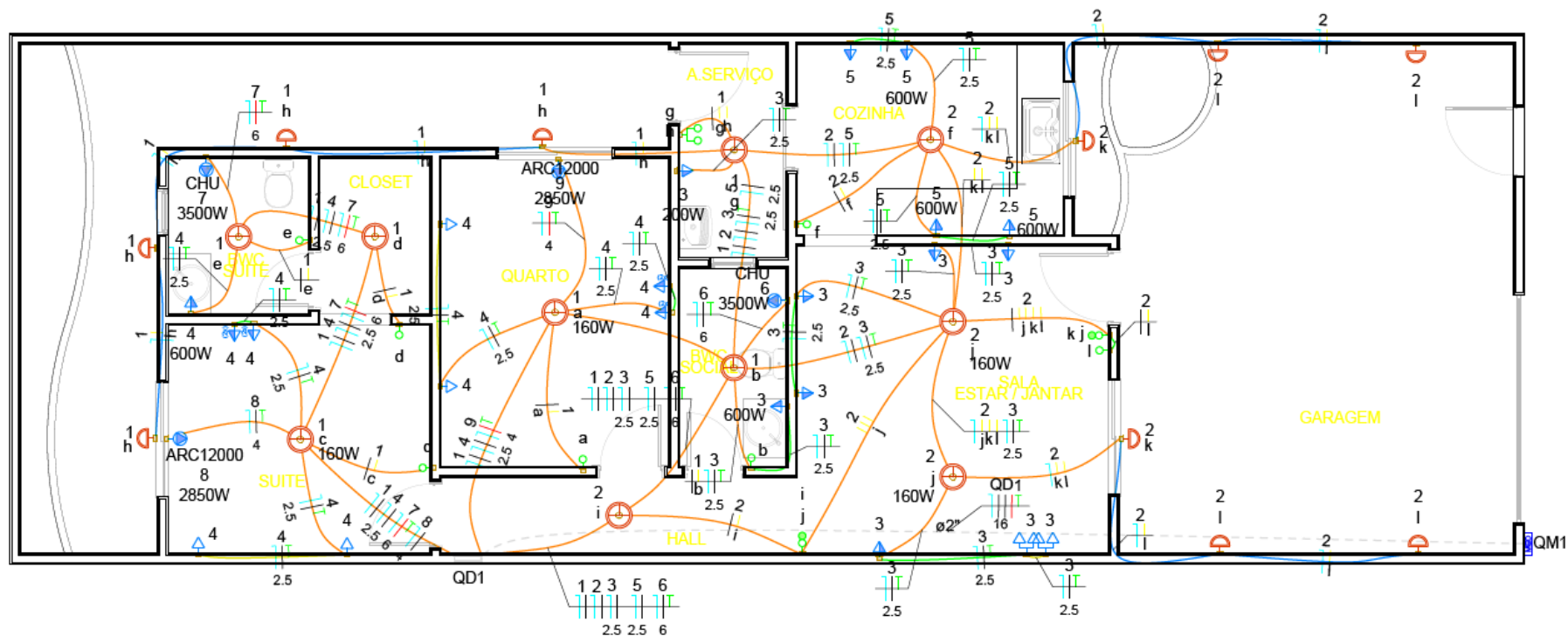
Figura 27 - Tipos de linhas elétricas

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| 5 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede | B1 |
| 6 |  | Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede                         | B2 |
| 7 |  | Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria     | B1 |
| 8 |  | Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria                             | B2 |

Fonte: Adaptada de ABNT NBR 5410 (2004)

Ainda sobre o sistema elétrico, a NBR 5410 (2004) define fatores que influenciam no dimensionamento do sistema, como o fator de correção para temperaturas (FCT), em que ambientes com temperaturas superior a 30°C influenciam negativamente na condução elétrica, e ambientes com temperaturas inferiores a 30°C influenciam positivamente na condução elétrica, sendo que para o projeto elaborado foi determinado como uma temperatura ambiente média de 30°C, sendo assim, será considerado que a temperatura ambiente não influenciará na condução de corrente. Outro fator definido pela NBR 5410 (2004) é o fator de correção para agrupamentos (FCA), em que quanto mais circuitos passar por um mesmo eletroduto, maior será a influência negativa sobre aqueles condutores, sendo assim, no projeto, os circuitos foram avaliados e separados de forma que passassem três ou quatro circuitos pelo mesmo eletrodutos, com a finalidade do FCA não ter grande influência sobre a condução elétrica dos cabos. Mais detalhes sobre o projeto elétrico se encontram no Apêndice B.1 e Apêndice B.2.

Figura 28 – Layout de projeto elétrico sem planejamento para automação.



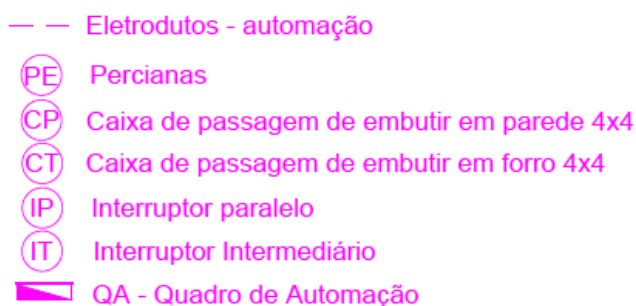
| Legenda |                        |
|---------|------------------------|
|         | Quadro de distribuição |
|         | Quadro de medição      |
|         |                        |
|         |                        |
|         |                        |
|         |                        |
|         |                        |

Fonte: Autor (2022).

Quando se trata de automação residencial, deverá ser pensando inicialmente em cada ambiente de forma isolada, prevendo todas as situações que poderia facilitar e melhorar a qualidade de vida do usuário, e ao final integrar todo o sistema da residência de modo que todos os dispositivos se comuniquem um com os outros.

A partir do projeto elétrico foi analisado as possíveis soluções que cada ambiente pode possuir, sendo o *layout* do projeto apresentado no Apêndice D. Na Figura 29 está representada a legenda referente aos pontos de automação.

Figura 29 - Legenda de pontos para automação



Fonte: Autor (2022).

As soluções que foram consideradas no ambiente suíte (Figura 30), foi um ponto para instalação de um motor para persiana automática (PE-01), uma caixa de passagem próxima a janela (CP-01), esta caixa de passagem servirá para a instalação de um sensor infravermelho para a possibilidade de ativação do ar-condicionado remotamente e um sensor de corrente onde poderá analisar remotamente se o dispositivo ar-condicionado está ligado e até gerenciar o consumo de energia elétrica.

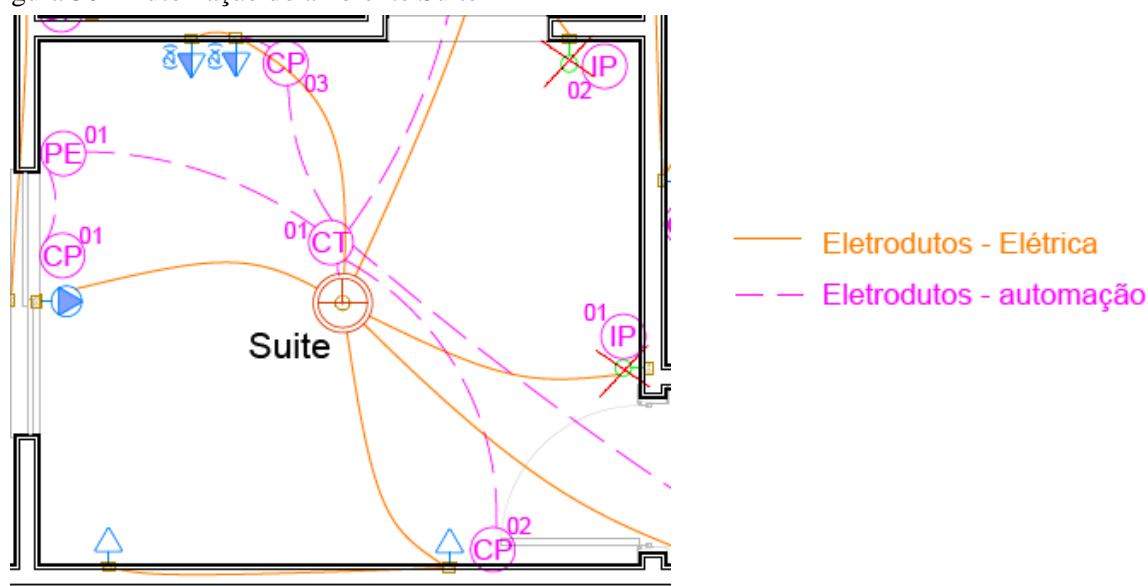
Neste ambiente ainda foi pensado a instalação de uma outra caixa de passagem próximo onde está previsto o uso da cama (CP-02) e outra próxima ao local onde está previsto o uso da televisão (CP-03). Na CP-02 poderá ser instalado sensores de corrente em que irá gerenciar e analisar o uso das tomadas próxima a ela. Já na CP-03, assim como na CP-02, também podem ser instalados sensores de corrente, e até sensores infravermelho, para caso o usuário deseje desligar a TV remotamente.

A partir da análise deste ambiente, praticamente não será necessário a mudança dos pontos elétricos presentes no projeto elétrico da Figura 28, tendo a única mudança prevista no interruptor (IP-01), onde no projeto elétrico está previsto um interruptor simples, e para o processo de automação será necessário interruptor paralelo (*three-way*). A mudança de interruptor acontece devido a necessidade da instalação de relés no quadro de automação, quadro este que deverá ser instalado ao lado do quadro de distribuição do projeto elétrico.

Para este caso, o relé funcionará como o segundo interruptor paralelo, e o usuário poderá ligar/desligar a iluminação do ambiente, tanto remotamente, como manualmente.

Deverá ser implantado também uma caixa de passagem no forro (CT-01), esta caixa servirá para receber os eletrodutos referente ao sistema de automação do ambiente suíte, podendo nela receber também a instalação de sensores infravermelho, onde a sua posição tem visão direta para a TV e ar-condicionado, podendo ativar os dois dispositivos apenas com um único sensor. Existe também a possibilidade de usar os eletrodutos já existentes no projeto elétrico, adicionando eletrodutos apenas em pontos necessários, mas para isso, deverá ser analisado todo o projeto elétrico, refazer o dimensionamento e conferir se com a passagem da nova fiação referente ao sistema automação não haverá perda significativa na alimentação dos dispositivos. Como uma das intenções do trabalho é deixar a residência preparada para receber uma futura automação, é interessante posicionar o sistema de automação em eletrodutos separados do sistema elétrico, até para evitar que o campo magnético gerado a partir nos condutores elétricos interfira no sinal do sistema de automação.

Figura 30 - Automação do ambiente Suíte



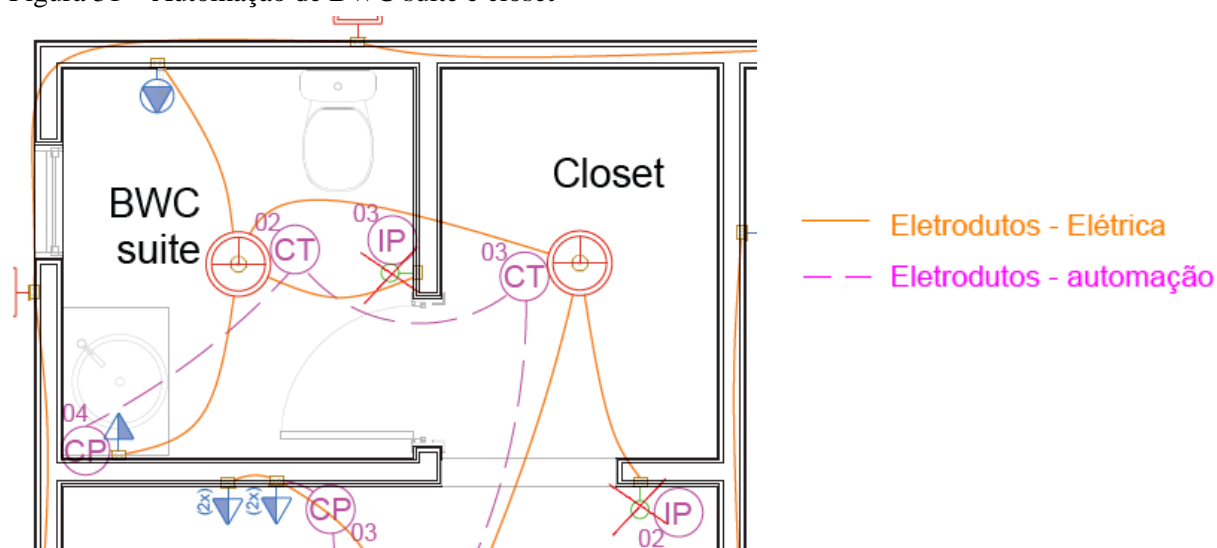
Fonte: Autor (2022).

Para os ambientes BWC suíte e *closet*, representado na Figura 31, será necessário a substituição dos interruptores simples por interruptores three-way (IP-02 e IP-03), com essa mudança, será necessário a adição de um relé para cada interruptor no quadro de automação. Será instalada uma caixa de passagem embutida na parede do banheiro (CP-04), para a instalação de sensores de corrente para o gerenciamento de consumo de energia da tomada

próximo a ao lavatório. No ponto próximo ao chuveiro elétrico não será necessário a instalação de sensores de medição de corrente, este sensor poderá ser instalado no próprio quadro de automação, junto ao quadro de distribuição, pois o circuito que alimenta o chuveiro é utilizado apenas para este fim, facilitando assim a sua medição e ainda economizando material.

Em cada ambiente será instalada uma caixa de passagem no forro, assim como no ambiente suíte, elas serão utilizadas para a passagem de fiação relacionada ao processo de automação. Não será necessário a ligação de um eletroduto entre a caixa de passagem no forro e interruptores, pois como a mudança nos interruptores serão apenas nos espelhos, poderá permanecer a mesma infraestrutura.

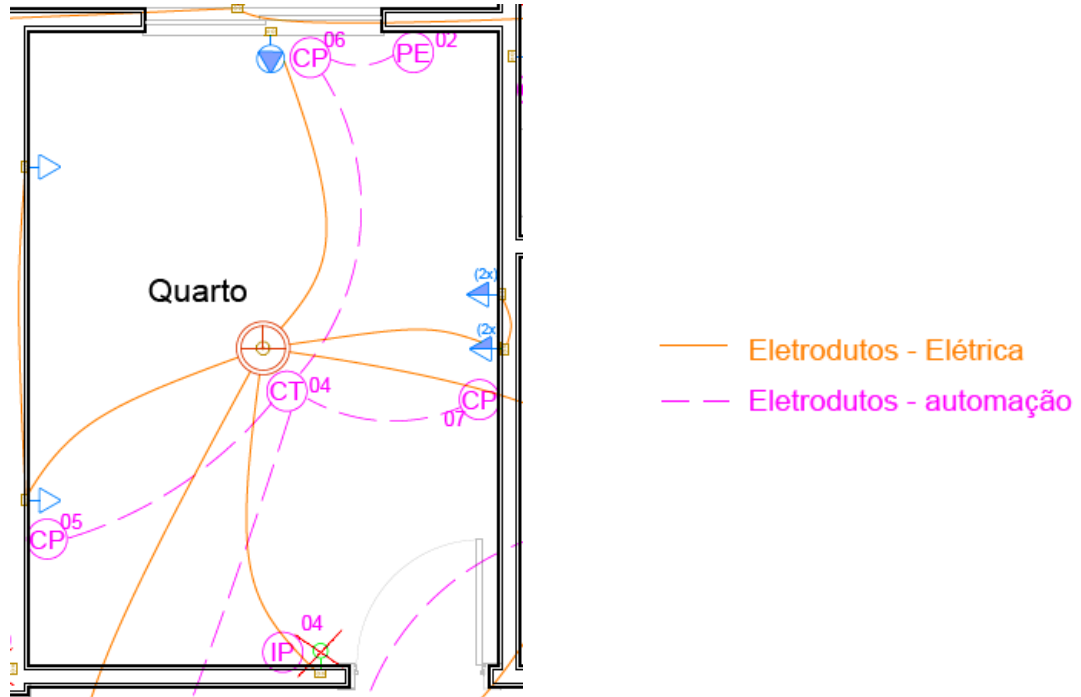
Figura 31 – Automação de BWC suíte e closet



Fonte: Autor (2022).

Pensando no ambiente quarto, representado na Figura 32, as soluções foram semelhantes ao ambiente suíte, onde será instalada um ponto para persiana automática (PE-02), uma caixa de passagem próxima ao ar-condicionado para instalação de sensor infravermelho (CP-06), a instalação de caixas de passagens próximas as tomadas para instalação de sensores de corrente (CP-05 e CP-07), instalação da caixa de passagem no forro (CT-04) e a mudança do interruptor simples para *three-way*.

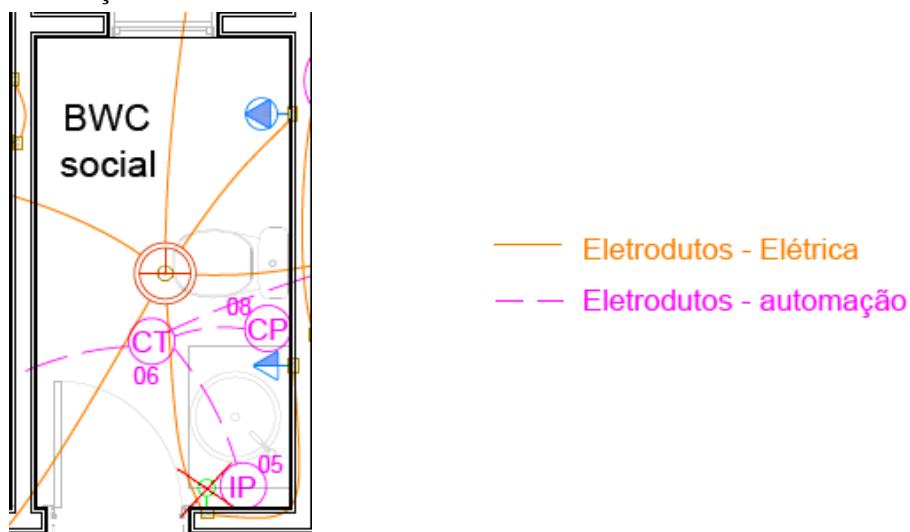
Figura 32 - Automação de ambiente quarto



Fonte: Autor (2022).

No ambiente BWC social (Figura 33), por ser um ambiente com as mesmas funções e aparelhos do BWC suíte, não houve diferença nas soluções adotadas, sendo adotada a adição de uma caixa de passagem embutida na parede e uma caixa de passagem embutida no forro, além de, para a automação, ser necessário a mudança do interruptor simples para um interruptor paralelo.

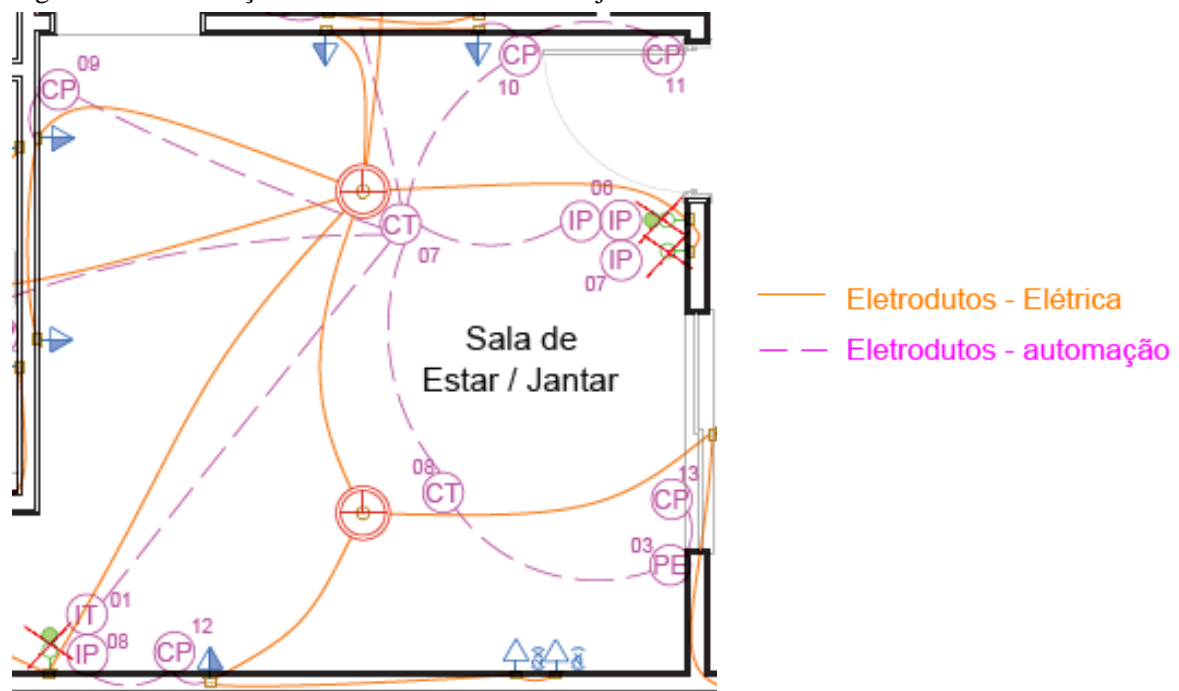
Figura 33 - Automação de ambiente BWC social



Fonte: Autor (2022).

Já o ambiente sala de estar/jantar (Figura 34), além de soluções semelhantes ao de outros ambientes, como caixas de passagens para sensores de corrente (CP-09, CP-10 e CP-12), caixa para persiana automática (PE-03) e sensores infravermelho (CP-13 e CT-08), também houve a adição de um caixa de passagem para um sensor de abertura e fechamento de porta (CP-11), este sensor servirá para a segurança da residência, informando ao usuário caso haja abertura da porta principal da residência em um horário que não deveria ter ninguém na residência. Outra mudança que deverá ser analisado neste ambiente é que nele já possui dois interruptores paralelos, e para o devido funcionamento do sistema em um caso da automação da iluminação, será necessário a mudança de um interruptor paralelo para um interruptor intermediário (IT-01).

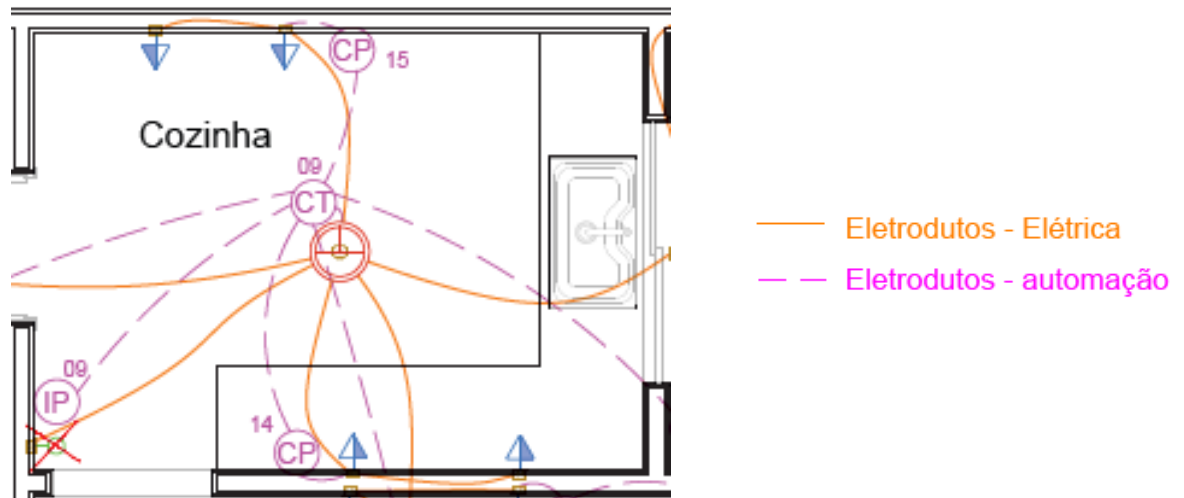
Figura 34 - Automação de ambiente Sala de estar/jantar



Fonte: Autor (2022).

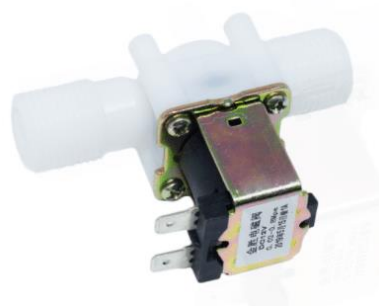
No ambiente cozinha (Figura 35), deverá ser instalado duas caixas de passagens (CP-14 e CP-15), nessas caixas poderão ser instalados sensores de correntes para analisar o consumo de energia das tomadas próximas, deverá também ser instalada uma caixa de passagem no forro (CT-09), esta caixa servirá para a passagem da fiação referente a automação como também poderá instalar um sensor de gás, este sensor de gás poderá estar integrado com uma válvula solenoide (Figura 36), que ao detectar algum vazamento de gás, a válvula solenoide poderá fechar o sistema de gás da residência.

Figura 35 - Automação de ambiente cozinha



Fonte: Autor (2022).

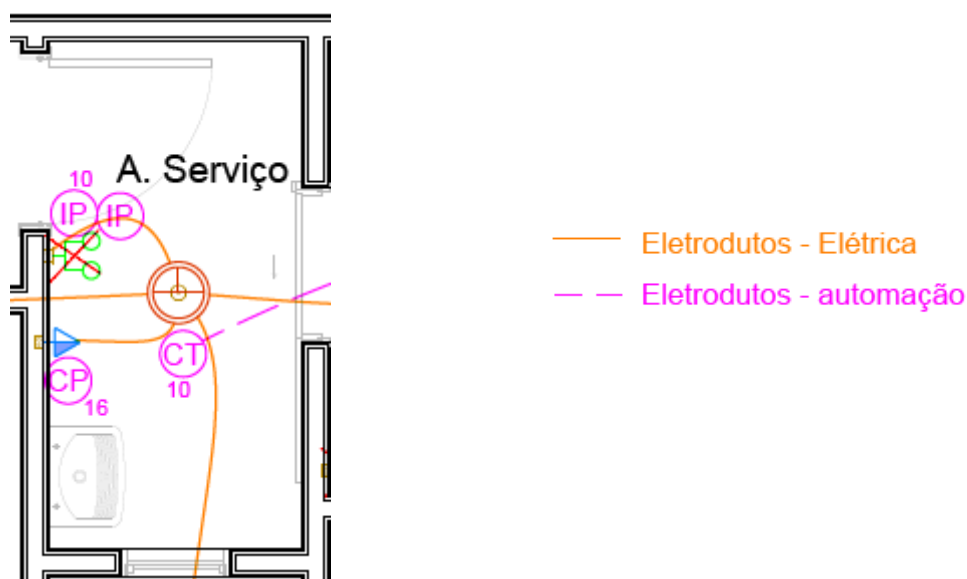
Figura 36 – Válvula solenoide



Fonte: Felipe Santos do Nascimento (2021).

O ambiente Área de Serviço (Figura 37), necessitará apenas de uma caixa de passagem embutida na parede (CP-16) para a instalação de sensores de corrente e uma caixa de passagem no forro (CT-10) para a instalação da fiação.

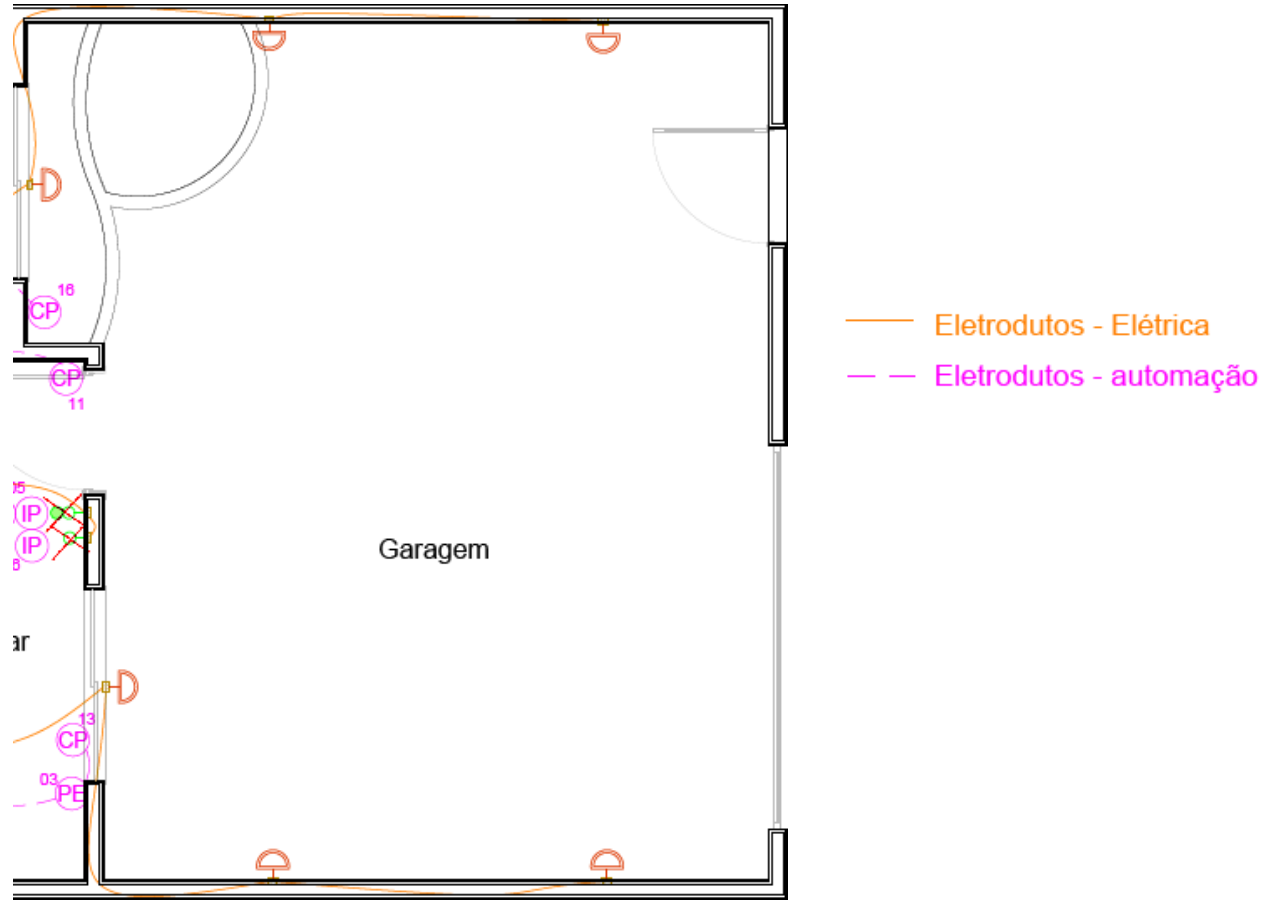
Figura 37 - Automação de ambiente Área de Serviço



Fonte: Autor (2022).

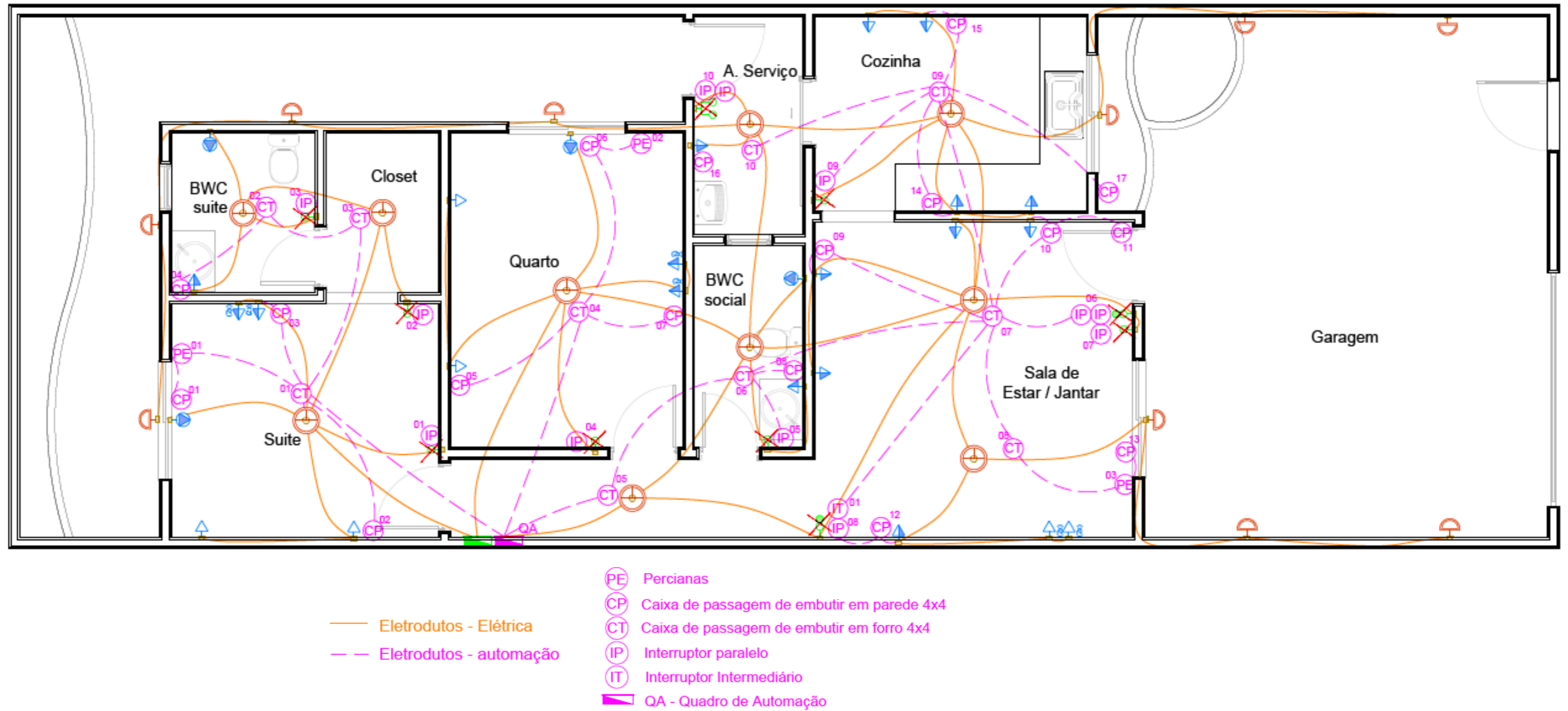
Já o ambiente garagem (Figura 38), será instalada apenas uma caixa de passagem (CP-17), será instalada propositalmente próximo ao jardim onde poderá ter um sensor de umidade do solo, este sensor, como na cozinha, poderá estar integrado com uma válvula solenoide, em que ao detectar que o solo está com a umidade baixa, a válvula conectada a alguma torneira poderá fazer a irrigação do jardim. Ainda nesta caixa de passagem poderá ser instalada um sensor de luminosidade e um sensor de presença, o sensor de luminosidade ao detectar que a luminosidade do ambiente está baixa poderá ativar as lâmpadas da garagem, mas com cerca de 40% da potência das lâmpadas para o ambiente se manter apenas iluminado, já o sensor de presença ao detectar algum movimento, poderá ativar as lâmpadas para 100% da capacidade da potência, podendo assim gerar uma economia no consumo de energia.

Figura 38 - Automação do Ambiente garagem



Fonte: Autor (2022).

Figura 39 - Infraestrutura de projeto elétrico e automação



Fonte: Autor (2022).

### Análise de quantitativos

Foi analisado o quantitativo de materiais para a infraestrutura elétrica no projeto elétrico no Apêndice B.2, e consultado nas lojas de materiais de construção de Barreiras-BA os valores médios para os materiais, tendo o seguinte quantitativo e valores:

Tabela 2 - Quantitativo de material para infraestrutura do projeto elétrico.

| <b>Material</b>                | <b>Quantidade</b> | <b>Valor unitário (R\$)</b> | <b>Valor Total (R\$)</b> | <b>Percentual em relação a valor estimado para execução do imóvel (R\$168.813,86)</b> |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| Caixa PVC 4x2” de embutir      | 36                | 2,45                        | 88,20                    | 0,05%   |
| Caixa octogonal 4x4”           | 20                | 5,67                        | 113,40                   | 0,07%   |
| Eletroduto corrugado leve 3/4” | 185 metros        | 2,25                        | 416,25                   | 0,25%   |
| Eletroduto rígido roscável 2”  | 20 metros         | 17,00                       | 340,00                   | 0,20%   |
| Quadro de distribuição         | 1                 | 161,22                      | 161,22                   | 0,10%   |
| <b>TOTAL</b>                   |                   |                             | <b>1119,07</b>           | <b>0,66%</b>  |

Fonte: Autor (2022).

O modo que foi utilizado para obtenção do valor estimado para execução do imóvel está descrito mais à frente no capítulo resultados e discussões.

Foi analisado também o quantitativo de material para infraestrutura necessário para a residência base se encontrar no ponto para receber uma futura automação, presente no Apêndice D, tendo o quantitativo e valores exposto na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantitativo de material para infraestrutura do projeto de automação (Na planta).

| <b>Material</b>                          | <b>Quantidade</b> | <b>Valor unitário (R\$)</b> | <b>Valor Total (R\$)</b> | <b>Percentual em relação a valor estimado para execução do imóvel</b> |
|--|-------------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| Caixa PVC 4x4"                           | 20                | 4,78                        | 95,6                     | 0,06%   |
| Caixa octogonal 4x4" de embutir em gesso | 10                | 6,78                        | 67,8                     | 0,04%   |
| Eletroduto corrugado leve 3/4"           | 80 metros         | 2,25                        | 180                      | 0,11%   |
| Quadro de distribuição                   | 1                 | 161,22                      | 161,22                   | 0,10%   |
| Tampa cega 4x4                           | 30                | 7,50                        | 225                      | 0,13%   |
| <b>TOTAL</b>                             |                   |                             | <b>729,62</b>            | <b>0,43%</b>  |

Fonte: Autor (2022).

Foi realizada uma análise do material necessário para caso a residência base fosse executada sem os pontos de automação, e caso o usuário desejasse futuramente inserir os mesmos pontos previstos acima, sendo necessário fazer alguns rasgos em paredes e o recorte do forro para a passagem de eletrodutos e as inserir no forro e paredes, tal análise está exposta no apêndice C. Para fazer a análise foi consultado a tabela SINAPI referente ao estado da Bahia do mês setembro de 2022 com desoneração.

Tabela 4 – Quantitativo de reforma em residência para implantação de automação residencial.

| <b>Código SINAPI</b> | <b>Recurso</b>   | <b>UND</b>     | <b>QTD</b> | <b>Preço Unitário (R\$)</b> | <b>Preço Total (R\$)</b> | <b>Percentual em relação a valor estimado para execução do imóvel</b> |
|----------------------|--|----------------|------------|-----------------------------|--------------------------|---|
| 90447                | Rasgo em alvenaria para eletrodutos                        | M              | 27         | 6,25                        | 168,75                   | 0,10%   |
| 90456                | Quebra em alvenaria para instalação de caixa 4x4           | UN             | 20         | 4,03                        | 80,6                     | 0,05%   |
| 90466                | Chumbamento linear em alvenaria                            | M              | 27         | 12,89                       | 348,03                   | 0,21%   |
| 90457                | Quebra em alvenaria para instalação de quadro distribuição | UN             | 1          | 9,19                        | 9,19                     | 0,01%   |
| 96109                | Forro em placas de gesso                                   | M <sup>2</sup> | 6,75       | 37,74                       | 254,74                   | 0,15%   |
| 88496                | Emassamento de forro                                       | M <sup>2</sup> | 6,75       | 27,38                       | 184,82                   | 0,11%   |
| 88488                | Pintura de forro   | M <sup>2</sup> | 6,75       | 15,72                       | 106,11                   | 0,06%   |
| 88497                | Emassamento de paredes                                     | M <sup>2</sup> | 1,35       | 15,3                        | 20,66                    | 0,01%   |
| 88489                | Pintura de paredes   | M <sup>2</sup> | 1,35       | 13,82                       | 18,66                    | 0,01%   |
| -                    | Material total de automação (Tabela 3)                     | -              | -          | -                           | 729,62                   | 0,43%   |
| <b>TOTAL</b>         |  |                |            |                             | <b>1921,17</b>           | <b>1,14%</b>  |

Fonte: Autor (2022).

## **Desenvolvimento do aplicativo para protótipo**

Para o desenvolvimento do aplicativo para controlar o protótipo foi utilizado a interface de desenvolvimento *App Inventor*, onde é uma plataforma online e gratuita desenvolvida pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Esta plataforma permite a montagem da interface visual do aplicativo, além de permitir que a programação seja feita a partir de blocos. Na Figura 40 consta a interface da tela inicial do aplicativo.

A interface da tela inicial foi pensada de modo que tivesse poucos botões com informações simples, de modo que o usuário tivesse o mínimo de dúvidas possíveis ao acessar o aplicativo. Na tela inicial foi inserido três botões, sendo eles os botões Ambientes, Geral e Definir endereço de IP. O usuário ao clicar sobre o botão Ambientes, será redirecionado para uma nova página onde estará o layout com os ambientes da residência, nesta página ele poderá selecionar qual ambiente deseja analisar os componentes eletrônicos, a interface da página Ambientes está exposta na Figura 41, um exemplo poderá ser o usuário analisar o ambiente Quarto 01, ao clicar nesse ambiente o usuário irá se deparar com os pontos elétricos presentes no ambiente, que para o ambiente seria uma lâmpada e duas tomadas que para ativar/desativar os pontos bastaria clicar em cima do aparelho, que iria indicar a mudança de estado com a mudança da simbologia (Figura 42).

Ao clicar no botão Geral o usuário será redirecionado para uma página em que poderá acessar qual tipo de dispositivo deseja analisar, foi usado como exemplo os dispositivos tomadas e lâmpadas (Figura 43), mas poderiam ser configurados outros diversos tipos de dispositivos como ares-condicionados ou televisores.

Ao clicar no botão Definir o endereço de IP o usuário deverá informar o endereço de IP do microcontrolador. O microcontrolador obtém este endereço IP ao conectar com o roteador WiFi, em que pode ser obtida de duas formas, poderá ser obtida de forma dinâmica, no qual o roteador irá determinar algum IP aleatório para o microcontrolador, e poderá obter de forma estática, no qual será pré-configurada no microcontrolador um IP fixo.

Figura 40 - Interface inicial de aplicativo



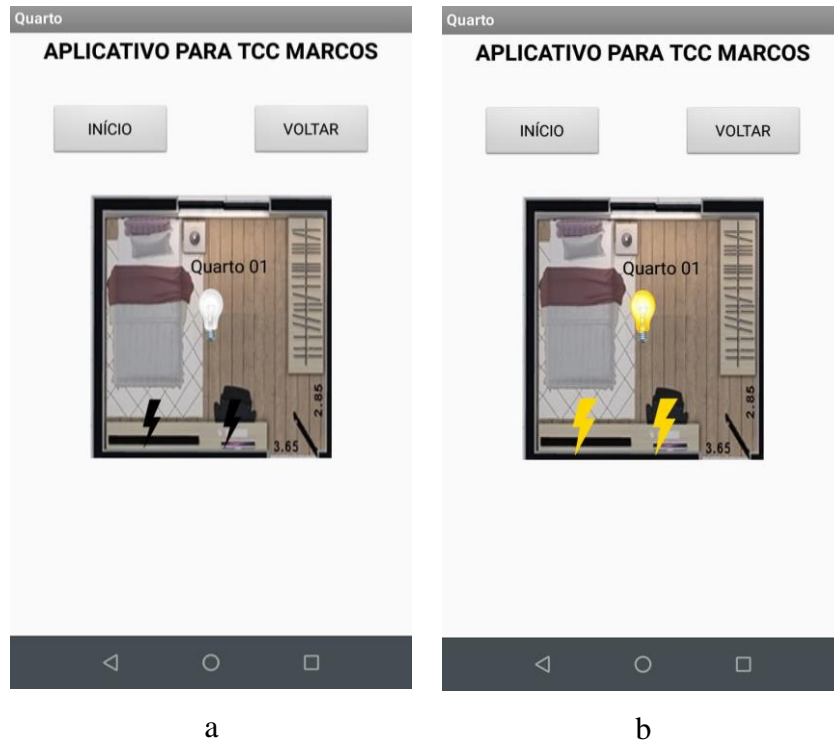
Fonte: Autor (2022).

Figura 41 – Interface da página Ambientes



Fonte: Autor (2022).

Figura 42 - Interface ao clicar ambiente quarto



Fonte: Autor (2022).

Figura 43 – Interface da página Geral.

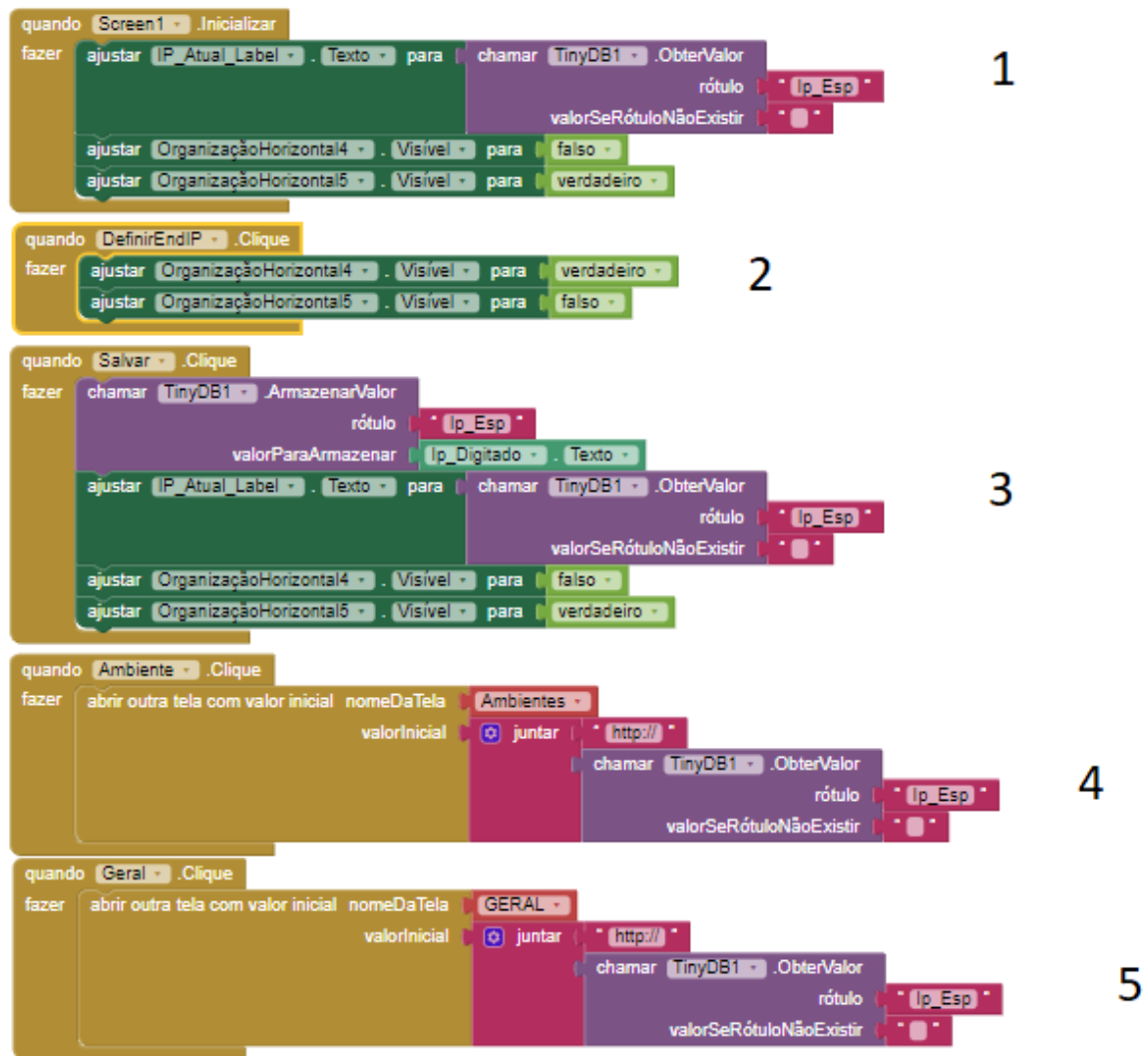


Fonte: Autor (2022).

Após a execução da interface da aplicativo, foi desenvolvida a programação utilizando os componentes de blocos, na Figura 44 consta os blocos feitos para a página inicial. Para a página inicial foram desenvolvidos 5 blocos, em que no bloco 1 o usuário ao

entrar no aplicativo será analisado se na memória do aplicativo já existe algum endereço de IP do microcontrolador digitado anteriormente, caso exista, o aplicativo usará esse IP como o IP inicial para acessar o microcontrolador.

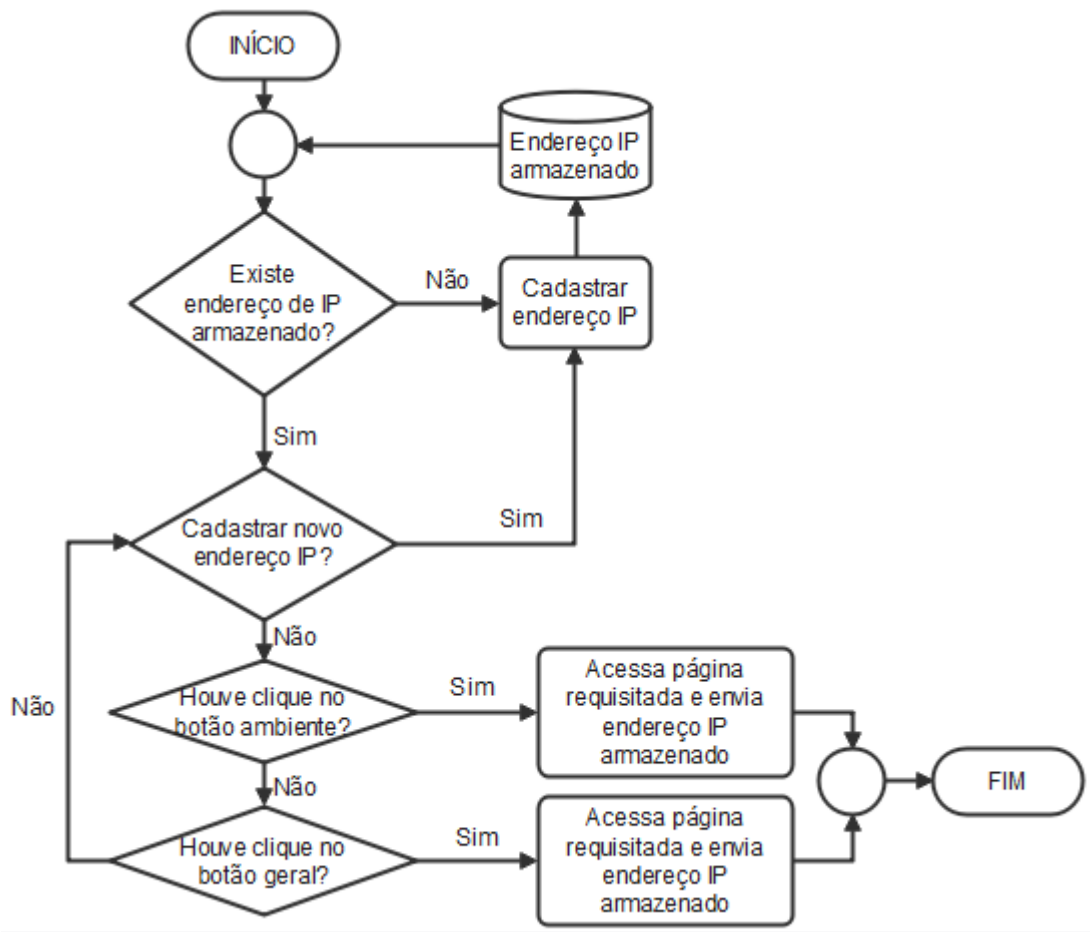
Figura 44 - Componentes de blocos da página inicial.



Fonte: Autor (2022).

No bloco 2 está configurado para quando o usuário clicar no botão definir endereço de IP apareça a caixa de texto para digitar o IP do microcontrolador. Já no bloco 3 está configurado para o usuário salvar a informação digitada na caixa de texto que foi citada no bloco 02, após o usuário salvar esta informação, o valor será salvo na memória do aplicativo para futuramente ser utilizada como dado entrada no bloco 1. E o bloco 4 e bloco 5 refere-se respectivamente aos botões Ambiente e Geral, ao clicar, além de ser redirecionado para as referidas páginas, também será enviado o IP do microcontrolador. Na Figura 45 consta o fluxograma de decisões referente a página inicial do aplicativo.

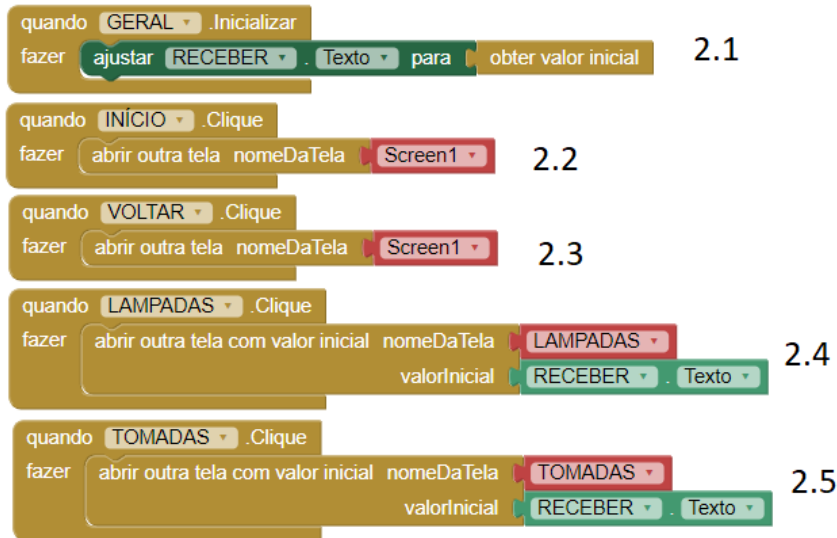
Figura 45 – Fluxograma de decisões da página inicial do aplicativo.



Fonte: Autor (2022).

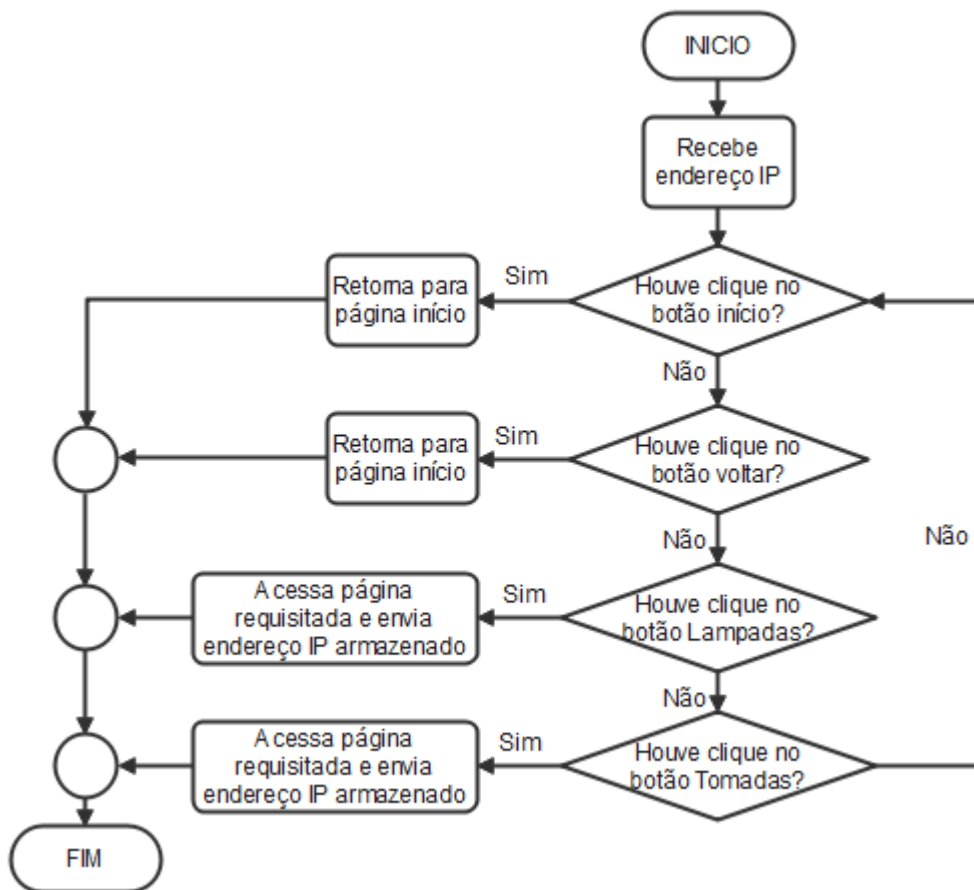
Na Figura 46 consta os componentes de blocos da página Geral, que foi composta por 5 blocos. Após o usuário ser redirecionado para esta página, no bloco 2.1 a página irá inicializar obtendo o valor do IP do microcontrolador que foi enviado pela página anterior, nos blocos 2.2 e 2.3 o usuário ao clicar nos botões Início ou Voltar será redirecionado para a página anterior, e referente aos blocos 2.4 e 2.5, ao clicar nos botões Lâmpadas ou Tomadas a intenção é que o usuário seja redirecionado para uma página que constarão todos os aparelhos da referida categoria selecionada e envie para estas páginas o endereço IP do microcontrolador. Não foram criadas as interfaces das páginas Lâmpadas e Tomadas, mas intenção dessas páginas é que o usuário consiga gerenciar os componentes elétricos a partir de cada categoria. Na Figura 47 consta o fluxograma de decisões referente a página geral do aplicativo.

Figura 46 - Componentes de blocos da página Geral.



Fonte: Autor (2022).

Figura 47 - Fluxograma de decisões da página Geral do aplicativo.

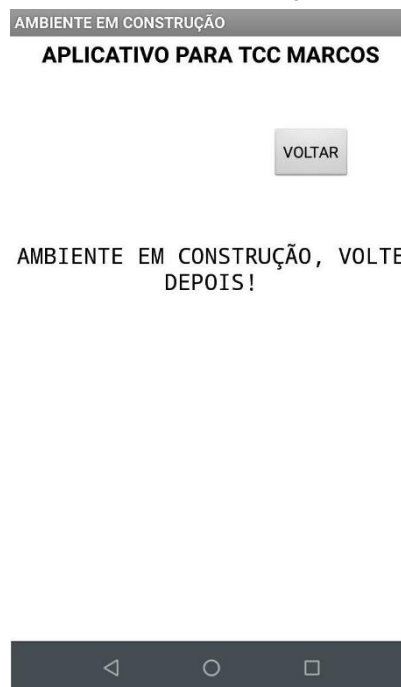


Fonte: Autor (2022).

A programação da página Ambientes (Figura 50) foi desenvolvida de forma que o usuário poderia selecionar qual ambiente desejará visualizar os componentes. Assim como na página anterior, ao entrar na página, na programação do bloco 3.1 o aplicativo irá obter o

valor o endereço IP do microcontrolador que foi enviado pela página anterior. No bloco 3.3, o usuário ao clicar sobre o botão será redirecionado para a página inicial do aplicativo. Já os blocos 3.2 e 3.4 a 3.12 refere-se a cada ambiente em que após o usuário clicar em algum ambiente será redirecionado para uma página contendo o ambiente e os componentes eletrônicos presentes naquele ambiente, como também enviar para a página o endereço de IP do microcontrolador. Como a motivação do aplicativo é demonstrar a sua funcionalidade e comunicação do microcontrolador com o aplicativo, foi desenvolvido apenas a interface do ambiente Quarto 01, para os outros ambientes, após o usuário clicar sobre algum ambiente será redirecionado para uma página com a seguinte mensagem: “Ambiente em construção, volte depois!”, vide Figura 48. Na Figura 49 consta o fluxograma de decisões referente a página Ambientes do aplicativo.

Figura 48 – Interface de pagina de ambientes em construção.

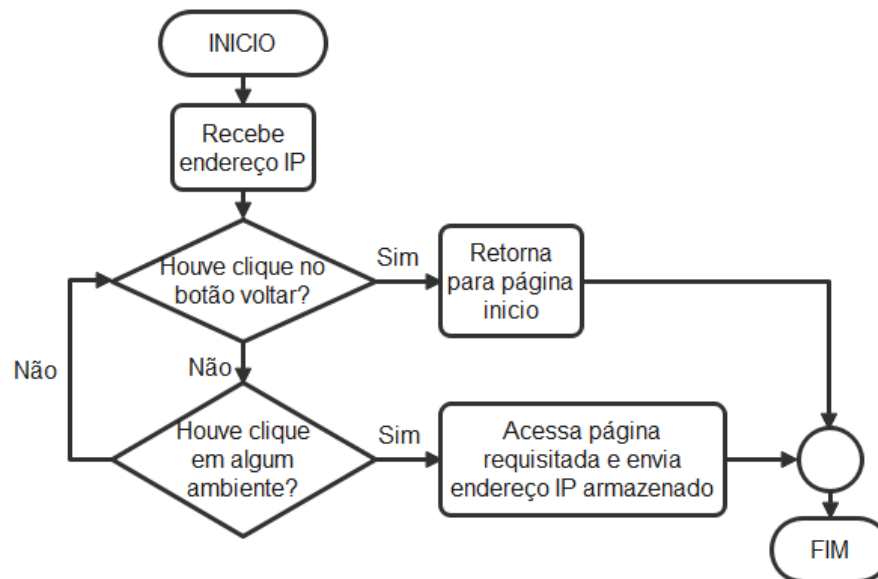


Fonte: Autor (2022).

Na Figura 51 está presente a programação dos blocos da página do Quarto 01, assim como nas outras páginas, nesta também existe os blocos de programação que recebe o IP do microcontrolador enviado pela página anterior, e seções que redireciona para a página anterior e pagina inicial. Neste ambiente existe a simbologia de uma lâmpada representando o ponto de iluminação e duas simbologias de raio, representando os pontos de tomadas, após o usuário clicar sobre alguma dessas simbologias, os blocos 4.4, 4.5 e 4.6 estão programados para mudar a simbologia de cor amarela, representando o aparelho está ligado, ou perdendo

a cor amarelo, representando que o aparelho foi desligado, e também ele irá acessar o navegador web do aplicativo, sendo que a URL será a junção do endereço IP do microcontrolador que foi repassando de página à página desde a página inicial mais o aparelho e comando que deseja enviar, sendo assim, o microcontrolador irá executar a função que está sendo enviada. Na Figura 52 consta o fluxograma de decisões referente a página Quarto do aplicativo.

Figura 49 - Fluxograma de decisões da página Ambientes do aplicativo.



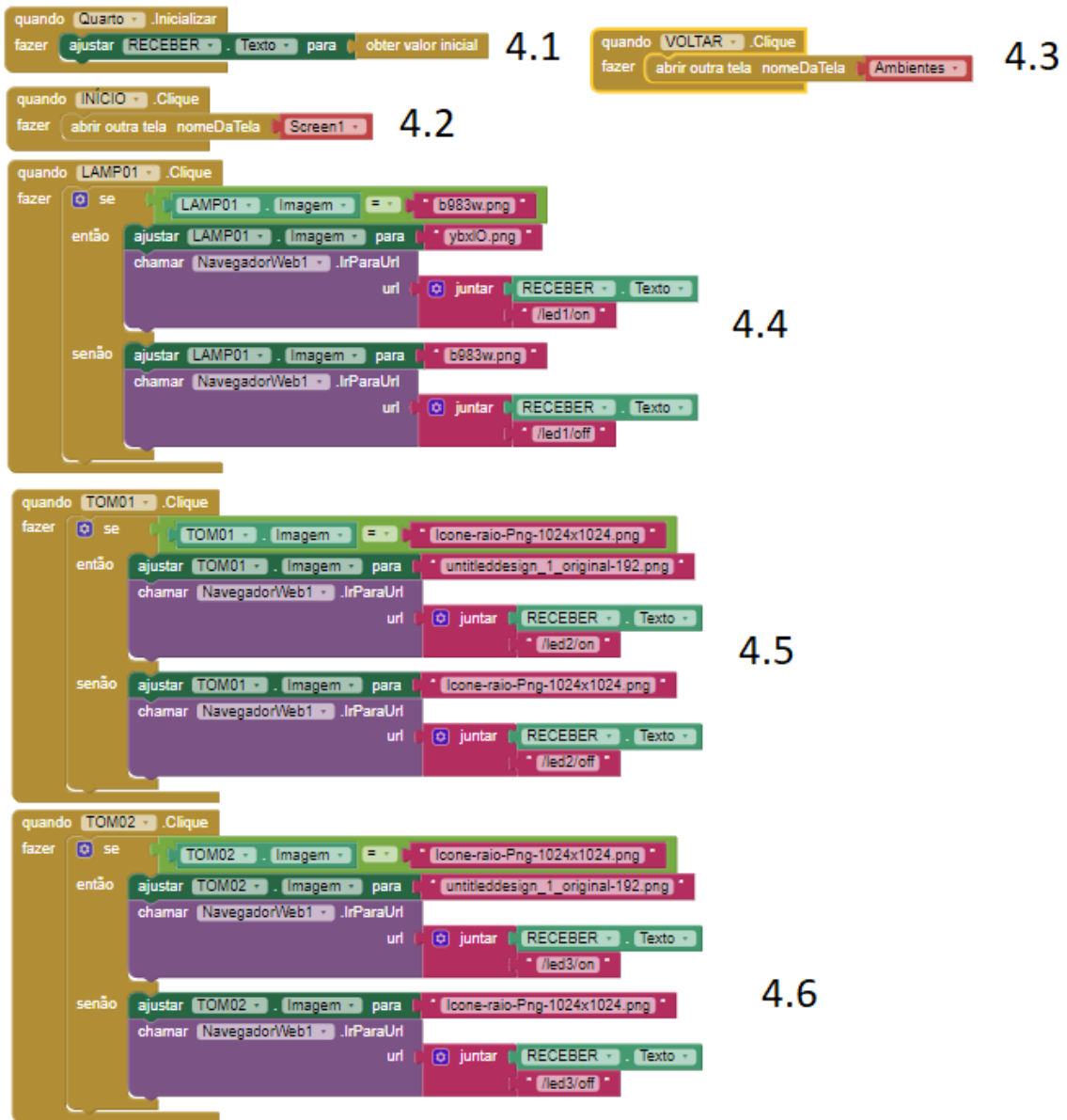
Fonte: Autor (2022).

Figura 50 - Componentes de blocos da página Ambientes



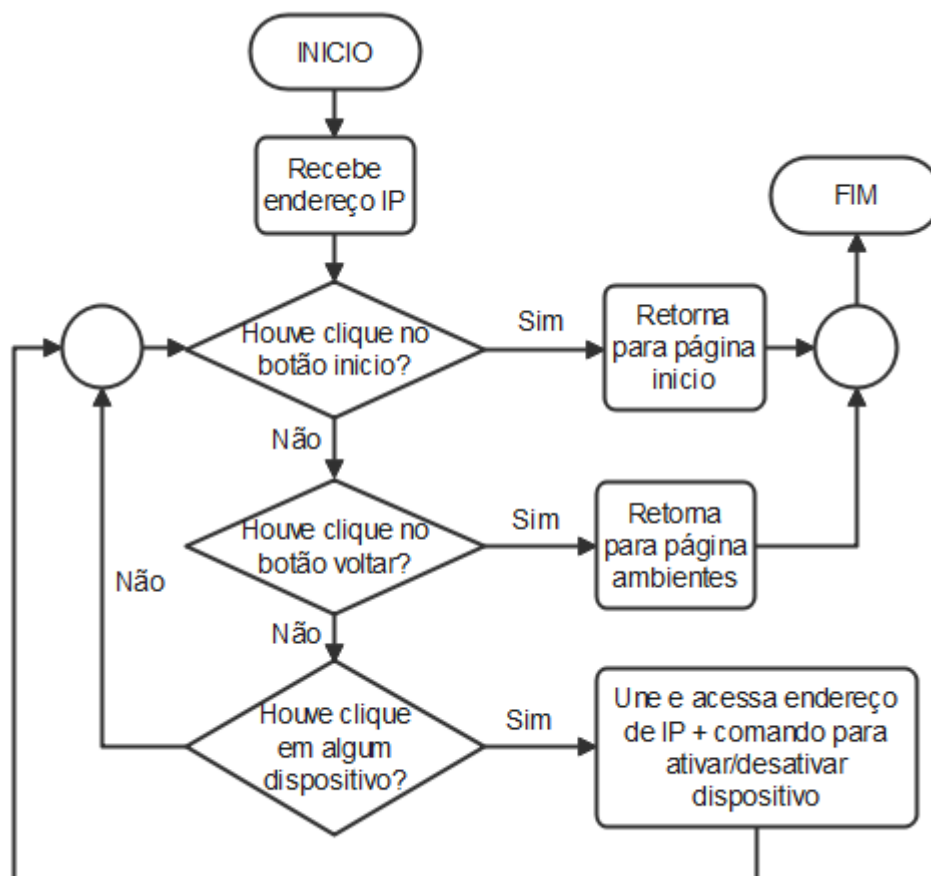
Fonte: Autor (2022).

Figura 51 - Componentes de blocos da página do ambiente quarto



Fonte: Autor (2022).

Figura 52 - Fluxograma de decisões da página Quarto do aplicativo.



Fonte: Autor (2022).

### Desenvolvimento de código para microcontrolador

Para o desenvolvimento do projeto, o microcontrolador ESP-32 da placa NodeMCU foi a utilizada. A escolha do NodeMcu, se deu por ser uma placa com a antena WiFi já embutida e sua quantidade de pinos de entrada/saída ser compatível com o tamanho do projeto. O código desenvolvido para a programação do microcontrolador está descrito no apêndice E. O desenvolvimento do código do microcontrolador foi feito a partir do Arduino IDE, que é uma plataforma open-source com linguagem baseado em C/C++. Neste ambiente de programação existem alguns exemplos de projetos para o programador que não está habituado com a plataforma, consiga se familiarizar. Sendo assim, foi utilizado o projeto WifiManualWebServer, disponibilizado na Arduino IDE, como base para o desenvolvimento do código.

O projeto base resulta em código que é possível acender/apagar o led presente no microcontrolador via WiFi acessando o endereço IP do microcontrolador. Foi necessário alterar o código acrescentando mais canais de saída para controlar mais aparelhos, configurar um endereço de IP estático para o microcontrolador e fazer o *link* entre as informações que

serão enviadas pelo aplicativo com as informações que o microcontrolador deverá receber para executar algum comando.

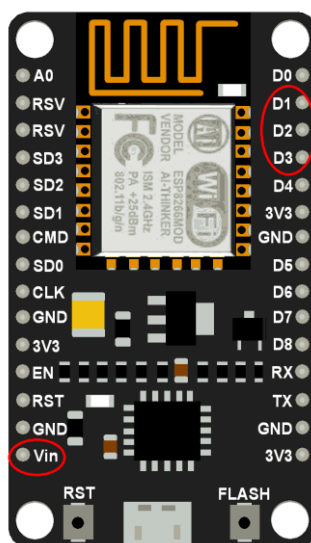
### Montagem de protótipo

Para a montagem do protótipo foram feitos testes para comprovar comunicação entre o aplicativo e o microcontrolador. Para os testes, os canais utilizados necessitam ser os mesmo que foram programados no código na IDE Arduino, foi utilizado uma protoboard, um led, um relé com dois canais, um resistor 220 ohm e jumpers para conexão entre os componentes, a montagem do protótipo consta na Figura 54. No teste foram utilizados os pinos D1, D2 e D3 do microcontrolador para comandar, respectivamente, o led e os dois canais dos relés. Para a alimentação do módulo relé foi utilizado o pino VIN do microcontrolador, este pino é utilizado para, quando o microcontrolador estiver sendo alimentada via cabo USB, fornece diretamente uma tensão regulada de 5V aos componentes que estiverem conectados ao microcontrolador (vide detalhe de pinagem do microcontrolador na Figura 53) .

Os relés foram postos para simbolizar as tomadas e o led para simbolizar a lâmpada do ambiente, sendo que nos relés possuem leds para indicar se cada canal do componente recebeu algum sinal, sendo assim, para o caso de o led ou os relés receberem algum sinal do microcontrolador, será indicado visualmente.

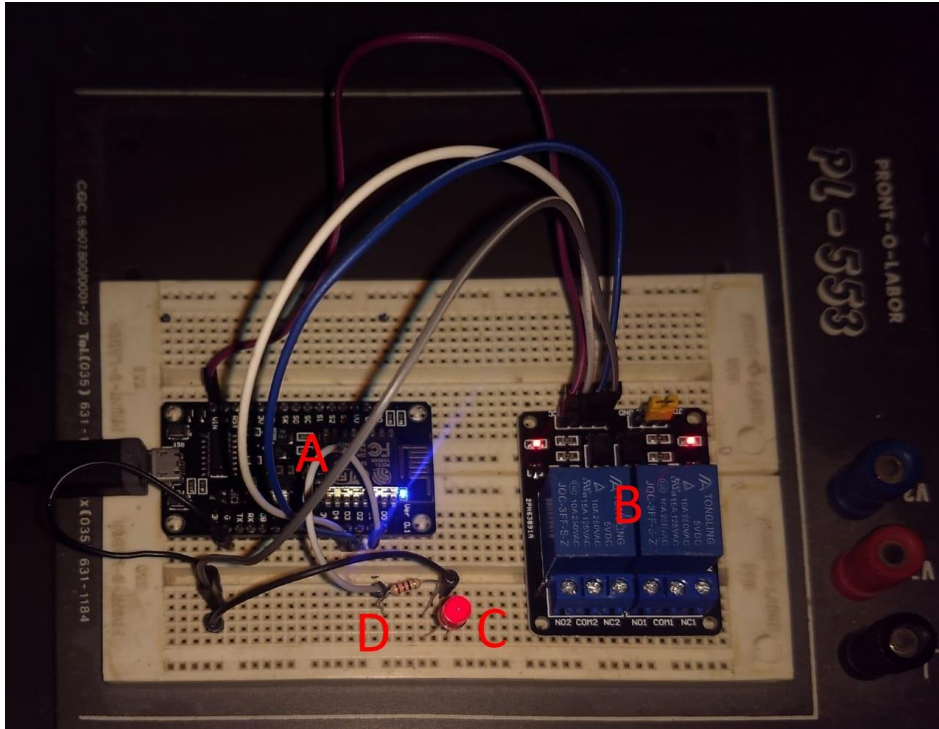
Para melhor entendimento foi ilustrado no aplicativo Fritzing o esquema de pinagem desenvolvido para o protótipo, tal ilustração consta na Figura 55.

Figura 53 - Pinagem NodeMCU.



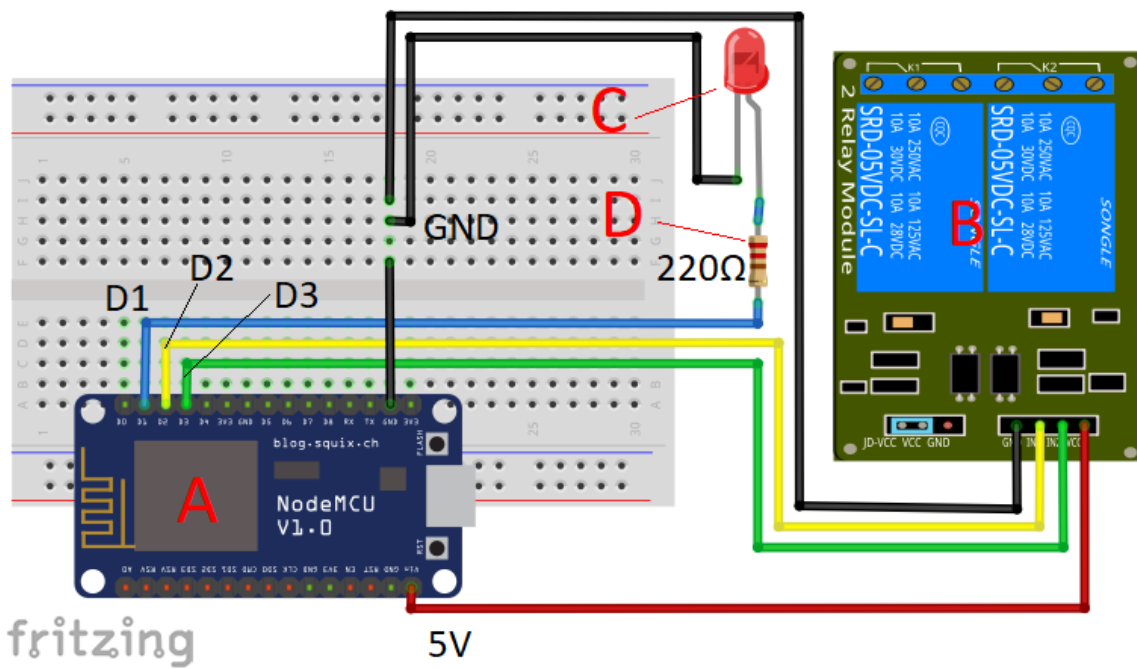
Fonte: Adaptado de Rafael Pimenta (2021).

Figura 54 – Montagem de microcontrolador para teste.



Fonte: Autor (2022).

Figura 55 – Esquema de pinagem de microcontrolador e componentes.



Fonte: Autor (2022).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sobre o estudo da viabilidade dos projetos de automação, é possível fazer algumas análises sobre os valores e quantitativos. Observando a Tabela 2 estima-se que o valor gasto com materiais para a infraestrutura elétrica (IE) do projeto base, seria de aproximadamente R\$ 1119,07, este valor está incluso apenas os materiais, já que na análise está considerando que o imóvel seria construído a partir da planta e o valor para mão de obra para prestar este serviço já está incluso na mão de obra da execução do imóvel. Foi buscado bases de dados para se ter referência se o valor obtido está condizente com valores praticados no mercado, esse comparativo não foi possível já que as composições das bases de dados encontradas apresentam o valor total do sistema, contendo fiação, componentes elétricos e disjuntores, e para o referido sistema foi analisado apenas a parte de infraestrutura elétrica.

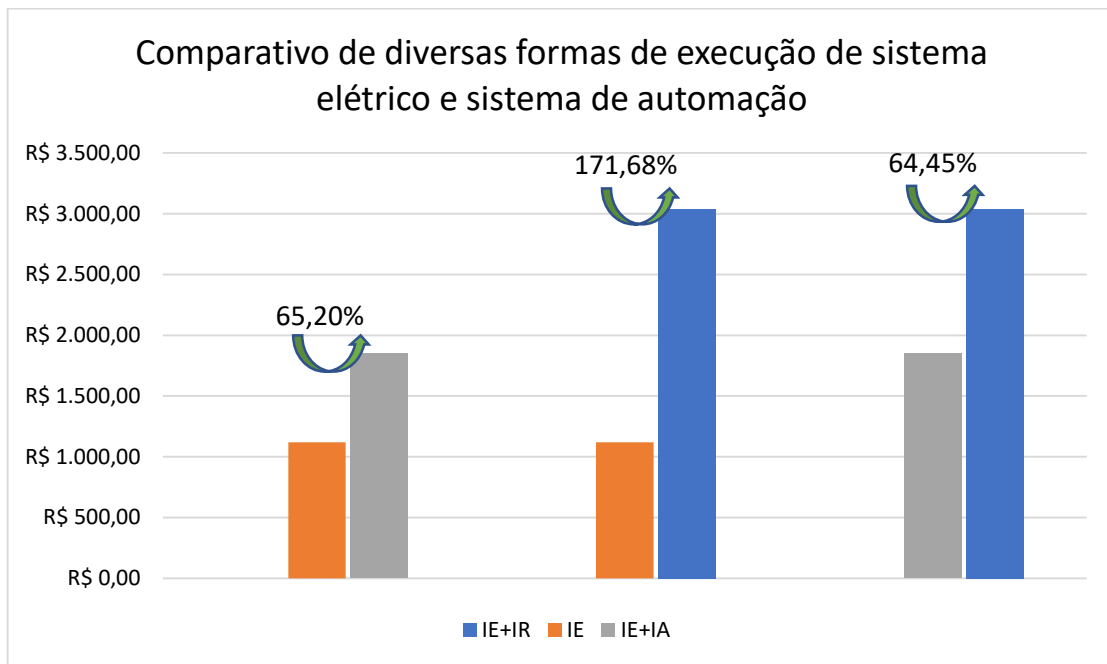
Observando a Tabela 3, estima-se que o valor gasto na infraestrutura para a implantação do sistema de automação (IA) no projeto base seria de R\$ 729,62 reais. Comparando os valores das Tabela 2 e Tabela 3, o usuário teria um gasto de mais 65,20% em referência ao valor já gasto com o sistema elétrico, valor este, para implantação da infraestrutura do sistema de automação. Apesar de, em percentual, parecer um valor significativo, quando se compara o valor em moeda, o valor total para implantação dos dois sistemas seria de R\$ 1848,69, que analisando uma possível execução do projeto base, utilizando o valor médio de referência de Custos Unitários Básicos de Construção (CUB/m<sup>2</sup>), disponibilizado pela SINDUSCON-BA para o mês de setembro de 2022, sendo considerado o padrão de construção da residência como médio, o valor estimado para a execução dessa edificação seria de R\$/m<sup>2</sup> 2.294,29, como a área construída da edificação é de 73,58m<sup>2</sup>, então para a execução dessa residência ficaria em torno de R\$ 168.813,86. Considerando a quantidade de benefícios que a implantação do sistema traria para o usuário, o valor pode ser considerado pífio, já que valor gasto na infraestrutura do sistema elétrico e automação ficaria na faixa de 1% do valor total gasto para a execução da residência.

Já na Tabela 4, tem-se a estimativa do valor gasto para uma reforma de implantação da infraestrutura de automação (IR) para o caso da residência do projeto base já estivesse pronta, que ficaria no valor de R\$ 1921,17, é importante salientar que esta estimativa foi dada para caso a de a reforma acontecer de forma exatamente como planejada sem o aparecimento de algum problema, que é um contratempo comum de aparecer, caso ocorra algum contratempo o valor estimado poderá ser bem superior ao estimado. Comparando os valores das Tabela 2 e Tabela 4, o usuário teria um gasto de mais 171,68% em referência ao valor já gasto com o sistema elétrico, este valor adicional seria uma estimativa para implantar

a infraestrutura do sistema de automação no caso de ser feito uma futura reforma na residência.

Comparando os dois casos da implantação da infraestrutura total (elétrico mais automação), para implantar a infraestrutura de automação executando a reforma, o valor total gasto seria 64,45% maior, sem contar os transtornos que traria aos proprietários como barulho, sujeira e possíveis estresses na tomada de tempo. Na Figura 56 consta os valores referente ao comparativo.

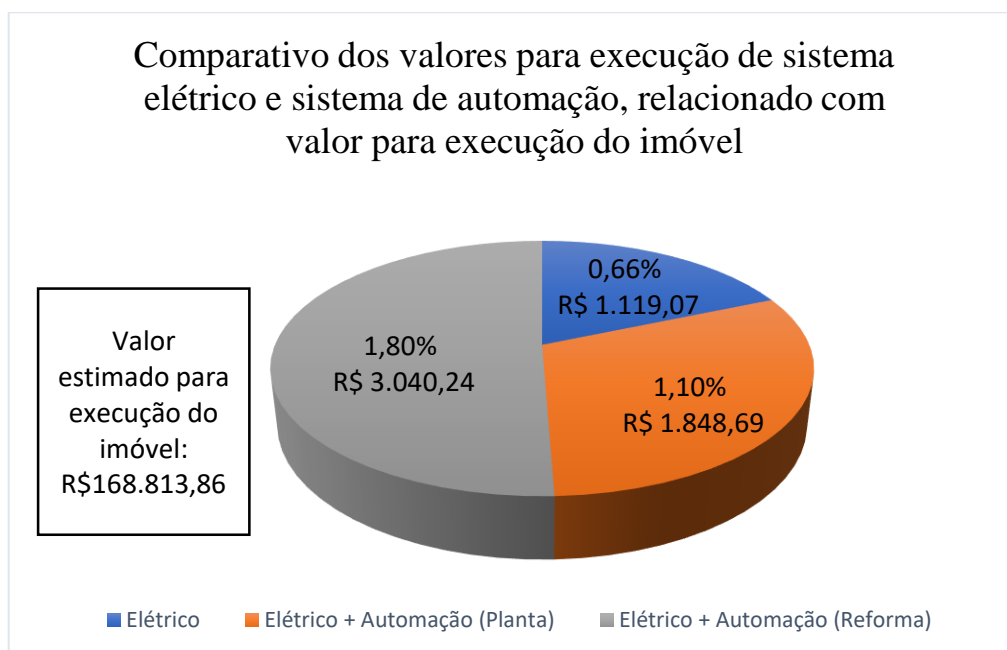
Figura 56 - Comparativo de execução de implantação de infraestrutura



Fonte: Autor (2022).

Foi feito também uma análise da porcentagem do valor para a implantação de cada sistema em relação com o valor para a execução do imóvel, o percentual obtido está descrito na Figura 57.

Figura 57 - Comparativo de execução de implantação de infraestrutura com valor para execução do imóvel.



Fonte: Autor (2022).

Analisando os valores gastos apenas para o processo da automação, para o caso de a automação ser planejada ainda na fase de projetos, haveria uma economia de R\$ 1191,55, sendo este valor de aproximadamente 0,71% em relação ao valor estimado para a execução do imóvel. Caso esta mesma análise seja replicada para a construção de um edifício com vários apartamentos, seria uma economia significativa, com um valor agregado considerável ao valor do imóvel.

Tabela 5 – Análises de custos para processo de automação.

| <b>Tipo de sistema</b>                | <b>Valor</b> | <b>Percentual em relação a valor estimado para execução do imóvel</b> |                                   |
|---------------------------------------|--------------|---|-----------------------------------|
| Projeto (em planta) civil (elétrica)  | R\$ 1.119,07 | 0,66%   | -                                 |
| Projeto (em planta) civil (automação) | R\$ 729,62   | 0,43%   | Economia de 1,14% - 0,43% = 0,71% |
| Projeto (reforma) civil (automação)   | R\$ 1.921,17 | 1,14%   |                                   |

Fonte: Autor (2022).

Diante do estudo, foi possível realizar o comparativo de gastos no projeto para execução da infraestrutura de domótica para os casos: (reforma x planejado na planta). É notável que além da viabilidade pelo baixo custo, vem a agregar maior valor ao imóvel, uma

vez que já fica preparado para automação. Para a realização do comparativo foi necessário atestar a importância dos projetos para se ter o quantitativo de serviços e materiais coerentes com o quantitativo real que seria executado. Assim foi realizado os levantamentos de custo importante em todas as obras.

Se tratando do desenvolvimento do aplicativo, houve certa dificuldade ao programar o aplicativo e ao programar a IDE do Arduino. A dificuldade em programar o aplicativo se deu pelo fato de ser um modo não habitual de programação do autor, o autor desconhecia o modo de programação a partir de blocos, com isso foi necessário buscar material específico sobre a plataforma para conseguir programar. Já a dificuldade sobre a IDE Arduino, se deu por motivos semelhante à dificuldade com o aplicativo, o autor não estava familiarizado com algumas bibliotecas necessárias para a utilização do microcontrolador, como também com os alguns comandos no código, sendo necessário pesquisar material específico para conseguir desenvolver a programação.

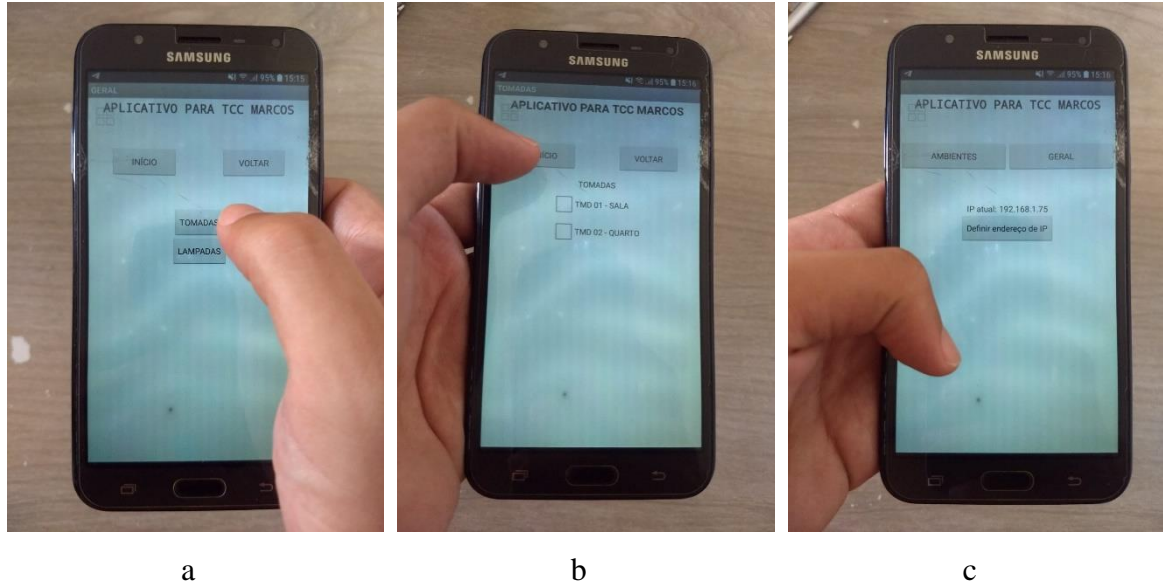
No desenvolvimento da interface do aplicativo em algumas páginas, principalmente na página Ambientes foi necessário utilizar alguns artifícios para conseguir fazer com que o programa fosse executado com eficiência. O *layout* de alguns ambientes não é quadrilátero, como o caso do ambiente Suíte, seu formato seria em forma de L, a plataforma permite a inserção de botões apenas no formato de quadrilátero, com isso foi necessário inserir dois botões no ambiente Suíte que redirecionasse para a mesma página, para que em qualquer local do ambiente que o usuário clicasse conseguisse ser redirecionado para a referida página.

Ao executar os testes foi possível comprovar o funcionamento do sistema, foram feitos diversos testes, os primeiros testes foram feitos no aplicativo, verificando que todos os botões de fato redirecionam para a página requisitada, na Figura 58 pode-se verificar o teste de botões de algumas páginas. Também foram feitos testes na página ambiente e comprovado que em qualquer local do ambiente que o usuário clicasse ele seria redirecionado para o referido ambiente, tal teste pode ser verificado na Figura 59. O acionamento do led e dos relés o ocorreu de forma instantaneamente, não sendo encontrado nenhum problema e funcionando como esperado, o seu funcionamento está sendo demonstrado na Figura 60.

Pôde-se analisar que *layout* do aplicativo é interativo e de fácil uso para o acionamento dos componentes do comandados, foi desenvolvido de forma que não houvesse dificuldades para pessoas com dificuldades em informática.

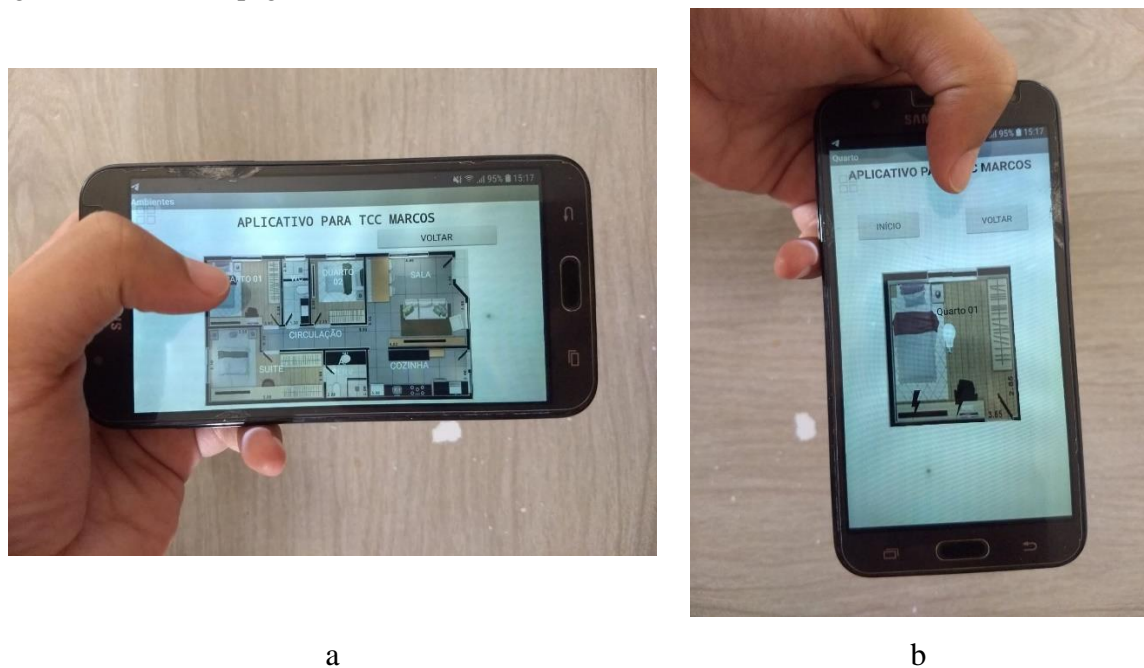
O aplicativo está disponível no link abaixo, podendo ser baixado gratuitamente :  
[https://drive.google.com/file/d/14WK68E8V0m0UptPVg1nV8\\_qOEhdYGTN-/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/14WK68E8V0m0UptPVg1nV8_qOEhdYGTN-/view?usp=sharing).

Figura 58 – Teste de botões do aplicativo



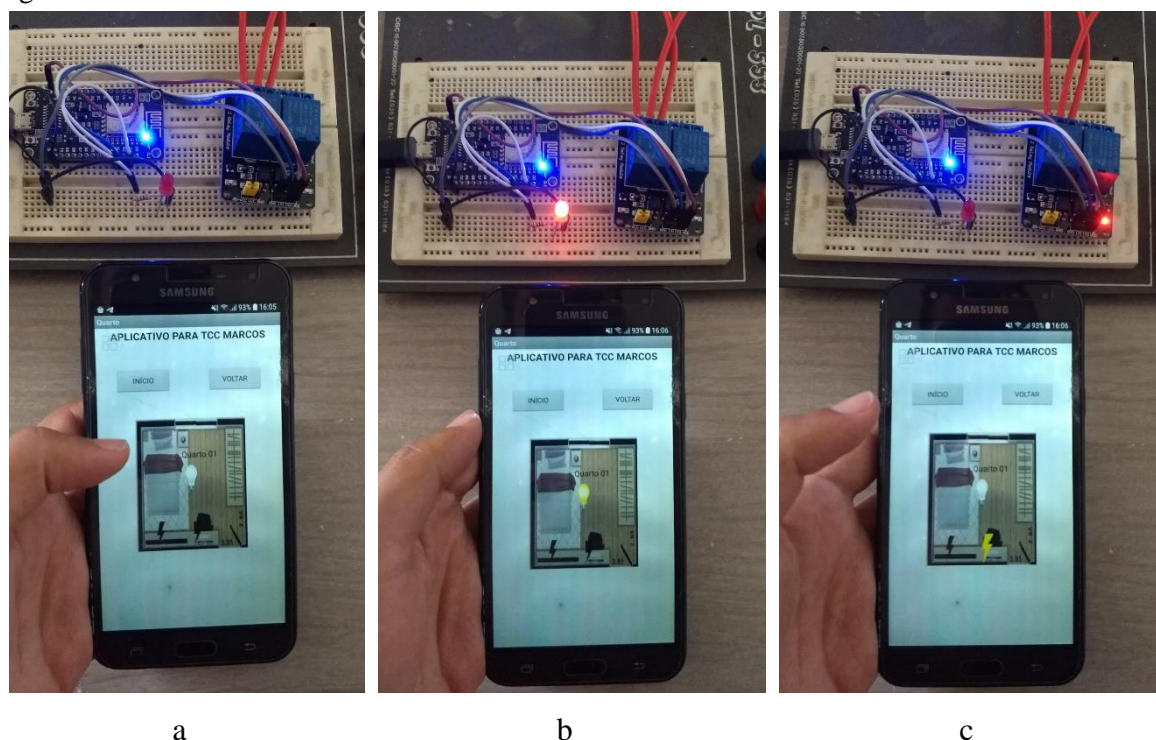
Fonte: Autor (2022).

Figura 59 – Teste na página ambiente



Fonte: Autor (2022).

Figura 60 – Teste de acionamento de led e relés



Fonte: Autor (2022).

É importante destacar que o sistema desenvolvido foi para demonstrar o desempenho de um sistema de automação residencial e que é possível a partir das mesmas considerações desenvolver diversas soluções de automação residencial. O sistema apresentou-se eficiente e com controle instantâneo. Existia a possibilidade da escolha de um microcontrolador integrado com um *shield bluetooth*, mas não foi escolhido devido o *shield bluetooth* ter maior limitação de distância para acionamento, sendo escolhido o microcontrolador NodeMCU que já possui conexão *WiFi*, aumentando a possibilidade de soluções possíveis, no entanto, o sistema teve como ponto negativo o fato do sistema ter sido desenvolvido apenas em uma rede local, logo o usuário só conseguiria ter acesso ao sistema caso estivesse conectado na mesma rede *WiFi* que o microcontrolador esteja conectado, mas isso pode ser contornado a partir do uso de protocolo MQTT, que é um protocolo baseado comunicação entre cliente e servidor.

Diante disso, o trabalho propiciou desafios de conhecer novas plataformas e hardwares de programação e importância no planejamento de uma obra de construção civil. Para o desenvolvimento do aplicativo e programação do microcontrolador surgiram diversas dificuldades, no qual foram sanadas a partir de pesquisas em livros e vídeos-aulas, sendo possível adquirir conhecimentos sobre o assunto.

## CONCLUSÕES

Foi possível certificar que o valor para a execução do sistema de automação residencial é mais barato quando é planejado ainda na fase de projetos do que executar após a edificação estar pronta. Este é um resultado que geralmente é chegado em outras áreas da construção civil.

Outro ponto a se destacar é em relação aos custos para implantar o sistema de automação, apesar dos valores não terem sido estudados do trabalho, é possível atestar que os componentes para montagem do sistema são acessíveis e disponíveis no mercado local.

Por fim, os resultados obtidos no trabalho foram satisfatórios, já que foi possível obter conhecimento sobre automação residencial, desenvolvimento dos códigos em microcontroladores, e desenvolvimento de aplicativos para IoT. Este trabalho despertou o interesse em aprender mais os avanços tecnológicos que pode ser aplicado do bem-estar, segurança e melhor qualidade de vida para as pessoas e a importância de ser integrado no projeto de construção civil ainda na fase de planejamento.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, J. **Dreno de ar condicionado: Detalhamento em projeto**, 2021.

Disponível em: <<https://jonatasalexandre.com.br/dreno-ar-condicionado/>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ALMEIDA, J. DE F. A. Integração de Projetos na Fase de Engenharia. **Instituto de Educação Tecnológica**, 2014.

ANGELONI, G. C. **Automação residencial**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

ARDUINO E CIA. **Como usar um sensor de presença PIR com Arduino**, 2014.

Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br/sensor-presenca-arduino-modulo-pir-dyp-me003/>>. Acesso em: 28 maio. 2022.

ARDUINO PORTUGAL.PT. **O que é o Arduino UNO?**, 2017. Disponível em:

<<https://www.arduinoportugal.pt/o-que-e-o-arduino/>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6401: Instalações centrais de ar-condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto**. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13971: Sistema de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento: Manutenção programada**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16655-2: Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado — Split e compacto Parte 2: Procedimento para ensaio de estanqueidade, desidratação e carga de fluido frigorífico**. Rio de Janeiro, 2018a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16655-1: Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado — Split e compacto Parte 1: Projeto e instalação**. Rio de Janeiro, 2018b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16655-3: Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado — Split e compacto Parte 3: Método de**

**cálculo da carga térmica residencial.** Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente: Projeto, execução, operação e manutenção.** Rio de Janeiro, 2020.

BABOS, F. **Sensor de temperatura: LM35 | TMP36 | DS18B20 (Completo)**, 2020. Disponível em: <<https://flaviobabos.com.br/sensor-de-temperatura-arduino/>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

BABOS, F. **Módulo Relé 5V: Como Usar Com Arduino? [Guia Prático]**, 2021. Disponível em: <<https://flaviobabos.com.br/rele-arduino/>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

BERTOLDO, P. R.; ANTONIAZZI, J. P.; TRINDADE, B. Compatibilização De Projetos Com O Auxílio De Ferramentas Building Information Modeling-Bim: Um Estudo De Caso Em Uma Construtora De Santa Maria – RS. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento**, 2022.

BOLZANI, C. A. M. **Desenvolvimento de um Simulador de Controle de Dispositivos Residenciais Inteligentes : Uma Introdução aos Sistemas Domóticos.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004.

CALIXTO, D. **Projeto de Automação de Ar-condicionado com a plataforma Arduino.**, 2019. Disponível em: <<https://medium.com/@deividsoncs/projeto-de-automação-de-ar-condicionado-com-a-plataforma-arduino-cb48e156fe81>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

CANGUSSU, M. R. **Importância Da Iluminação No Projeto De Interiores Residencial: Estudo De Caso Em Habitações Sociais Em Cachoeira Do Campo/MG.** Ouro Preto: Universidade Federal De Ouro Preto, 2019.

CARVALHO JUNIOR, R. DE. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos.** São Paulo: Blucher, 2014.

CARVALHO JUNIOR, R. DE. **Instalações Elétricas e o Projeto de Arquitetura.** 8. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

CASTELLI, I. **Como a tecnologia está dominando as nossas vidas, por bem ou por mal**, 2015. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/tecnologia/87718-tecnologia-dominando-nossas-vidas-por.htm>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

CECATO, C. J. **Casa Inteligente De Baixo Custo**. Itatiba: Universidade São Francisco, 2010.

ELETROGATE. **Controle de luminosidade com Arduino e sensor LDR**, 2017a. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/control-de-luminosidade-com-arduino-e-sensor-ldr/>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

ELETROGATE. **Medidor de Corrente e Energia com Arduino**, 2017b. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/medidor-de-corrente-e-energia-com-arduino-sensor-de-corrente-e-tensao/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FABRÍCIO, M. .; MELHADO, S. B.; BAIA, J. L. Estudo Da Seqüência De Etapas Do Projeto Na Construção De Edifícios : Cenário E Perspectivas. **Revista De Administração Mackenzie**, v. 1, n. 4, p. 1–25, 1999.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. Projeto simultâneo e a qualidade na construção de edifícios. **VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, n. November 2016, 2000.

FERREIRA, A. B. D. H. **Novo Aurelio Seculo Xxi - O Dicionario Da Lingua Portuguesa**. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

GRAUPMANN, O.; GRAUPMANN, S. H. Construção usando tecnologia : casas inteligentes. **Uniuiv em Revista**, 2018.

GRUPO BINÁRIO. **IoT e automação residencial: Como poderão ser as casas do futuro?**, 2020. Disponível em: <<https://www.binarionet.com.br/iot-e-automacao-residencial-como-poderao-ser-as-casas-do-futuro/>>. Acesso em: 3 jun. 2022.

GUIMARÃES, F. **Buzzer – Como usar com o Arduino**, 2017. Disponível em: <<https://mundoprojetado.com.br/buzzer-como-usar-com-o-arduino/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

GUIMARÃES, F. **Sensor de obstáculo infravermelho**, 2018. Disponível em: <<https://mundoprojetado.com.br/sensor-de-obstaculo-infravermelho/>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

JUNIOR, S. L. S.; FARINELLI, F. A. **Domótica - Automação Residencial e Casas Inteligentes Com Arduino e Esp826**. São Paulo: Saraiva Educação S.A., 2018.

KARVINEN, K.; KARVINEN, T. **Primeiros Passos com Sensores: Perceba o mundo usando eletrônica, Arduino e Raspberry Pi**. São Paulo: Novatec, 2014.

KOYANAGI, F. **Introdução ao ESP8266**, 2017. Disponível em: <<https://www.fernandok.com/2017/10/introducao-ao-esp8266.html>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

LEMOS, R. **Por que investir em automação residencial na fase de projeto da sua casa? Veja 5 motivos!**, 2020. Disponível em: <<https://portejr.com.br/por-que-investir-em-automacao-residencial-na-fase-de-projeto-da-sua-casa-veja-5-motivos>>. Acesso em: 18 maio. 2022.

LIMA, E. M. S.; NOBRE, A. Y. M.; ALENCAR, R. A. E. DE. Automação Residencial De Baixo Custo Com Arduino Mega E Ethernet Shield. **Statistical Field Theor**, v. 53, n. 9, 2019.

LIMA, R. **Conheça as principais funções do Smart controle universal**, 2021. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/produto/209484-conheca-principais-funcoes-smart-controle-universal.htm>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

LOCATELLI, C. **Como usar o Sensor de Temperatura – DS18B20**, 2021. Disponível em: <[https://www.curtocircuito.com.br/blog/Categoria Arduino/como-utilizar-o-ds18b20](https://www.curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20Arduino/como-utilizar-o-ds18b20)>. Acesso em: 29 maio. 2022.

MARTELETTO, A. R. **Comunicação Sem Fio De Baixo Custo Para Aplicações Em Domótica: Projeto E Construção De Um Protótipo Em Kit Microcontrolado**. Belo Horizonte: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2016.

MARTINS, J. C.; BELENKI, S. A.; SANCHES, H. L. DE C. Iluminação e sua Influencia nos usuarios da edificação. **Facnepar**, p. 45–71, 2014.

MCCORMICK. **the History of Home Automation**, 2017. Disponível em: <<https://myalarmcenter.com/blog/the-history-of-home-automation/>>. Acesso em: 25 maio. 2022.

METROPOLIS BROKERS. **Entenda a importância da segurança residencial e como aumentá-la**, 2022. Disponível em: <<https://blog.metropolisbrokers.com.br/2022/02/05/seguranca-residencial/>>.

MIRANDA, V. **LED – O que é e como funciona?**, 2021. Disponível em: <<https://proesi.blog.br/2021/03/02/o-que-e-um-led/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

MOREIRA, D. **Projeto Sensor De Umidade Do Solo Arduino Com Alerta Por Sms**, 2020. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-sensor-de-umidade-do-solo-arduino-com-alerta-por-sms/>>. Acesso em: 30 maio. 2022.

MURATORI, J. R.; BÓ, P. H. D. Automação residencial: histórico, definições e conceitos. **O setor elétrico**, v. 62, p. 70–77, 2011.

NEOWAY. **Inteligência Artificial: O que é, como funciona e exemplos**, 2020. Disponível em: <<https://blog.neoway.com.br/inteligencia-artificial/>>. Acesso em: 3 jun. 2022.

NETO, M. P. **Automação Residencial**. Campinas: Universidade de São Francisco, 2009.

NUGENT, C. D. et al. Home automation as a means of independent living. **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, v. 5, n. 1, p. 1–9, 2008.

OLIVEIRA, E. **Como usar com Arduino – Sensor (Detector) de Gás Inflamável / Fumaça – MQ-2**, 2018a. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-detector-de-gas-inflamavel-fumaca-mq-2>>. Acesso em: 29 maio. 2022.

OLIVEIRA, E. **Como usar com Arduino – Sensor (Medidor) de Umidade do Solo (Higrômetro)**, 2018b. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-medidor-de-umidade-do-solo-higrometro>>. Acesso em: 30 maio. 2022.

PAULUS, G. B. et al. Sistema de automação residencial: Acessibilidade no controle. **XXII Jornada de Pesquisa**, p. 13, 2017.

POZZEBOM, R. **O que são sistemas embarcados?**, 2014. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/13538-o-que-sao-sistemas-embarcados>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

SALOMAO, M. **Sensores e Atuadores IoT**, 2020. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/sensores-e-atuadores-iot/>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

SALUTES, B. **Como usar o celular como controle remoto**, 2021. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/apps/como-usar-celular-como-controle-remoto/>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

SILVER, L. **Sensor de luminosidade LDR: Acionando Lâmpada com Arduino**, 2019. Disponível em: <<https://guiarobotica.com/sensor-de-luminosidade-ldr/>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SOUZA, F. **Arduino UNO**, 2013. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

STRAUB, M. G. **Sensor De Gás Arduino Mq-2 Para Gases Inflamáveis E Fumaça**, 2016. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/blog/sensor-de-gas-arduino-mq-2-para-gases-inflamaveis-e-fumaca/>>. Acesso em: 29 maio. 2022.

TAVELA, B. **Projeto Elétrico, Automação Residencial e Eficiência Energética**, 2021. Disponível em: <<https://empeltecjr.com/projeto-eletrico-automacao-residencial-e-eficiencia-energetica/>>. Acesso em: 21 maio. 2022.

TEZA, V. R. **Alguns aspectos sobre a automação residencial: Domótica**. Florianópolis: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2002.

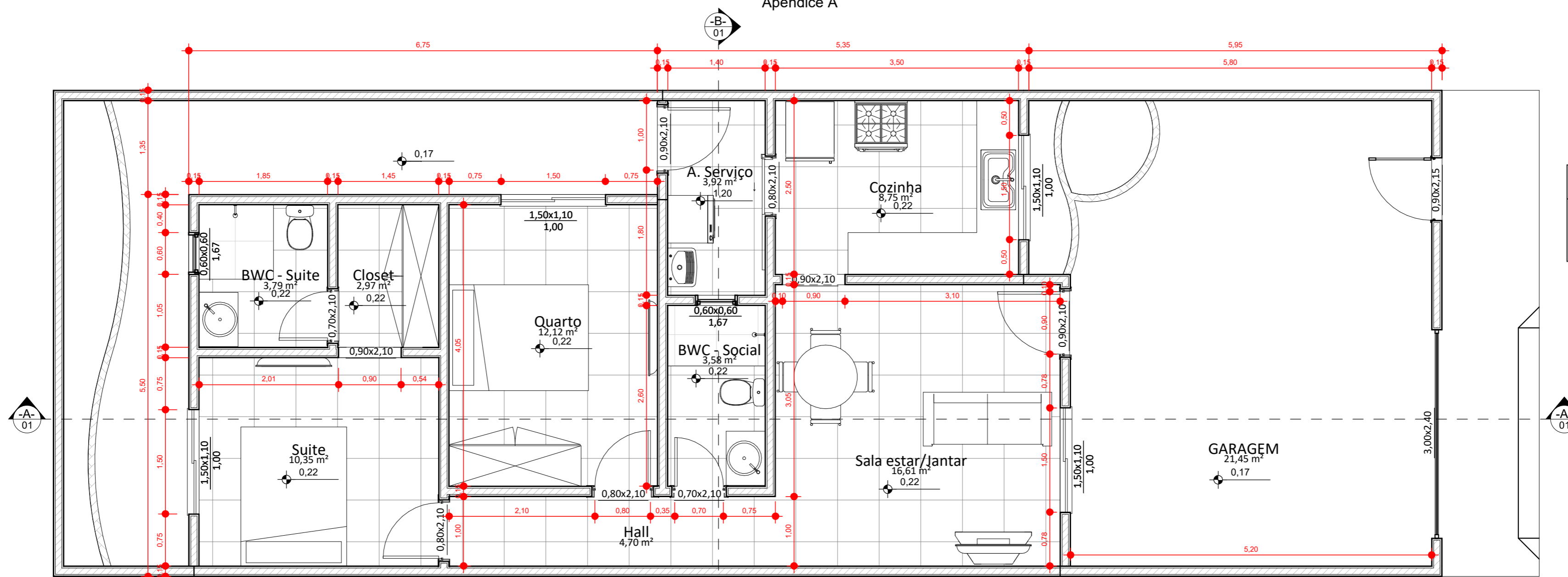
THOMSEN, A. **Medidor de corrente não invasivo com Arduino**, 2015a. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/medidor-de-corrente-sct013-com-arduino/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

THOMSEN, A. **Detector de proximidade com sensor infravermelho**, 2015b. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-infravermelho-arduino/>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

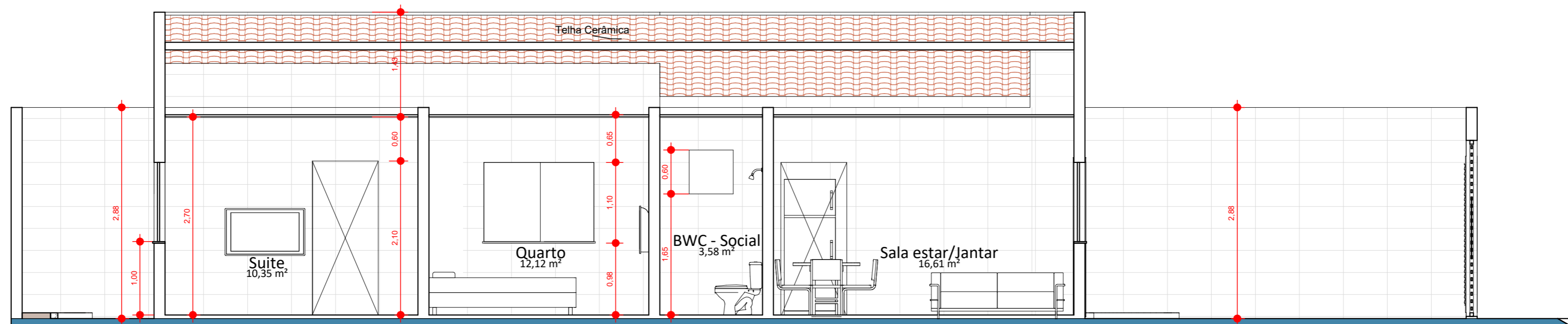
THOMSEN, A. **Monitore sua planta usando Arduino**, 2016. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/monitore-sua-planta-usando-arduino/>>. Acesso em: 22 maio. 2022.

VIDAL, V. **Automação residencial: Sensor de presença com Arduino**, 2017. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/automacao-residencial-sensor-de-presenca-com-arduino/>>. Acesso em: 28 maio. 2022.

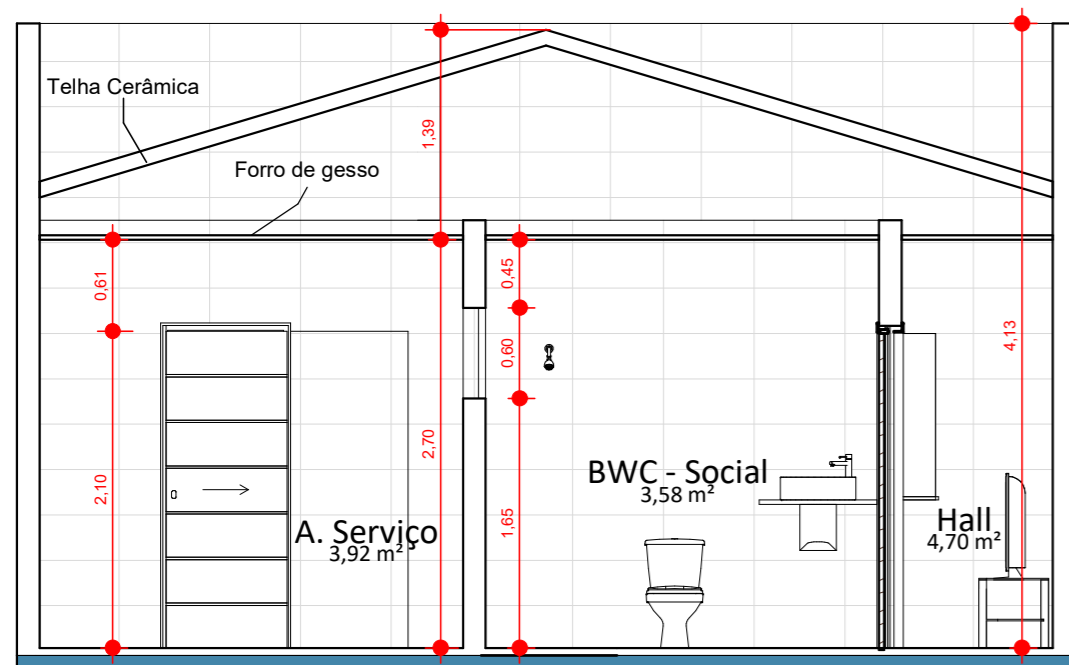
Apêndice A



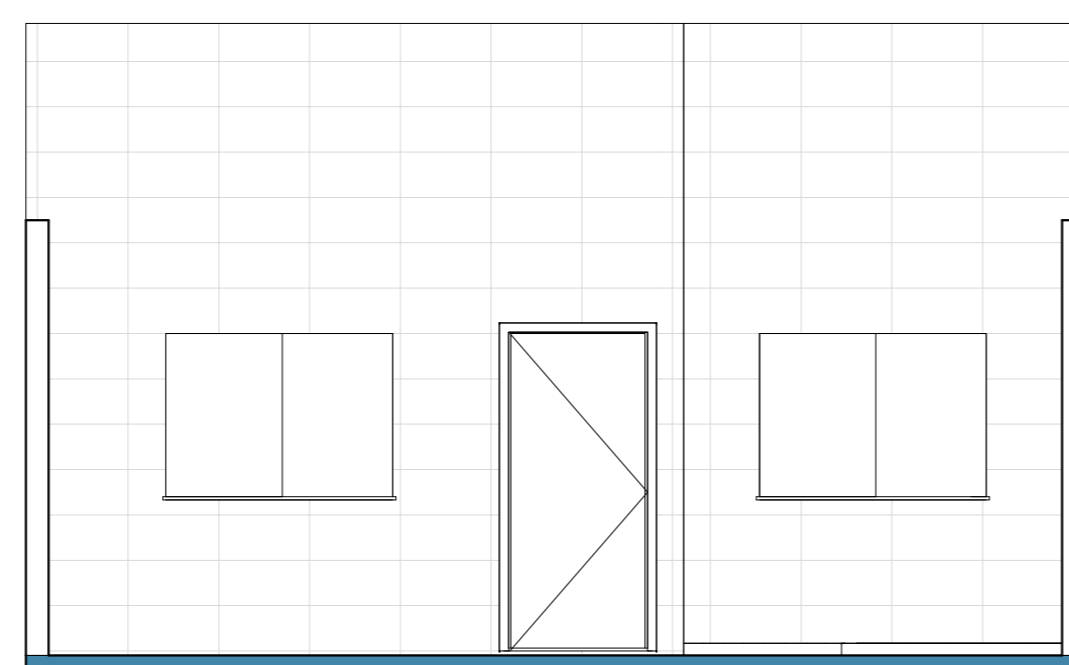
PLANTA BAIXA  
1 : 50



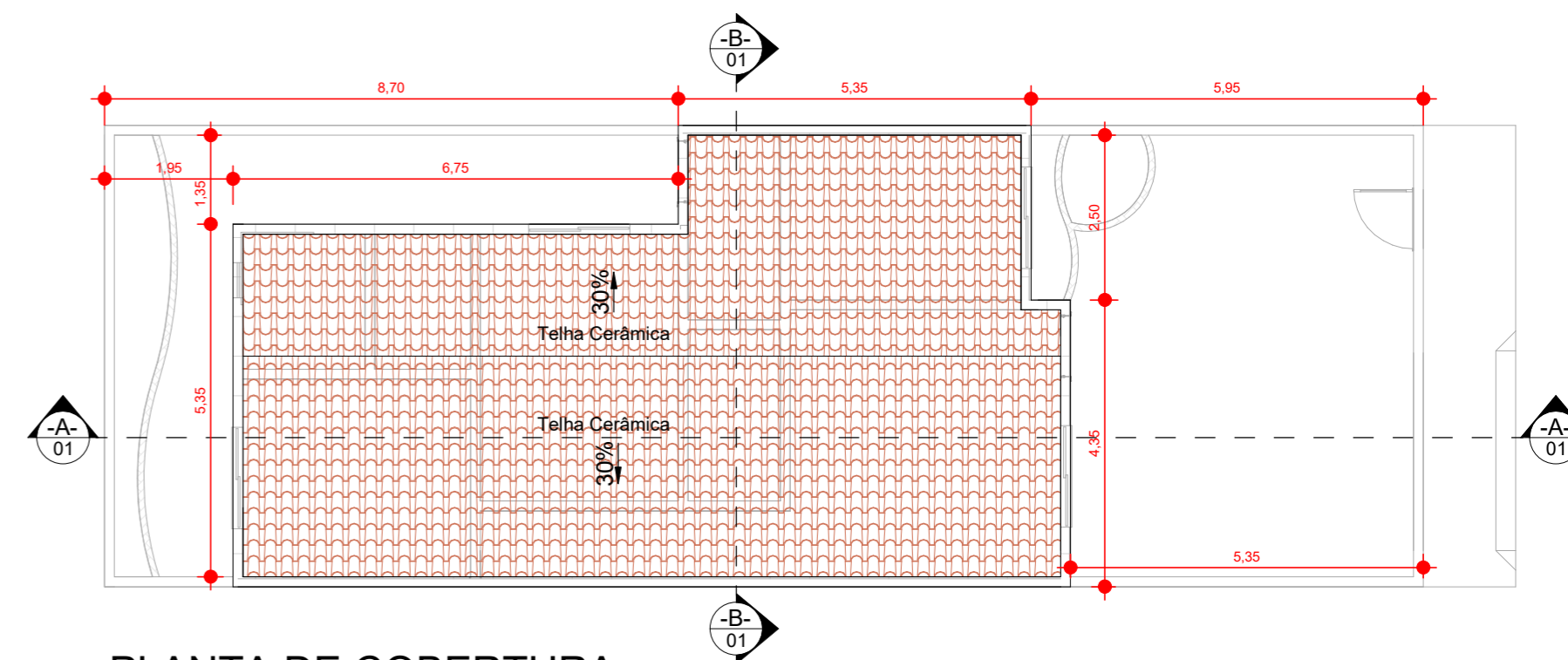
COORTE A  
1 : 50



COORTE B  
1 : 50

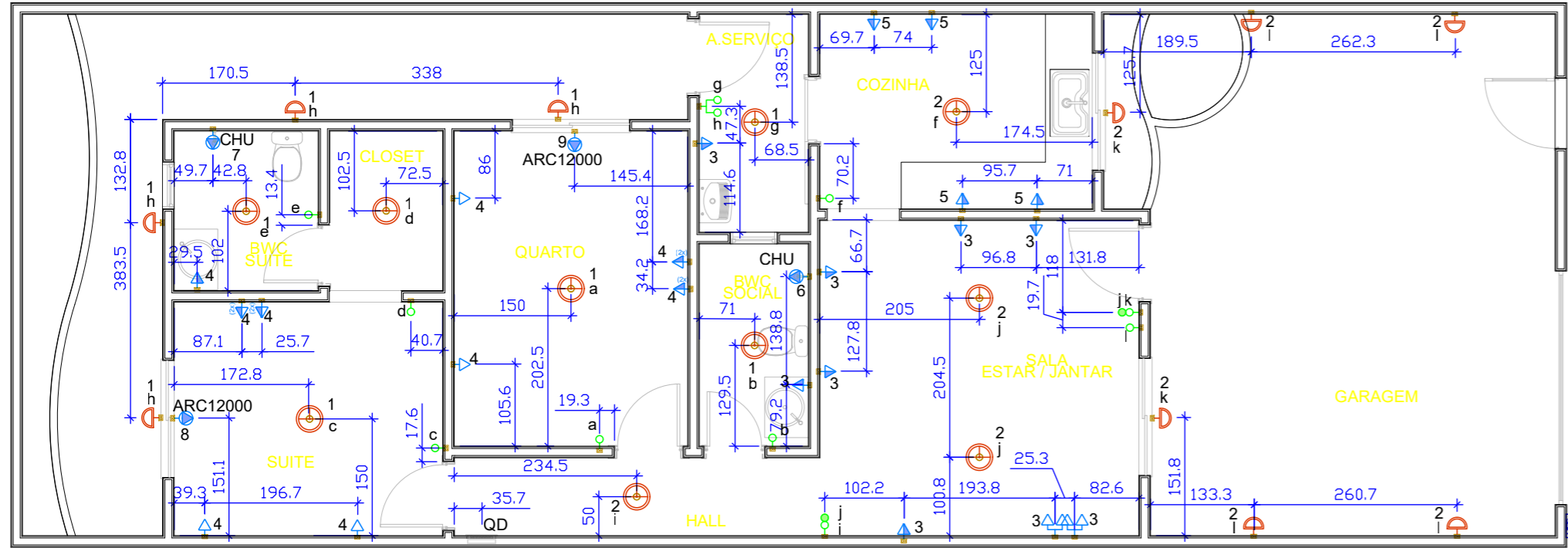


FACHADA  
1 : 50

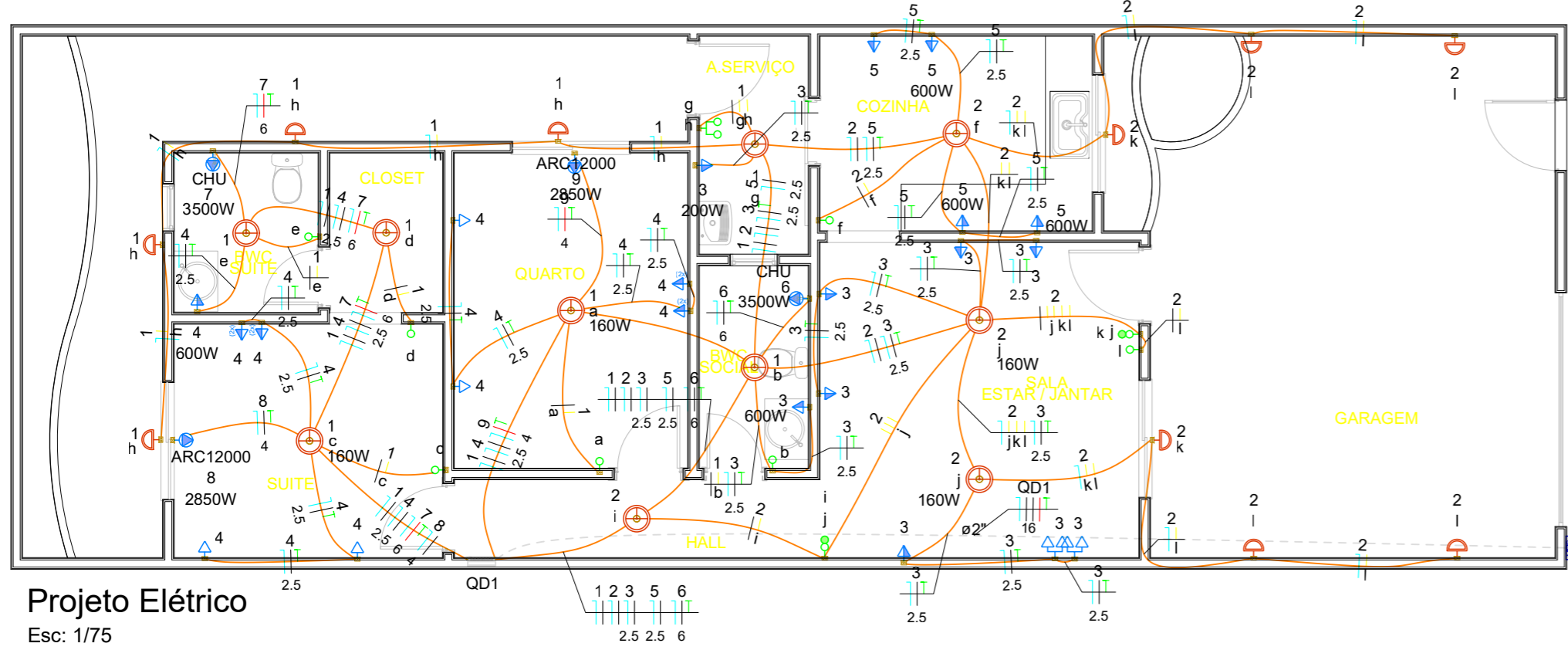


PLANTA DE COBERTURA  
1 : 100

# Apêndice B.1



**Pontos Elétricos**  
Esc: 1/75



**Projeto Elétrico**  
Esc: 1/75

Quadro de Cargas (QD1)

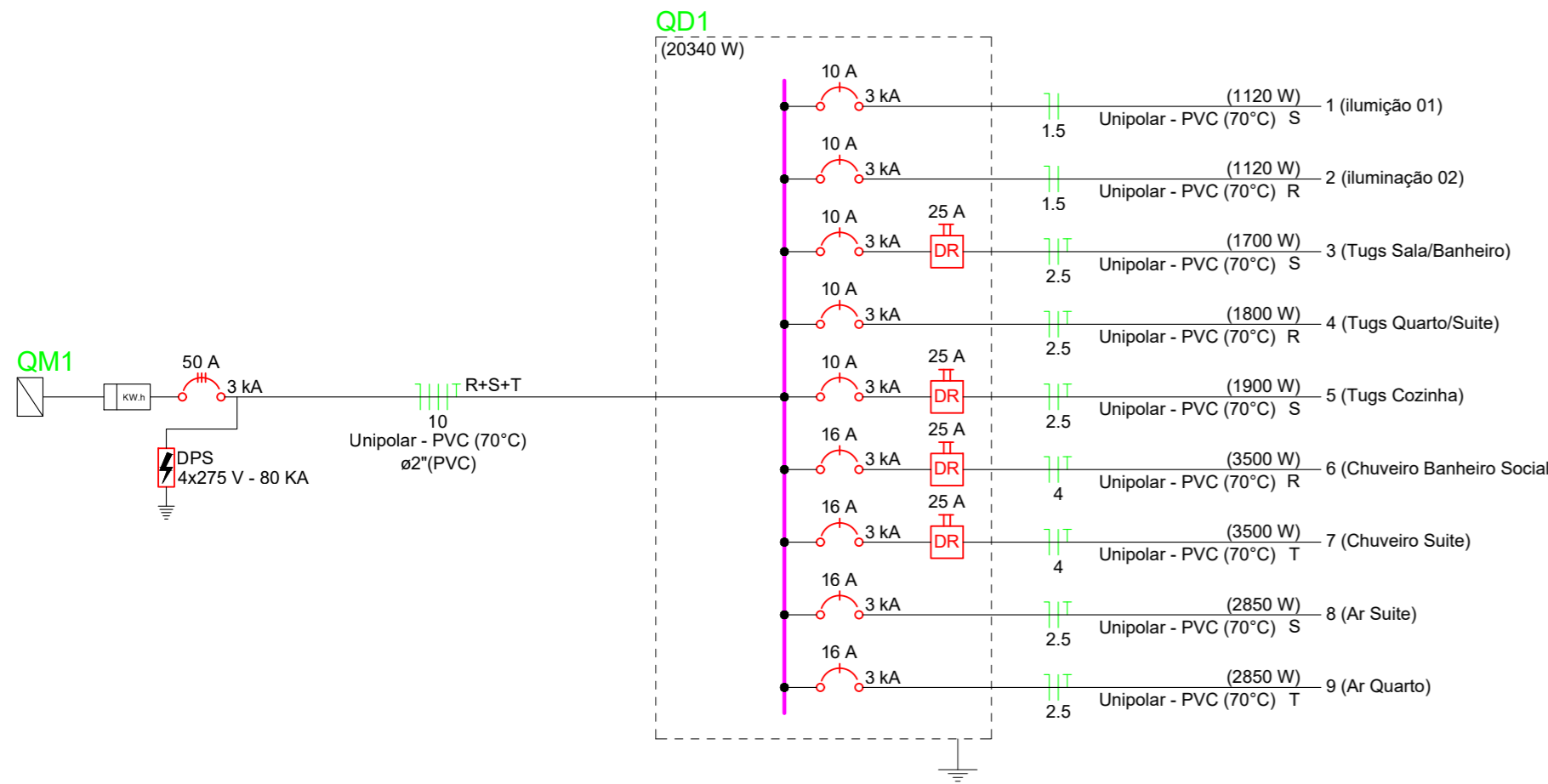
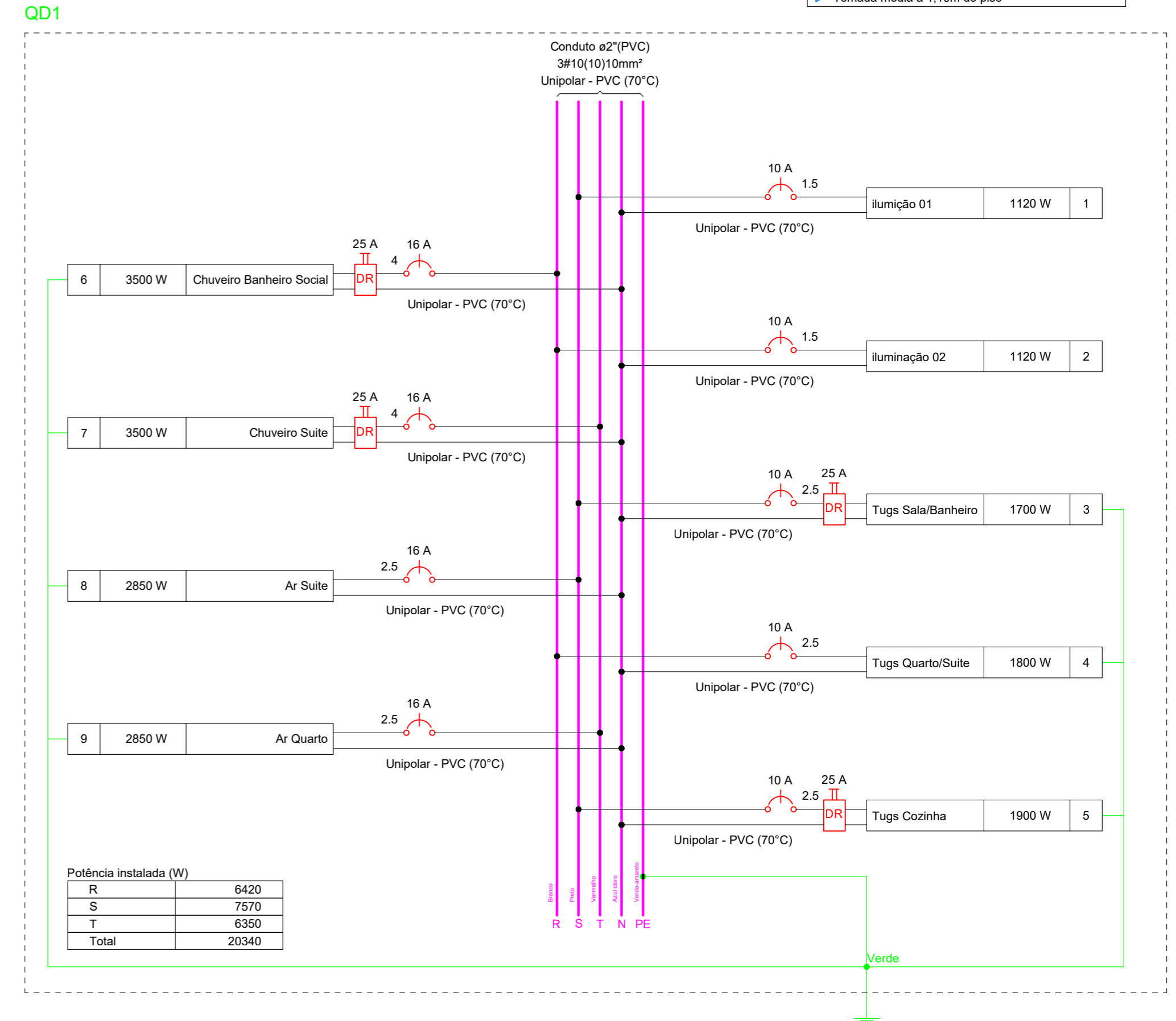
| Circuito | Descrição                | Esquema | Método de inst. | Tensão (V) | Iluminação (W) |     |     |     |     |      | Tomadas (W) | Pot. total. (VA) | Pot. total. (W) | Fases | Pot. - R (W) | Pot. - S (W) | Pot. - T (W) | FCT  | FCA  | In' (A) | Ip (A) | Seção (mm²) | Ic (A) | Icc (kA) | Disj (A) |      |    |
|----------|--------------------------|---------|-----------------|------------|----------------|-----|-----|-----|-----|------|-------------|------------------|-----------------|-------|--------------|--------------|--------------|------|------|---------|--------|-------------|--------|----------|----------|------|----|
|          |                          |         |                 |            | 100            | 160 | 100 | 200 | 600 | 2850 |             |                  |                 |       |              |              |              |      |      |         |        |             |        |          |          | 3500 |    |
| 1        | iluminação 01            | F+N+T   | B1              | 220 V      | 8              | 2   |     |     |     |      |             | 1120             | 1120            | R     | 1120         |              |              | 1.00 | 0.65 | 4.2     | 5.1    | 1.5         | 17.5   | 3        | 10       |      |    |
| 2        | iluminação 02            | F+N+T   | B1              | 220 V      | 8              | 2   |     |     |     |      |             | 1120             | 1120            | R     | 1120         |              |              | 1.00 | 0.65 | 7.8     | 5.1    | 1.5         | 17.5   | 3        | 10       |      |    |
| 3        | Tugs Sala/Banheiro       | F+N+T   | B1              | 220 V      |                |     | 9   | 1   | 1   |      |             | 1889             | 1700            | R     | 1700         |              |              | 1.00 | 0.65 | 13.2    | 8.6    | 2.5         | 24.0   | 3        | 10       |      |    |
| 4        | Tugs Quarto/Suite        | F+N+T   | B1              | 220 V      |                |     | 12  |     |     |      |             | 2000             | 1800            | R     | 1800         |              |              | 1.00 | 0.70 | 8.7     | 9.1    | 2.5         | 24.0   | 3        | 10       |      |    |
| 5        | Tugs Cozinha             | F+N+T   | B1              | 220 V      |                |     |     |     | 1   | 3    |             | 2111             | 1900            | S     |              | 1900         |              |      | 1.00 | 0.65    | 14.8   | 9.6         | 2.5    | 24.0     | 3        | 10   |    |
| 6        | Chuveiro Banheiro Social | F+N+T   | B1              | 220 V      |                |     |     |     |     |      | 1           | 3500             | 3500            | S     |              | 3500         |              |      | 1.00 | 0.65    | 24.5   | 15.9        | 6      | 41.0     | 3        | 16   |    |
| 7        | Chuveiro Suite           | F+N+T   | B1              | 220 V      |                |     |     |     |     |      | 1           | 3500             | 3500            | T     |              |              | 3500         |      |      | 1.00    | 0.70   | 22.7        | 15.9   | 6        | 41.0     | 3    | 16 |
| 8        | Ar Suite                 | F+N+T   | B1              | 220 V      |                |     |     |     |     | 1    |             | 2850             | 2850            | R     |              |              | 2850         |      |      | 1.00    | 0.70   | 18.5        | 13.0   | 4        | 32.0     | 3    | 16 |
| 9        | Ar Quarto                | F+N+T   | B1              | 220 V      |                |     |     |     |     | 1    |             | 2850             | 2850            | T     |              |              | 2850         |      |      | 1.00    | 0.80   | 16.2        | 13.0   | 4        | 32.0     | 3    | 16 |
| TOTAL    |                          |         |                 |            | 16             | 4   | 22  | 1   | 5   | 2    | 2           | 20940            | 20340           | R+S+T | 8590         | 5400         | 6350         |      |      |         |        |             |        |          |          |      |    |

Quadro de Demanda (QD1) - Pavimento

| Tipo de carga                                    | Potência instalada (kVA) | Fator de demanda (%) | Demanda (kVA) |
|--|--------------------------|----------------------|---------------|
| Chuveiros, ferros elétricos, aquecedores de água | 7.00                     | 92.00                | 6.44          |
| Condicionador de ar tipo janela                  | 5.70                     | 100.00               | 5.70          |
| Iluminação e TUG's                               | 8.24                     | 31.00                | 2.55          |
| <b>TOTAL</b>                                     |                          |                      | <b>14.69</b>  |

Legenda - Pavimento

- 2 Tomadas baixas a 0,30m do piso
- 2 Tomadas médias a 1,10m do piso
- Entrada de serviço
- Interruptor 1 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso
- Interruptor simples 1 tecla - 1,10m do piso
- Interruptor simples 2 teclas - 1,10m do piso
- Ponto genérico de luz 100W
- Ponto genérico de luz 160W
- Quadro de distribuição
- Quadro de medição
- Tomada alta a 2,20m do piso
- Tomada baixa a 0,30m do piso
- Tomada média a 1,10m do piso



## Apêndice B.2

| Lista de Materiais (QD1)                                  |          |
|---|----------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                 |          |
| Caixa PVC 4x2"  | 36 pç    |
| Caixa PVC octogonal 4"x 4"                                | 20 pç    |
| Cabo Unipolar (cobre)                                     |          |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível)  |          |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Amarelo                             | 146.95 m |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                          | 83.96 m  |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Branco                              | 28.9 m   |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Preto                               | 44.66 m  |
| 10 mm <sup>2</sup> - Azul claro                           | 20 m     |
| 10 mm <sup>2</sup> - Branco                               | 20 m     |
| 10 mm <sup>2</sup> - Preto                                | 20 m     |
| 10 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                        | 20 m     |
| 10 mm <sup>2</sup> - Vermelho                             | 20 m     |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                          | 121.52 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Branco                              | 37.46 m  |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Preto                               | 74.26 m  |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                       | 82.8 m   |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Vermelho                            | 9.8 m    |
| 4 mm <sup>2</sup> - Azul claro                            | 24.56 m  |
| 4 mm <sup>2</sup> - Branco                                | 12.25 m  |
| 4 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                         | 24.56 m  |
| 4 mm <sup>2</sup> - Vermelho                              | 12.3 m   |
| Dispositivo Elétrico - embutido                           |          |
| Placa 2x4"  |          |
| Interruptor simples & paralelo - 2 teclas                 | 2 pç     |
| Interruptor simples - 1 tecla                             | 7 pç     |
| Interruptor simples - 2 teclas                            | 1 pç     |
| Placa c/ furo   | 4 pç     |
| Placa p/ 1 função   | 16 pç    |
| Placa p/ 2 funções  | 6 pç     |
| S/ placa  |          |
| Tomada hexagonal (NBR 14136) (2) 2P+T 10A                 | 6 pç     |
| Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A                     | 16 pç    |
| Dispositivo de Proteção                                   |          |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)   |          |
| 10 A - 3 kA   | 5 pç     |
| 16 A - 3 kA   | 4 pç     |
| Interruptor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN 25 A | 4 pç     |
| Eletroduto PVC flexível                                   |          |
| Eletroduto leve 3/4"                                      | 184.26 m |
| Eletroduto pesado 2"                                      | 20 m     |
| Quadro distrib. plástico - embutir                        |          |
| Barr. trif., - DIN (Ref. Hager)                           |          |
| Cap. 12 disj. unip. - In Pente 63A                        | 1 pç     |

| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 1 - Iluminação 01)    |         |
|--|---------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                |         |
| Caixa PVC 4x2"   | 6 pç    |
| Caixa PVC octogonal 4"x 4"                               | 10 pç   |
| Cabo Unipolar (cobre)                                    |         |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível) |         |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Amarelo                            | 33.8 m  |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                         | 37.51 m |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Branco                             | 44.66 m |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                      | 20.16 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                          |         |
| Placa 2x4"   |         |
| Interruptor simples - 1 tecla                            | 5 pç    |
| Interruptor simples - 2 teclas                           | 1 pç    |
| Dispositivo de Proteção                                  |         |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)  |         |
| 10 A - 10 kA   | 1 pç    |
| Eletroduto PVC flexível                                  |         |
| Eletroduto leve 3/4"                                     | 56.71 m |

| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 2 - Iluminação 02)    |          |
|--|----------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                |          |
| Caixa PVC 4x2"   | 4 pç     |
| Caixa PVC octogonal 4"x 4"                               | 10 pç    |
| Cabo Unipolar (cobre)                                    |          |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível) |          |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Amarelo                            | 113.15 m |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                         | 46.45 m  |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Branco                             | 28.9 m   |
| 1.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                      | 13.65 m  |
| Dispositivo Elétrico - embutido                          |          |
| Placa 2x4"   |          |
| Interruptor simples & paralelo - 2 teclas                | 2 pç     |
| Interruptor simples - 1 tecla                            | 2 pç     |
| Dispositivo de Proteção                                  |          |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)  |          |
| 10 A - 10 kA   | 1 pç     |
| Eletroduto PVC flexível                                  |          |
| Eletroduto leve 3/4"                                     | 72.45 m  |

| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 3 - Tugs Sala/Banheiro) |      |
|--|------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                  |      |
| Caixa PVC 4x2"   | 9 pç |
| Cabo Unipolar (cobre)                                      |      |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível)   |      |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                           | 44 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Preto                                | 44 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                        | 44 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                            |      |
| Placa 2x4"   |      |
| Placa p/ 1 função  | 7 pç |
| Placa p/ 2 funções   | 2 pç |
| S/ placa   |      |
| Tomada hexagonal (NBR 14136) (2) 2P+T 10A                  | 2 pç |
| Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A                      | 7 pç |
| Dispositivo de Proteção                                    |      |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)    |      |
| 10 A - 3 kA  | 1 pç |
| Interruptor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN 25 A  | 1 pç |
| Eletroduto PVC flexível                                    |      |
| Eletroduto leve 3/4"                                       | 44 m |

| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 4 - Tugs Quarto/Suite) |         |
|---|---------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                 |         |
| Caixa PVC 4x2"  | 9 pç    |
| Cabo Unipolar (cobre)                                     |         |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível)  |         |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                          | 37.46 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Branco                              | 37.46 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                       | 37.46 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                           |         |
| Placa 2x4"  |         |
| Placa p/ 1 função   | 5 pç    |
| Placa p/ 2 funções  | 4 pç    |
| S/ placa  |         |
| Tomada hexagonal (NBR 14136) (2) 2P+T 10A                 | 4 pç    |
| Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A                     | 5 pç    |
| Dispositivo de Proteção                                   |         |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)   |         |
| 10 A - 10 kA  | 1 pç    |
| Eletroduto PVC flexível                                   |         |
| Eletroduto leve 3/4"                                      | 37.46 m |

| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 5 - Tugs Cozinha)      |         |
|---|---------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                 |         |
| Caixa PVC 4x2"  | 4 pç    |
| Cabo Unipolar (cobre)                                     |         |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível)  |         |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                          | 21.55 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Preto                               | 21.55 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                       | 21.55 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                           |         |
| Placa 2x4"  |         |
| Placa p/ 1 função   | 4 pç    |
| S/ placa  |         |
| Tomada hexagonal (NBR 14136) 2P+T 10A                     | 4 pç    |
| Dispositivo de Proteção                                   |         |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)   |         |
| 10 A - 3 kA   | 1 pç    |
| Interruptor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN 25 A | 1 pç    |
| Eletroduto PVC flexível                                   |         |
| Eletroduto leve 3/4"                                      | 21.55 m |

| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 6 - Chuveiro Banheiro Social) |         |
|--|---------|
| Acessórios p/ eletrodutos  |         |
| Caixa PVC 4x2"   | 1 pç    |
| Cabo Unipolar (cobre)  |         |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível)         |         |
| 4 mm <sup>2</sup> - Azul claro                                   | 12.25 m |
| 4 mm <sup>2</sup> - Branco                                       | 12.25 m |
| 4 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                                | 12.25 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                                  |         |
| Placa 2x4"   |         |
| Placa c/ furo  | 1 pç    |
| Dispositivo de Proteção  |         |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)          |         |
| 16 A - 3 kA  | 1 pç    |
| Interruptor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN 25 A        | 1 pç    |
| Eletroduto PVC flexível  |         |
| Eletroduto leve 3/4"   | 12.25 m |

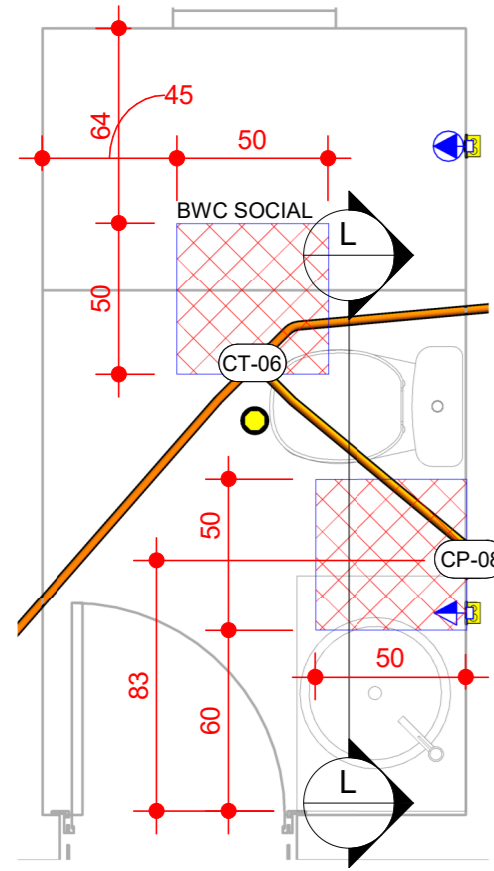
| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 7 - Chuveiro Suite)    |        |
|---|--------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                 |        |
| Caixa PVC 4x2"  | 1 pç   |
| Cabo Unipolar (cobre)                                     |        |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível)  |        |
| 4 mm <sup>2</sup> - Azul claro                            | 12.3 m |
| 4 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                         | 12.3 m |
| 4 mm <sup>2</sup> - Vermelho                              | 12.3 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                           |        |
| Placa 2x4"  |        |
| Placa c/ furo   | 1 pç   |
| Dispositivo de Proteção                                   |        |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)   |        |
| 16 A - 3 kA   | 1 pç   |
| Interruptor bipolar DR (fase/neutro - In 30mA) - DIN 25 A | 1 pç   |
| Eletroduto PVC flexível                                   |        |
| Eletroduto leve 3/4"                                      | 12.3 m |

| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 8 - Ar Suite)         |       |
|--|-------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                |       |
| Caixa PVC 4x2"   | 1 pç  |
| Cabo Unipolar (cobre)                                    |       |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível) |       |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                         | 8.7 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Preto                              | 8.7 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                      | 8.7 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                          |       |
| Placa 2x4"   |       |
| Placa c/ furo  | 1 pç  |
| Dispositivo de Proteção                                  |       |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)  |       |
| 16 A - 10 kA   | 1 pç  |
| Eletroduto PVC flexível                                  |       |
| Eletroduto leve 3/4"                                     | 8.7 m |

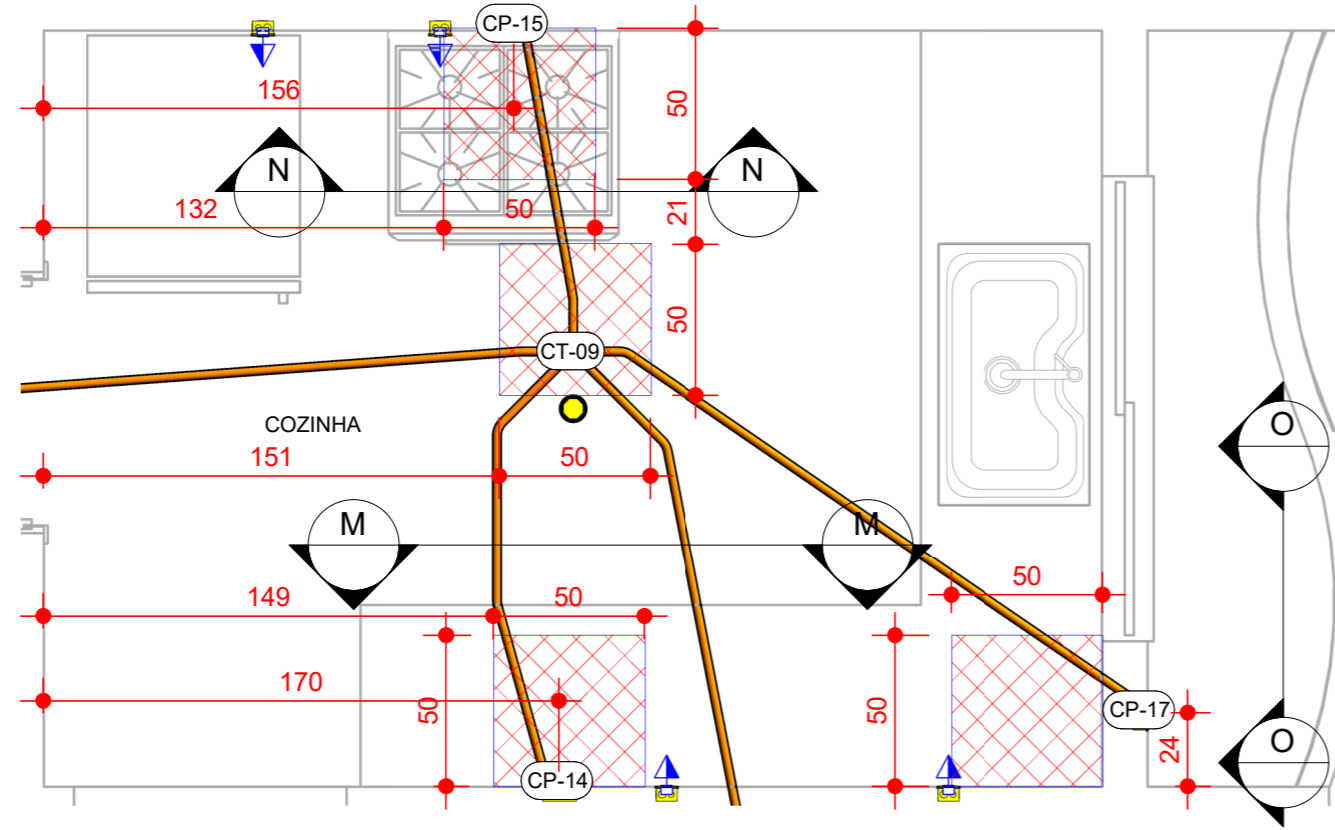
| Lista de Materiais (QD1 - Circuito 9 - Ar Quarto)        |       |
|--|-------|
| Acessórios p/ eletrodutos                                |       |
| Caixa PVC 4x2"   | 1 pç  |
| Cabo Unipolar (cobre)                                    |       |
| Isol.PVC - 450/750V (ref. Pirastic Ecoplus BWF Flexível) |       |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Azul claro                         | 9.8 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Verde-amarelo                      | 9.8 m |
| 2.5 mm <sup>2</sup> - Vermelho                           | 9.8 m |
| Dispositivo Elétrico - embutido                          |       |
| Placa 2x4"   |       |
| Placa c/ furo  | 1 pç  |
| Dispositivo de Proteção                                  |       |
| Disjuntor Unipolar Termomagnético - norma DIN (Curva C)  |       |
| 16 A - 10 kA   | 1 pç  |
| Eletroduto PVC flexível                                  |       |
| Eletroduto leve 3/4"                                     | 9.8 m |



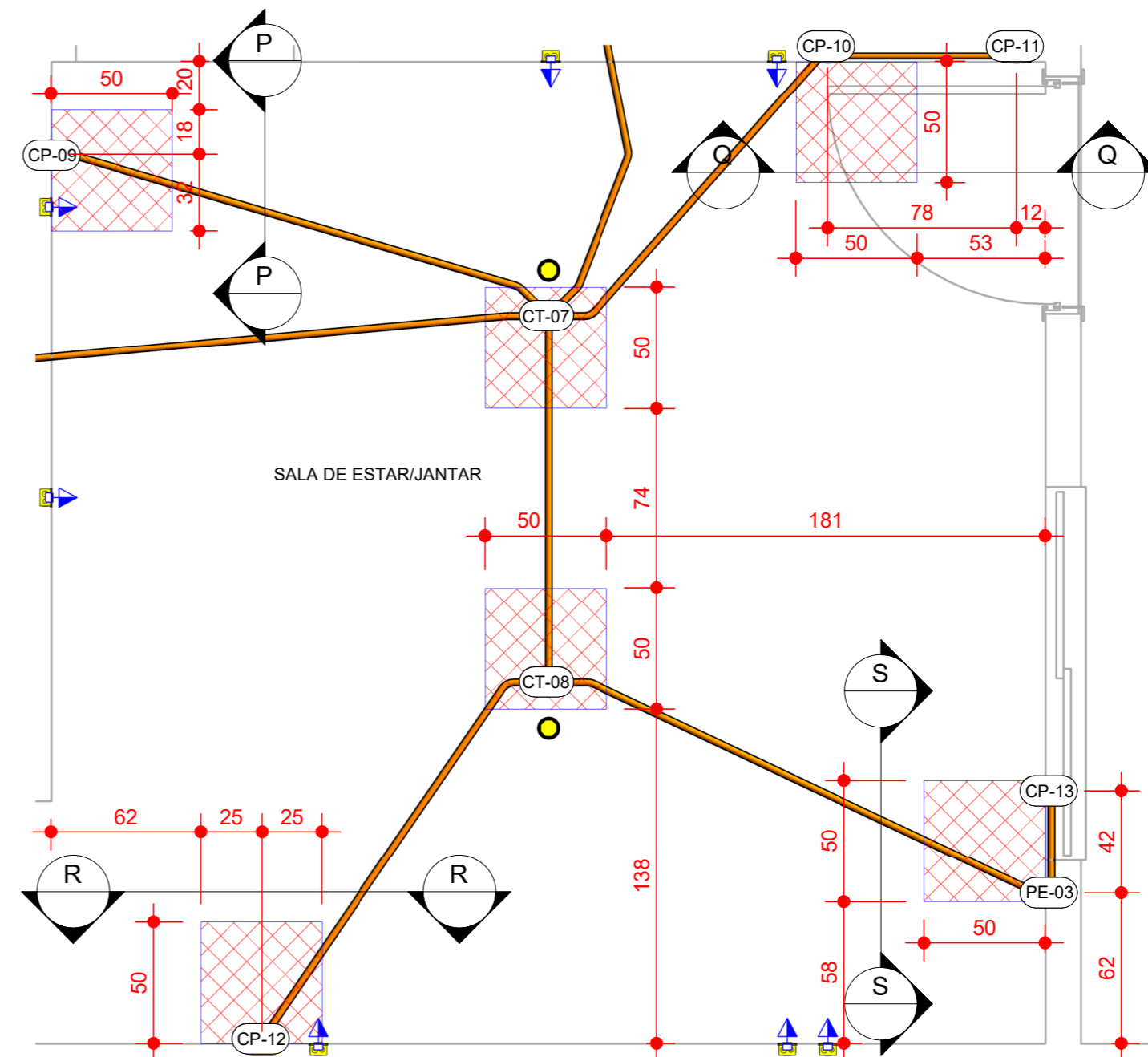
## Apendice C.2



**DETALHE 6**  
1 : 25



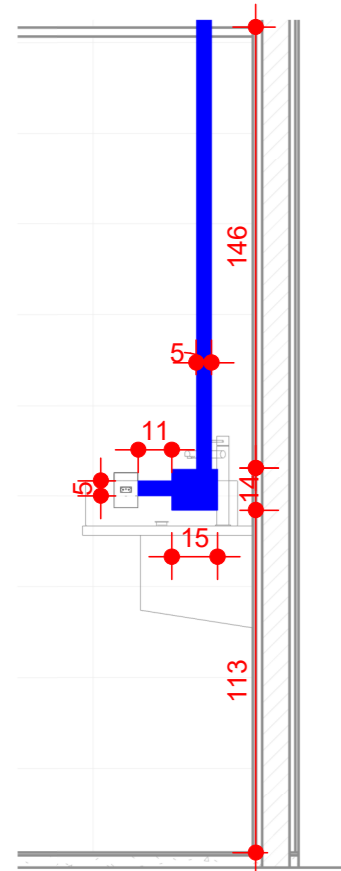
**DETALHE 7**  
1 : 25



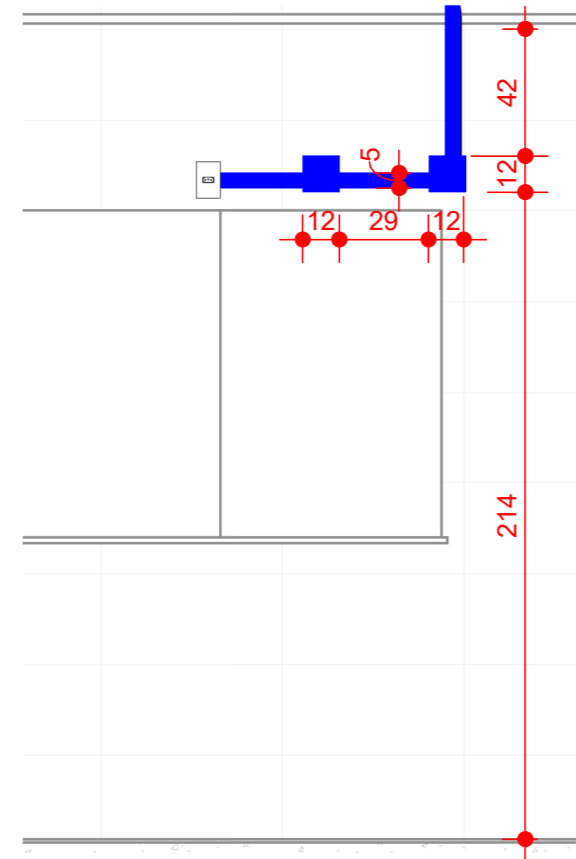
**DETALHE 8**  
1 : 25

Ponto de demolição em forro  
 Ponto de demolição em alvenaria

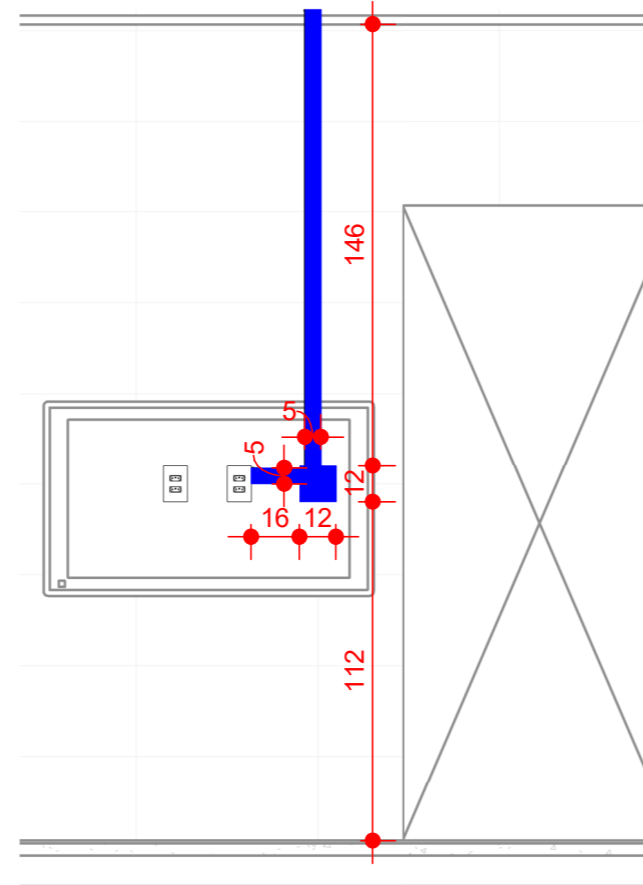
| Quantitativo de demolição                   |           |           |            |
|---|-----------|-----------|------------|
| Serviço                                     | QTD (und) | Área (m²) | Linear (m) |
| Rasgo em alvenaria                          | -----     | 1,35      | 27         |
| Quebra de alvenaria para caixa de passagem  | 20        | 0,29      | -----      |
| Quebra de alvenaria para caixa de automação | 01        | 0,09      | -----      |
| Demolição de forro de gesso                 | 27        | 6,75      | -----      |



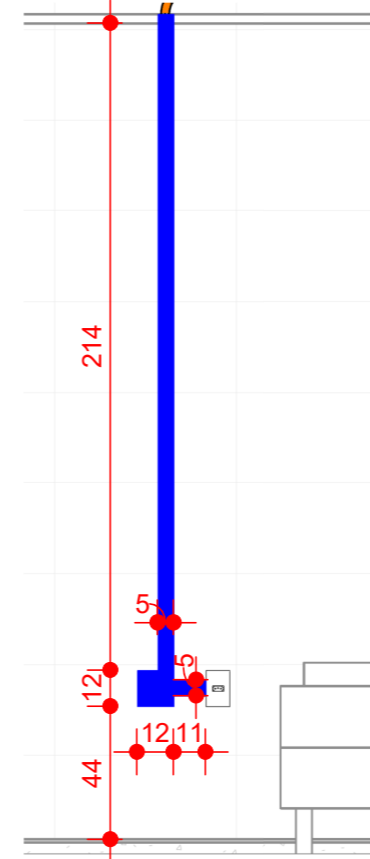
**CORTE A - A**  
1 : 25



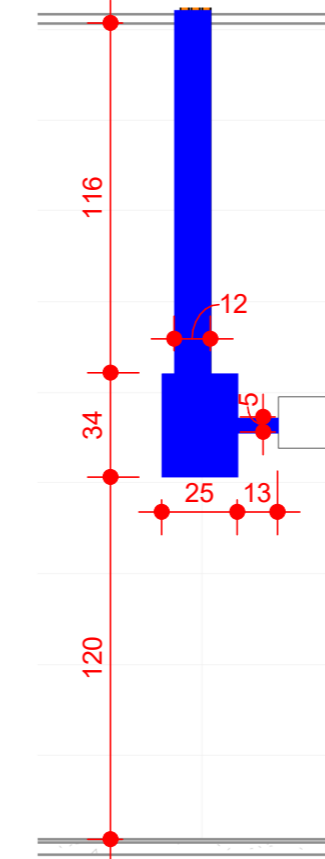
**CORTE B - B**  
1 : 25



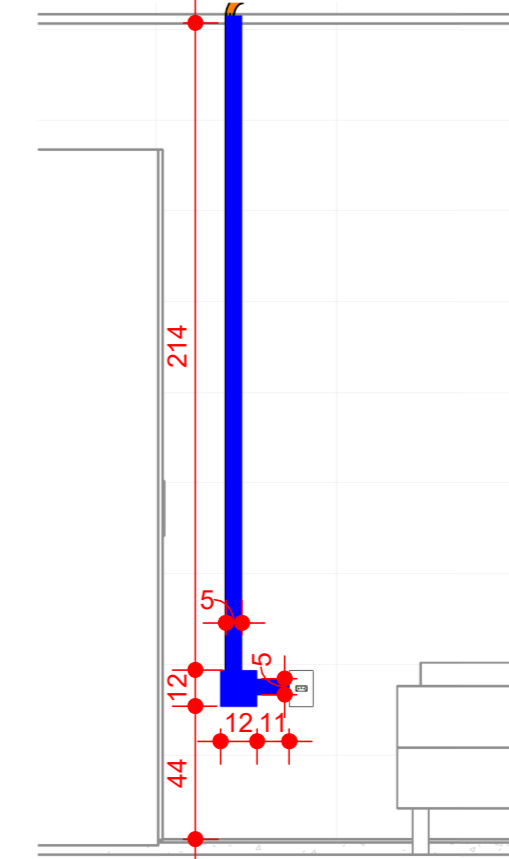
**CORTE C - C**  
1 : 25



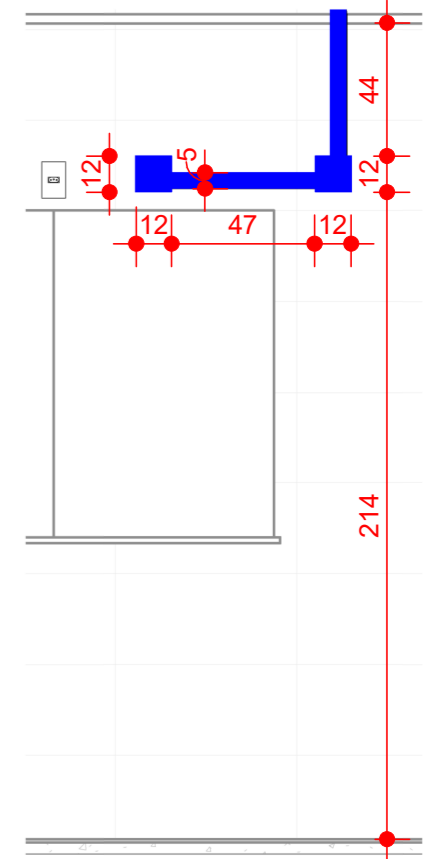
**CORTE D - D**  
1 : 25



**CORTE E - E**  
1 : 25

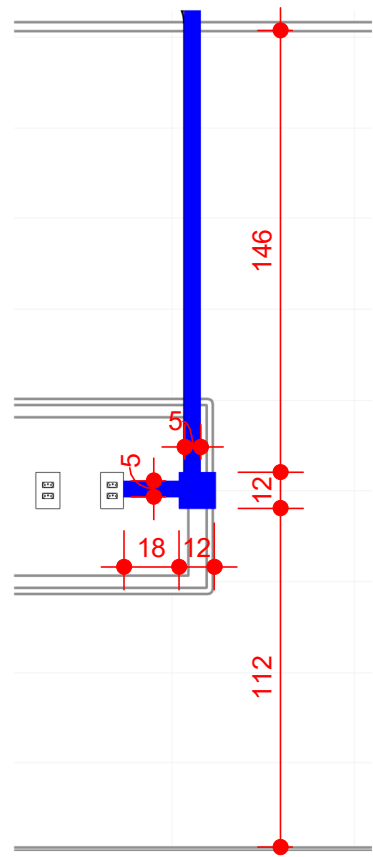


**CORTE F - F**  
1 : 25



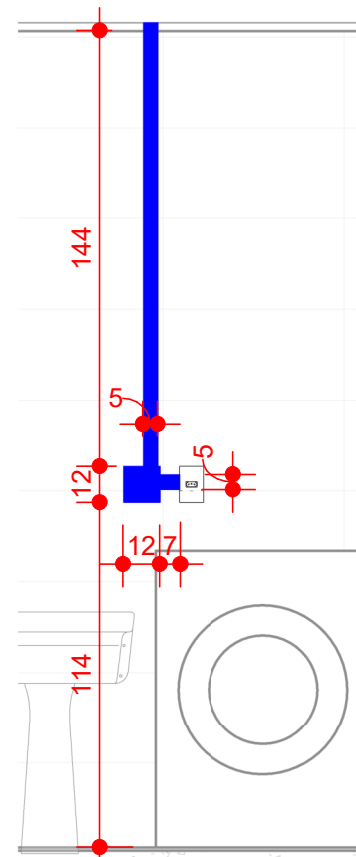
**CORTE G - G**  
1 : 25

# Apendice C.3



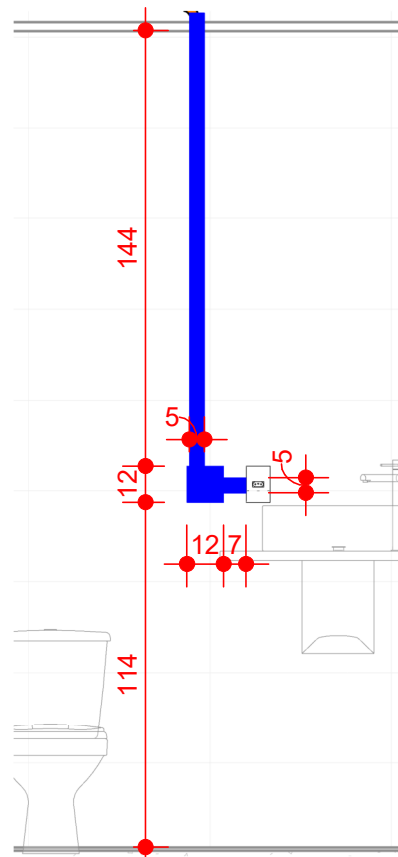
**CORTE I - I**

1 : 25



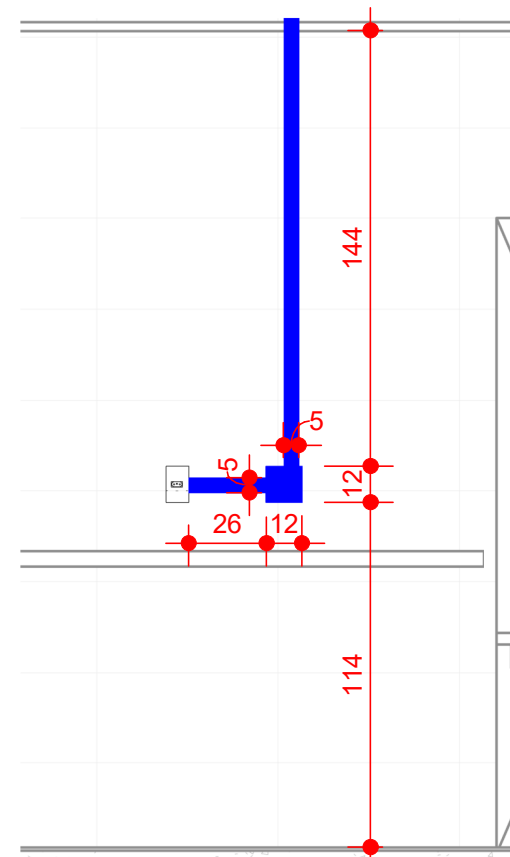
**CORTE J - J**

1 : 25



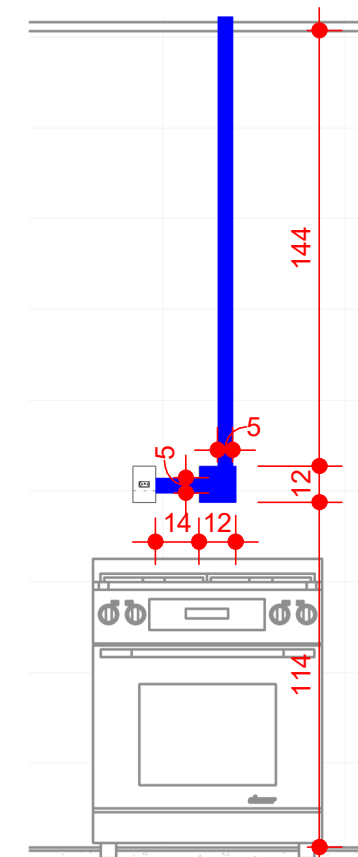
**CORTE L - L**

1 : 25



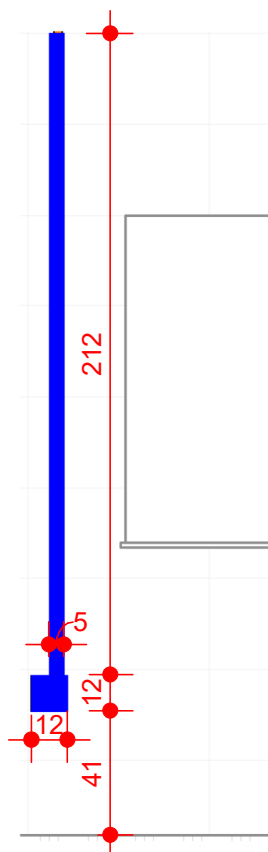
**CORTE M - M**

1 : 25



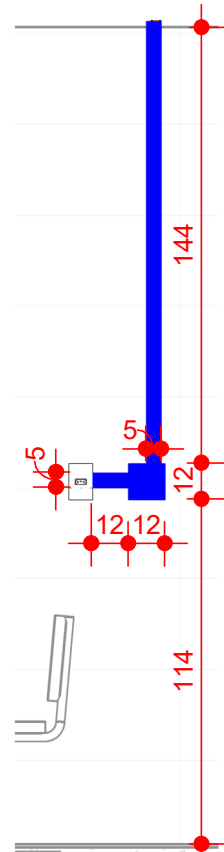
**CORTE N - N**

1 : 25



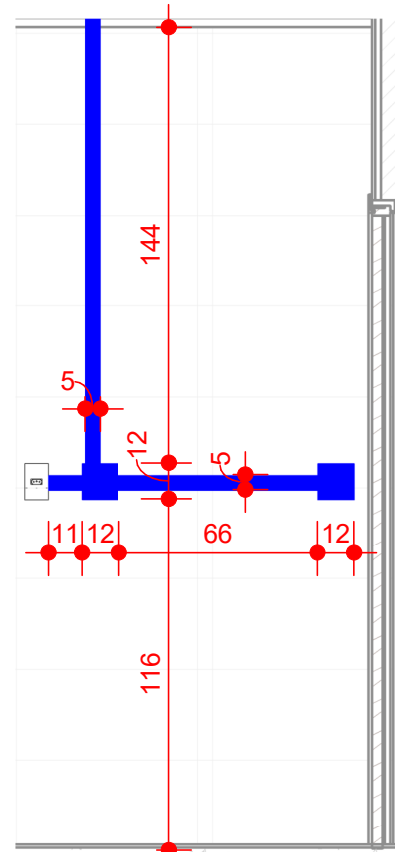
**CORTE O - O**

1 : 25



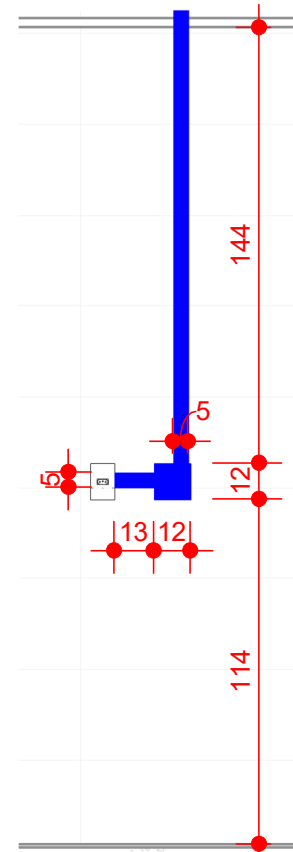
**CORTE P - P**

1 : 25



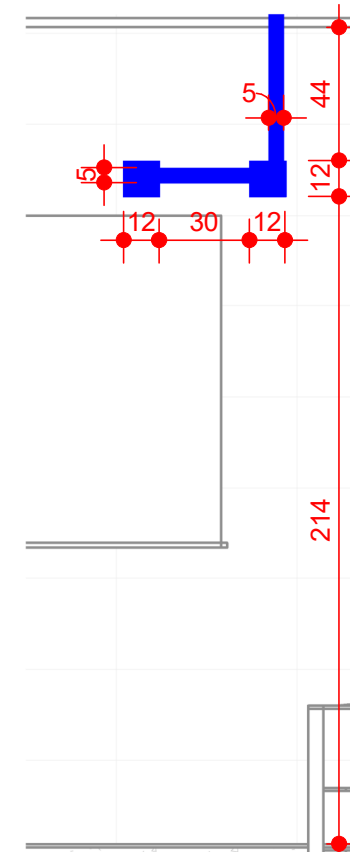
**CORTE Q - Q**

1 : 25



**CORTE R - R**

1 : 25



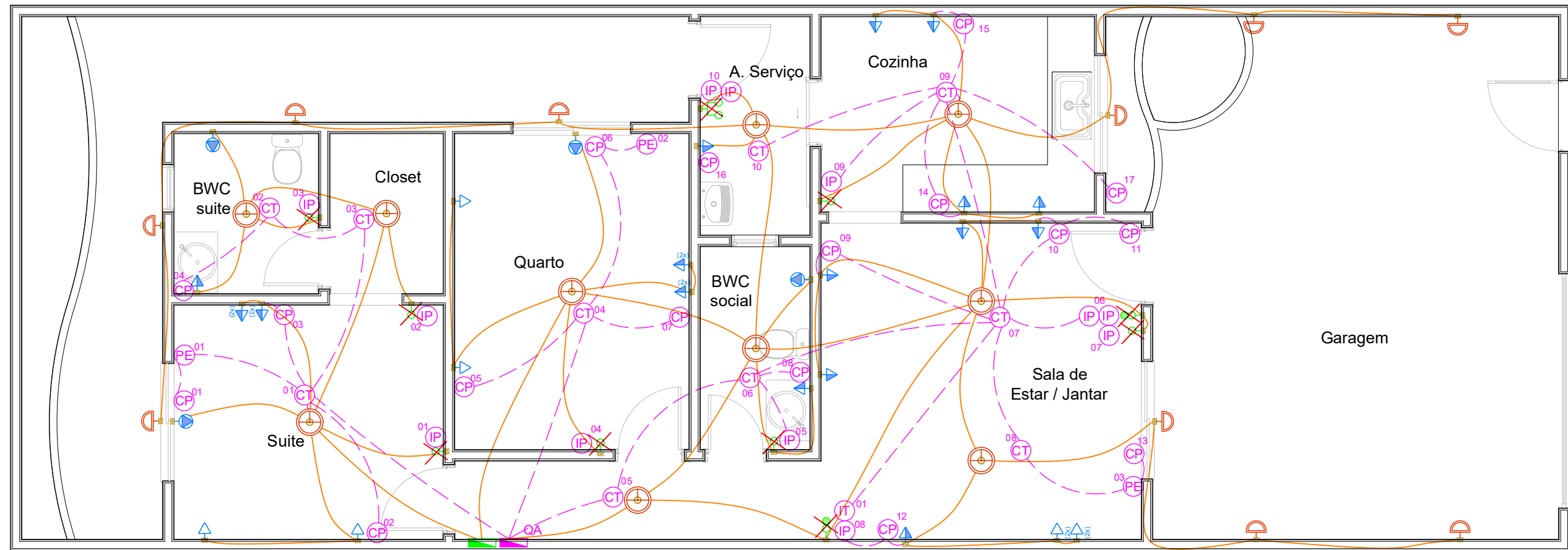
**CORTE S - S**

1 : 25

- Ponto de demolição em forro
- Ponto de demolição em alvenaria

| Quantitativo de demolição                   |           |           |            |
|---|-----------|-----------|------------|
| Serviço                                     | QTD (und) | Área (m²) | Linear (m) |
| Rasgo em alvenaria                          | -----     | 1,35      | 27         |
| Quebra de alvenaria para caixa de passagem  | 20        | 0,29      | -----      |
| Quebra de alvenaria para caixa de automação | 01        | 0,09      | -----      |
| Demolição de forro de gesso                 | 27        | 6,75      | -----      |

# Apêndice D



| Legenda |  |
|---------|--|
|         | 2 Tomadas baixas a 0,30m do piso                   |
|         | 2 Tomadas médias a 1,10m do piso                   |
|         | Entrada de serviço                                 |
|         | Interruptor 1 simples e 1 paralelo - 1,10m do piso |
|         | Interruptor simples 1 tecla - 1,10m do piso        |
|         | Interruptor simples 2 teclas - 1,10m do piso       |
|         | Ponto genérico de luz 100W                         |
|         | Quadro de distribuição                             |
|         | Quadro de medição                                  |
|         | Tomada alta a 2,20m do piso                        |
|         | Tomada baixa a 0,30m do piso                       |
|         | Tomada média a 1,10m do piso                       |
|         | Eletrodutos - Elétrica                             |
|         | Eletrodutos - automação                            |
|         | Percianas  |
|         | Caixa de passagem de embutir em parede 4x4         |
|         | Caixa de passagem de embutir em forro 4x4          |
|         | Interruptor paralelo                               |
|         | Interruptor Intermediário                          |
|         | QA - Quadro de Automação                           |

| Lista de Materiais (Automação)     |         |
|------------------------------------|---------|
| Acessórios p/ eletrodutos          |         |
| Caixa PVC 4x4"                     | 20 pç   |
| Caixa PVC octogonal 4"x 4"         | 10 pç   |
| Dispositivo Elétrico - embutido    |         |
| Placa 4x4"                         |         |
| Tampa Cega                         | 30 pç   |
| Eletroduto PVC flexível            |         |
| Eletroduto leve 3/4"               | 80.00 m |
| Quadro distrib. plástico - embutir |         |
| Barr. monof., - DIN (Ref. Hager)   |         |
| Cap. 24 disj. unip. - In Pente 63A | 1 pç    |

# Apêndice E

```
// Linguagem do programa baseada em C++

#include<ESP8266WiFi.h>

#ifndef STASSID
#define STASSID "Almeida"           // Nome da rede Wifi
#define STAPSK  "Vinicius"         // Senha da rede Wifi
#endif

#define led1  D1                    // Definindo portas do microcontrolador
#define led2  D2                    // que serão ativadas
#define led3  D3

int bt1;                             // Definição de variáveis
int bt2;
int bt3;

const char* ssid = STASSID;          // Carregado as informações
const char* password = STAPSK;      // digitadas anteriormete
                                      // com nome e senha da rede

WiFiServer server(80);

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // prepare LED                      // Informando que as portas
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);      // definidas serão do tipo
  pinMode(led1, OUTPUT);              // de saída
  pinMode(led2, OUTPUT);
  pinMode(led3, OUTPUT);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, 0);

  // Connect to WiFi network
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print(F("Connecting to "));
  Serial.println(ssid);

  WiFi.mode(WIFI_STA);               // Conectando na rede
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(F("."));
  }
  Serial.println();                  // Definindo um IP fixo para o
  Serial.println(F("WiFi connected")); // microcontrolador
  IPAddress ip(192, 168, 1, 75);
  IPAddress gateway(192, 168, 1, 1);
  IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);
  Serial.print("Configurando IP fixo para : ");
  Serial.println(ip);

  WiFi.config(ip, gateway, subnet);

  // Start the server
  server.begin();
  Serial.println(F("Server started"));
```

```

// Print the IP address
Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop() {
// Check if a client has connected
WiFiClient client = server.available();
if (!client) {
return;
}
Serial.println(F("newclient"));

client.setTimeout(5000); // default is 1000

// Read the first line of the request
String req = client.readStringUntil('\r'); //Recebe as informações
Serial.println(F("request: ")); //enviadas ao microcontrolador
Serial.println(req);

// Match the request

if (req.indexOf(F("/led1/on")) != -1) { // Caso a informação recebida seja
bt1 = 1; // igual a alguma das
cadastrads, // irá ativar/desativar o pino
}
referente
if (req.indexOf(F("/led1/off")) != -1) {
bt1 = 0;
}
if (req.indexOf(F("/led2/on")) != -1) {
bt2 = 0;
}
if (req.indexOf(F("/led2/off")) != -1) {
bt2 = 1;
}
if (req.indexOf(F("/led3/on")) != -1) {
bt3 = 0;
}
if (req.indexOf(F("/led3/off")) != -1) {
bt3 = 1;
}
if (req.indexOf(F("?acao=botao")) != -1) {
bt2 = !digitalRead(D2);
delay(100);
}
digitalWrite(D1, bt1);
digitalWrite(D2, bt2);
digitalWrite(D3, bt3);

// read/ignore the rest of the request
// do not client.flush(): it is for output only, see below
while (client.available()) {
// byte by byte is not very efficient
client.read();
}
//Pagina HTTP para teste
client.print(F("HTTP/1.1200K\r\nContent-Type:text/html\r\n\r\n<!DOCTYPE
HTML>\r\n"));
client.print(F("<html>"));
client.print(F("<head>"));

```

```

client.print(F("<title>Automaçã&Residencial</title>"));
client.print(F("<metacharset=\"utf-8\""));
client.print(F("<meta name=\"viewport\" content=\"initial-scale=1.0,
user-scalable=no\""));
client.print(F("<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"5\" ;http://192.168.1.75\""));
client.print(F("</head>"));
client.print(F("<body bgcolor=\"#90CAF9\""));
client.print(F("<center>"));
client.print(F("<fontsize=\"5\" face=\"verdana\" color=\"black\">Casa
Automatizada</font>"));
client.print(F("<br/>"));
client.print(F("<hr/>"));
client.print(F("<td><a href='?acao=botao'>"));
client.print(F("<button type=submit style=\"width:150px\";
height:60px\">BOTAO</button>"));
client.print(F("</form><br/>"));
client.print(F("</center>"));
client.print(F("</body>"));
client.print(F("</html>"));

// The client will actually be *flushed* then disconnected
// when the function returns and 'client' object is destroyed (out-of-scope)
// flush = ensure written data are received by the other side
Serial.println("Disconnecting from client");
}

```